Peter Holmberg & Johan Stén

Att observera, mäta och räkna

Blickar på den matematisk-naturvetenskapliga forskningens historia i Finland

FINSKA VETENSKAPS-SOCIETETEN 2020

SOCIETAS SCIENTIARUM FENNICA

Finska Vetenskaps-Societeten, grundad 1838, är Finlands äldsta vetenskapsakademi, som publicerar forskning, utdelar stipendier och pris, tar initiativ och håller möten med föredrag. Societeten inledde 1996 ett publiceringssamarbete med syskonakademin Suomalainen Tiedeakatemia.

Vuonna 1838 perustettu Suomen Tiedeseura on Suomen vanhin tiedeakatemia, joka julkaisee tutkimuksia, myöntää tutkimusavustuksia ja palkintoja, tekee aloitteita ja järjestää kokouksia. Seura aloitti 1996 julkaisuyhteistyön sisarjärjestönsä Suomalaisen Tiedeakatemian kanssa.

The Finnish Society of Sciences and Letters, founded in 1838, is the oldest scholarly academy of Finland. It publishes research, awards research grants and prizes, takes initiatives and organizes meetings. In 1996 the Society established cooperation with its sister organizarion the Finnish Academy of Sciences and Letters.

Bidrag till kännedom av Finlands natur och folk

Serien, som grundades år 1857, publicerar undersökningar om Finlands natur, befolkning och samhällsförhållanden. Utkommer med oregelbundna intervaller. Bidrag till kännedom av Finlands natur och folk utges inom ramen för publiceringssamarbetet med Suomalainen Tiedeakatemia.

Vuonna 1857 perustettu sarja julkaisee Suomen luontoa, väestöä ja yhteiskuntaoloja käsitteleviä tutkielmia. Ilmestyy epäsäännöllisin välein. Bidrag till kännedom av Finlands natur och folk julkaistaan osana Suomen Tiedeseuran ja Suomalaisen Tiedeakatemian välistä julkaisuyhteistyötä.

The series, founded in 1857, publishes monographs dealing with the nature, population and social conditions of Finland. Appears at irregular intervals. Bidrag till kännedom av Finlands natur och folk is part of the publishing cooperation between the Finnish Society of Sciences and Letters and the Finnish Academy of Sciences and Letters.

Redaktör – Toimittaja – Editor
Stig-Olof Londen
Institutionen för matematik och systemanalys
Aalto universitetet
PB 11000, FI-00076 Aalto
stig-olof.londen@aalto.fi

Försäljning – Myynti – Dealer
Tiedekirja/Vetenskapsbokhandeln
Snellmaninkatu/Snellmansgatan 13
FI-00170 Helsinki/Helsingfors
tiedekirja@tsv.fi, www.tsv.fi

Grafisk design och ombrytning: Johan Stén, Minna Etsalo

Bild på pärmen
Gustaf Gabriel Hällströms manuskript om minsta kvadratmetoden och Johan Gadolins destillationsapparat.

Bakpärmens bild
Vinjetten på Kungliga Vetenskapsakademiens Handlingar: "För efterkommande".

Bidrag till kännedom av Finlands natur och folk 211

Peter Holmberg & Johan Stén

Att observera, mäta och räkna

Blickar på den matematisk-naturvetenskapliga forskningens historia i Finland

Helsingfors 2020

Holmberg, Peter och Stén, Johan 2020. Att observera, mäta och räkna, Blickar på den matematisk-naturvetenskapliga forskningens historia i Finland.
Bidrag till kännedom av Finlands natur och folk 211, 541 pp.
ISBN 978-951-653-438-4 (tryckt version)
ISBN 078-951-653-440-7 (open access)
ISSN: 0067-8481

Abstract

To Observe, to Measure and to Calculate
Aspects on the history of mathematical and natural science research in Finland

Physics and mathematics have been a part of the highest education in Finland ever since the founding in 1640 of the university in Turku, The Royal Academy of Åbo. However, during the first seventy years of existence of the Finnish university, physics was seen mainly a bookish discipline of the philosophy of nature according to Aristotle and his mediaeval commentators, while mathematics was a crash course in mediaeval mathesis, i.e. knowledge of arithmetic rules, and the basics of geometry in the plane and on the sphere.

Only in the mid-18th century did mathematical physics and experimental natural science properly enter the curriculum and the published master's theses. To secure a fruitful atmosphere for conducting research in the natural sciences, the bishops and at the same time vice-chancellors of the university, Johan Browallius and Carl Fredrik Mennander, who were both scientist themselves, linked the sciences with utility and natural theology. This Christian flavour of the "Nordic Enlightenment" was largely due to the German natural philosopher Christian Wolff, who was in fashion in Sweden in the mid-18th century. The Age of Utility and Economy in Åbo concerned not only natural history, which flourished owing to Carl Linnaeus and his school. The Age was very fruitful also in mathematics and physics, especially astronomy, in spite of the small resources for instruments as well as the very limited number of academic positions available at the time.

The 19th century brought a new political rule in Finland and, with the move in 1828 of the university from Åbo to Helsingfors, the outward conditions for research started to improve as the crucial international contacts grew. New applications entered physics: geomagnetism, polar research, medical physics, electromagnetism and radioactivity. In Finnish mathematics, celestial mechanics achieved great renown, but owing to international contacts new areas were continually established, such as variational calculus, abstract algebra and complex analysis.

In this book we outline the early development of the mathematical and physical disciplines at the Finnish university. By using books, articles and published theses, we consider the evolution of a number of distinctive research areas in Finland, including weather observations, methods to prevent the devastations of night frosts, climate and polar research, the beginnings of the research of the isostatic land uplift of Fennoscandia and the ice age, the question about the shape of the Earth as well as the sun's parallax, geomagnetism and the theory of the aurorae boreali. These topics were among Finland's first steps towards a nation of top-level scientific research.

Key words: History of physics, history of mathematics, meteorology, night frosts, aurora borealis, the shape of the Earth, geomagnetism, land uplift.

Peter Holmberg och Johan Stén
johan.sten@helsinki.fi

Innehållsförteckning

1

Inledning

Att observera, mäta och räkna är omistliga delar av det västerländska kulturarvet. Vår tids teknologi bygger på en nästan osannolikt framgångsrik tillämpning av matematiskt vetande på fysikaliskt kunnande och teknisk uppfinningsrikedom. Denna bok beskriver delar av denna utveckling sett ur ett finländskt perspektiv.

Grunden för vår vetenskapliga världsbild finns i de antika grekernas naturfilosofi. Själva idén om världsalltet som en begriplig helhet härstammar från Grekland, likasom många av matematikens grundbegrepp och inte minst det matematiska bevisets idé. Denna kunskap hölls vid liv och förkovrades till vissa delar under medeltiden. Emellertid uppstod det en ny form av experimentell och matematisk naturvetenskap i 1500-talets Europa, och den etablerades så småningom i Finland genom grundandet år 1640 av vårt första universitet, Kungliga Akademien i Åbo. Matematik och fysik ingick från första början i universitetets undervisning, även om dessa ämnens historia i Finland sträcker sig längre än så.

Finlands äldre universitetshistoria har grundligt beskrivits av Heikel (1940) och Klinge *et al.* (1988, 1989). Även fysikens och matematikens tidiga lärdomshistoria i Finland har dokumenterats rätt ingående (Dahlbo, 1897; Slotte, 1898; Elfving, 1981; Holmberg, 1992), men det finns fortfarande många luckor kvar att fylla, och vi kommer inte att kunna fylla dem alla. Avsikten med denna bok är snarare att berika och nyansera tidigare bemödanden inom lärdomshistorien med en smula annorlunda synvinkel: att gestalta långvariga trender och särdrag i den matematisk-naturvetenskapliga forskningen som bedrevs vid det finländska universitetet i Åbo och dess naturliga uppföljare, Kejserliga Alexanders Universitetet i Finland och Helsingfors universitet. Vi målar i denna bok upp fysikens utveckling från en rigid, skolastisk lärobyggnad, till en dynamisk, empirisk och matematisk vetenskap (kapitel 4). Jämsides beskriver vi den matematiska undervisningens och forskningens olika etapper i Finland (kapitlen 3, 6 och 10). Några specialområden som tonar fram i den empiriska forskningen i vårt land är frågan om ”vattuminskningen”, det vi i dag kallar landhöjning (kapitel 5), väderobservationer och bekämpning av sommarnattfroster (kapitel 7), mätning av Jordens form och kartläggning av våra kustlinjer (kapitel 8) samt norrskens- och polarforskning (kapitel 9). Särskilt under det man kallar ”nyttans tidevarv”, ungefär från 1730- till 1780-talet, inspirerades forskningen naturligt nog av vårt kalla nordliga klimat och dess konsekvenser för landets uppodling. Om man tänker på en av vår tids brännande frågor, det globala klimatet och människans skadliga inverkan på det, kan man här se en kontinuitet ända fram till våra dagar.

I det inledande kapitlet med rubriken ”Att förstå sin omgivning. En världsbild växer fram” berör vi ett för min medförfattare, Peter Holmberg (1938–2018), kärt tema. Som en erfaren fysiker och samtidigt historiker såg Peter sig i viss mån som en sentida upptäckare, en led i en lång ked av forskare. Han jämförde gärna uppkomsten av en individs världsbild med människosläktets upptäcktsfärd i Kosmos. Vi lär oss om världen genom att iaktta vår omgivning, varefter vi strukturerar dessa iakttagelser i det rådande lärdomsparadigmet. Våra vetenskapliga framgångar vilar ytterst i en tro på att Kosmos är lagbundet och att det står i människans makt att upptäcka och undersöka dessa lagar. Då denna tillit till alltings begriplighet upprepade gånger fått sin bekräftelse, tänker vi inte längre på saken, utan tar den som given och självklar.

Den naturvetenskapliga forskningen har inte alltid varit så internationellt orienterad som den är i dag, men inom astronomins fält nådde Finland redan på 1700-talet en internationellt sett hög nivå. Mätningen av längden av en grad längs meridianen i Tornedalen 1736–1737 (för att bestämma Jordens exakta form) och observerandet av Venuspassagerna åren 1761 och 1769 (för att bestämma Solens parallax) gav Finland och finländska forskare internationell synlighet, faktiskt mer än inom någon annan vetenskap under den tiden. Vår genomgång av matematikens utveckling visar emellertid, att självständig matematisk forskning i Finland började förekomma först i slutet av 1700-talet. Före 1800-talets början har matematiska metoder nästan uteslutande hämtats från utlandet, antingen från läroböcker eller genom personliga kontakter. Astronomin och den celesta mekaniken hörde till matematikens gebit ända fram till 1800-talet, då astronomin fick en egen lärostol vid universitetet. Astronomernas verksamhet riktade sig då dels på geodetiska undersökningar av Jordens exakta form, dels på bestämningen av avstånden inom solsystemet och till sist även solsystemets rörelse inom vår galax.

I kapitlen 11 och 12 blickar vi tillbaka på den moderna fysikens etablering i Finland. Under 1800-talets lopp kommer jordmagnetismen, elektricitetsläran, och slutligen röntgen- och strålningsfysiken in i bilden. Kontakterna till det forna moderlandet Sverige var här av avgörande betydelse, trots att Finland sedan 1809 var en del av det ryska kejsardömet. I kapitel 12 lyfter vi fram enskilda fysiker som gjort betydande insatser inom fysikens olika specialområden. Vi har valt att begränsa vår bok till fysik och matematik, även om kemin mot slutet av 1800-talet också blev allt mer matematisk och i så motto mer vetenskaplig. Kapitel 13, ”En fysikers vandring i Helsingfors”, ger en historisk tillbakablick på fysikernas, kemisternas och astronomernas etablering i den nya huvudstaden Helsingfors och de byggnader som uppfördes för deras behov. Det avslutande kapitlet, kapitel 14, behandlar fysikens och angränsande läroämnens tillväxt i Finland.

Några ord måste sägas om denna boks tillkomsthistoria. Projektet påbörjades år 2016 som ett samarbete mellan undertecknad och Peter Holmberg, professor emeritus i medicinsk fysik. Peter var projektets egentliga initiativtagare. Sedan länge hade han intresserat sig för fysikens historia och var författare bl.a. till boken *The History of Physics in Finland 1828–1918* (1992). I många samtal med mig hade Peter berättat om sitt projekt att dokumentera den fysikaliska forskningen i Finland och forskarna bakom den. På hans begäran anslöt jag mig till projektet på allvar i början av år 2017, då jag också fick bekanta mig med Peters långt hunna texter. Min huvuduppgift var att skriva ett kapitel om ”Hur räknade man förr?”; – det som sedermera utvecklades till tre kapitel om matematikens utveckling i denna bok.

Innehållet och kapitelindelningen hade i stora drag blivit klara vid årsskiftet 2017–2018. På våren 2018 stod vi redan i beråd att börja en sista gallring av texterna och urvalet av bilder, men av detta blev intet. Under vårvintern 2018 började Peters krafter plötsligt att sina. Efter en tid blev det klart att det var frågan om en snabbt accelererande sjukdom. Döden kom den 23 maj 2018 och jag stod inför det trista och oväntade faktum, att jag ensam måste slutföra projektet. Att lämna det ogjort kom inte på fråga. Vi hade också gemensamma artiklar i *Nordenskiöld-samfundets tidskrift* och *Arkhimedes* väntande på publicering.

Arbetet försvårades av att Peters sista redigeringar och eventuella tillägg till texterna förblev på hans dator på byrån i Biomedicum i Mejlans, och att hans konto där mycket snabbt stängdes. Tack vare fru Merike Holmbergs insats och universitetets datacentrals medverkan har jag dock fått tillgång till de filer som Peter inte hann skicka mig före det var för sent. Peters förslag till bildval – ett viktigt ärende för honom – hann vi tyvärr inte ens diskutera.

När en människa dör försvinner ett helt bibliotek, heter det. Jag har åtagit mig att sortera och leverera Peters skriftliga *Nachlass* och forksningsmaterial till Nationabiblioteket – en ansenlig mängd dokument – till nytta och nöje för framtida forskare. Av min respekt för honom har det inte alltid varit en lätt uppgift för mig att redigera hans texter. Många av dessa hade han bearbetat i årtionden. För det mesta brukade han bejaka mina förbättringsförslag, och när han nu inte mera kan rådfrågas måste jag lita på mitt eget omdöme. En del av hans texter har jag varit tvungen att underkänna, eftersom de inte var färdiga och att slutföra dem låter sig inte göra i nuvarande omständigheter. Jag har också tonat ner vissa tematiska ensidigheter.

Peter kunde i mitt tycke på ett fint sätt levandegöra den värld där varje forskare verkade, och han skrev om dem på ett humant och förstående sätt – som om han varit deras vän. Jag har för min del försökt kartlägga forskarnas resultat, vem som påverkat dem och vilka de i sin tur påverkat, och ställt dem i internationell jämförelse. Våra angreppssätt är således skiljaktiga, men samtidigt kompletterar de varandra. Läsaren torde av det ovan sagda lätt kunna sluta sig till huvudförfattaren för varje kapitel. Det har varit bägge författares innerliga önskan att denna bok på lång sikt skall sporra forskare till fortsatta studier och publikationsverksamhet i vår naturvetenskapliga bildningshistoria.

Bilderna i denna bok har varierande ursprung. De flesta illustrationerna är tagna ur digitaliserade avhandlingar som tillhandahålls av Nationalbiblioteket i Helsingfors, en del är fotograferade av författarna.

Slutligen önskar jag för egen del framföra mitt ödmjuka tack för det erhållna finansiella stödet för projektet från Svenska kulturfonden, Oskar Öflunds stiftelse samt Otto Malms donationsfond. Jag vill även tacka Finska Vetenskaps-Societeten, som godkänt manuskriptet för tryckning, samt Stig-Olof Londen för alla goda råd och redaktionellt stöd.

I Esbo, den 11 mars 2020

Johan C.-E. Stén

Peter Edvin Holmberg
Foto: Merike Holmberg, Turin, 2015.

2

Att förstå sin omgivning. En världsbild växer fram

Människan som upptäckare

> ”Ifrån den aflägnaste forntiden har det varit en anspråksfull dröm hos människan att känna allt och veta allt. Innan mänskligt öga ännu hade skådat längre än de närmaste omgifningarna, de slätter och skogar där hon bodde, bildade hon ur dessa enkla intryck utan tvekan det första världsalltet: jordens platta runda skifva, omfluten af hafvet, och krönt af ett sferiskt hvalf af klar kristall, på hvilket de stora himlaljusen voro fästa” (Carlheim-Gyllensköld, 1900).

Med dessa ord inleder Vilhelm Carlheim-Gyllensköld sin bok om den svensk-ryska gradmätningsexpeditionen till Spetsbergen år 1898, som skulle bli ett bidrag till beräknandet av jordklotets dimensioner och form. Med denna gradmätning strävade man att erhålla ett noggrannare material, som senare kunde användas och bearbetas tillsammans med andra mätningar, för att skapa en exaktare föreställning om storleken och formen av vårt jordklot.

Man kan emellertid uppfatta orden i en vidare mening som syftande på människans strävan att göra observationer samt att placera in dem i sin egen förståelse av sin omgivning och plats i världsalltet, d.v.s. i sin världsbild. Efterhand som observationernas mångfald ökar och då samtidigt också deras tillförlitlighet tilltar, blir det nödvändigt att revidera rådande världsuppfattningar. Korrigeringar görs efter behov och en utveckling sker av den modell vi tidigare skapat av vår omvärld. På detta sätt får vi steg för steg en alltmera fördjupad och omfattande bild av den värld vi lever i.

Ända sedan det första universitetet i Finland grundades i Åbo år 1640 har ämnet fysik upptagits i undervisningsprogrammet. Ordet fysik har sitt ursprung i grekiskans fysis ($\varphi\acute{\upsilon}\sigma\iota\zeta$ = natur). Fysik var under den första tidsperioden då universitetet verkade i Åbo läran om naturen i mycket vidsträckt bemärkelse (naturkunskap), och omfattade sålunda också botanik, zoologi och anatomi. Däremot hänfördes i allmänhet mekanik, fortifikationslära och optik inte till den fysik som avsågs i den tidiga definitionen, utan dessa läroämnen undervisades av professorn i matematik. Först på senare tid har det skett en omgruppering av de gamla läsämnena och nya ämnen har tillkommit med egna professurer. I dagens fysik ingår nu de nämnda områden av fysiken som tidigare hänfördes till matematiken. Motsvarande utveckling har skett inom andra områden och nya ämnen har tillkommit, såsom kemi, botanik och zoologi, samt anatomi i den medicinska undervisningen.

Fysik är i dag en exakt vetenskap som genom observationer och experiment strävar att undersöka naturfenomenen och för dem uppställa lagbundenheter. Det har visat sig – trots det stora antalet fysikaliska fenomen som undersöks – att det endast behövs ett fåtal lagar av grundläggande natur för att man skall kunna förklara de gjorda observationerna. Utgående från dessa grundlagar och -begrepp kan man bygga upp en mångfasetterad byggnad för fysiken. Fysik baserar sig på observationer och mätningar av naturfenomenen, och dess viktiga hörnstenar är därför de fysikaliska storheter som uppmäts. Strävan efter entydighet och enkelhet reflekteras i det internationella SI-systemet (*Système International d'Unités*). På en internationell konferens 1960 rekommenderades detta system och det togs i bruk i Finland 1975. I detta system finns sju grundstorheter definierade, och utgående från dessa kan övriga storheter härledas.

Utgående från de uppmätta resultaten ställs en arbetshypotes upp, med vilken man försöker förklara det fenomen som studeras. Arbetshypotesen utgör en första gissning, en förförståelse, för hur man teoretiskt, d.v.s. med allmänna fysikaliska lagar, kan förklara de gjorda observationerna. Den moderna fysikens modeller är till sin natur matematiska. För att anpassa de observerade fenomenen till ett mönster söker man skapa en så generell teoretisk struktur som möjligt, varur de observerade fenomenen kan härledas genom logiska slut. De fysikaliska modellerna är avhängiga de vid tidpunkten tillgängliga matematiska verktygen. Ganska ofta måste fysikerna också själva skapa den matematiska struktur de anser sig behöva. Därmed har fysikerna gett och kan fortfarande ge impulser till matematikens utveckling.

Den uppställda hypotesens allmängiltighet prövas härefter med hjälp av nya mätningar och observationer. Ofta har dessa nya mätningar anpassats på lämpligt sätt för att testa den uppställda hypotesen eller teorin. Ibland får man kanske helt nya, överraskande resultat. Man kommer då in på nya spår, nya hypoteser ställs upp, som i sin tur skall prövas, och så vidare. Man siktar på att förstå hur allting hänger samman, och därmed formar man sig en världsbild. Det kan vara skäl att framhålla, att vi här med begreppet världsbild avser en fysikalisk världsbild. Det finns ju samtidigt så mycket annat som också hör till vår uppfattning och tolkning av världen omkring oss. I fortsättningen koncentrerar vi oss emellertid på fysiken då denna utan tvivel har stor betydelse för vår daning av en allmän världsuppfattning och de tankar och etiska riktlinjer som växer fram ur denna.

Då vi talar om en världsbild, måste vi samtidigt definiera vems eller vilken världsbild vi talar om. Vi kommer att se att det finns olika ”nivåer av kunskap” eller ”verklighet”, som kan beskrivas och uppfattas på olika sätt av människor med varierande kunskapsbakgrund. Den första nivån, där den högsta graden av ”kunskap” eller ”verklighet” befinner sig, utgörs av det verkliga naturfenomen som undersöks och av den omgivande världen. Det som sker i världen och de naturlagar som styr densamma utgör de sanningar forskarna strävar att få kunskap om och försöker beskriva i sina modeller så exakt som möjligt.

Det är mot denna högsta, abstrakta och generella kunskapsnivå, som naturvetarna och fysikerna strävar i sin forskning. Bit för bit erhålls mera information om denna primära nivå, och hypoteser och teorier ställs upp, som sedan kan prövas med nya experiment. Teorierna finslipas och justeras hela tiden, men ibland måste de revideras grundligt. Den världsbild som forskarna på detta sätt ställer upp och studerar förändras kontinuerligt.

Vi följer i denna bok med hur den fysikaliska världsbilden under 1600- och 1700-talen genomgick en förändring och hur detta samtidigt reflekterades i den akademiska undervisningen i Finland. Vi kan urskilja flera faser i den process som drev utvecklingen från enbart dogmatiska diskussioner till utförandet av observationer och planerandet av experiment. Det första universitetet i Finland grundades i Åbo under den svenska stormaktstiden. Då det låg tämligen nära Uppsala universitet var det naturligt att aristotelismen, som vid den tiden var stark i Uppsala, även till en början var företrädd i Åbo och endast långsamt ersattes av en experimentell, newtonsk fysik. Först vid utgången av 1600-talet uppstod en livlig diskussion mellan aristotelismen och cartesianismen. De avhandlingar och disputationer som vid denna tid framlades i Åbo hade i huvudsak dogmatiskt innehåll. Parallellt med dessa diskussioner kan vi dock notera en ny strävan i den fysikaliska forskningen och undervisningen. Observationer av fysikaliska företeelser och därpå baserade tolkningar blev vanligare. Exempel på detta är de tidiga kometobservationerna av Andreas Thuronius åren 1664–1665. De omfattande observationerna av Venuspassagerna, som bl.a. Anders Planman gjorde åren 1761 och 1769 och ur vilka Solens parallax kunde beräknas, utgjorde redan en del av internationellt vetenskapligt samarbete. Gustaf Gabriel Hällströms (1775–1844) prisbelönta arbete *Om nattfroster i Finland* (1807/1851) kan ses som uttryck för det sedan 1700-talet tongivande nyttotänkandet.

Redan dessa få exempel visar hur den fysikaliska forskningen förändrats. Från att ha varit passiva observatörer började fysikerna småningom utföra experiment och planera särskilda mätningar för att lösa speciella problem. Hela tiden var det övergripande målet ändå att uppnå mer förståelse av fenomenen i naturen, varigenom en fruktsam växelverkan mellan experiment och teori uppstod. Till de stora genombrotten kan räknas Nikolaus Kopernikus' (1473–1543) och Johannes Keplers (1571–1630) arbeten om hur vårt solsystem är uppbyggt, Galileo Galileis (1564–1642) observationer av Jupiters månar och Venus' faser och slutligen Isaac Newtons (1642–1727) oöverträffliga mästerverk *Philosophiae naturalis principia mathematica* (Naturfilosofins matematiska principer, 1687). Fysikerna fick nu en beprövad grund och ett nytt utgångsläge att starta från då de gjorde sina experiment och observationer. Det blev nu klart, att fysikerna måste behärska matematiska metoder.

Det är intressant att notera att denna utveckling, som det tog samhället 300-400 år att genomgå, fortfarande upprepas i varje fysikers liv, men på en mycket kortare tidsskala. De första intrycken av sin omgivning kan ett barn naturligtvis inte uttrycka i exakta formuleringar. Barnet använder ett stort antal ord för att beskriva och ge uttryck för allt det nya det upplever. Senare kommer experiment, till en början i form av lek och spel, med i bilden. Dessa experiment blir efterhand allt mer avancerade och i ett senare skolstadium fås en teoretisk förklaring av de fysikaliska fenomenen. Därefter får de barn och ungdomar som hyser ett verkligt intresse för fysik ta del av moderna experiment, följa med hur planering av nya experiment sker samt uppleva utvecklandet och uppställandet av teorier. På detta sätt genomgår varje fysiker ungefär samma utvecklingsstadier som själva vetenskapen genomgått, men på en betydligt kortare tid. En genomsnittsmänniska genomgår denna process på ungefär 5-15 år. Helt beroende på intresse för naturvetenskap och fysik varierar innehållet och nivån i denna inlärningsprocess. En viss grundkunskap ges åt alla i grundskolan. Denna kunskap kan sedan fördjupas med nya kurser i gymnasiet och kulminerar i universitetsstudier och självständig forskning. Någon gräns för detta kunskapssökande finns inte. Processen upprepas om och om igen för varje ny generation barn, ungdomar och fysiker. Upptäcktsresanden Sir Vivian Fuchs har träffande skrivit om detta:

> ”Varje barn är från födelsen en ’upptäckare’, men då åren går påverkas vi alla av vår omgivning och anpassas till en lämplig livsföring; småningom avmattas och till en viss grad undertrycks det tidiga behovet ’att upptäcka’. Trots dessa omständigheter, och ibland just på grund av dem, bevarar ett fåtal människor sin ursprungliga nyfikenhet, vilken driver dem ut på upptäcktsfärd för att de skall få tillfredsställelse. Genom hela historien har mänskligheten dragit nytta av detta obändiga behov hos ett fåtal, ty steg för steg har de blottat för oss det okända” (Fuchs, 1975).

Då Fuchs här använde ordet upptäckare (*explorer*) avsåg han i första hand upptäcktsresande, men konstaterade att efterhand det mesta blivit upptäckt och uppnått i geografiskt avseende, fortsatte vetenskapsmännen att med sina observationer och experiment göra upptäckter som även på sitt sätt vidgade vår horisont. I dag görs upptäcktsresorna företrädesvis i mikro- och makrokosmos.

Att bygga upp en världsbild

För att belysa hur vår världsbild och uppfattning av vår omvärld hela tiden förändras betraktar vi det klassiska exemplet av Jordens form och plats i vårt solsystem och hela universum. Våra urfäder upplevde världsalltet som den begränsade omgivning de levde i och kunde överblicka. Det som låg utanför den horisont som begränsades av synfältet var för dem okänt, men de fyllde ut det med antaganden och gissningar. En första enkel tro och religiös kultur uppstod. De lämnade efter sig en illustrerad historia i form av grott- och klippmålningar, som beskrev djurliv och jaktlycka. Senare uppstod stora civilisationer vid Tigris, Eufrat och Nilen, där de bördiga flodområdena skapade möjligheter att utveckla en kultur. De tidigare jägarfolken blev nu jordbrukare och större samhällen uppstod. I dessa kulturer gjordes observationer av himlakropparnas rörelser och en tideräkning uppstod. Man kunde förutsäga årstidernas växlingar och med de tidiga skriftspråk (kilskrift, hieroglyfer) som skapades kunde dessa upptäckter bevaras och föras vidare till kommande generationer med större exakthet än vad muntliga traditioner tidigare erbjudit.

De tidigaste högkulturerna uppstod vid de bördiga floddalarna i Mesopotamien och Egypten. Dessa utvecklades på ett mångsidigt sätt och människan lärde sig använda olika slag av tekniska hjälpmedel i sitt dagliga liv. Hon kände till hjulet och kunde driva fram båtar med åror och segel, vilket underlättade transporter. Hon hade också matematisk och teknisk kunskap för att kunna uppföra stora monument. Pyramiderna och gravgångarna i klipporna i Konungarnas dal är exempel på detta. Solen var den dominerande guden, men dessutom fanns det ett stort antal mindre gudomligheter, som alla på sitt sätt hade inflytande på människornas liv. Omfattande resor till fjärran områden och erövrandet av nya länder gjorde att kunskapen från dessa första stora civilisationer spreds till övriga delar av den värld människorna kände till. Områdena kring Medelhavet tog del av denna utveckling och nya centra för civilisationen uppstod i Grekland och Rom. Arméer drog fram över Europa och sjöfarare följde kustlinjerna inte bara i Medelhavet, utan utforskade också Afrikas kuster. Pytheas resa till de nordliga delarna av Europa och Ultima Thule ca 325 f.Kr. är en av de tidigaste upptäcktsresorna till fjärran områden. Man trodde sig då ha nått världens ände. Från dessa seglatser såg man bara oceanernas oändliga vattenvidder. Ingen visste vad som låg utanför denna horisont. Ännu från senare tid, då de resande tecknade de första kartorna, framställdes Jorden och den kända delen av världen som en cirkelrund skiva omgiven av hav.

Mycket var emellertid förbryllande i denna enkla världsbild. För att kunna förklara alla iakttagelser fick den platta jordskivan krökning och Jorden började uppfattas som ett klot. Redan Eratosthenes, den lärda bibliotekarien i Alexandria som levde ca 276–194 f.Kr., hade insett detta och han gjorde också med enkla medel en uppskattning av hur stort jordklotet var. Noggrannheten var förbluffande och avviker endast med tio procent från dagens kända värde. På sina kartor över den värld Eratosthenes kände drog han linjer, motsvarade latitud och longitud i vårt moderna tänkande, och han indelade Jorden i fem zoner med två ogästvänliga områden kring vardera polen, två tempererade zoner och ett torrt, hett område kring ekvatorn, som sträckte sig till de tempererade zonerna.

Aristoteles (384–322 f.Kr.) beskrev Kosmos i sitt verk *De coelo et mundo* (Om himmel och jord). Han ansåg världsalltet vara uppbyggt av koncentriska sfärer som välvde sig runt världsalltets centrum, Jorden. På dessa sfärer var himlakropparna fästade. Han förstod att Jorden måste vara klotformig emedan stjärnornas positioner ändrades då man rörde sig norrut eller söderut. En annan modell ställdes upp av den grekiska astronomen Aristarchos från Samos (ca 320–ca 250 f.Kr). Han placerade Solen i världens centrum och försökte till och med bestämma avstånden till Solen och till Månen. Ett försök att uppskatta deras storlekar gjordes också. Den metod Aristarchos använde sig av var helt korrekt. Han mätte vinkeln mellan Solen och Månen vid halvmåne och kunde ur denna bild beräkna avståndet. Problemet var att man inte kände till avståndet till Månen och då vinkelmätningarna dessutom var osäkra blev resultatet därefter. Aristarchos placerade emellertid Solen i centrum, och kring denna rörde sig planeterna. Månen kretsade kring Jorden och reflekterade solljuset, vilket förklarade dess faser. Stjärnorna var blott orörliga fixpunkter och deras skenbara rörelse på himlens päll berodde på Jordens rotation kring sin axel. Att man inte kunde konstatera någon parallax för fixstjärnorna berodde på deras ofantligt stora avstånd från oss.

Trots dessa tidiga ansatser var den geocentriska världsuppfattningen rådande ända till mitten av 1500-talet. Enligt denna världsuppfattning, som framfördes redan av Ptolemaios omkring 150 e.Kr. i hans stora verk *Almagest*, utgjorde Jorden världsalltets centrum, och kring detta centrum kretsade Solen, Månen, planeter och stjärnor fästade på sfäriska ytor som långsamt och i ett bestämt mönster välvde sig kring Jorden. Sfären var en naturlig form och den cirkulära banan ansågs fullkomlig. I ljuset av observationer av himlakropparnas positioner och rörelser blev det dock allt svårare att förklara deras rörelser med denna enkla modell. Himlakropparna i solsystemet rörde sig inte jämnt utan acclererade och bromsade in turvis. Ett invecklat system med hjälpsfärer, så kallade epicykler, måste därför införas, som också det med tiden visade sin begränsning.

Det var först tack vare Nikolaus Kopernikus' (1473–1543) *De revolutionibus orbium coelestium* (Om himlavalvens kretslopp, 1543) som tanken på Solen som universums centrum slog igenom på allvar. Enligt den heliocentriska världsbilden skedde all rörelse kring Solen. Detta utgjorde en ny arbetshypotes, som krävde nya observationer för att bekräftas och utvecklas vidare. Bland andra utförde den danske astronomen Tycho Brahe (1546–1601) omfattande observationer av planeternas rörelser som utgjorde en stabil grund för Johannes Kepler att utgå från då han uppställde de tre lagar som i matematisk form beskriver planeternas rörelser. Vi har därmed fått en mera exakt teori än den som Kopernikus ställde upp, då det med hjälp av Keplers lagar blev möjligt att göra beräkningar och förutsägelser.

En avgörande fördjupning av förståelsen erhölls i slutet av 1600-talet då Isaac Newton uppställde den allmänna gravitationslagen. Därmed hade Newton infört den grundläggande kraft som håller planetsystemet ihop, och det blev möjligt att utgående från denna kunskap teoretiskt härleda och förklara Keplers lagar, som ursprungligen var baserade enbart på observationer. Därigenom fick den heliocentriska världsbilden en hållbar inramning.

Utvecklingen av denna världsuppfattning under 1500–1700-talen visar hur viktig kommunikationen mellan vetenskapsmän var redan under denna tid. Tycho Brahe samlade in ett stort material som visade hur planeternas positioner på himlen förändrades med tiden. Observationerna gjordes huvudsakligen på Tycho Brahes observatorium Uraniborg på den danska (numera svenska) ön

Ven. Där hade han många elever och assistenter, som önskade lära sig den tidens moderna observationsteknik. Senare, då Tycho Brahe hamnade i onåd och flyttade till Prag, var Johannes Kepler hans assistent. Efter Tycho Brahes död fortsatte Kepler analysen av det omfattande observationsmaterialet och kunde slutligen sammanfatta resultatet i sina tre lagar som beskrev planeternas rörelser kring Solen. Processen tog inemot tjugo år och var full av misstag. Keplers första teori byggde på tanken, att planeterna befann sig i hörnpunkterna av platonska kroppar inskrivna i varandra. Småningom kom han in på elliptiska banor som visade sig ha de sökta egenskaperna. Teorin om planetbanorna kondenserades i tre matematiska utsagor.

Viktiga var också Galileo Galileis bidrag. Han kände till upptäckterna inom optiken (linsers egenskaper) och tillverkade en egen stjärnkikare med vilken han gjorde sina banbrytande astronomiska upptäckter. Galilei publicerade sina fynd 1610 i boken *Sidereus nuncius* (Stjärnornas budbärare), i vilken han anslöt sig till den kopernikanska världsbilden. Han hade upptäckt Jupiters fyra största månar och sett dem kretsa kring huvudplaneten. Det var ett solsystem i miniatyr. Månen var inte ett perfekt klot utan hade en ojämn yta med berg och dalar. Med dessa påståenden hamnade Galilei strax i konflikt inte bara med de aristoteliska filosoferna utan med den katolska kyrkan, som stämplade hans påståenden som irrläror. Det var först 1992 som kyrkan under påven Johannes Paulus II medgav att Galilei hade haft rätt.

Från de första, mycket gamla världsuppfattningarna, som beskrev Jorden som en platt skiva, övergick man först till att betrakta Jorden som sfärisk. Under långa tider ansågs Jorden vara alltings medelpunkt och himlasfärerna med sol, måne, planeter och stjärnor välvde sig kring denna medelpunkt. Avståndet till dessa himlakroppar var okänt. De så kallade parallaxeffekterna var alltför små att bestämmas exakt. Då denna första geocentriska modell byttes ut mot nyare uppfattningar försköts universums centrum samtidigt allt mer fjärran från oss. Följande steg i teoriutvecklingen var den heliocentriska modellen, enligt vilken Solen utgjorde den fasta medelpunkt kring vilken Jorden och planeterna kretsade. I dag vet vi att Solen är en av otaliga stjärnor och att den befinner sig i en av armarna av en spiralgalax, Vintergatan, som är mycket lik Andromedagalaxen, vår närmaste galaxgranne i rymden.

Med dagens jätteteleskop har astronomerna kunnat upptäcka hela galaxer som flyr från varandra. Genom att mäta rödförskjutningen av stjärnljusets spektrallinjer har man lyckats bestämma dessa flykthastigheter. Rödförskjutningen är en Doppler-effekt, som innebär att då en stjärna som befinner sig i en stjärnhop eller galax avlägsnar sig från observatören, i detta fall en observatör på Jorden, förskjuts stjärnans ljusspektrum mot längre våglängder, d.v.s.

mot det röda området. Otaliga observationer av denna rödförskjutning visar att fjärran galaxer avlägsnar sig från oss, och ju längre fjärran de är, desto större är deras flykthastighet. Detta tolkas så, att själva universum expanderar. Många frågor inställer sig nu som en följd av dessa moderna observationer. Kan man tänka sig att alla galaxer någon gång varit samlade i ett centrum, som sedan i en våldsam explosion, det som kallas Big Bang, fick allting att expandera? Enligt denna teori skulle de galaxer som erhållit den största hastigheten ha hunnit längst bort. Detta bekräftas av rödförskjutningen, som anger sambandet mellan hastighet och avstånd. Var fanns då detta urcentrum för universum? Var det Big Bang som angav början, och hur tedde sig fysikaliskt den första tiden, de första sekunderna, eller bråkdelen av en sekund? Vad hände under denna första korta tidsrymd, som skulle skapa hela det nuvarande universum? Kommer universum att fortsätta expandera i all oändlighet, eller övergår expansionen så småningom i kontraktion och hela universum dras tillbaka? Finns det ett slut på universum? Det finns mycket som kosmologerna inte kan förklara.

Att förmedla en världsbild

Hela den kunskapsmängd som forskarna tar fram flyter och expanderar i det vetenskapliga samfundet. Det är möjligt för vetenskapsmännen att tillgodogöra sig denna kunskap såvida de talar samma språk med definitioner och facktermer som bara de invigda helt förstår. Däremot kan kommunikation mellan vetenskapsmän försvåras i fall man avlägsnar sig allt för mycket från det egna fackområdet.

I den vetenskapliga kommunikationen existerar det olika kunskapsnivåer. På den högsta nivån finns de verkliga skeendena. De iakttas av vetenskapsmännen som hela tiden försöker tränga sig djupare in i naturens hemligheter. Den vetenskapliga världsbilden kan dock inte fullständigt omfatta alla fenomen och vår kunskapsnivå ligger således under naturens objektiva värld. Det är uppenbart att då forskarna i en grupp av specialister kommunicerar med en större grupp av individer, exempelvis då de vänder sig till massmedia för att redogöra för nya upptäckter, måste det exakta vetenskapliga framställningssättet förklaras på ett sätt som kan förstås av de redaktörer vid dagstidningar, populärvetenskapliga tidskrifter, radio och TV, som har som uppgift att föra budskapet vidare. Det är först efter denna språkliga transformation som redaktörerna kan ge sina bidrag vidare till den stora allmänheten.

Då forskarna går över från ett exakt vetenskapligt uttryckssätt till att på ett mera lättbegripligt sätt beskriva olika fenomen, kommer de samtidigt att i viss mån förenkla den uppfattning de försöker beskriva. På detta sätt nås en ny verklighetsnivå, som visserligen försöker återge verkligheten, men nu på ett schematiskt och för gemene man begripligt sätt. Avståndet till vetenskapsmännens nivå behöver dock inte alla gånger vara stort då man kan utgå från att mången informatör på denna mellannivå besitter gedigen naturvetenskaplig kunskap, som underlättar förståelsen av nya företeelser.

Förutom att vetenskapsredaktörerna och -journalisterna bör ha den erforderliga kunskapen inom ett fackområde bör de också kunna omforma den information de mottagit till sådant språk som den stora allmänheten kan förstå. Härigenom förskjuts det exakta framställningssättet mot en ännu allmännare nivå, och något av den ursprungliga kunskapen går måhända förlorad. Informationen tas nu emot av den vanliga människan, som i sin tur försöker inplacera den bland sina tidigare begrepp och uppfattningar. Den världsbild som på detta sätt tar form hos den enskilda individen beror i hög grad på den kunskapsnivå personen i fråga har från tidigare. Här kommer vi in på frågan om tro och vetande. Så långt det är möjligt baserar den enskilda individen sin världsuppfattning på fakta som han eller hon förstår eller har kunskap om. När detta vetande inte längre räcker till kommer en personlig tolkning av fenomenen med i bilden. Människan är benägen att lita på sin egen tolkning och sitt eget omdöme. Ofta är denna självtillit lika stark som vetandet av grundläggande fakta, men då den saknar en fast kunskapsförankring är den samtidigt mycket svår att korrigera.

För att illustrera vetenskaplig kommunikation till allmänheten betraktar vi här frågor som rör sig kring världsalltets uppbyggnad. I denna oändlighet möter man snabbt det ofattbara och de frågor som ställts blir i allmänhet obesvarade. Människans plats i kosmos intresserar oss lika mycket nu som fordom. Genom vetenskapliga rön har detta ställe hela tiden reducerats, från det att människan ställde sig själv i centrum i den geocentriska världsbilden till dagens läge, där vårt solsystem kretsar i en av Vintergatans spiralarmar, omgiven av otaliga flyende galaxer. En annan aktuell fråga gäller huruvida vår jord är den enda planet i hela universum där liv utvecklats, eller är det möjligt att liv uppstått på otaliga planeter i andra solsystem i fjärran galaxer. Den tro och uppfattning vi har i dessa frågor ersätter de uteblivna exakta svaren. Det är med denna tro vi lever vidare. Hur svårt det är att pejla denna tro visas i en undersökning av finländska vetenskapares världsuppfattning och -åskådning (Hietamäki, 2007). Någon klar linje existerar inte.

I takt med att Jorden har degraderats från universums naturliga mitt, har också människans roll i världen förminskats. Människan befinner sig inte längre i händelsernas centrum. Hon är dömd att följa med det jordiska stoftkornet på dess färd genom rymden. I diskussionen om livets uppkomst på Jorden kan två huvudlinjer följas. Den ena säger att livet är unikt och har uppstått endast på Jorden. Människan intar enligt denna uppfattning en speciell plats. Hon är ett unikum i universum, ett tänkande djur, kronan på skapelsen. En annan teori säger att liv kan uppstå på alla ställen där rätta förutsättningar finns: lämplig temperatur, tillgång till vatten och andra nödvändiga kemiska grundämnen o.s.v. Enkla kemiska reaktioner kunde därmed ske och enkla biokemiska molekyler har redan observerats i rymden. Men hur har detta material gett upphov till levande organismer och pulserande liv? Astronomerna har lyckats påvisa förekomsten av exoplaneter och hela planetsystem kring andra stjärnor. Ett oändligt universum skulle därmed vara en potentiell hemvist för ett oändligt antal planeter där liv har uppstått. Bland dessa planeter finns också sådana där levande organismer utvecklats. Det skulle således kunna existera ett stort antal civilisationer i universum.

Att vetenskapsmännen offentliggör sina upptäckter för den breda allmänheten, antingen direkt eller via vetenskapsjournalister, är i dag en nödvändighet eftersom deras verksamhet i hög grad styrs av de beslut som fattas på allmänhetens kunskapsnivå. En forskare kan sällan fatta helt självständiga beslut rörande sin forskning. Forskaren måste redogöra för sin verksamhet för olika instanser och finansiärer i samhället. För större projekt, som kräver stora ekonomiska investeringar, fattas besluten av folkvalda representanter, regering och riksdag. Det är också viktigt att information riktas till allmänheten, ty det är ur dessa led de folkvalda väljs. Då allmänhetens kunskapsnivå höjs kan man samtidigt förvänta sig att de folkvalda fattar klokare och mognare beslut. Hur väl den information om forskningsrörnen som förmedlas av forskarna eller vetenskapsredaktörerna tas emot hos gemene man beror på den allmänna kunskapsnivån. För den vetenskapliga allmänbildningen svarar i allmänhet skolväsendet, och därmed blir skollärarnas roll central. Ämneslärarna bör ha förmåga att väcka intresse för sitt ämne hos eleverna och göra dem beredda att ta emot nya intryck under senare skeden av livet.[1]

Att skapa en beprövad och sund världsbild hos allmänheten beror således på många omständigheter. Bidragen kommer emellertid ganska sällan direkt från en elit av vetenskapsmän, utan i en bearbetad form i undervisningen eller i populärvetenskapliga media. Lika viktig är skollärarnas förberedande verksamhet, som gör allmänheten mottaglig för nya impulser och ger den en viss möjlighet att förstå det nya. En viktig roll spelas av vetenskapsredaktörerna, som kan va-

[1] I skrivande stund (10.4. 2019) rapporteras det i medierna om att *Event Horizon Telescope* har lyckats fånga på bild ett supermassivt svart hål i den elliptiska galaxen *Messier 87*. Existensen av svarta hål, som relativitetsteorin förutspår, har därmed fått sin bekräftelse. Man frågar sig dock, om allmänheten har förutsättningar att förstå vad det är frågan om.

ra skickliga på att omskriva svårförståeliga fakta på ett lättfattligt språk. Den världsbild som vetenskapen bibringar är dock bara en del av en helhetssyn som kan omfatta andra element, som vetenskapen inte har svar på.

Hur barn förstår sin omgivning

Ett barn kan naturligtvis inte av sig själv följa det schema som i tidigare avsnitt visade hur en världsbild växer fram. Det första steget för barnet är att ta emot impulser från sin omgivning och därefter kommer tolkningen av det sedda och upplevda. Tolkningen kan vara riktig eller oriktig, mycket beroende på det stöd barnet har i sin uppfattning bland jämnåriga kamrater, föräldrar och i skolan.

I boken *Lille prinsen* (1943) visar Antoine de Saint-Exupéry på ett förtjusande sätt hur en logisk tolkning ändå kan vara oriktig. Han berättar om Lille prinsen:

> ”Det fanns två miljarder människor vid den tidpunkt då Lille Prinsen anlände till Jorden. Han blev förvånad över att inte upptäcka en enda varelse. En orm förklarade att Lille Prinsen hamnat i en öken och att det inte fanns några människor i öknen. Vid sin fortsatta vandring genom öknen stötte han på en blomma. Var är människorna? frågade Lille Prinsen artigt. Blomman hade en dag sett en karavan passera förbi: – Människorna? Jag tror det finns en sex, sju stycken. Jag såg dem en gång för många år sedan. Man vet aldrig var man skall finna dem. De driver med vinden. De har inga rötter och det är till stor skada för dem”.

Ett naturfenomen får ofta bland barn och ungdom en livlig verbal beskrivning, som påminner om de ordrika beskrivningarna av naturföreteelser från 1600- och 1700-talen. Detta framgick tydligt i ett projekt där barn i estniska skolor på årskurs 7 ombads att beskriva vissa naturfenomen och tolkningen av dem, bl.a. norrsken, *aurora borealis*. Vi återger nedan några av dessa betraktelser och tolkningar.

> ”Det berättas för mig att Aurora uppträder då det sker explosioner på Solen, men jag tror inte på denna förklaring då den natt (då jag såg Aurora) var mycket kall och man kunde klart se hur kylig luft kom från himlen . . . Det är möjligt att iaktta Aurora i huvudsak under hösten då det vanligen är mycket mörkt och kallt i oktober . . . Det är välbekant att Aurora ofta uppträder i Alaska emedan där är mycket – mycket kallt väder . . . ”

> ”Min farbror berättade ofta historier för mig om det granna färgspelet på natthimlen i Sibirien . . . Aurora Borealis-ljuset har sitt ursprung i kosmisk strålning, mest i form av solvinden, som exciterar syre- och kväveatomer och molekyler. Norrsken uppstår då molekyler övergår till sina grundtillstånd . . . ”
>
> ”Fysiken bakom Aurora Borealis är ganska komplicerad. För att förstå detta fenomen måste man veta vad kosmisk strålning är, hur laddade partiklar rör sig i magnetfält, hur Jordens magnetfält ser ut, vad är luminiscens o.s.v.. . . ”
>
> ”För att man skall se Aurora Borealis är det nödvändigt att vädret är kallt och inga moln täcker himlen . . . Jag har ännu inte hört någonting om Aurora Borealis i skolan och ingen kan heller svara på mina frågor hemma . . . ”

En genomläsning av uppsatserna visar att samtliga elever hade en uppfattning om fenomenet. I några fall ser man det självupplevda och problemet med att ingen närstående kunnat hjälpa med en förklaring, i andra fall kan man ana tillgång till en encyklopedi eller annat material. Frågan som uppstår är naturligtvis hur mycket den unga skribenten begripit av det han eller hon läst och sedan skrivit.

Som ett komplement till denna enkät tillfrågades eleverna hur väl de kände till vissa fysikaliska begrepp. Överraskande var att eleverna i de flesta fall angav att de hade en klar uppfattning om de olika fenomenen, även i de fall att begreppet krävde en djupare insikt i fysik, eller var mycket abstrakt. Det är en utmaning för edukatorn att gå in i barnets tankevärld och där på ett finkänsligt sätt byta ut barnets ”felaktiga” uppfattning mot den vedertagna i dagens vetenskapliga synsätt. Samtidigt skall barnets glädje över att vara ”upptäckare” och motivation för fortsatta studier i ämnet bevaras.

Vår evigt föränderliga värld

I dag är fysik en internationell vetenskap. Forskarna samarbetar för det mesta öppet över nationsgränserna och rapporterar sina resultat i internationell tidskrifter och konferenser. Denna form av internationalisering har existerat sedan länge, men antar allt mer omfattande former. Unga forskare förväntas att gå ut på den internationella arenan och att ägna sig åt problemställningar som har stort internationellt intresse. Det är i allmänhet inte opportunt att begränsa sig till någon typiskt nationellt viktig frågeställning. Det är inte lätt att publicera sina forskningar i de stora och ansedda tidskrifterna, om de inte behandlar frågor som har en stor internationell aktualitet. Forskning som intresserar en nationell publik ger inte den önskvärda ökningen av citation index, impact factor, h-index och andra statistiska verktyg, som kan vara nog så viktiga ur meriteringssynpunkt för den enskilda forskaren, eller då verksamheten vid en institution evalueras. Mången bedömare har förkärlek för dylika index, men låter artiklarnas innehåll komma i andra hand. Vid detta förfarande är artiklar publicerade i internationella journaler mest vägande, medan till exempel välskrivna arbeten med betydelse ur nationell synvinkel lätt kommer i skymundan.

Då vi granskar forskningsverksamheten i fysik i Finland i ett längre tidsperspektiv finner vi att den omfattar många frågeställningar av nationell karaktär, som varje generation av fysiker återkommer till. Dessa frågeställningar har sitt upphov i Finlands nordliga geografiska läge och många hänger samman med klimatet och hithörande naturfenomen. Den för Finlands och Sveriges natur karakteristiska landhöjningen eller ”vattuminskningen”, som man kallade den, behandlas i kapitel 5. Detta mycket komplexa och långsamma, likväl historiskt påvisbara fenomen, har utmanat människan i århundraden. Först med tillräckligt med evidens och djärva hypoteser kunde man på 1800-talet nå en vetenskaplig konsensus angående Jordens historia och jordskorpans utformning. Med detsamma länkades landhöjningen till geologin som en vetenskap om Jorden som helhet.

Redan tidigt på 1800-talet började man systematiskt samla in meteorologiskt observationsmaterial från stationer uppställda över hela landet. Det var viktigt att få ett heltäckande nät av observatörer, som dagligen noterade temperatur och barometerstånd, samt övriga iakttagelser angående väderförhållanden och naturföreteelser, såsom islossning i älvarna, lövsprickning, flyttfåglarnas ankomst, m.m. Till en början organiserades verksamheten av fysiker och observationsstationerna sköttes av den bofasta befolkningen, såsom präster och poststationsföreståndare. Senare tog de egentliga meteorologerna över och observationernas mångfald minskade något, men blev i allmänhet mera tillförlitliga. Ett närbsläktat problem som i alla tider väckt intresse var frågan om nattfroster: när kunde man vänta sig att de förekom, och var det möjligt att förekomma deras förödande verkan? Meteorologiska och därmed anslutande problemställningar i Finland behandlas i kapitel 7.

Sedan urminnes tider ha de lärda vetat att Jorden är ett klot. Emellertid tydde vissa iakttagelser, att Jordens form kanske inte var en perfekt sfär. Finland var mycket prominent framme i dessa undersökningar både på 1700- och 1800-talen. Utforskningen av Jordens riktiga form behandlas i kapitel 8. Ett annat forskningsområde med långa anor i Finland är norrskensforskningen. Från att till en början endast ha observerat förekomsten av norrsken har man senare försökt ge en förklaring till detta fenomen och utfört planerade experiment för att verifiera de uppställda arbetshypoteserna. Norrskensfenomenet studeras än i denna dag aktivt i Finland. Detta forskningsområde behandlas i kapitel 9.

Än så länge har vi talat om den fysikaliska forskningen i allmänhet, utan att nämna några namn. Vi har funnit att universitetsundervisningen och forskningen i fysik har långa anor. En professur i fysik inrättades samtidigt som universitetet i Åbo grundades. Så också professuren i matematik. Under universitetsväsendets hela verksamhet fram till sekelskiftet vid 1900-talets början fanns endast en egentlig professorsvakans i fysik. Mycket berodde på denna professors aktivitet. Han hade stort inflytande på såväl undervisning som forskning och ett framgångsrikt agerande tog öppet emot nya intryck och öppnade nya vägar för forskningen. De moderna strömningarna lockade ett växande antal studenter att välja fysik som huvudämne. De nyutexaminerade gick sedan ut i samhället och förde kunskapen med sig, ofta i ett nyttotänkande, som existerade parallellt med grundforskningen.

I vår tid har vi fått uppleva händelser som djupt påverkat mänsklighetens liv och historia. Mycket hänger samman med den tekniska utvecklingen som gör att vi i dag kan leva i en värld som en Jules Verne bara kunnat drömma om för hundra år sedan. Under 1900-talet har människan lärt att flyga, att kommunicera via radio och television och ta steget ut i rymden. Människan har besökt Månen och rymdsonder har på nära håll passerat flera planeter och sänt bilder från dem och till och med landat på dem.

Utvecklingen har gått i rasande fart. Själv stod författaren (P.H.) under sin värnpliktstid en mörk höstkväll 1957 i kön som långsamt ringlade fram mot matsalen på garnisonsområdet i Dragsvik. Just då gled en stjärna långsamt och på något sätt majestätiskt fram över himlavalvet. Det var den första Sputniksatelliten. Flera hundra bleka ansikten var denna kväll i matkön vända upp mot skyn och följde tysta med denna lysande punkts rörelse över den mörka himlen. Efter denna första historiska rymdhändelse har hundratals satelliter skjutits upp. Det är inte längre lika fantastiskt att se en satellit glida fram genom stjärnhavet. Efter människans besök på Månen år 1969 är väl Mars nästa i turen. Man frågar knappast meningen med detta. Det bara måste göras.

Den äldre generationen av i dag har också fått ta del av hur det inom biokemi, biologi och astronomi med kosmologi, har gjorts revolutionerande upptäckter. De nya rönen har befruktat varandra och tillsammans fört vetenskapen vidare. En strid ström av nya tekniska tillämpningar syns hela tiden i vår vardag. Dagens yngre generation har inte enbart att njuta av dessa frukter. Det vetenskapliga arvet är förpliktande. Det gäller att förvalta den kunskap forskarna uppnått, att skjuta gränsen för mänskligt vetande allt längre in på okända områden, samt framför allt att låta kunskapen bära frukt i form av tillämpningar mänskligheten till fromma. Vetenskapsmännen kan inte göra detta ensamma, de behöver hjälp av samhället. Tekniska tillämpningar utformas i tekniska högskolor och läroverk och allt det nya kräver en vaken, kunnig och mottaglig allmänhet.

Mellan mikrokosmos och makrokosmos

Början de med de stora upptäckterna i fysik som gjordes under slutet av 1800-talet och början av 1900-talet uppstod det vi kallar den moderna fysiken. Denna tidsperiod har ibland kallats för fysikens gyllene år. Då upptäcktes röntgenstrålningen och elektronen påvisades. De första undersökningarna av radioaktivitet och elementomvandling gjordes samtidigt vid denna tid. Vi skall i det följande nämna några av milstolparna.

Albert Einstein uppställde 1905 sin första (eller speciella) relativitetsteori och inledde betraktelsen av kvantteorin med en förklaring av den fotoelektriska effekten. Niels Bohr kom med ett helt nytt tänkande angående uppbyggnaden av elektronskalen i atomerna. Han lade fram tre revolutionerande postulat och kunde därefter teoretiskt förklara uppkomsten av bl.a. atomspektra. Här gick teori och experiment hand i hand och stödde varandra.

Redan Bohrs atomteori innehöll kravet på kvantisering, men den ursprungliga teorin skulle senare utvecklas via ett halvklassiskt mönster till en fullständig kvantteori. År 1932 kunde James Chadwick slutgiltigt påvisa existensen av neutronen, den ena av atomkärnans viktiga beståndsdelar. Många egenskaper hos atomkärnan fick nu sin förklaring och efter detta utvecklades kärnfysiken snabbt. Redan i ett tidigt skede byggde man acceleratorer, med vilka man kunde ge laddade partiklar stor energi, som då de träffade en atomkärna åstadkom kärnreaktioner. Detta gav nya möjligheter för forskningen och utvidgade kärnfysikernas vetande enormt. Med dessa acceleratorer kunde man inom vissa gränser styra händelseförloppet i en kärnreaktion, vilket hade till följd att man kunde undersöka sådana processer som hade speciellt intresse.

I samband med upptäckten av radioaktivitet fann forskarna att laddade partiklar åstadkom spår som kunde göras synliga då de gick genom fotografisk emulsion. Med ett slag blev det populärt att undersöka vilka spår som uppstått i dylika emulsioner och att spana efter nya partiklar. De partiklar som gav upphov till dessa spår ansågs vara elementära till sin natur, vilket innebar att de till en början inte ansågs ha en inre struktur. I dag, då flera hundra elementarpartiklar och så kallade resonanser är kända, har man funnit att även dessa subnukleära partiklar uppvisar en inre uppbyggnad: många av dem sönderfaller på ett bestämt sätt, de genomgår inbördes partikelreaktioner och växelverkan mellan dem styrs av bestämda kvantmekaniska regler.

Då vi kombinerar våra kunskapsmått av klassisk fysik och modern fysik finner vi ett intressant mönster: om vi börjar betraktelsen i mikrokosmos har vi först elementarpartiklarnas subnukleära värld, som styrs av bestämda kvantmekaniska lagar, och kraftverkan mellan partiklarna kännetecknas av enorma energimängder per massenhet. Följande steg mot en större skala utgör atomkärnan och fysiken kring denna. Här har vissa elementarpartiklar, de så kallade nukleonerna, slagits ihop till större aggregat. Dimensionerna ökar men samtidigt har energin per massenhet minskat, även om den fortfarande är stor. Kärnkraftverk och atombomb fungerar i detta mass-område (fission av uran).

Efter detta följer atomen och molekylen, som nästa enhet i storleksordningen, bildande sin egen värld. Då tillräckligt många atomer och molekyler slagits ihop får vi så småningom synliga enheter. Vi har nu nått upp till en storleksordning, som är av betydelse i vårt dagliga kosmos. Människan och Jorden utgör här enheter.

Då vi ytterligare utvecklar längd- och mass-skalorna kommer vi över till vårt eget planetsystem; återigen en ny enhet med större massa och större avstånd, som styrs av sin egen växelverkan, gravitationskraften. Vårt solsystem domineras av Solen, som dock på en kosmisk skala är en helt ordinär stjärna. Stjärnorna har en tendens att slå ihop sig till stjärnhopar, tillräckligt många stjärnhopar och stjärnor utgör en galax, och flera galaxer nära varandra bildar en galaxhop.

Vi vet inte var gränsen för ökande dimensioner går. Med de resurser vetenskap och teknik har ställt till vårt förfogande har vi pressat gränsen för vårt seende och förstående till det yttersta. Vi vet inte i dag vad som ligger utanför denna gräns. Kommer universum att expandera allt eftersom vår kunskap ger oss möjlighet att blicka allt längre ut i rymden, eller kan vi tänka oss att i någon bemärkelse nå en yttersta gräns?

Också då vi går mot mindre enheter står vi inför olösta mysterier. Mikrokosmos följer inte de bekanta lagarna från vår erfarenhetsvärld. Vi har nått gränsen för vårt seende, d.v.s. förmågan att göra observationer. För att kunna förklara och systematisera alla gjorda observationer har forskarna varit tvungna att tillskriva elementarpartiklarna nya egenskaper och kvanttal. På detta sätt har det varit möjligt att få fram ett matematiskt mönster.

Kan vi i detta mikrokosmos vänta oss att nya experiment och observationer skall ta oss med till en ny subvärld? Kommer det någonsin att bli möjligt att konstruera så stora och kraftiga acceleratorer, att man kan spränga också de elementarpartiklar som ständigt upptäcks, och få en inblick i deras inre byggnad, eller har vi också här nått en yttersta gräns? Frågan sysselsätter såväl fysiker som naturfilosofer.

Att framställa den naturvetenskapliga utvecklingen på ovan skisserade sätt kan förefalla lätt och fullständigt. Vi skall dock notera några väsentliga drag i denna utveckling. Vi märker först att våra uppställda modeller och teorier hela tiden lever och modifieras i den takt nya observationsrön tillkommer. Teorierna finslipas och får nya nyanser och samtidigt kan vi konstatera att en stabilisering av de stora riktlinjerna sker. Det blir allt svårare att helt och hållet kullkasta en teori, mängden tillgängliga nya data kräver ofta bara modifieringar.

Betyder detta att vår världsbild redan i dag är fullständig, eller om inte, kan vi hoppas att någon gång i framtiden nå en fullständig bild, bara vi samlar in tillräckligt med information? Svaret på denna fråga blir nekande. I vår skiss av mikrokosmos och makrokosmos fann vi systemet med de ständigt minskande, respektive ständigt växande dimensionerna och motsvarande energinivåer. Det finns ingen orsak att anta att forskarna redan i dag har pressat sin observationsförmåga till världsalltets verkliga gränser. Visserligen står vi i dag vid gränsen för vår observationsförmåga, men för den skull behöver vi inte tänka oss att denna gräns skulle sammanfalla med världsalltets eventuella gräns. Den enda gräns som existerar är vår egen förmåga till tillförlitliga iakttagelser, som ger vetandet en gräns. Denna gräns har alltid existerat och mänskligheten har alltid stått vid denna gräns. Tidigare gav den upphov till en snävare världsuppfattning, som efterhand har utvidgats. Varför skulle människosläktet just i dag ha höjt sig upp till den vishetens nivå som omfattar allt?

Tvärtom har vi orsak att anta att vår strävan efter en allt mera utvidgad och fördjupad världsbild blir allt arbetsdrygare. Vetandets gränser kommer i framtiden att allt långsammare förskjutas mot det okända, men vi kan vara förvissade om att naturen i sin mångskiftande rikedom alltid kommer att ha hemligheter förborgade för oss.

Samspelet mellan naturvetenskap och teknik

Parallellt med den moderna vetenskapens utveckling har tekniken gått framåt med stormsteg. Gränsdragningen mellan teknik och vetenskap har med tiden blivit allt mera diffus. Ett framsteg på det ena området öppnar nästan omedelbart nya möjligheter på det andra. På detta sätt klättrar forskarna uppåt i spiral, och utveckling sker på praktiskt taget alla tekniska områden. Det så kallade teknologiska imperativet verkar vara en oskriven lag som säger att det som kan göras också måste göras. Just nu pågår en omvälvning av datorteknik och kommunikation. Ordet 'nano' är trumf i dag och det sägs redan i många sammanhang, att allting skall göras mindre. ”There’s plenty of room at the bottom” var rubriken för Richard Feynmans berömda föredrag 1959. Det är i dag möjligt att i ett mikrochips med storleken av ett knappnålshuvud mata in en ofantlig mängd information. Utvecklingen inom mikroelektroniken gör att allt mera invecklade förlopp kan observeras, styras och regleras från en ständigt krympande volym. Då sparar man in både vikt och utrymme. Sålunda kan satelliter föra upp allt mera sofistikerade instrument i omloppsbana kring Jorden. Finländska forskare bidrar framgångsrikt till denna utveckling.

Dessa fantastiska tekniska vinningar har inte kommit gratis. Utvecklingen har skett på bred front och priset som människan betalar är högt. Mindre önskvärda företeelser sker samtidigt parallellt med det som kan anses som en gynnsam utveckling. Den militära kapprustningen utnyttjar satellit- och missilteknik och den moderna atom- och kärnfysiken har gett oss kärnvapen. Slöseri av både energi och råvaror har lett till miljöförstöring av enorma mått. Trots det skenbara välstånd en stor del av mänskligheten förefaller att leva i har människan nu för första gången i historien möjlighet att förgöra sig själv och allt högre liv på Jorden. Det själviska konsumtionssamhället är den föränderliga värld vi lever i. Endast på några decennier har utvecklingen accelererat till denna dystra punkt.

Vi ställer oss nu frågan, huruvida den teknisk-naturvetenskapliga utvecklingen är någonting specifikt för vår egen tid eller vårt århundrade. Det är den knappast. Ser vi tillbaka i tiden, till 1870- och 1880-talen, finner vi att även vid denna tidpunkt skedde en snabb utveckling. Den kan visserligen förefalla oss långsammare och därigenom mindre påfallande ur vår synpunkt sett, men skulle det lyckas oss att se den med den tidens ögon, skulle den förefalla fantastisk. Det kan lätt bekräftas med läsning av den tidens tidningar och böcker. Utvecklingen gällde då, liksom i dag, all form av kommunikation. Då den nu levande generationen talar om radio, television och internet var telefon och telegraf det stora samtalsämnet under slutet av 1800-talet. Då restes telefonstolpar och ledningar drogs mellan städer, och efterhand alltmera också till privata hushåll.

Bilen kom i början av 1900-talet, och litet senare flyg och satelliter. Hundra år tidigare hade ångkraften tagits i bruk för transporter. De första järnvägarna byggdes och ångfartygen började konkurrera med segelfartygen. Det var stora förändringar för dåtidens människor. Också vetenskapen gick framåt parallellt. För hundrafemtio år sedan fängslades forskarna av elektromagnetismen. Ampère, Faraday, Gauss och Weber var de stora namnen, som angav riktningen för utvecklingen, och åtskilliga andra följde i deras fotspår. Tillsammans skapade dessa forskare en ny fysik och naturvetenskap, som med tiden utgjorde en plattform för nya språng mot ännu högre mål.

Jämför man de möjligheter dagens vetenskapsmän har med dem som stod 1800-talets forskare till buds, måste man medge en klar fördel. Möjligheten till kommunikation är i dag på en helt annan nivå än då, och det stora antalet forskare innebär att man kan utbyta idéer redan i det egna laboratoriet. Vetenskaplig forskning sker i dag i global samverkan och vetenskapsmännen bildar ett internationellt samfund. På 1800-talet var allting mycket vanskligare och småskaligare. Forskaren stod ofta ensam med sina tankar och resultat, intill det ögonblick då han skulle framföra dem inför ett internationellt forum. Då kunde man inte längre retirera, och det var först efter denna presentation som forskaren mottog kritik i positiv eller negativ form. Man trevade sig fram i ett halvdunkel, men det var obeträdda marker man rörde sig på.

Naturvetenskapen och kulturen

Människan har allt sedan den första kulturens gryning, genom observationer och experiment, skapat sig en bild av sin omgivning. Genom detta idoga insamlande av data och tack vare sin unika förmåga till abstrakt, matematiskt tänkande har mänsklighetens världsbild långsamt utvecklats och vidgats. Dessa resultat har människan hela tiden fört vidare till efterföljande släktled, som i sin tur förkovrat kunskapen med nya rön och modeller. Gemensamt för alla epoker i denna utveckling är att människan alltid stått vid en gräns för vad hon kunnat se, tolka och förstå. Att gå över denna gräns blir en abstrakt händelse, endast möjlig genom tankens handling. Vid denna övergång utvidgas den konkreta, gripbara omgivningen, och människan skapar en personlig trosuppfattning.

Fysik, eller mera allmänt, naturvetenskap, samlar in och sammanställer information från omvärlden i ett mönster. Den äldre fysiken var en ordrik vetenskap. Fenomenen beskrevs och man spekulerade i deras orsaker. Detta kommer tydligt till synes då man läser äldre redogörelser. Experimenten skildras mycket mångordigt, resultaten läggs fram i ytterst detaljerad form, och fenomenen delges läsaren ofta med ett blomstrande språk. Så småningom skedde en utveckling i framställningssättet mot en mer objektiv, exakt och komprimerad form. Därigenom har fysikerna självmant skalat bort överflödiga ord i framställningen, men samtidigt har deras spontana hänförelse och förundran inför det naturfenomen de undersöker på något sätt gått förlorad.

Det arbete som vetenskapsmännen i tiderna mödosamt utfört och förmedlat till sina kolleger, ibland med rätta, ibland med svävande och rent av orätta tolkningar, har spelat sin givna roll. Deras spår kanske inte är bestående, men de ha ändå utgjort en bas för nya ansatser och sålunda bidragit till den naturvetenskapliga världsbild vi har i dag. Vi kan därför instämma med Zachris Topelius i hans mäktiga ord i förordet till det stora verket *Finland i 19de seklet*:

> ”Tiderna skifta, seklerna droppa bort i historien. Dag, som är, har ärft den dag, som förgått, och lemnar sitt arf åt dag, som kommer” (Topelius, 1893).

I denna ändlösa räcka av dagar, som avlöser varandra och som sammanslagna ger oss vår historia, är vars och ens insats, såväl stor som liten, av betydelse.

Ordet kultur, från latinets ord för odling, har många betydelser, men i dagligt tal begränsar man ofta dess tolkning. Det kan man lätt inse genom att slå upp dagstidningarnas kultursidor. Det som därmed avses är skönlitteratur, teater, film, bildkonst och musik. Framställningssättet utnyttjar det skrivna ordet och texten kan läsas av alla.

Naturvetenskapernas sätt att beskriva ett fenomen är annorlunda, men också här är det frågan om en kultur, ofta kallad den teknisk-naturvetenskapliga. Fysikens grundspråk är matematiken, som följer sin egen stränga logik och som uttrycks i ett komprimerat och sparsamt språk. Likväl är matematiken ett resultat av människors djupa och intensiva tankearbete. Matematiken är nästan omöjlig att framställa på ett sätt som är begripligt för gemenen man.

I ett försök att påvisa skillnader och överbygga klyftor vid tolkningen och förståelsen av ett fenomen talar man ofta om de två kulturerna, den mjuka, som faller tillbaka på humanistiska ämnen, och den hårda, som utgår från de exakta naturvetenskaperna. Denna bok är ägnad att påvisa, att dessa kulturer, trots olikheter, har ett gemensamt förflutet. Därtill anser vi, att det för vår civilisations överlevnads skull är viktigt att kunskapen om kulturens enhet förmedlas till kommande generationer, med hopp om en sund och fredlig utveckling som i tidernas begynnelse fick sin början i människans undran.

3

Matematiken kommer till Finland

Hur räknade man förr? Det är en fråga som väsentligen anknyter till uppkomsten av en vetenskaplig världsbild. Vi kan inte ens föreställa oss modern naturvetenskap utan en gedigen matematisk grundval.

Vi granskar matematikens tidiga historia i Finland i tre delar. I denna första del, kapitel 3, behandlas matematiken i Finland från de äldsta tiderna fram till stora ofreden. Här ingår kalenderräkning, de första räkneböckerna och grundandet av vårt första universitet i Åbo. Den andra delen, kapitel 6 eller ”Matematikens blomstringstid” vidtar i början av 1720-talet, då nya tankar blåser liv i den matematiska forskningen i Åbo, och fortsätter fram till början av 1800-talet. Den tredje delen, kapitel 10 eller ”Matematiken under autonomins tid”, behandlar matematiken och matematikerna som verkade i Helsingfors fram till 1900-talets början, då den matematiska forskningen i Finland hade stigit upp på en internationell nivå och nått en viss mognad. Vår berättelse fortlöper kronologiskt och handlar om skrivna dokument och deras idéinnehåll samt om människorna bakom dem. Matematikens allmänna historia tangeras vid många tillfällen, i den mån den har haft betydelse för utvecklingen i Finland.

Denna framställning om matematikens historia i Finland är ingalunda den första. Snarare bör den ses som en syntes av tidigare arbeten, till vissa delar också som en komplettering av deras brister. Vi fyller ut luckor i kunskapen om vår tidiga matematik och lyfter fram milstolpar och resultat som förefaller att vara unika och framstående för sin tid. I Sverige har ett lärdomshistoriskt grundarbete för den tidiga matematikens del gjorts av Ernst Dahlin (akademisk avhandling, 1875) och Staffan Rodhe (akademisk avhandling, 2002). Lars Gårding (1994) behandlar huvudsakligen tiden från början av 1800-talet. För Finlands del har ett pionjärarbete gjorts av Johan Dahlbo (akademisk avhandling, 1897) och Karl Fredrik Slotte (1898). Gustav Elfving (1983) har delvis berikat bilden av vår tidiga matematiks utveckling. Pekka Juhana Myrberg (1951) har i en översikt skildrat de matematiska vetenskapernas ställning i Kungliga Akademien i Åbo. Raimo Lehti (1983) har tämligen grundligt undersökt matematikens etablering som ett läroämne i Finland och i synnerhet Simon Kexlerus' insats därvid. Aatu Nykänen (akademisk avhandling, 1945) har redogjort för elementargeometrins undervisning i Finland genom tiderna. Elfving (1981) har grundligt behandlat den matematiska forskningen vid Kejserliga Alexanders Universitetet i Helsingfors åren 1828–1918. Johan Jakob Huldén (1935) har skrivit en biografi om Åbo Akademis förste matematikprofessor Severin Johansson, och Olli Lehto har på senare tid belyst den matematiska forskningen i en svit av biografier om Rolf Nevanlinna (2001), Väisälä-bröderna (2005), Lorenz och Ernst Lindelöf (2008) samt Lars Ahlfors (2013). Johan Stén har nyligen belyst 1700-talets matematik genom biografiskt studium av Anders Johan Lexell (2014).

Matematiken i modern mening uppstod i antikens Grekland. Dess förstadium var de forna babyloniernas och egyptiernas astronomiska och matematiska kunskaper som förvärvats under tusentals år. Själva ordet matematik är härlett från ett forngrekiskt ord som betyder erhållen eller uppnådd kunskap, d.v.s. kunskap som prövats om och om igen och som med goda skäl kan anses bestående. Att bevisa olika påståenden med logiska, matematiska och geometriska argument var ett av de forna grekernas kännemärken. Vår tids matematik bär många kulturella spår, dels det klassiska arvet, dels det indiska och arabiska och slutligen det genuint västerländska. Den nutida matematiken känner inga nationella gränser. Små regionala skillnader finns dock i sättet att uppställa aritmetiska räkningar för hand. De gäller, som vi kommer att se, framför allt division.

Matematiskt tänkande tar sig många uttryck och former. Alltsedan antiken har matematisk kunskap grovt taget delats in i kunskap om det kontinuerliga, d.v.s. geometri, och kunskap om det diskreta, d.v.s. aritmetik. Dessa ämnen ingick i de sju fria konsterna (*artes liberales septem*) som utgjorde kärnan av antikens bildningsideal. De fria konsterna var grammatik, dialektik (logik) och retorik, som bildade de mer elementära ämnena och kallades *trivium*, samt aritmetik, geometri, musikteori och astronomi, som utgjorde de matematiska ämnena och kallades *quadrivium*. Alla dessa ämnen har åtminstone i någon mån undervisats i Åbo katedralskola (omtalad för första gången 1326, men som troligen existerat sedan 1276) och delvis också i de övriga förberedande läroanstalterna i Finland före grundandet av universitetet i Åbo.

Aritmetik eller räkning med de fyra räknesätten är en grundläggande färdighet och en urgammal sed, vilket framgår bl.a. i att räkneorden och deras symboler och baser är kända även i de flesta utdöda språk och kulturer. I de språk som numera talas i Europa, såsom i svenskan, är decimalsystemet allena rådande, men t.ex. danskan och franskan bär tydliga spår av ett tjugo- eller vigesimalsystem: danskans tres (ursprungligen tresindstyve) är tre gånger tjugo = 60, halvfjerds (eller halvfjerdsindstyve) är tre och en halv gånger tjugo = 70, firs (firsindstyve) är fyra gånger tjugo = 80. I franskan finns motsvarande quatrevingt (fyra tjugo) = 80 o.s.v.

Förutom indelningen av dygnet i 24 timmar, timmen i 60 minuter och minuten i 60 sekunder (enligt det så kallade sexagesimala talsystemet som härstammar från Mesopotamien), vittnar olika måttsystem, vikter och pengar om utbredd användning av andra baser än tio. Före år 1855 bestod t.ex. den svenska milen av 6 000 famnar (10 688 m), en famn av 3 alnar, en aln av 2 fot o.s.v. Listan på exempel av detta slag kan göras mycket lång.

Ett visst mått av matematiskt kunnande fordras redan för att idka handel och bokföring, men detta merkantila räknande är i stort sett ett mekaniskt hantverk, eller en konst man lär sig genom att göra efter andras exempel. Lantmäteri, navigering och tideräkning förutsatte redan mer avancerade insikter. Dessa kunskaper anlände till Finland från utlandet, från Uppsala eller direkt från Europa. För att förstå hur den matematisk-naturvetenskapliga odlingen uppstod i Finland är det nödvändigt att ställa den i relation med den samtida allmäneuropeiska.

Matematiken i Finland under medeltiden

De dokument med matematiskt innehåll som bevarats från den katolska tiden i Finland (från 1100-talets mitt till 1530-talet) består huvudsakligen av ekonomiska mål, räkenskaper, förteckningar över egendomar och skulder, löner och tionden, som var en slags kyrkoskatt på ungefär 10 procent av inkomsterna. Löner utbetalades vanligen i form av naturaförmåner, såsom säd uppmätt enligt den tidens mått och vikter, mer sällan i pengar (mark och öre). I en stor organisation som kyrkan bokfördes allting noggrant, och de existerande dokumenten såsom Åbo domkyrkas Svartbok (Hausen, 1890) visar att grundläggande räkenskap behärskades väl. För att uttrycka räknetal i skrift användes under den katolska tiden mestadels romerska taltecken eller latinets ord för siffror.

Det primitiva romerska talsystemet är tämligen opraktiskt och olämpligt för matematiska algoritmer. Man räknade på fingrarna och fingerbenen (*computus digitalis*) och använde räknebräden och -penningar eller kulramar (*abacus*). Multiplikation utfördes som upprepad addition. I vanliga fall antecknades endast slutresultatet.

Talet noll och de arabiska siffrorna, som egentligen härstammade från Indien, spred sig till Västerlandet i början av 1200-talet. Påven Sylvester II, eller Gerbert d'Aurillac, har bevisligen använt sig av siffror redan tvåhundra år tidigare. Tack vare positionssystemet, som siffran noll förknippas med, kunde beräkningar göras behändigt på papper. Entalen, tiotalen, hundratalen o.s.v. ställs bara ovanför varandra och adderas och subtraheras enligt uppgiftens natur. I multiplikation behandlas entalen, tiotalen, o.s.v. skilt för sig och resultaten adderas. Till Finland anlände de hindu-arabiska siffrorna tidigast i slutet av 1300-talet, till Sverige något tidigare. Eftersom många 1400-talsdokument ofta är avskrifter är det möjligt att sentida kopister har ersatt de ursprungliga romerska taltecknen med siffror. I slutet av 1400-talet var siffror redan vanliga, men datering skedde fortsättningsvis med romerska taltecken eller med ord.

Att göra upp kalendrar har sedan gammalt hört till kyrkans uppgifter. Kalendrar skapade ordning och struktur i kyrkoåret och gjorde det möjligt för kristenheten att fira de kyrkliga högtiderna samtidigt. Det gällde framför allt att förutse påsken. Som en allmän regel kan man säga att påsken infaller den första söndagen efter den första fullmånen efter vårdagjämningen, det vill säga någon gång mellan den 22 mars och den 25 april, men att bestämma datumet på förhand är långt i från självklart. Kyrkoherdarna förväntades i god tid, senast på trettondagen, kungöra när fastan inleds, och för detta behövdes kunskap om Månens faser. Helst skulle man ha denna kunskap många år på förhand, vilket fordrade noggranna observationer och beräkningar. Prästerskapet själv förväntades behärska kronologins grunder. Således kom kyrkan att befrämja astronomisk forskning och undervisning och inte minst bidrog kyrkans män själva till kalenderförklaringar. En sådan förklaring var läroboken i räkning (*computus*) och kyrklig kalenderräkning (*computus ecclesiasticus*) kallad *De temporum ratione* skriven på 700-talet av den engelske munken Beda den vördnadsvärde (Beda venerabilis, ca 672–735), ansedd som tidens mest lärde. Detta verk har säkerligen varit känt för den engelske biskopen Sankt Henrik, som tillsammans med konung Erik den helige i mitten av 1100-talet anslöt Finland till den västliga kyrkan.

Källorna är mycket få angående kyrkans verksamhet i Finland de första århundradena efter kristendomens införande. De första biskoparna i Finland var undantagslöst utlänningar, men småningom tillsattes landets egna män på de högsta posterna. Grundutbildningen för prästämbetet gavs i Finland. Av de mest begåvade ungdomar, som önskade beträda en bana inom kyrkan eller som ämbetsman i rikets förvaltning fordrades kompletterande studier vid utländska universitet, såsom det i Paris (grundat ca 1150), Prag (1348) eller Leipzig (1409). Vid studiernas slut hämtade studenterna med sig hem litteratur som därefter tjänade som studie- och undervisningsmaterial vid katedralskolan i Åbo. Även matematiska ämnen ingick i den medhämtade litteraturen, men den är känd för oss endast genom ett fåtal bevarade bokförteckningar. Sådana förteckningar gjordes bl.a. över salige biskop Hemmings och domskolans rektor Henrik Tempils bokdonationer (Hausen, 1890).

I allmänhet utbildades prästkandidater vid katedral- eller domskolan i Åbo, som förmodas ha grundats 1276 då det kanoniska domkapitlet i Åbo instiftades. Dokument om grundandet har inte bevarats. Skolan var en föregångare till Åbo gymnasium och det blivande universitetet, Kungliga Akademien. Den befann sig fysiskt i ringmuren runt domkyrkan och dess studenter, *scholares*, kallades på svenska djäknar. De kunde efter sin utbildning få assistera i mässan (i den liturgiska sången) och kunde få ytterligare instruktioner i kyrkans kor, så kallad korundervisning. Enligt gamla förordningar som härrör från Karl den stores tid (800-talet) hörde *computus ecclesiasticus* till de ämnen som en katedralskola förutsatte av de blivande prästerna. I vilken utsträckning de skulle behärska kalenderräkning är dock okänt. Det är också ovisst i vilken mån liknande undervisning förekom i de klosterskolor som fanns i landet. Dominikanorden eller svartbröderna var kända för sin studienit och kunskapsrikedom. De hade vid denna tid ett eget undervisningssystem med ett europeiskt nätverk av orter för fördjupade studier, så kallade *studia generale*. Eftersom Sverige och Danmark, som bildade klosterprovinsen Dacien (*Dacia*), saknade ett sådant centrum, var studenterna tvungna att söka sig ända till Köln eller Paris efter lärdom. Dominikanerna hade grundat ett kloster i Åbo år 1249 och i Viborg år 1392, och i anslutning till dem bildades skolor för att utbilda munkar. Den finska mässliturgin var i hög grad influerad av dominikanerna.

Antalet finländare som under den katolska tiden studerat vid utländska universitet har uppskattats till högst några hundratal personer. De första studenterna från Finland i Parisuniversitetets omnämns år 1313 (Nuorteva, 1997). De anslöt sig med svenskarna till den engelsk-tyska studentnationen. Den svensk-finska studentkolonin i Paris var betydande och hade redan i början av 1300-talet ett eget hus till förfogande på *Rue serpente* i Latinkvarteret (Frängsmyr, 2004). En finländare blev rent av lärare i astronomi i Paris. Han hette, enligt fransk stavning, Jacques Pierre Roodh, alltså troligen Jacob Peter Röd, och han föreläste 1427 en kurs enligt Campanus av Novaras *Theoria planetarum*.

Han sägs ha hållit sina föreläsningar vid middagstid i karmelitskolan (*École de Carmes*). Fakulteten hade gett honom en lärares rättigheter även om han undervisade en kurs utanför läroplanen. En person vid namn Petrus Roodh från Åbo tjänade en kort tid som universitetets rektor 1416 och det är inte omöjligt att det är frågan om samma person. Det är så gott som allt man känner till om denna märkliga finländare.

Johannes Campanus av Novara (1220–1290), vars läror finländaren Roodh tycks ha undervisat i Paris-universitetet, var en italiensk matematiker och predikant för fyra påvar. Hans översättning av Euklides' *Elementa* var en länge använd standardversion och för övrigt också den första att tryckas. Campanus' *Theoria planetarum* var dedicerad påven Urban IV och måste således vara skriven åren 1261–1264. I verket förklarar han planetrörelserna enligt den ptolemaiska astronomins begrepp och beskriver ett instrument för att mekaniskt beräkna planeternas gång i djurkretsen. Han var ingen nyskapande teoretiker utan snarare en framstående pedagog och uttolkare.

Problemet med den julianska kalendern (uppkallad efter grundaren Julius Caesar) var att vår- och höstdagjämningarna (kring den 21 mars resp. 22 september) inträffade allt tidigare för varje år. Det berodde på systemet med skottår, som i sin tur var utarbetat på en något bristande uppskattning av årets längd. Skottår är av gammal hävd de år som är delbara med fyra.

Den nya gregorianska kalendern infördes av påven Gregorius XIII, som på inrådan av sina matematiker den 24 februari 1582 utfärdade en bulla (kallad *Inter gravissimas*) i vilken bl.a. bestämdes, att genast efter den 4 oktober samma år skulle den 15 oktober inträffa, samt att endast sådana hundraår (d.v.s. sådana som slutar på 00) som är jämnt delbara med 400 är skottår, medan de övriga inte var det. Påbudet följdes omedelbart av katolska länder. I den protstantiska världen var man av naturliga skäl ohörsam, men de praktiska olägenheterna med den gamla kalendern blev med tiden ohållbara. I Sverige övergick man till den gregorianska kalendern ("den nya stilen") år 1753.

Följden av den påvliga bullan var att vårdagjämningspunkten flyttades tillbaka till den 21 mars och tre skottdagar på 400 år uteblev varigenom den julianska kalenderns fel om en dag på 128 år blev nästan helt korrigerat. Den gregorianska kalendern går fel 3 dygn på 10 000 år.

En matematisk författare av stor originalitet och betydelse under senmedeltiden var den engelske munken John of Holywood eller Johannes de Sacrobosco (ca 1195–1256). Han fick sin utbildning i Oxford och verkade senare som professor i matematik i Paris. Han föredrog arabernas matematiska metoder och introducerade i verket *Algorismus vulgaris* (också känt som *De arte numerandi*) hindu-arabiska siffror i undervisningen. I hans bok om kalenderräkning, *De anni ratione* (ca 1235), påpekades felet i den julianska kalendern, som redan då släpade en vecka efter den verkliga årstiden, och vilken brist han föreslog att åtgärda med att förkasta en dag vart 288:e år. I påven Gregorius XIII:s kalenderreform 1582 rättades felet, men på ett annat sätt än Sacrobosco föreslagit. Sacrobosco hörde till de matematiska författare vars verk måste har varit kända i Finland åtminstone till sitt innehåll. I synnerhet studerades hans *De sphaera mundi* (Om världsgloben, varav den första tryckta versionen utkom 1473) allmänt i de europeiska universiteten. Att Jorden var ett klot hörde där till självklarheterna, likaså det ptolemaiska världssystemet med många sfärer som välver sig runt Jorden. På dessa sfärer rör sig himlakropparna, i ordningsföljd Månen, Merkurius, Venus, Solen, Mars, Jupiter och Saturnus. Solen rör sig på en excentrisk bana, Månens och planeternas banor beskrivs med hjälp av epicykler och deferenter.

Matematikern och astronomen Johannes Müller, som härstammade från bayerska Königsberg, var känd under namnet Regiomontanus (1436–1476). I hans kalendrar utgivna från och med 1473 användes hindu-arabiska siffror, och genom dessa kalendrar kan kunskapen om siffrorna ha spridits även till Finland. I verket *De triangulis omnimodis* (ca 1462, tryckt 1533) löser Regiomontanus trigonometriska uppgifter och pekar indirekt på de arabiska siffrornas och positionssystemets stora fördelar jämfört med det romerska talsystemet. Boken innehåller också en sinustabell för en cirkel vars radie är 60 000 och uttrycker sinussatsen för en godtycklig triangel.

Mässboken *Missale Aboense*

Det första verket innehållande kalenderräkning i Finland är Åbo domkyrkas mässbok, *Missale Aboense*, som trycktes 1488 i Lübeck för den finska kyrkans räkning på uppdrag av Åbo-biskopen Konrad Bidz (Pipping, 1858). Den innehåller mässtexterna för årets varje helgdag och utgör den första tryckta boken och den enda inkunabeln i Finland. Om verkets författare eller eventuella förlagor vet man inget säkert, men liknande kalendarier förekom rätt allmänt i Europa. Utgivningen av Regiomontanus' almanackor ligger också tidsmässigt rätt nära. Ett litet antal ofullständiga versioner av boken finns bevarade i Finland. Boken var såsom brukligt skriven på latin och tryckt på folioblad av pergament. Några exemplar av boken har tryckts på papper. I början av mässboken finns en tretton sidor lång kalendariedel som innehåller en tabell över Månens gång i djurkretsen, varpå följer en kalender för varje månad, en månad per sida, såsom i nutida almanackor (se figur 3.1). Talen anges med romerska taltecken.

Mässboken hade inte uppgjorts för något bestämt år, varför man för att få reda på t.ex. veckodagar eller Månens faser måste känna till de kalendariska talen. Systemet med kalendariska tal är urgammalt och det presenteras på varierande sätt i olika verk. I *Missale Aboense* anges veckodagarna med bokstavscykeln a, b, c, d, e, f, g, och då bokstaven för söndagen en gång är given för ett visst år kan alla de övriga veckodagarna bestämmas. Dagarna för nymånens infallande i Metons cykel – enligt vilken Månens faser återkommer på samma veckodag efter 19 år – de så kallade gyllentalen (*numeri aurei*), är utmärkta med romerska siffror och tryckta i röd färg. Med I. betecknas de dagar i året som nymåne inträffar under cykelns första år, med II. de dagar som nymåne inträffar under cykelns andra år o.s.v.

Av särskild betydelse för påskens uträknande är dagarna för den första fullmånen som förekommer efter vårdagjämningen och som är tryckta med svart färg. Nere på sidan för mars månad finns en latinsk manual för att räkna påskens infallande för ett givet år. För detta ändamål behövde man räkna ut dels söndagsbokstaven för året i fråga, dels dess gyllental. För söndagsbokstaven bestäms först årets ordningstal utgående från den 28-åriga solcykeln, som började år 9 f.Kr. Ordningstalet för året t bestäms genom divisionsresten av $(t+9)/28$. Om divisionen går jämnt ut och resten således är lika med noll blir ordningstalet 28. Cykelns första år och därpå följande vart fjärde år är skottår (enligt den då gällande julianska kalendern) och har två söndagsbokstäver. Den första Metonska cykeln ansågs börja år 1 f.Kr. och därmed blir gyllentalet lika med divisionsresten av $(t+1)/19$.

För att beteckna datum användes under medeltiden det gammalromerska beteckningssättet länge parallellt med det kyrkliga. Det kyrkliga dateringssystemet hänvisade till annalkande helg- och helgondagar, t.ex. måndagen före Kristi himmelsfärd ett visst år. I det gammalromerska sättet hade tre dagar i månaden speciella namn, nämligen *kalendae* den första, *nonae* den femte och *idus* den trettonde i fråga varande månad, utom i mars, maj, juli och oktober, då *nonae* infaller på den sjunde och *idus* på den femtonde. Med *pridie* avses dagen före någon av dessa dagar, t.ex. är den 4 februari *Pridie Nonae Februarias.* De övriga dagarna uppges enligt deras förhållande till därpå följande *kalendae*, *nonae* eller *idus.* Den 11 mars är således *ante diem quintius Idus Martias*, förkortat a.d. V Id. Mar. Julius Caesars dödsdag *Idus Martias* år 44 före vår tideräkning är alltså den 15 mars. Genom en lång extrapolation av den julianska kalendern kan man konstatera, att *idus martii* det året var en fredag.

Det allmännaste dateringssättet under medeltiden var ändå det kyrkliga. Det användes i det äldsta dokumentet med fullständig datering som bevarats i Finland (Hausen, 1890, s. 11; Dahlbo, 1897), nämligen ett stadfästelsebrev av biskop Magnus I[1] daterat i Kustö *anno Domini* m^{0}cc^{0}xcv, *die lune proxima ante festum Sancti Martini*. För att omvandla detta datum till den civila kalendern kan den i *Missale Aboense* beskrivna proceduren tillämpas på följande sätt: Ledtrådarna är året 1295 och måndagen närmast före (*die lune proxima ante ...*) den heliga Martinus' dag som infaller årligen den 11 november (fig. 3.1). Dess dagbokstav är g och ordningstalet i solcykeln är 16, varför söndagsbokstaven det året är b. Bokstaven b, som alltså är en söndag, finns på den sjätte dagen i november. Alltså är den sökta dagen måndagen den 7 november 1295.

Samme biskop Magnus daterade ett annat brev *anno Domini* m^{0}ccc^{0}iij, *in vigilia pasce*. För att tolka detta måste man först utfinna gyllentalet för år 1303, som är divisionsresten av (1303+1)/19 eller 12. Det motsvarande svarta gyllentalet XII står på den 4 april. I den saronska solcykeln är årets ordningstal divisionsresten av (1303+9)/28 eller 24, som motsvarar söndagsbokstaven f. Räknat från den 4 april förekommer bokstaven f första gången den 7 april, som är påsksöndagen detta år. *Vigilia pasce* betyder påskafton, som måste vara lördagen den 6 april.

Av det knappa skriftliga materialet som finns tillgängligt i Finland från äldre tider kan man säga, att den matematiska kunskapen från den tid Finland anslöts till den västliga kyrkan fram till reformationen i början av 1500-talet har varit på en gängse europeisk nivå. Inga större matematiska författare har förekommit, vilket knappast är att vänta i ett perifert, glest befolkat land. Det lärda samhällsskiktet har varit mycket tunt och avsaknad av universitet inom det svenska riket tvingade ungdomar som suktade efter lärdom att resa utomlands, vilket torde ha medfört en kontinuerlig importation av matematiskt vetande och kunnande. Verk som *Missale Aboense* tyder på att en tradition av matematiskt vetande redan fanns etablerad i Åbo katedralskola och i den undervisning som försiggick i domkyrkans kor.

[1]Magnus I var den förste finnen som innehade biskopsämbetet i Finland. Under hans biskopstid 1291–1308 fullbordades domkyrkan i Åbo (invigd 1300) och biskopssätet flyttades dit.

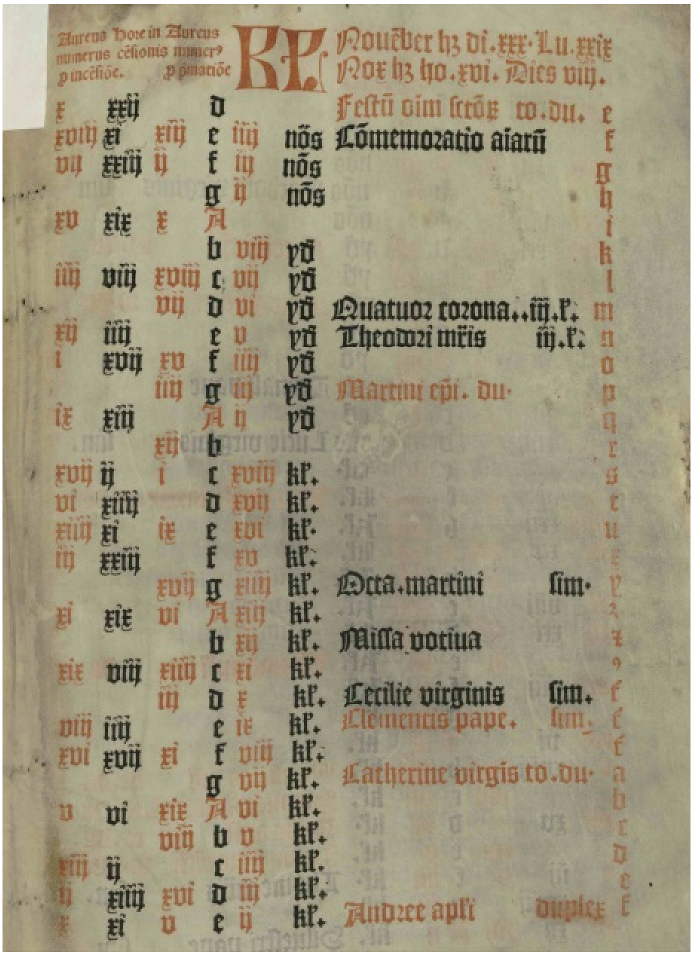


Fig. 3.1: November månad framställd i mässboken *Missale Aboense*. Förutom alla helgons dag den 1 november är följande helgondagar utmärkta: Sankt Martin av Tours' den 11, Sankta Cecilias den 22, påven Clemens I den 23, Sankta Catharinas den 25 och aposteln Andreas' den 30 november.

Kalenderräkning efter reformationen

Den kyrkliga kalendertraditionen fortsatte efter reformationen, men antog nya former. Kalendrar och mer detaljerade almanackor trycktes nu på folkspråken och i större upplagor för enskilda år. Den första almanackan på svenska utkom 1540 i översättning från tyskan. Arabiska siffror, eller figurer som de kallades i början, var redan i allmänt bruk. En av figurerna, nollan, kallades dock siffra efter arabiskans *sifr*, som betyder ungefär tomhet[2]. Tron på planeternas inflytande på människolivet var utbredd, och för att väcka allmänhetens intresse infördes astrologiska inslag i almanackorna. I synnerhet fruktades året 1588. Tycho Brahes supernova som syntes åren 1572–1574 och en stor komet år 1577 väckte även förundran och skräck i Europa.

Den första finskspråkiga bönboken, Mikael Agricolas (1507–1557) *Rucouskiria*, tryckets i Stockholm år 1544. Den innehåller en kalender där, till skillnad från exempelvis *Missale Aboense*, dagarnas ordningstal i månaden är utsatta med arabiska siffror. De gammalromerska *kalendae*, *nonae* och *idus*, är också markerade. Däremot förekommer inga svarta gyllental, utan påskens infallande bestäms med en så kallad fastlagstavla, varifrån antalet veckor som förflyter från jul till fastlagssöndagen kan utläsas då årets gyllental och söndagsbokstav var kända. Dessa bestämdes ur var sin cykel eller alternativt som en tabell som var given för ett antal år fram till 1555 (fig. 3.2).

För att tillfredsställa den vetgiriga läsaren innehöll kalendern också astronomiska ”efemerider” (planeters synlighet) och diverse astrologiska tecken. Nattens längd fanns för första gången uppskattad, förmodligen för Åbo horisont. De finska psalmböcker som härefter trycktes hade en något liknande kalenderdel men varierande sätt att bestämma de kalendariska talen. Sin kunskap i tideräkning hade Agricola inhämtat i Wittenberg, vid vars universitet han blivit magister 1539. Bland studierna i Wittenberg ingick matematikens och astronomins grunder med verk av Euklides och Ptolemaios. I Wittenberg trycktes vid denna tid Sacroboscos *De anni ratione* och *De sphaera mundi* i många upplagor. De var redigerade av Philipp Melanchthon, som ju var Martin Luthers främsta medarbetare och Agricolas lärare. Melanchthon hade fått sin kalenderkunskap från sin lärare Johannes Stöffler (1452–1531) som hade givit ut en flerårig *Almanach nova plurimis annis venturis inservientia* (1507) såsom en fortsättning på Regiomontanus' kalender. I Wittenberg utgavs 1534 postumt Georg Peurbachs (eller Peuerbach; 1423–1461) *Elementa arithmetices*, även kallad *Algorithmus*, som introducerade elementär räkning med bråk med siffror. Peurbach var mate-

[2]Ur samma ord härleder sig och franskans *zéro* och engelskans *zero*.

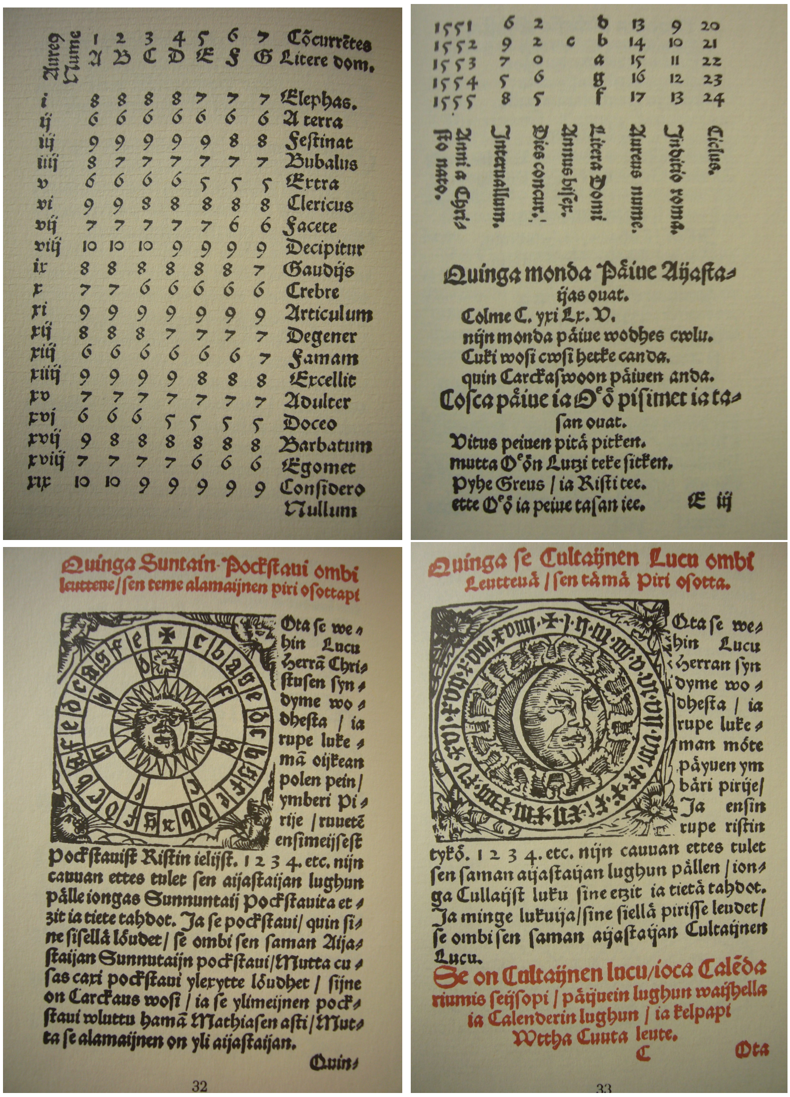


Fig. 3.2: *Rucouskiria*s kalenderdel är fylld av instruktioner. Tabellen ovan t.v. anger hur många veckor förflyter från jul till fastlagssöndagen. Ovan t.h. är en del av en tabell som anger söndagsbokstaven (*Litera dominicale*) och gyllentalet för ett antal år. Cykeln nedan t.v. används för att bestämma söndagsbokstaven (*Suntain Pockstavi*) och tabellen t.h. gyllentalet i romerska taltecken (*Cultaijnen Lucu*).

matiker och astronom i Wien och Regiomontanus' mentor. Alla dessa författare, eventuellt också några arabiska, torde ha varit kända för Agricola. Vid tiden för utgivningen av *Rucouskiria* och före sin utnämning 1554 till biskop i Åbo stift var han rektor vid katedralskolan. Således torde han också ha fört kalendertraditionen vidare i Åbo, men i vilken mån det skett är ovisst. Någon omedelbar fortsättning fick *Rucouskirias* kalender i varje fall inte. Bland allmogen användes vid denna tid och ännu in på 1700-talet enkla evighetskalendrar, så kallade runstavar.

Jämsides med almanackor utgav astrologer vid den här tiden så kallade prognostikor eller astrologiska årsböcker för att förutsäga väder, årsväxt, samt faror och olyckor, såsom krig och världens undergång utifrån planeternas lägen i de astrologiska husen[3] vid givna moment. Man fruktade kometer och i synnerhet vad man kallade tripliciteter, då tre planeter intog 120 graders vinklar med varandra på himlavalvet. Ett sådant prognostiskt verk på svenska trycktes år 1587 i Wittenberg med den storslagna titeln

> Prognosticon theologicum och nyttigh underwijsning om domadags närwarelse, och tilstundandhe store förandringher, bådhe i thet andeligha och werldzliga regementet, om hwilka propheten Daniel, wår herre Christus sielff, och evangelisten s. Johannes uthi Uppenbarelsen tilförenna förkunnat haffva. Sampt några höglärde mänz conicturæ eller christeligha meningar, och prognostica astrologica om thetta närwarande sagofulla 1588, och annor förnemligh tilstundandhe åår. Hwilka sin grund och ursprungh haffva aff gamla och nyia testamentzens harmonia och offverstemmelse uthi mong merkeligh styckor och hendelser, samt thenna förlidna tripliciteters omskifftelse, som nu för try åår sedhan skedde.

Författaren till verket var smålänningen Nicolaus Ringius, alltså Nils Ring. Denna *Prognosticon* var en representant för den tidstypiska apokalyptisk-kronologiska litteraturen med exegetiska och astrologiska bevis som stöd för ett anfört datum för den yttersta dagen som Regiomontanus och andra astrologer allmänt antog skulle inträffa år 1588. Ringius själv uttyder Uppenbarelseboken och försöker med talmystik bevisa sina påståenden. Särskilt skulle vilddjurets tal 666 på olika sätt utläsas. Om författarens identitet råder en viss osäkerhet. Dahlin (1875) identifierade honom med kyrkoherden i Korpo, Nicolaus Magni Ringius, som var ursprungligen smålänning. I hävderna uppges Ringius dödsår som 1649, vilket med hänsyn till publiceringsåret innebär att denna präst måste

[3]De tolv zoner i vilka himlavalvet enligt de forna babylonierna är uppdelat.

ha blivit långt över 80 år gammal. Detta förefaller tveksamt, men är icke desto mindre möjligt. Dahlbo (1897) förblir trogen Dahlins tolkning och knyter Ringius därmed till Finlands matematikhistoria.

Skolmästaren vid Åbo katedralskola, nylänningen Marcus Henrikson Helsingius (d. 1609), uppges år 1597 ha skrivit den första delen av ett större manuskript *Compendium astronomicum* med rubriken *Doctrina sphaerica*. Manuskriptet förvarades i biblioteket fram till Åbo brand 1827, men om dess innehåll är ingenting känt. Verket torde ha varit en kompilation av existerande litteratur, möjligen Sacroboscos *De sphaera*. Helsingius hade studerat i Wittenberg och han disputerade 1593 med en filosofisk avhandling, *De rationali hominis anima metaphysicae propositiones*. Han uppges också ha köpt kartografen Sebastian Münsters *Cosmographia* (1544) och testamenterat den till Åbo katedralskolas bibliotek (Dahlbo, 1897). Verkets första del upptar en del matematisk och astronomisk kunskap.

Bland de första finländarna som stiftat bekantskap med den kopernikanska teorin om solsystemet (*De revolutionibus orbium coelestium*, 1543) är Matthias Marci Molitaeus och Johannes Philippi Fabricius (Nuorteva, 1997). Den förre föddes troligen i mitten av 1500-talet på Åland och genomgick Åbo katedralskola. Han fortsatte studierna i Rostocks universitet och undervisade där, enligt vissa anteckningar, år 1581 i aritmetik och åren 1582–1583 i tideräkning och astronomi. Han åtnjöt hertig Karls, senare Karl IX:s förtroende och stöd och blev senare teolog och skolman. Den senare var son till kyrkoherden i Halikko, studerade i Rostock under Magnus Pegelius och försvarade en avhandling som jämförde Ptolemaios', Kopernikus' (1473–1543) och Tycho Brahes (1546–1601) världsmodeller.

Medeltida almanackor innehöll i allmänhet en kalenderdel och tillika astronomiska och astrologiska data, såsom nattens längd, planeternas positioner i zodiaken och olika förmörkelser. Således fordrades för att skriva almanackor betydande astronomiska förkunskaper. Sol- och månförmörkelserna beräknades med en urgammal metod, kallad saroscykeln om ca 18 år, då en förmörkelse visar sig på ungefär samma sätt. De mer användbara almanackorna uppgav också polhöjden (eller breddgraden) för vissa orter och deras tidsskillnad till den ort där almanackan var utgiven. Den i Ulm utgivna Stöfflers *Almanach nova* uppgav bl.a. Sveriges (*Suetia*) polhöjd som 63 grader och longitudskillnaden till Ulm omvandlad till tid som +30 minuter. För att tillämpa den tyska almanackan i svenska eller finska förhållanden behövdes därför inga märkvärdiga matematiska insikter.

En betydande gestalt i kalenderräkningens historia i Sverige och Finland är Sigfrid Aron Forsius (ca 1560–1624), som av allt att döma härstammade från

Helsingfors. Han var präst, naturfilosof, astronom och astrolog, och troligen en av de mest lärda i Norden av sin tid (Kiiskinen, 2007; Lindroth, 1975). Såsom svärmisk och frispråkig råkade han ofta på kant med konungen och satt fängslad upprepade gånger. Nästan inget är känt om Forsius' tidigaste studier, men troligen bevistade han en tid Åbo Katedralskola under 1580 eller 1590-talet. Att undervisning i astronomi då förekommit där antyds i en gratulationsdikt med rubriken *Ode Sap[p]hica* som Forsius skrivit för biskopen i Åbo Ericus Erici av Sorola (ca 1546–1625) i dennes *Postilla* (1621). Ett pregnant utdrag ur den sapfiska strofen lyder:

> *Praesul ô multum Reverende* ERICE
> *Qui dabas nobis rudimenta prima,*
> *Astra quâ Surgunt abeuntq; meta*
> *Tempore certo.*
>
> *Et Scholae pubem, Gevalensis aptas,*
> *Et Scholae mentes Aboensis ornas,*
> *Quo fuit nobis animus studendi*
> *Tempore culto.*

På svenska:

> O, högt vördade biskop ERIK
> som gav oss de första grunderna,
> om stjärnorna som går upp och ner till sina mål
> vid regelbundna tider.
>
> Du ungdomen i skolan i Gävle förberedde,
> likasom snillena i Åbo förskönade,
> så att våra intellekt blev fulla av iver
> under vår studietid.

Ericus Erici som Forsius här besjunger var född i Sorola by i Letala och hade studerat utrikes i Rostock.[4] Han ansågs mycket lärd. Innan han år 1583 blev biskop i Åbo hade han befrämjat Johan III:s kyrkliga reformer och belönades därför med rektorat för Gävle skola 1578.

Forsius inledde studierna 1595 i Uppsala universitet och utnämndes 1599 till fältpräst under hertig Karls fälttåg. År 1601 blev han tillsammans med sin vän Daniel Hjort – hjälten i J. J. Wecksells välkända drama – utsänd på en expedition till Lappland, ledd av den tyske kammarjunkaren Hieronymus

[4] I kyrkparken i Laitila centrum finns en staty av Erik av Sorola. Hans utseende är dock fantiserat.

Birkholtz. Männens uppdrag var att undersöka råmärken och utföra mätningar för de gränsunderhandlingar i Lappland som hölls med danskarna. Tack vare expeditionens astronomiska mätningar kunde den första egentliga kartan över rikets nordligaste områden uppgöras. Kartan publicerades 1611 av kartografen och matematikern Anders Bure (Bureus).

Efter resan blev Forsius kyrkoherde i Närpes och Kimito. År 1605 företog han en studieresa i norra Tyskland men fängslades vid återkomsten på konung Karl IX:s befallning, eftersom han misstänktes för samröre med den från Sveriges tron avsatte konung Sigismunds anhängare. Han återfick Karls förtroende, frisläpptes och utnämndes för en kort tid till professor i astronomi i Uppsala. År 1607 iakttog han en komet – senare känd som Halleys komet – och skrev en spekulativ avhandling om kometers beskaffenhet. Han fick också kungligt privilegium för almanackutgivning och kunde ståta med titeln *Astronomus regius*, kunglig astronom. Från och med 1613 verkade Forsius som predikant vid Gråmunkeholms (nuvarande Riddarholms) församling i Stockholm. Han måste dock snart avsäga sig sitt ämbete efter ett våldsamt dryckeslag som han var värd för pingstdagen 1615, i vilket hans vän Daniel Hjort blev ihjälstucken med ett svärd. Efter långa förvecklingar blev Forsius 1621 slutligen kyrkoherde i Ekenäs, där han avled.

Forsius skrev flera almanackor från och med början av 1600-talet, de flesta uträknade för Stockholms horisont, den för år 1624 även för Åbo horisont. Från och med 1606 utgav han dessutom flera progonistikor, men blev anmäld av Uppsala domkapitel för sina förutsägelser. I sina Almanackor följde Forsius utländska, företrädesvis tyska exempel såsom Stöffler. En kulmen i hans förkunnelser nåddes i hans *Prognosticon astro-theologicum* för år 1620, som är fylld av vidlyftiga tal- och bokstavsspekulationer samt varningar för världens undergång.

Forsius' *Physica eller naturlighe tings qualiteters och egendomars beskrijfvelse* (ca 1611) är till stor del en översättning av Johannes Magirus' (1560–1596) verk *Physiologia peripatetica*, alltså en redogörelse för aristotelisk fysik. *Physica* var möjligen tänkt som en lärobok i Uppsala, men därav blev intet. Manuskriptet redigerades och publicerades 1952 av professorn i lärdomshistoria Johan Nordström (Forsius, 1952). Det matematiska innehållet i Forsius *Physica* var dock magert. I den tredje bokens första kapitel uppskattas världsalltets storlek med Jordens storlek som måttstock. Forsius skriver:

> Iorden sigh hafua emoot hela werlden, såsom itt litet korn eller minut emoot en stor cirkel. Och mädan Iordennes omkretz är, efter förfarenheten, till 5400 milor, thet iagh räknar moot en minut i him-

> melen, så måste en grad sigh belöpa till 32 400 miler, och hela werldennes wijdd 11 664 000 miler.

De två sistnämnda talen är uppenbart en dekad för små, ty $60 \cdot 5400 = 324000$ och $360 \cdot 324000 = 116640000$. Det är obekant om felet är i originalet eller om det uppstått i redigeringen av Forsius' manuskript.

I den fjärde boken som berör planeterna uppges Månens storlek enligt Kopernikus vara åtminstone en 43-del av Jordens. I den sjunde bokens första kapitel med rubriken "Om Iorden i gement, hennes rundhet och wijdd" motiveras Jordens rundhet med att skuggan som kastas på Månen är rund, och inte rak, kantig eller spetsig. Vidare nämner Forsius att cirkelns semidiameter (radie) är en sjättedel av dess omkrets eller – som Arkimedes hävdar – "en sjundedel och några delar därtill".

Om Jordens omkrets är 5400 mil blir dess "djup" enligt Forsius 900 mil. Här använde han sig av värdet 3 för det vi kallar π, vilket man kan sluta sig till från några bibelställen. Men han verkar även ha känt till bättre approximationer. Genom det man kallar exhaustionsmetoden hade Arkimedes beräknat perimetern av reguljära polygoner som inskriver respektive omskriver en cirkel och funnit att omkretsen av en cirkel med diameter 1 måste finnas inom gränserna

$$3\,\frac{10}{71} < \pi < 3\,\frac{1}{7}.$$

Om man betraktar den övre gränsen för π får man en lägre gräns för

$$\frac{1}{2\pi} > \frac{1}{2 \cdot 3\frac{1}{7}} = \frac{1}{7(1-\frac{5}{49})} = \frac{1}{7}\left\{1 + \frac{5}{49} + (\frac{5}{49})^2 + \dots\right\}$$

Det är troligen detta resultat som Forsius hänvisar till när han skriver att cirkelns radie är "en sjundedel och några delar därtill" av dess omkrets. Varifrån uppgiften härstammar kan vi inte avgöra, men den visar ändå att Forsius var beläst. De auktoriteter som Forsius erkänner uppräknas i början av *Physica*, men listan inkluderar inte något verk av Arkimedes. En förteckning av de böcker Forsius har ägt eller nämnt i sina skrifter har uppgjorts av Kiiskinen (2007). Forsius kände till såväl Ptolemaios som Kopernikus och Tycho Brahe, men var likafullt anhängare av den schweiziske läkaren Theophrastus Paracelsus' (1493–1541) esoteriska läror.

Tidig räkenskapsmatematik

Eftersom den världsliga makten i samband med reformationen hade förstatligat stora delar av kyrkans egendom och de tionden som dessförinnan uppburits av kyrkan nu tillföll kronan behövdes allt fler räknekunniga för rikets förvaltning. Verksamheten vid Uppsala universitet upphörde helt omkring 1515–1520 för att vidta igen från och med år 1595. Klostren stängdes och verksamheten i deras skolor upphörde. Framdeles förmedlades den matematiska kunskapen i katedralskolorna, i domkyrkans kor eller också som privat instruktion.

Talrika dokument med räkenskaper över tionden och räntor har bevarats från medlet av 1500-talet. I dem förekommer mestadels siffror, romerska taltecken mer sällan, ibland så att heltalen betecknas med romerska tecken och bråk med siffror. Från varje härad och socken i riket uppbars årlig ränta av Kungl. Maj:ts fogdar och tjänstemän. Dessa var direkt underställda Kammaren och skulle årligen inställa sig i Stockholm för revision. Befolkningen beskattades enligt jordetals- och mantalslängder, som var en tidig form av folkbokföring. Dahlbo (1897) citerar ett exempel på räkenskap från Lemo socken i Egentliga Finland. År 1540 fanns det i denna socken $26\frac{1}{2}$ rök (hus med spis), och av $1\frac{1}{2}$ rök utvanns 1 lass hö. Därmed beräknades skattehöet till 17 lass och 10 och $\frac{2}{3}$ åm (volymmått om ca 146 liter), då ett lass hö utgjordes av 16 åmar. Resultatet är korrekt och visar att räkning med bråk behärskades, även om själva utförandet kan ha varit långsamt och fordrat mekaniska hjälpmedel.

> De svåraste av de vanliga räknesätten har traditionellt varit multiplikation och division, vilka kräver ett gott minne och algoritmiskt tänkande. I synnerhet beredde de större talen, mellan 5 och 10, problem i multiplikation. För dessa operationer uppfanns en förenklad metod kallad *tabula pigri*, d.v.s. den lates tabell eller latmanstabulan. Av två tal mellan 5 och 10 som skall multipliceras med varandra räknas komplementet till respektive följande tiotal. Det sökta talet är summan av komplementens produkt och tiofalt differensen mellan det ena talet och det andra talets komplement. Om man alltså söker produkten av 6 och 8 är deras komplement till 10 4 respektive 2. Komplementen multiplicerade är 8 och $8 - 4 = 4$, likasom $6-2 = 4$. Den sökta produkten är alltså 48. På modernt språk skriver man följande: Om a och b är de två talen, då är enligt latmansregeln $ab = (10 - a)(10 - b) + 10(a + b - 10)$.

Undervisning i räknekonst förmedlades vid denna tid inte bara i kyrkans regi utan också i skilda skolor ledda av utländska räknemästare. Man förmodar att konungens överräknemästare, kammarrådet Lars Organista (Orgellekare) grundade en sådan skola. Räknekonsten lärdes där ut som ett hantverk. Behovet av kunnigt folk var rent av så stort, att Gustav Vasa år 1544 anmodade Åbo domkapitel att skicka två eller tre skickliga djäknar till kungliga kansliet för förvaltning och andra uppgifter (Dahlbo, 1897). Eftersom uppmaningen inte hörsammades föll biskop Agricola i onåd och blev därför tillfälligt avsatt från rektorstjänsten. Agricola behövde sina ungdomar som präster i sitt stift. Dessutom klagade han på kvaliteten av sitt elevmaterial.

Efter Gustav Vasas regeringstid ersattes de handplockade ofrälse ämbetsmännen stegvis av en för ändamålet särskilt uppfostrad tjänstemannaadel. Dessa adelsmän fick sin utbildning först i sina hem av informatorer och därefter i utländska universitet. I den instruktionsbok kallad *Oeconomia eller Hushållsbok för ungt adelsfolk* (1585, tryckt 1677) skriven av Gustav Vasas systerson och viktigaste rådgivare Per Brahe den äldre (1520–1590) betonades utbildning i de sju fria konsterna. Av de matematiska ämnena behövdes aritmetik i stort sett av gemene man och för många olika ändamål. Geometrin var till nytta för krigskonsten och astronomin lärde hur man förutser och förutser onda och olyckliga konstellationer, storm och oväder. För renässanshumanisten Per Brahe var den praktiska nytta man kunde tänkas ha av dessa kunskaper allra viktigast.

I rikets första skolordning som ingick i 1571 års kyrkoordning nämns varken aritmetik eller geometri. Merparten av undervisningen skedde ännu i kyrkans regi, varför studier i latin och katekesen betonades starkast. Ändå måste man förmoda, att någon form av räknekunskap har ingått i de statliga skolornas undervisning. Av matematiska ämnen nämner skolordningen endast musik, både teori och praktik. Musikens teori, d.v.s. läran om harmonier, fordrar redan matematiska förkunskaper. Måhända satt konungens, den år 1569 avsatte Erik XIV:s intresse för musik, sin prägel på denna skolordning.

Följande skolordning, som antogs i Örebro år 1611, fastställde två typer av statliga skolor: så kallade provinsskolor med fyra klasser samt katedralskolor med sex klasser. Aritmetiken upptogs nu för första gången officiellt bland läroämnena. Såsom lärobok anbefalldes Hannoverfilosofen Heizo Buschers *Arithmetica vulgaris* (1613), redigerad och utvidgad av Gustav II Adolfs hovpredikant Johan Botvidi. Den första delen av *Arithmetica vulgaris* handlar om aritmetikens definitioner och indelningar, heltalens beteckningar, addition, subtraktion, multiplikation, division, relativa prima (*numeri inter se primi*) och sammansatta tal (*numeri compositi*), största gemensamma delare (*maxiumus communis divisor*) och minsta gemensamma multiplar (*minimus communis dividuus*), notation av bråk (*numeri fracti*) och mindre delar, förkortning av bråk och beräknande av ett bråks storlek (*magnitudo*). I den andra delen behandlas aritmetiska proportioner samt deras beteckningar och storlek, direkt och omvänd proportionalitet samt olika slags bolagsregler, det som på latin heter *regula societatis.*

Buschers *Arithmetica* kan ha haft flera förlagor. Bland dem fanns troligen något verk av den tyske jesuiten Christopher Clavius (1538–1612), vars stora matematiska och astronomiska produktion omfattade flere böcker i algebra och aritmetik. Han var skicklig och grundlig och betraktades som sin tids Euklides. Även påven anlitade honom för att utarbeta en ny kalender, den gregorianska, eftersom den julianska släpade märkbart efter den verkliga årstiden.

En annan möjlig modell för Buscher var den kände franske filosofen och pedagogen Pierre de La Ramée (1515–1572), latiniserat Petrus Ramus, som var en inbiten motståndare till skolasticismen och som därmed kom på kant med den katolska kyrkan. Han konverterade till kalvinismen och dödades under Bartolomeimassakern den 26 augusti 1572. I matematiken gick Ramus hårt åt användningen av Euklides' *Elementa* som en lärobok, även om han flitigt gjorde lån av dess resultat. I stället för stränga bevis åberopade Ramus en ”naturlig metod”. I hans *Arithmeticae libri tres* (1555) definieras multiplikation som upprepad addition, division som det omvända d.v.s. som upprepad subtraktion (innehållsdivision). Från Euklides' *Elementa* hämtade Ramus en metod för bestämning av största gemensamma delaren samt tillvägagångssättet för *regula de tri* (regeln om tre). Denna sats säger att fyra tal är proportionella om och endast om produkten av de två yttersta talen är lika med produkten av de två mellersta. Om alltså a förhåller sig till b såsom c förhåller sig till d, kan man beräkna den fjärde om tre av dessa är kända. Så är t.ex. talen 1, 2, 3, 6 proportionella, eftersom $\frac{1}{2} = \frac{3}{6}$, eller likafullt 2 gånger 3 är lika med 1 gånger 6. Det generella beviset härför ges i den sjunde, talteoretiska boken av Euklides' *Elementa* (Prop. 19). Ramus kallade *regula de tri* också för ”den gyllene regeln”, *regula aurea.*

År 1614 utkom den första läroboken i matematik på svenska av Aegidius Matthie Aurelius (ca 1580–1648). Att man i en lärobok frångår latinet tyder på att den tänkta läsaren befinner sig på den merkantila banan, inte inom den akademiskt kyrkliga. Så var också Eggert Matsson, som författaren egentligen hette, son till en guldsmed i Stockholm (vilket tillnamnet Aurelius antyder). Han hade studerat i Uppsala och i flera nordtyska städer och suttit fängslad efter hemkomsten misstänkt för katolska sympatier. Han var stadsskrivare i Stockholm och även rektor för skolan i Uppsala. Aurelius' 150-sidiga räknebok hade den långa titeln: *Arithmetica, eller een kort och eenfaldigh räknebook, uthi heele och brutne taal, medh lustige och sköne exempel* (fig. 3.3). Den bygger på Buschers och Ramus' arbeten, börjande från läran om de fyra räknesätten i hela

Fig. 3.3: Titelsidan av Aurelius' *Arithmetica* eller *Räknebook* till vänster, till höger en koncis multiplikations- och divisionstabell.

tal, såväl med siffror som med penningar. Vi citerar s. 51:

> Jagh wil gerna wetta huru många Daler 11 232 ören göra? Dividere them medh 32 öre (ty 1 Daler hafwer så många ören) så finner tu in quoto 351 Daler.
>
> 11232
32 (351
>
> Praxis. Sätt 3 under 11 och 2 under 2. Dividera altijdh medh then fremste / och sägh: uthi 11 hafwer jagh 3 gångor: multiplicerar delare 32 med samma quoto 3, fac. 96, sätt them under delaren / och Subtrahera them af 112. Så blifwa 16 öfwer: Sedhan ryck widhare medh delaren under then näst följande: och säg 3 uti 16 / hafwer iagh 5 gångor / sätt them in quoto. Och multiplicere strax honom medh delaren 32. fac. 160. Them Subtrahere åter igen af 163. Så blifwa 3 öfwer: Til thet nedersta / ryck bättre fram medh delaren / och sägh. 3 uti 3 hafwer iagh een gång. Subtrahere strax 32 af the andre 32 som ofwan öfwer stå / så blifwer intet igen.

Metoden illustrerades på följande sätt:

```
  16
11232
 3222   ( 352.
 960
   33
  16
```

Uppställningen kallas galärdivision (från italienskans *divisione per galea*) och avviker betydligt från den som används i nutida skolmatematik. Metoden belyses i nästa stycke med en utförlig förklaring. Vi anmärker dock, att ett fel måste ha insmugit sig i originaltexten: kvoten bör här naturligtvis vara 351, inte 352.

Regula societatis är bolagsräkning med proportionaliteter. Exempel: var och en i ett sällskap t.ex. A, B, C, satsar en viss summa pengar, a, b, respektive c och den gemensamma summan $s = a+b+c$ inbringar vinst eller förlust. När vinsten eller förlusten v skall utdelas fördelas den enligt regeln så att A får av/s, B får bv/s respektive C får cv/s.
Med alligationsräkning (*alligatio* = sammanbindning) förstås en allmän procedur att söka proportionerna av ingredienserna i en blandning så att någon aspekt (t.ex. priset) av resultatet blir ett sökt värde. Ett standardexempel är en apotekare som framställer en kryddblandning av peppar, nejlika, kanel, ingefära och saffran. Dessa har olika pris per skålpund och den sökta blandningen skall ha ett visst pris per skålpund. Med fler än två ingredienser är problemet överdimensionerat, således finns det många lösningar. Ett av dem nås genom att på ett visst sätt para ihop dyrare och billigare ingredienser.
Jungfruregeln, *regula virginum*, är en regel som motsvarar lösning av ett ekvationssystem. Dess namn kommer från ett exempel som inbegrep jungfrun och ungersvenner, t.ex. 20 personer bestående av jungfrur och ungersvenner har gemensamt förtärt 56 öre. Varje ungersven betalar 4 öre och varje jungfru 2 öre. Hur många var ungersvennerna och jungfrurna? Lösningen gavs som ett förfarande eller ett grafiskt schema, men inga ekvationer uppställdes. Metoden kallas ibland *regula caecis*, från att gissa i blindo (latinets blind = *caecus*).
Regeln med de ”falska” siffrorna, *regula falsi numeri*, är en metod (eller metoder) att pröva sig fram till en lösning och av de fel man därvid begått sluta sig till det riktiga svaret. Metoden förebådar användning av variabler i en ekvation.

I boken behandlar Aurelius förutom räkning med bråk, förlängning och korsvis multiplikation, även olika slags proportionalitetsräkning, såsom *regula de tri* (eller *aurea*) och *regula societatis*, alligationsräkning, aritmetiska och geometriska serier samt jungfruregeln, *regula falsi* och kvadratrotsutdragning[5]. Till slut bifogar han enligt tidens sed sju anekdotiska ”lustiga frågor”, denna gång med något matematiskt innehåll. Alla de framställda metoderna kallades gemensamt räknesätt och de utgjorde den standardkunskap som ingick i aritmetiken ända fram till 1800-talets början. Ännu under första hälften av 1900-talet förekom *regula de tri* i någon form av i undervisningen eftersom den ansågs klar och pedagogiskt nyttig.

Aurelius' *Räknebook* tog helt och hållet efter utländska förlagor och innehöll i så motto inget unikt material. Den sålde väl och trycktes i elva upplagor fram till 1705. Framgången förklaras med bokens praktiska framtoning och att den gav matematiken en klart svensk utformning. Dess grepp om ämnet var dock pedagogiskt föga stimulerande. Den motiverar eller förklarar inte de anförda reglerna, utan framställer dem dogmatiskt i form av exempel som man bör ta efter. *Räknebook* är för övrigt en bokhistorisk raritet: det enda kända kompletta exemplaret, som visserligen är defekt, förvaras i Helsingfors universitetsbibliotek (Nationalbiblioteket). Den föreligger dock som nyutgåva (Johansson, 1994).

En annan elementär räknebok som stod sig faktiskt ända till 1800-talet var Nils Agrelius' (Agrell) *Institutiones arithmeticae* (1655). Den går i samma dogmatiska stil som Aurelius' bok och innehåller inte det minsta spår av symbolisk matematik. Dess framgång är ur dagens synvinkel nästan obegriplig, eftersom dess metod knappast kan ha befrämjat matematisk förståelse. Boken har möjligen lästs även i Finland, kanske inte i katedralskolan eller gymnasiet, men nog bland det tunna bildade skiktet inom handeln och ämbetsverken, för vilken den var ämnad.

Bland egenheterna i Agrelius' *Institutiones* kan nämnas uppfattningen om division som en upprepad subtraktion – en metod uppfunnen, som det heter, för ”de enfaldigas skul”, eftersom den inte fordrar multiplikation – och som påträffas systematiskt utlagd i Petrus Laurbecchius' aritmetikbok utgiven 1673 i Åbo, till vilken vi återkommer senare.

Matematiken vid Åbo gymnasium 1630–1640

Verksamheten i det nyöppnade universitetet i Uppsala var i början av 1600-talet blygsam och bristen på kompetenta lärare stor. Kyrkan och staten började nu

[5] ”Huru man skal *extrahere* eller upfinna *latus quadratum*?” (sidan av en kvadrat).

medvetet göra förbättringar. Statsförvaltningen uppmärksammade särskilt behovet av praktiskt inriktad matematik. Rikskanslern Axel Oxenstiernas påbud av år 1619 om att inrätta goda räkneskolor med inhemska eller utländska lärare kan uppfattas som ett försök att rubba kyrkans roll i skolverksamheten. I kyrkans intresse låg grundandet av helt nya skolor: gymnasier och trivialskolor, vardera på fyra klasser, samt så kallade pedagogier (småbarnsskolor) på en klass (Lokki, 1948). Gymnasiet intog en mellanställning mellan skolan och universitetet. Dess syfte var att utbilda präster och tjänstemän. Fastän huvudvikten i undervisningen låg på teologi och klassiska språk skulle det bland lektorerna även finnas en *mathematicus*, vars uppgift var att undervisa aritmetik, kalenderräkning samt "läran om globen" och geografi. Elementär matematikundervisning förekom också i trivialskolornas så kallade apologistklass. Klassens lärare som kallades apologisten skulle också undervisa enklare merkantil matematik.

Universitetsmannen Johannes Rudbeckius (1581–1646), som varit professor i matematik i Uppsala sedan 1604, och senare även i teologi, blev biskop i Västerås 1619 och grundade där det första gymnasiet i riket 1623 och därtill en flickskola 1632. Han satte standarden för gymnasiets program, som andra tog efter. I den östra riksdelen Finland ombildades Åbo katedralskola till ett gymnasium 1630. Samtidigt skapades ett pedagogium, som senare ombildades till en trivialskola. Gymnasiets studieprogram utarbetades av dåvarande biskop Isak Rothovius (1572–1652) som var född i Småland och hade studerat i Uppsala och Wittenberg, där han blev magister 1602. Såsom Gustav II Adolfs favorit för biskopsstolen i Åbo efter Ericus Erici av Sorola utnämndes han till detta höga ämbete 1627 och styrde stiftet med fast hand.

En av Rothovius' främsta åtgärder i Åbo var att grunda ett gymnasium, som fick sina privilegier 1630. Lärarkåren på sex professorer kom alla från den svenska sidan av riket. Fyra av lärarna föreläste i de filosofiska vetenskaperna, däribland en i matematik och en i fysik. Matematiklärarna var Bo Muur (latiniserat Boetius Murenius), gymnasiets rektor 1636 och senare kyrkoherde i Saltvik på Åland, och ålänningen Georg Alanus (1636–1649), senare professor i fysik och botanik vid Kungliga Akademien. Gymnasiets matematikkurs var fördelad på två år och omfattade det första året aritmetik med logistik och "sfärik", d.v.s. läran om globen enligt Schonerus, det andra året astronomi och kalenderräkning enligt Peurbach eller någon i hans efterföljd (Regiomontanus). Disputationer i ämnet skulle ordnas varannan vecka. Programmet som Rothovius utarbetat reflekterade sannolikt hans egen utbildning. Undervisningen torde ha skett på svenska, med undantag av den matematiska terminologin, som inte överhuvudtaget existerade.

Lazarus Schöner (1543–1607) eller Schonerus var matematiklärare i gymnasiet i Korbach (i det dåtida furstendömet Waldeck) och en ivrig anhängare av Ramus' metoder. År 1599 utgav han i Frankfurt am Main en lärobok i räknelära och geometri upplagd enligt de "ramiska" principerna, *Petri Rami Arithmeticae libri duo, Geometriae septem et viginti.* Bokens aritmetikdel bestod av två böcker av Ramus. Den första boken redogör för de fyra räknesätten med regler och exempel. Uppställningen av två tal som skall multipliceras är den allom bekanta.

Efter Ramus' två böcker i aritmetik följer ett kapitel av Schöner som heter *De numeris figuratis.* Här redogörs för figurtal (eller figurliga tal), d.v.s. tal som beskriver linjer, ytor och kroppar. Kvadrattalen är 1, 4, 9, o.s.v., kubiska talen är 1, 8, 27, o.s.v., triangeltalen 1, 3, 6, o.s.v. För att bestämma basen av en kvadrat eller sidan av en kub av given storlek introducerar Schöner kvadrat- och kubikrotutdragning. Metoden går i korthet ut på att stegvis approximera en lösning, vilket kan göras t.ex. genom upprepad gissning. Låt oss söka kvadratroten av 10, där vår första gissning är 3. Man dividerar 10 med 3 och får $3\ \frac{1}{3}$. Medelvärdet av detta värde och den ursprungliga gissningen är $3\ \frac{1}{6}$, vilket tas som en ny gissning, varefter processen upprepas. Metoden kallas newtonsk iteration, eftersom Isaac Newton använde sig av den. Principen härstammar dock från de forna babylonierna.

Schöners multiplikationsmetod var följande: Låt oss multiplicera 6 med 8 genom att skriva faktorn 6 i två lika delar, 3 och 3, och låt den andra faktorn 8 växa respektive minska med 3, varmed man får talen 11 och 5. Man betecknar då

$$\begin{array}{rcrr} 11 & & 3 & 15 \\ 5 & \text{X} & 3 & 33 \\ \hline & & 6 & 48 \end{array}$$

Det stora X:t antyder att multiplikationen sker i kors. Genom att på detta sätt manipulera faktorerna kunde man åstadkomma enklare delmultiplikationer. Om alltså de två talen är a och b, där a är ett jämnt tal, är produkten lika med $\frac{a}{2}(b - \frac{a}{2}) + \frac{a}{2}(b + \frac{a}{2})$. Om faktorn 6 skrivs som $2 + 4$ får man uppställningen

$$\begin{array}{rcrr} 10 & & 2 & 8 \\ 4 & \text{X} & 4 & 40 \\ \hline & & 6 & 48 \end{array}$$

Mer generellt, om de två faktorerna är a och b, är produkten $(a - x)(b - x) + x(b + (a - x))$.

Divisionen hos Ramus och Schöner avviker från den numera brukade uppställningen. Som ett exempel utför de division av 6741 med 21 på följande kompakta sätt:

$$
\begin{array}{cl}
42 & \\
6741 & (\ 321 \\
2111 & \\
22 &
\end{array}
$$

Dividenden står till vänster om kvoten (321) och resterna på raderna ovanför. Metoden är känd som galärdivision eftersom siffrorna hopar sig i en kompakt figur som påminner om en galär med segel (Vanäs, 1954). Man ställer alltid divisorn under den del av dividenden som skall behandlas och fyller ut allt eftersom det finns rum. Sålunda ställs 21 under 67, partialprodukten blir 63, som hålls i minnet (men kunde lika väl skrivas ut på raderna nedanför) och resten är 4, som skrivs ovanför. Därefter stryks de siffror som begagnats och divisorn ställs igen under dividenden. Processen fortsätter på samma sätt genom att fylla ut tomma rader, så att siffror hörande samma tal inte nödvändigtvis står på samma rad.

En annan gammal metod som araberna under medeltiden förmedlade till västerländska matematiker går ut på att uppskatta $\sqrt{X}$ med hjälp av ett tal x, vars kvadrat plus en liten restterm r är X. Då det kända sambandet $(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ tillämpas fås kvadratroten av X som ungefär $x + \frac{r}{2x}$, förutsatt att resten är liten. Resultatet är självfallet desto noggrannare, ju närmare uppskattning man gör eller ju mindre r är. Enligt denna metod fås kvadratroten av $366025 = 605^2$ med 600 som första gissning som

$$\sqrt{366025} \approx 600 + \frac{6025}{1200} \approx 605.$$

Ramus och Schöner ger också en uppställning för processen som illustreras i figur 3.4.

Man söker först den största kvadrat som närmast approximerar den givna kvadraten inifrån: i detta fall är det kvadraten med sidan 600, vars kvadrat är 360 000. Den återstående arean på 6025 består av två rektanglar med den sammanlagda längden 1200 och okänd bredd (som betecknas med x) samt en liten kvadrat med samma bredd. I dag skulle man gärna lösa den uppstådda ekvationen som en andragradsekvation, men denna teknik var inte ännu allmänt känd. I stället prövar man sig fram med 5 gånger 1205 och får den önskade resten.

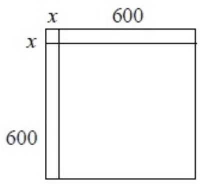


Fig. 3.4: Grafiskt hjälpmedel för beräkning av en kvadratrot.

366025	(605
12005	
1225	
60	

Uppställningen är den samma som i galärsdivision: siffror som använts en gång stryks för att inte längre användas och siffror som hör till samma tal antecknas inte nödvändigtvis på samma rad. För kubikroten och rötter med högre exponent gällde samma förfarande, men med undantag av att resttermen alltid divideras med 3 eller respektive exponent.

Efter Schöners *De numeris figuratis* följer Ramus' *Algebra* i två böcker. Här definieras – troligen för första gången i historien – algebran som aritmetikens analytiska del. Ekvationer skrevs på den tiden med vad man kallade cossisk algebra, eller *algebra cossa* (italienskans *cosa* = ett ting), en tysk adaptation av den italienska retoriska algebran. Denna hade i regel en geometrisk tolkning: längder betecknades med bokstaven l (från latinets *latus* = sida), ytor eller kvadrattal med q (*quadratus*), volymer eller kubiska tal med c (*cubus*), fjärde potenser med bq, (*biquadratus*). Eftersom dessa av natur och nödvändighet alltid är positiva tal strävade man också att uppställa ekvationerna på ett sätt som leder till positiva rötter. Tecknen + för addition (*plus* är mer eller större på latin) och − för subtraktion (minus från latinets mindre eller färre) användes redan formellt. Däremot förekom inte ännu likhetstecken, i stället skrevs *aeq.* från latinets *aequatur*, ”är lika med”.

Två algebraiska uttryck adderas och subtraheras, varje typ av term för sig, på följande sätt. Om t.ex. $7c+8l-5$ läggs till $3c+9l-8$ är resultatet $10c+17l-13$. Multiplikation av $1l+2$ och $3l$ ger $1q+6l$. Division kan utföras såvida uttrycken för dividenden och divisorn är proportionella. Exempelvis räknar Ramus kvoten mellan uttrycken $30q - 58l + 24$ och $5l - 3$ enligt följande schema:

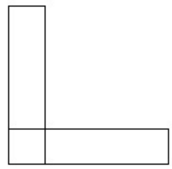


Fig. 3.5: Gnomonen $1q + 8l$.

$$\begin{array}{l} \quad\;\; -40l \\ 30q - 58l + 24 \;(\; 6l - 8 \\ \qquad\;\; 5l - 3 \\ \qquad\qquad\;\; 5l - 3 \end{array}$$

Om l representerar en sträcka och q en kvadrat så representerar blanduttryck såsom $1q + 8l$ en *gnomon*, i detta fall en L-formig figur som illustreras i figur 3.5. Den första termen utgörs av kvadraten i hörnet och den andra av de två armarna, var och en av längden 4 och bredden l.

I den andra boken av Ramus' *Algebra* behandlas ekvationer börjande med förstagradsekvationer i olika uppställningar. I kapitel II presenteras tre så kallade *canon* för andragradsekvationer. Dessa innehåller högst tre termer: ett kvadrattal, ett längdtal och ett vanligt tal. Kvadrattalet bör alltid föregås av faktorn ett. Således måste ekvationen $4q + 3l$ aeq. 217 först divideras med 4, varvid man får $q + \frac{3}{4}l$ är lika med $\frac{217}{4}$. De tre olika typer av ekvationer som behandlas är med nutida beteckningar $x^2 + ax = b$, $ax + b = x^2$ och $x^2 + b = ax$. De skiljer sig från varandra endast för förtecknen och de kan leda till en eller två positiva rötter. Imaginära rötter förkastades som icke reellt existerande.

För varje enskilt fall (*casus*) ger Ramus ett verbalt förfarande, som kan illustreras med ekvationen $1q + 8l$ aeq. 65. Den första termen utgörs av en gnomon, såsom den i bilden, och efter att den borttagna kvadraten med sidorna 4 läggs till uppstår en kvadrat med sidorna $l + 4$. Denna bör vara lika med en kvadrat på 9×9. Algebraiskt gör man alltså följande:

$$\begin{aligned} 1l^2 + 8l &= 65 \\ 1l^2 + 8l + (8/2)^2 &= 65 + (8/2)^2 \\ (l+4)^2 &= 9^2 \end{aligned}$$

Lösningen är således $l = 5$. Tekniken är välbekant och kallas kvadratkomplettering. Ekvationens andra rot är -13, som inte kan konstrueras eftersom den är negativ och i geometrisk mening falsk.

Efter Ramus' *Algebra* följer Schöners sexagesimalräkning, d.v.s. räkning med minuter och sekunder, som behövs i tideräkning och astronomi. Volymen avslutas med Ramus' geometri, som skiljer sig från Euklides genom sin praktiska framtoning. Elementära begrepp som vinkel, tangent, parallella linjer och figurer definieras jämte grunderna för area- och volymbestämning. Praktiska tillämpningar av geometrin i geodesi och lantmäteri ges (fig. 3.6). Pythagoras' sats framläggs för den rätvinkliga triangeln med sidorna 3-4-5, men olikt Euklides' *Elementa* utelämnas det generella beviset. För förhållandet mellan cirkelns omkrets och diameter härleds den klassiska approximationen $\frac{22}{7}$ genom arkimedisk exhaustion.

Huruvida detta digra material verkligen har ingått i undervisningen i Åbo gymnasium, och i så fall, i vilken utsträckning, är ovisst. Man får ändå anta, att åtminstone aritmetikens och geometrins grunder hört till studenternas läroplan.

Genom drottning Kristinas skolordning av år 1649 kom matematikens ställning i undervisningen att ändras. I gymnasierna skulle all matematik behandlas på ett år, algebra lärdes inte alls och i geometrin upptogs endast det enklaste av Euklides' *Elementa*. Kalenderräkning, geografi och läran om globen ingick i det andra årets undervisning. Ramus' läroböcker föll bort från listan på rekommenderade författare. I stället anbefalldes en bok i praktisk aritmetik utgiven på svenska i Strängnäs. Dahlbo (1897) har inte lyckats identifiera vare sig boken eller författaren, men i Kungliga Bibliotekets katalog (`libris.kb.se`) har denna författare funnit en tänkbar kandidat: *Arithmetica eller räkne-konst, medh mångahanda slags sköne och nyttige exempel, hwaruthinnan the förnämbste regler finnas, som i räkningar brukelige ähre på ziphrer, uthi heela och brutne taal, sampt practica.* Boken är utgiven i Strängnäs 1652, alltså några år efter att skolordningen utfärdats, vilket inte utesluter att tidigare upplagor har funnits. Om bokens författare Johannes Meursz vet man dock praktiskt taget ingenting. I skolordningen förordas också professorn i matematik i Uppsala Martin Gestrinius' (1594–1648) verk *In geometriam Euclidis demonstrationum libri sex* (1637), som undersöker innehållet i de sex första böckerna av Euklides' *Elementa* med hjälp av symboler och elementära ekvationer (Dahlin, 1875). Av utländsk litteratur nämns också astronomen Thomas Blebelius' (1539–1596) *De sphaera* och Gemma Frisius' (1508–1555) *Arithmeticae practicae methodus facilis* (1540). Frisius var en nederländsk läkare, matematiker, astronom och geodet, och han betraktas som den första att beskriva trianguleringens princip i lantmäteriet. Detta ämne återkommer vi till i kapitel 8 om Jordens form.

GEOMETRIÆ LIB. IX. 67

Si viſus ſit ab initio indicis paralleli, erit ut ſegmentum tranſverſarii ad ſegmentum indicis ſic data longitudo ad altitudinem.

E concluſa nempe altitudine ſubducto quod ſupereminet, relinquetur altitudo putei. Theorema eſt 20 in Euclidis opticis, id eſt tertium teſtimoniũ de geometriæ uſu geometris nec illiberali nec ingrato, nẽpe de dimenſione putei, rupis, turris. Itaq; ſegmentũ tranſverſarii *ae* ſit 5 partium, ſegmẽtum indicis *ai* 13, diameter putei (quæ modo eſt pro longitudine) 10 pedum, quæ ſupernè ſumatur pro æquali in fundo. oppoſita altitudo per 9 e 7 & auream regulam erit 26 pedum, unde tollendum ſegmentum indicis ſupra oram putei, relinquetur vera altitudo, ut ſi ſegmentum illud 13 partium valeat pedes 2. altitudo erit pedum 24. Secunda altitudinis dimenſio.

II. Si viſus ſit ab initio indicis recti, erit ut ſegmentum indicis ad ſegmentum tranſverſarij, ſic data longitudo ad altitudinem.

Ut ſi indicis ſegmentum eſt 60 partium, trãſverſarii ſegmentum 60 partiũ, longitudo data 250 pedes, per auream regulam altitudo erit 250 pedum? ut vides in ſubjecto exemplo: ut enim *ae* ad *ei* ſic *ao* ad *ou* per 9 e 7. Sed inventæ altitudini altitudo menſoris

Ii 2

Fig. 3.6: Praktisk användning av en s.k. Jakobsstav i fältmätning enligt Ramus. I bilden ovan förhåller sig brunnens djup mätt från det övre pekfingret (*index*) till brunnens diameter (10 fot) som segmenten *ai* till *ae*. I bilden nedan mäts kolonnens höjd med hjälp av en 45 graders vinkel.

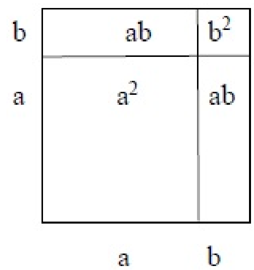


Fig. 3.7: Geometrisk konstruktion av en enkel algebraisk identitet i *Elementa*, Bok 2, Prop. IV.

Algebrans utveckling i Europa

Ramus' *Algebra* var som synes ännu starkt fången av det grekiska tänkandet, där varje algebraiskt uttryck tolkades i termer av geometriska objekt. Algebraiska identiteter var kända för grekerna endast såframt en geometrisk förklaring fanns tillgänglig, såsom i figur 3.7.

I stället för algebra kunde grekerna uttrycka beroenden mellan storheter med hjälp av proportioner. Tanken formulerades första gången av Eudoxos av Knidos (300-talet f.Kr.) och uttrycktes i Definition 5 av Euklides' *Elementa* Bok V (i svensk översättning av Mårten Strömer, 1753):

> Storheter säges vara i samma proportion, den första til den andra, som den tredie til den fierde, om den förstas och tredies lika mångfalldiga, jämförda med den andras och fierdes lika mångfalldiga, ehuru mångfalldiga de må wara, äro båda tillika större, lika stora eller mindre, än de lika mångfalldiga af den andra och fierde, om de jämföras som swara emot hwarandra. Nämligen den förstas med den andras, och den tredies med den fierdes.

Om, och endast om, storheterna A och B är av samma slag (t.ex. antal, vikt, längd o.s.v.), likasom storheterna C och D är sinsemellan av samma slag, uppges förhållandet dem emellan vara proportionellt, då A är till B liksom C är till D. Definitionen säger vidare, att om A och C mångfaldigas godtyckligt, så bör B och D mångfaldigas lika mycket.

Den första och förmodligen den enda greken under antiken som använde sig av symboler för att beteckna den obekanta och dess potenser var Diofantos (verksam i Alexandria under tredje årh. e.Kr.). Under medeltiden tog araberna hand om det grekiska vetenskapliga kulturarvet och utvecklade det vidare, med nya inslag av indiska siffror och algoritmer. Kunskapen förmedlades till Västerlandet genom Italien, där de första stegen mot verklig symbolisk algebra togs på 1500-talet. Först etablerades tecknen för räkneoperationerna, likhetstecknet kom något senare, och sist utvecklades notationen för potenser. Ett tekniskt förfarande att lösa tredjegradsekvationen uppfanns i Italien, därefter även fjärdegradsekvationen. Av största betydelse var François Viètes (1540–1603) sätt att beteckna bekanta storheter med konsonantbokstäver B, C, o.s.v., medan obekanta betecknas med vokaler A, E, o.s.v. Detta sätt introducerade han i verket *In artem analyticem isagoge* (Introduktion till den analytiska konsten) utgiven i Tours 1591.

Viètes algebra illustreras av följande exempel, översatt från latinet:

> Man bör lägga $\frac{\text{Z i kvadrat}}{\text{G}}$ till $\frac{\text{ytan A}}{\text{B}}$. Summan blir G gånger ytan A + B gånger Z i kvadrat dividerat med B gånger G.

Det är alltså frågan om operationen

$$\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{B}} + \frac{\mathrm{Z}^2}{\mathrm{G}} = \frac{\mathrm{GA}+\mathrm{BZ}^2}{\mathrm{BG}}.$$

Det är tydligt att storheterna antas vara av samma slag, d.v.s. om A är en yta måste storheten Z, som är en sträcka, tas i kvadrat (eller multipliceras med en annan sträcka). Denna begränsning skulle snart komma att avlägsnas.

René Descartes (latiniserat Cartesius, 1596–1650) introducerade i verket *La Géométrie* (1637) många matematiska nyheter, varav en består i att betrakta alla storheter (i första hand) som sträckor. Man kunde således fritt addera storheter som a, ab och a/c, såframt faktorerna b och c normaliserar termernas enheter. En annan nyhet var att låta bokstäverna i början av alfabetet beteckna bekanta storheter och de som är i slutet obekanta. Sedan Descartes' tider har det varit mer eller mindre självklart, med avseende på vilken storhet t.ex. ekvationen $ax^2 + bx + c = 0$ bör lösas. Beteckningen av potenser i symbolens exponent förekommer för första gången hos Descartes, liksom det cartesiska koordinatsystemet med axlarna x (*abscissa*) och y (*ordinata*). Det var här som den analytiska geometrin fick sin början. Den tidigare grekiska geometrin, där varken koordinater eller analytiska formler förekommer, kallas syntetisk.

Till Sverige anlände symbolspråket genom Matthias Andreas Biörkstadius eller Biörks (1604–1651) *Räkne-Book* (1643). Den är skriven både på latin och svenska och är axiomatiskt upplagd i stil med Euklides' *Elementa*. Biörk kallar den obekanta ett ting (motsvarande italienskans *cosa*), betecknar den $\sqrt{\ }$, en stiliserad imitation av bokstaven r för *radix*, latinets ord för rot, och ställer upp ekvationer för den. På universitetsnivå uppträder symbolspråket första gången i Sverige hos Uppsalaprofessorn Martin Gestrinius (1594–1648). Gestrinius' förtjänstfulla avhandling *In geometriam Euclidis demonstrationum libri sex* (1637) är dedicerad till den minderåriga drottning Kristina och de fem förmyndarregenterna. I den behandlas Euklides' propositioner med hjälp av elementär cossisk algebra.

En mycket originell och produktiv skribent under denna tid var också den svenske skalden och mångsysslaren Georg Stiernhielm (1598–1672). Två av hans verk med matematiskt innehåll har bevarats: *Arithmetica mnemonica universalis* (1642) och *Archimedes reformatus* (1644). Omkring 1625 hade Stiernhielm läst om den flamländska ingenjören Simon Stevins (1548–1620) decimalsystem, som han med små ändringar tog i bruk. Decimalerna hade stor betydelse för lantmäteriet och för många praktiska ingenjörsarbeten. Systemet introduceras i Stiernhielms handskrift *Algebra suethica* (1639), som är skriven på svenska trots sin latinska titel (Rodhe, 2002). I Stiernhielms beteckningssystem, som är taget ur Stevins bok (fig. 3.8), anges med ett omringat tal efter själva huvudtalet hur många decimaler som ingår. Således är 24 ⓪ = 24 och 5123 ③ = 5,123.

Potenser kallades av Stiernhielm digniteter (på latin *dignitas*) och han betecknade dem med en inrutad siffra, t.ex. 5 $\boxed{2}$ betyder $5x^2$. Han använde också tecknen $+$ och $-$. Han berättas ha träffat Descartes i drottning Kristinas hov 1650, men detta möte med den stora filosofen tycks inte ha gjort ett gott intryck på honom. Stiernhielm bidrog på ett avgörande sätt till standardiserandet av mått och vikter i Sverige (Dunér, 2008).

Det gängse decimalkommat, eller punkten – som den brukar betecknas i engelskspråkiga länder – introducerades självständigt bland andra av John Napier (eller Neper), logaritmernas uppfinnare. När han utarbetade sina logaritmtabeller i verket *Mirifici logarithmorum canonis constructio* (1614), vilket arbete tog honom tjugo år att färdigställa, insåg han behovet av stora tal för att uppnå tillräcklig precision. I hans sinustabell hade basen en faktor på tio miljoner. Han upptäckte då ett kompaktare sätt att beteckna decimaler. Exempelvis kunde man i stället för 998 $\frac{5021}{10000000}$ skriva 998,0005021. I Sverige togs Nepers beteckningar i bruk av Martin Gestrinius på 1640-talet och de förmedlades till Åbo av dennes elev Simon Kexlerus.

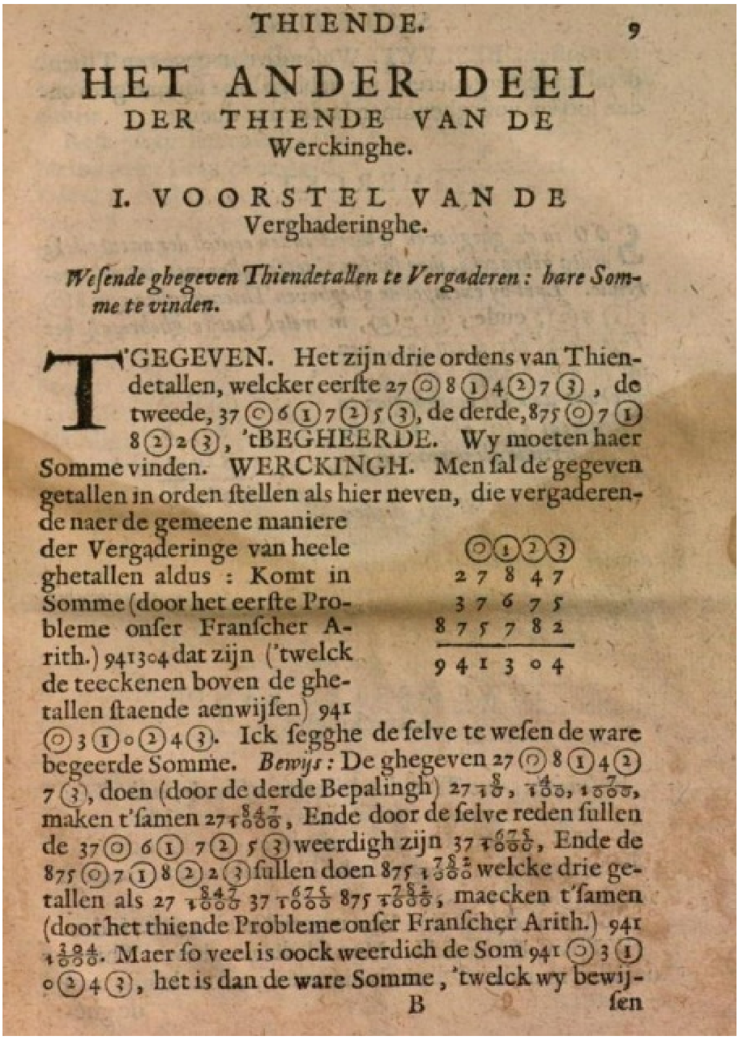
Matematiken under stormaktstiden

Grundandet av gymnasiet i Åbo var ett första steg mot ett bättre utbildningsväsende i riket. Gymnasiet tjänade som en förberedande skola för landets enda universitet, det i Uppsala. I ett land med stormaktsambitioner var situationen klart otillfredsställande. För högre lärdom i matematik och naturvetenskap var det fortfarande nödvändigt att resa utomlands. Rektorn för Uppsala universitet och senare ärkebiskopen Laurentius Paulinus Gothus (Lars Paulsson; 1565–1646), som var matematiskt sinnad och anhängare av Ramus' undervisningsfilosofi (Rodhe, 2002), inskärpte dessutom kravet på goda matematiska och astronomiska kunskaper för prästerskapet. I ett program utfärdat 1640 hette det att ingen som var obevandrad i de elva första böckerna av Euklides' *Elementa* eller läran om sfären och kalendern kunde bli präst. I vilken utsträckning påbudet verkligen efterlevdes är obekant.

Under tiden pågick i Europa det trettioåriga kriget 1618–1648, som tärde på landets resurser. Skatter och upprepade utskrivningar till armén belastade det krigströtta folket, medan olagligheter grasserade och undervisningen låg nere. I denna tunga tid beslutade rikets förmyndarregering år 1640 att grunda ett universitet i Finland. Kungliga Akademien i Åbo blev rikets tredje universitet: Uppsala Akademi (oftast kallat enbart universitet) var det första, grundat år 1477, och Dorpat fick sitt universitet år 1632. Kungliga Akademien i Åbo fick fyra fakulteter, varav den filosofiska var den största med sex lärostolar, däribland en i matematik (*mathesis*) och en i fysik. Samma konstitution som utfärdats 1622 av Axel Oxenstierna för Uppsala universitet följdes i Åbo, och den del som gällde matematiken var troligen författad av Johan Skytte (1577–1645), statsmannen och skolmannen som varit informator för den blivande konungen, Gustav II Adolf. Under sin ungdoms studieresor hade Skytte åhört Lazarus Schöners föreläsningar i Tyskland och blivit en hängiven anhängare av den ramiska pedagogiken. Liksom Ramus betonade han den praktiska nytta som matematiken genom den tillämpade geometrin och mekaniken kunde medföra.

Föreläsningarna i matematik skulle enligt Skyttes plan omfatta aritmetikens grunder och praktisk geometri, med läran om de sex storcirklarna (ekvatorn, zodiaken, solstånds- och dagjämningskolurerna,[6] meridianen och horisonten) samt

[6] En dagjämningskolur är den storcirkel som går genom de så kallade dagjämningspunkterna vinkelrätt mot himmelsekvatorn.



THIENDE. 9

HET ANDER DEEL DER THIENDE VAN DE Werckinghe.

I. VOORSTEL VAN DE Verghaderinghe.

Weſende ghegeven Thiendetallen te Vergaderen: hare Somme te vinden.

T'GEGEVEN. Het zijn drie ordens van Thiendetallen, welcker eerſte 27⓪8①4②7③, de tweede, 37⓪6①7②5③, de derde, 875⓪7①8②2③, 'tBEGHEERDE. Wy moeten haer Somme vinden. WERCKINGH. Men ſal de gegeven getallen in orden ſtellen als hier neven, die vergaderende naer de gemeene maniere der Vergaderinge van heele ghetallen aldus: Komt in Somme (door het eerſte Probleme onſer Franſcher Arith.) 941304 dat zijn ('twelck de teeckenen boven de ghetallen ſtaende aenwijſen) 941⓪3①0②4③. Ick ſegghe de ſelve te weſen de ware begeerde Somme. *Bewys:* De ghegeven 27⓪8①4②7③, doen (door de derde Bepalingh) $27\frac{8}{10}$, $\frac{4}{100}$, $\frac{7}{1000}$, maken t'ſamen $27\frac{847}{1000}$, Ende door de ſelve reden ſullen de 37⓪6①7②5③ weerdigh zijn $37\frac{675}{1000}$, Ende de 875⓪7①8②2③ ſullen doen $875\frac{782}{1000}$ welcke drie getallen als $27\frac{847}{1000}$ $37\frac{675}{1000}$ $875\frac{782}{1000}$, maecken t'ſamen (door het thiende Probleme onſer Franſcher Arith.) $941\frac{304}{1000}$. Maer ſo veel is oock weerdich de Som 941⓪3①0②4③, het is dan de ware Somme, 'twelck wy bewij-

			⓪	① ②	③
	2	7	8	4	7
	3	7	6	7	5
8	7	5	7	8	2
9	4	1	3	0	4

B ſen

Fig. 3.8: Addition av tre decimaltal (27,847 + 37,675 + 875,782) i Simon Stevins bok *De thiende* (1585). Boken är skriven på folkspråket, flamländska. Det torde ha varit ett incitament till att Stiernhielm övergick till att använda svenska i sina skrifter.

de fyra småcirklarna (vändkretsarna och polcirklarna). Dessa kunde ytterligare illustreras med författare som Euklides, Arkimedes, Ptolemaios, Regiomontanus, Kopernikus, Ramus och Schöner. I Uppsala universitet skulle matematiken undervisas av tre professorer; den första, ”Euclideus” kallad, skulle föreläsa aritmetik och geometri enligt Ramus, den andra, ”Archimedeus”, skulle föreläsa musiklära enligt filosofen Johann Freigius (Freij) (1543–1583), optik enligt en elev till Ramus, matematikern Friedrich Risner (1533–1580), samt *isorropica* eller läran om jämvikt, samt mekanik enligt Aristoteles med kommentarer av andra författare. Den tredje professorn, ”Ptolemaicus”, skulle föreläsa om sfäriken enligt Sacrobosco, Peurbach och Brucenius’ (Heinrich van den Brock; 1730–1793) *De motu primo*. Även Vitruvius’ klassiska *De architectura* skulle ingå i professor Ptolemaicus’ undervisning. Programmet var ytterst krävande och det kan med skäl frågas om det någonsin kunde fullföljas (Dahlin, 1875). Först och främst märker man att ämnena omfattar sådant som i dag snarast skulle falla inom fysikens gebit. För det andra hade man i Uppsala endast två professorer i matematik besatta: Euclideus, eller professor *mathesis inferioris* (den ”lägre”), och Ptolemaicus, eller *professor mathesis superioris* (den ”högre” matematiken). Ännu mer överdimensionerade var kraven för matematikprofessorn i Åbo, där Akademien aldrig hade fler än en professor i matematik.

Vi märker här en avigsida med grundandet av ett universitet i Åbo: resurserna var klart otillräckliga och undervisningens nivå var förhållandevis låg. Finländarnas studier i ansedda universitet utrikes minskade, och därmed avbröts också kontakten till den europeiska vetenskapen. Under hela 1600-talet förblev Åbo en avkrok dit ny kunskap sipprade in mycket långsamt.

Den första professorn i matematik vid universitet i Åbo var Simon Svensson Kexlerus (1602–1669), en bondson från Kexle by i Edsbergs socken i Närke. Han gick i skola i närliggande Örebro, blev student i Uppsala och studerade en tid i Holland, där han i Franeker åhörde Adriaan Metius (1571–1635), som var astronom och elev till Tycho Brahe. Kexlerus verkade som filosofie adjunkt i Uppsala universitet ett år före han utnämndes till professor i Åbo. Han blev prästvigd och fick Pikis församling som prebendepastorat.

Kexlerus stiftade tidigt bekantskap med Nikolaus Kopernikus’ heliocentriska system, som han berörde i sin disputation *De sole* (1632). Preses var dåvarande ”professor Euclideus”, Martin Gestrinius. I själva verket var Kexlerus’ och Gestrinius’ avhandling den första i Sverige att granska den kopernikanska teorin matematiskt. Även om Kopernikus’ teori enligt honom var tekniskt möjlig ur astronomisk synvinkel, och tillika fördelaktig för att beräkna planeternas rörelser, kunde den omöjligt godtas som fysikaliskt sann eftersom den stred mot erfarenheten. Det fanns inga omedelbart iakttagbara belägg för att Jorden verkligen rör sig, vare sig runt sin axel eller på en bana runt Solen. Kexlerus använde således en transformerad kopernikansk modell, där Solen kretsar kring en orörlig Jord. Metoden har undersökts ingående av Lehti (1983).

Under Kexlerus' presidium i Åbo försvarades 21 avhandlingar (Dahlbo, 1897; Slotte, 1898). Tolv av dem har uppenbart skrivits av honom själv och utgjort delar av en blivande lärobok. Kexlerus började med att föreläsa i sitt ämne och utgav därefter sina föreläsningar i form av disputationer som försvarades av eleverna. Till slut sammanställde han materialet till läroböcker. Av dessa framgår att Ramus och Euklides varit hans viktigaste förebilder.

Av Kexlerus' dissertationer kan *De natura mathematica* (Om matematikens natur, 1645; respondent Johan Ketarmannus) lyftas fram för sin omfattande undersökning av de matematiska vetenskapernas metodik och systematiska indelning. Lehti (1983) ville se den som Kexlerus' programförklaring för sitt läroämne: vad är matematik? vad behövs matematik till? o.s.v. Den ansågs viktig eftersom den citerades i många Åbo-dissertationer under 1600-talet. Den viktigaste av Kexlerus' läroböcker är tvivelsutan *Arithmetica triplex nec non Geometria*, som är dedicerad Karl X Gustaf och tryckt i Åbo. Tryckningsåret är osäkert, men dedicationen är daterad *Aboae kal. Jan. anno* 1658, d.v.s. i Åbo den 1 januari 1658. Verket består, som titeln uppger, av tre aritmetiska och tre geometriska böcker. Nedan granskar vi deras innehåll.

Kexlerus' övriga läroböcker är *Arithmetica vulgaris contracta* (1666), d.v.s. en förkortad framställning av aritmetiken, *Gnomonicae compendium* (1664), som behandlar astronomi och tideräkning, *Cosmographiae compendiosa* (1664), en bok om världssystemet liknande Sacroboscos *De sphaera*, samt *Tractatus brevis de tempore* (1667), en bok om tideräkning liknande Sacroboscos *De anni ratione.* Dessutom utgav Kexlerus ett antal almanackor för Åbo horisont.

Simon Kexlerus' aritmetik

Den första delen (boken) av Kexlerus' *Arithmetica triplex* heter *Arithmetica vulgaris.* Den inleds med de fyra räknesätten samt heltal och bråk, vilka belyses med exempel, såsom detta om addition:

> En kurir från Åbo till Viborg avverkar på en dag en femtedel av hela sträckan, en annan kurir en tredjedel. Hur lång sträcka löper de tillsammans under samma dag? Svar: $\frac{8}{15}$ av hela sträckan.

Multiplikation används i följande exempel:

> 12 svenska daler motsvaras av 8 kejserliga thaler och 11 thaler av 6 dukater. Vilket är förhållandet mellan dalern och dukaten? Svar: 11 till 4.

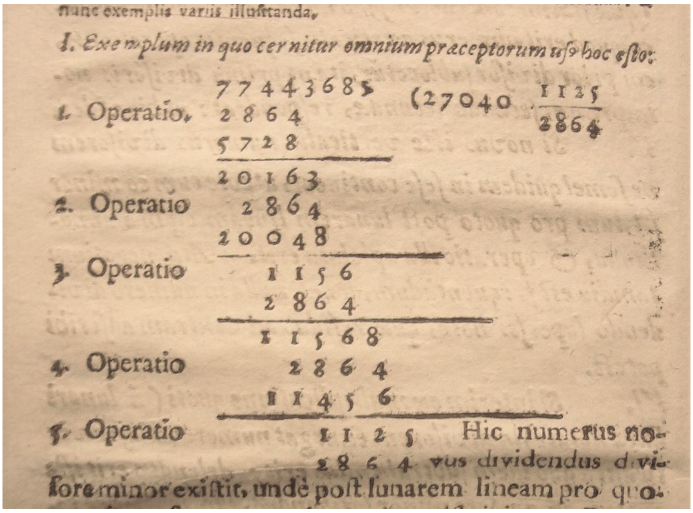
Multiplikationen utför Kexlerus i stort sett som i våra dagar. Divisionen utför han stegvis från vänster i en lång nedåtgående process (figur 3.9). Divisorn skrivs upprepade gånger under dividenden, d.v.s. det tal som skall divideras. Vanäs (1954) förmodar att Kexlerus upphämtat denna uppställning av sin holländska lärare Metius, varför den också kallas holländsk division. Från Metius upphämtar Kexlerus också vad man kallade för ”lathund” eller ”latmanstabula”, en för divisorn särskilt uppställd multiplikationstabell, för att smidigare utföra långa divisioner.

Kexlerus bemödar sig också om att på olika sätt kontrollera att hans uträkningar är rätt utförda, och han förklarar de mest kända snabbtesten, däribland den så kallade nioproban, som sammanhänger med en länge känd egenskap hos division med 9: varje tal som divideras med 9 ger som rest samma tal som fås då de enskilda siffrornas summa divideras med 9. Uttryckt i modulararitmetiska termer är ett tal och dess siffersumma kongruenta modulo 9. Således är $\frac{722}{9} = 80\ \frac{2}{9}$. Resten är alltså 2, likasom resten av 7+2+2 dividerad med 9. Metoden garanterar dock inte att räkningen är felfri. Själva nioproban för addition lyder: addera termernas siffror skilt för sig, och varje gång man går över 9 börjar man på nytt från 1. Gör det samma för summans siffror, och talet man landat på bör vara det samma i bägge fallen. Nioproban för division utformades som *proba per crucem*, korstestet, eftersom uppställningen är som i ett kors.

$$\begin{array}{ccc} & \mathrm{b} & \\ \mathrm{a} & \mathbf{X} & \mathrm{c} \\ & \mathrm{d} & \end{array}$$

I figuren är a divisorns niorest, b dividendens niorest, c kvotens niorest och d nioresten av produkten av a och c plus restens niorest. Om b = d är det ganska sannolikt, dock inte helt säkert, att divisionen är rätt utförd, vilket sällan påpekades i räkneböckerna. Divideras till exempel 756 med 16, fås resultatet 47 och resten 4. Då resultatet provas med niotestet fås a = 7, b = 0, c = 2 och d = 0, vilket skulle tyda på att divisionen är rätt utförd.

Kexlerus’ *Arithmetica triplex* innehåller en lång rad exempel. Däremot förekommer inga bevis med hjälp av algebraiska symboler som vi är vana vid. Man framlägger endast mekaniska regler, så kallade kanon av olika slag, däribland


nunc exemplis variis illustranda,

I. Exemplum in quo cernitur omnium praeceptorum usus hoc esto:

1. Operatio. 77443683 (27040 1125/2864
2864
5728
20163
2. Operatio 2864
20048
3. Operatio 1156
2864
11568
4. Operatio 2864
11456
5. Operatio 1125 Hic numerus no-
2864 vus dividendus divi-
sore minor existit, undè post lunarem lineam pro quo-

Fig. 3.9: Kexlerus' exempel på division av 77443683 med 2864. Kvoten står till höger. Foto: J.S.

den tidigare anförda *regula pigri* eller latmansregeln, samt *canon totius et partium* (helheten och delarna) som i algebraisk form lyder

$$(a_1 + a_2)(b_1 + b_2) = a_1b_1 + a_1b_2 + a_2b_1 + a_2b_2.$$

En annan regel kallad *canon prostaphaeraticus* (från grekiskans ord för addition $\pi\rho\acute{o}\sigma\theta\epsilon\sigma\eta$ respektive subtraktion $\alpha\varphi\alpha\acute{\iota}\rho\epsilon\sigma\eta$) lyder

$$a(b_1 + b_2) = (a + b_2)b_1 + (a - b_1)b_2.$$

Också *regula de tri* framläggs såsom ett axiom. I stället för bevis ges bara tillämpningar:

> Två byggmästare uppför en byggnad gemensamt på 14 dagar. Den ena uppför byggnaden på 20 dagar. Hur länge tar det för den andra att uppföra den? Svar: Den andra uppför tre hus på 140 dagar eller ett hus på 46 och $\frac{2}{3}$ dagar.
>
> En kvarn med tre stenar mal på 12 timmar 18 volymmått på den första, 13 volymmått på den andra och 8 på den tredje stenen. Hur

länge tar det att mala 24 volymmått i kvarnen? Svar: 7 och $\frac{5}{13}$ timmar.

Man inser lätt hur användning av algebraiska uttryck och en definition av begreppet hastighet skulle ha underlättat förståelsen och därmed också inlärningen av denna typ av uppgifter. Det samma gäller alligations- och bolagsräkningen samt *regula falsi*, vilka presenteras som mekaniska räkneregler och bekräftas med hjälp av numeriska exempel. Resultaten erhålls såsom av ett mirakel. Bara i ett fåtal fall snuddar Kexlerus vid en rationell förklaring av den anförda metoden (Elfving, 1983).

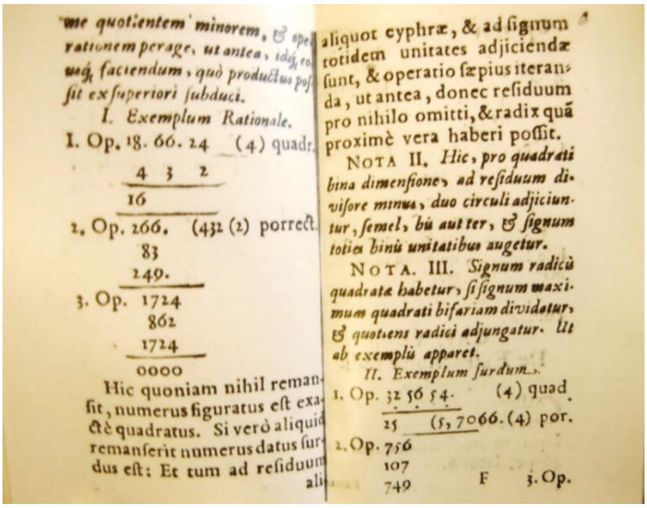
Den andra delen av Kexlerus' *Arithmetica triplex*, kallad *Geodaetica denaria*, handlar om olika mått inom den praktiska geometrin, d.v.s. lantmäteriet. Eftersom dessa mått är delade i tiondelar kallas denna typ av räkning för decimalräkning, *logistica denaria*. Decimalernas antal anges i en parentes efter talet, såsom 32 56 54 (4) = 32,5654. Decimalindelning av rymdmått var inte ännu genomförd, varför särskild försiktighet måste iakttas i tolkandet av talet. De vanliga räknesätten utförs i stort sett såsom för hela tal. Det samma gäller även utdragning av kvadratrötter. Exemplen kan indelas i rationella och så kallade stumma (latinets *surdum*) fall, som inte går jämnt ut. Figur 3.10 visar en sida i Kexlerus' *Logistica denaria*, där de olika faserna av två rotutdragningar av decimaltal finns angivna.

På vänstra sidan av uppslaget i bilden räknas $\sqrt{18,6624}$, vilket är exakt 4,32, på högra sidan $\sqrt{32,5654}$, vilket är ungefär 5,70661. Rotutdragningens faser är de samma som hus Ramus, d.v.s. den sökta kvadraten approximeras genom att successivt lägga till gnomontal.

I den tredje delen av Kexlerus' *Arithmetica triplex* kallad *Arithmetica astronomica sexagenaria* behandlas sexagesimalräkning med tal av formen

$$k_3 60^3 + k_2 60^2 + k_1 60^1 + k_0 60^0 + k_{-1} 60^{-1} + k_{-2} 60^{-2} + k_{-3} 60^{-3}.$$

Termerna utläses från vänster på följande sätt: *sexagenae tertiae* ($\mathrm{III}^{\mathrm{e}}$), *sexagenae secundae* (II^{e}), *sexagenae primae* (I^{e}), *horae, scrupula* (*minuta*) *prima, scrupula* (*minuta*) *secunda, scrupula* (*minuta*) *tertia.* För att konvertera ett tal till sexagesimalform divideras talet med 60, ända tills ett heltal mindre än 60 erhållits. Man behåller resten och multiplicerar den med 60 och fortsätter processen. För att uttrycka exempelvis en sjundedels dygn (12 342 s) i sexagesimalform divideras talet 12342 med 60 två gånger. Resultatet är 3 timmar, 25 minuter och 42 sekunder. Vidare är längden av ett julianskt år, d.v.s. ett medelår enligt den julianska kalendern (325 $\frac{1}{4}$ dygn), 31557600 sekunder, som betecknas kort 2 II^{e} 26 I^{e} 6 h.



*me quotientem minorem, & ope-
rationem perage, ut antea, idq; co
usq; faciendum, quò productus pos-
sit ex superiori subduci.*

I. Exemplum Rationale.

I. Op. 18. 66. 24 (4) quadr.

4 3 2

16

2. Op. 266. (432 (2) porrect.

83

249.

3. Op. 1724

862

1724

0000

Hic quoniam nihil reman-
sit, numerus figuratus est exa-
ctè quadratus. Si verò aliquid
remanserit numerus datus sur-
dus est: Et tum ad residuum
ali-

aliquot cyphræ, & ad signum
totidem unitates adjiciendæ
sunt, & operatio sæpius iteran-
da, ut antea, donec residuum
pro nihilo omitti, & radix quã
proximè vera haberi possit.

NOTA II. *Hic, pro quadrati
bina dimensione, ad residuum di-
visore minus, duo circuli adjiciun-
tur, semel, bis aut ter, & signum
toties binis unitatibus augetur.*

NOTA. III. *Signum radicis
quadratæ habetur, si signum maxi-
mum quadrati bifariam dividatur,
& quotiens radici adjungatur. Ut
ab exemplis apparet.*

II. Exemplum surdum.

1. Op. 32 56 54. (4) quad.

25 (5, 7066. (4) por.

2. Op. 756

107

749 F 3. Op.

Fig. 3.10: Två exempel på rotutdragning enligt Kexlerus. Foto: J.S.

Kexlerus' geometri

Geometria består av tre delar: *fundamentalis*, *trigonometrica* och *practica*. I den första, fundamentala, delen ges definitioner, axiom och förklaringar av geometrins begrepp. Geometrin delas upp i det materiellt instrumentella mätningsarbetet, d.v.s. geodesin, och det som endast sysselsätter intellektet, d.v.s. den abstrakta geometrin. Det som mäts kallas i enlighet med Ramus för storhet (*magnitudo*), som är en kontinuerlig storhet, vars delar knyts ihop av en gemensam gräns (*terminus*). Då storheter uppmäter lika mått kallas de symmetriska, då deras förhållande kan uttryckas i tal kallas de rationella, och då de placerade på varandra upptar exakt lika rum är de kongruenta. Härefter beskrivs begreppen linje, cirkel, spiral, oval, parallella linjer o.s.v. Vinkel definieras som en egenskap hos linjer som skär varandra; figur är ett objekt som avgränsas av linjer och vars delar kallas centrum, perimeter (omkrets), radie, diameter och höjd. Figurer kan generellt delas upp i mindre delar, utom i fall av trianglar, som betraktas som primära objekt.

Den andra delen av *Geometria*, kallad *Geometria trigonometrica*, består av tre böcker. I den första boken definieras storheterna *sinus rectus, sinus versus* och *sinus complementum*, se figur 3.11. Den förstnämnda "räta sinus" är den

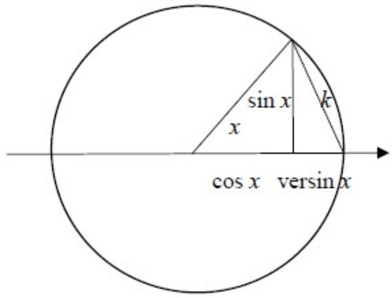


Fig. 3.11: Enhetscirkeln, de trigonometriska storheterna samt kordan k.

vanliga, nu brukade sinus, och den tredje är vad man nu förkortat kallar cosinus. Den andra, den ”omvända” eller ”bakvända” sinus, används inte längre. Den uppfyller regeln versin$x = 1 - \cos x$. Med *sinus totus* förstås $\sin 90°$ d.v.s. 1.

Härefter presenteras ett ”kanon” för beräknande av dessa storheter för en godtycklig rätvinklig triangel. Följande satser kommer då till användning:

1. Summan av kvadraten av *sinus rectus* och kvadraten av *sinus versus* av en vinkel x ger kvadraten av motsvarande kordas (*subtensa*) längd, vilket är det samma som dubbla *sinus rectus* för halva vinkeln i kvadrat. Uttryckt på trigonometriskt formelspråk är detta $\sin^2 x + \text{versin}^2 x = (2\sin(x/2))^2$.

2. Två gånger produkten av *sinus rectus* och *sinus complementum* av en vinkel ger *sinus rectus* för den dubbla vinkeln ($2\sin x \cos x = \sin 2x$).

3. Om kordan k (se bilden) för en vinkel är känd fås den trefaldiga vinkelns korda enligt en regel som motsvaras av uttrycket $3k - k^3$. Kexlerus ger ingen formel utan bevisar satsen geometriskt (Dahlbo, 1897). Exempelvis ser man ganska enkelt, att kordan som motsvarar en båge med vinkeln 60 grader har längden 1. Den tredubbla vinkeln är då 180 grader, och motsvarande korda har då längden 2. *Regula falsi* tillämpas härefter för att lösa tredjegradsekvationen för det omvända problemet, d.v.s. kordan motsvarande en tredjedel av en given vinkel.

4. Den femfaldiga vinkelns korda fås på samma sätt enligt en regel som motsvaras av formeln $5k - 5k^3 + k^5$. *Regula falsi* används igen för att lösa

femtegradsekvationen, d.v.s. kordan motsvarande en femtedel av en given vinkel.

5. Om två bågar avviker lika mycket från en båge x med vinkeln y, den ena så mycket större som den andra är mindre, kan följande räkneregler användas, uttryckta här för tydlighetens skull i algebraisk form:

$$\begin{aligned} \sin(y+x) - \sin(y-x) &= 2\sin x \cos y \\ \cos(y+x) - \cos(y-x) &= -2\sin x \sin y. \end{aligned}$$

Med hjälp av dessa regler, som inte bevisas, utarbetar Kexlerus slutligen en sinustabell. Egentligen är det frågan om en sinustabell multiplicerad med 10 000 000, eftersom han hänvisar till en cirkel med radien 10 000 000. Han utgår ifrån $\sin 30°$, som är exakt 5 000 000, och räknar med ovan framställda regler sinus av 15°, 5°, 1°, o.s.v. Sinus av en sekund blir på detta sätt ungefär 48,481, varifrån man igen går upp mot större vinklar ända upp till 10 minuter. För sinus och cosinus av övriga vinklar hänvisar Kexlerus till en mer omfattande regelsamling utarbetad av Regiomontanus. Gällande tangenter hänvisar han läsaren till Erasmus Reinholds (1511–1553) och gällande sekanter till Georg Joachim Rheticus' (1514–1574) tabellverk. Att Kexlerus hänvisar till dessa verk garanterar inte att han har ägt dem eller haft dem till handa, men troligen har han åtminstone sett dem under sin studietid i Uppsala eller i Holland.

För att lösa plana trianglar, såväl rätvinkliga som mer allmänna, framlägger Kexlerus fyra regler:

1. Vid upplösning av en rätvinklig triangel i en cirkel kan vilken som helst av sidorna, inte bara hypotenusan, användas som radie.

2. I en godtycklig triangel är förhållandet mellan varje sidas längd och sinus av motsvarande vinkel detsamma för varje sida. Detta är vad man i dag kallar sinussatsen. I beviset utnyttjas periferi- eller randvinkelsatsen: enligt *Elementa*, Bok III, Proposition XX (Strömer, 1753) är medelpunktsvinkeln till en cirkelbåge dubbelt så stor som en randvinkel till samma båge.

3. En alternativ formulering av sinussatsen, kallad tangentsatsen.

4. Cosinussatsen.

Inga formler överhuvudtaget ingår i presentationen och beviset av dessa satser, utan enbart geometriska resonemang.

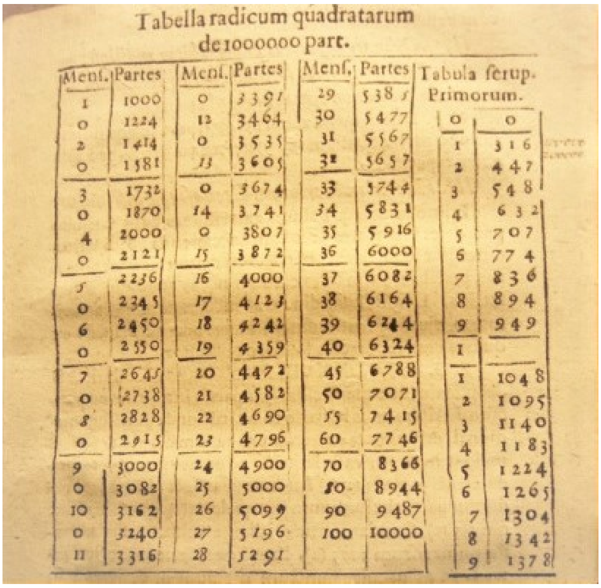


Tabella radicum quadratarum de 1000000 part.

Mens.	Partes	Mens.	Partes	Mens.	Partes	Tabula scrup. Primorum.	
1	1000	0	3391	29	5385	0	0
0	1224	12	3464	30	5477	1	316
2	1414	0	3535	31	5567	2	447
0	1581	13	3605	32	5657	3	548
3	1732	0	3674	33	5744	4	632
0	1870	14	3741	34	5831	5	707
4	2000	0	3807	35	5916	6	774
0	2121	15	3872	36	6000	7	836
5	2236	16	4000	37	6082	8	894
0	2345	17	4123	38	6164	9	949
6	2450	18	4242	39	6244	1	
0	2550	19	4359	40	6324	1	1048
7	2645	20	4472	45	6788	2	1095
0	2738	21	4582	50	7071	3	1140
8	2828	22	4690	55	7415	4	1183
0	2915	23	4796	60	7746	5	1224
9	3000	24	4900	70	8366	6	1265
0	3082	25	5000	80	8944	7	1304
10	3162	26	5099	90	9487	8	1342
0	3240	27	5196	100	10000	9	1378
11	3316	28	5291				

Fig. 3.12: Kexlerus' kvadratrotstabell. Kvadratroten ges av $1 \cdot 10^6$, $1,5 \cdot 10^6$, $2 \cdot 10^6$, $2,5 \cdot 10^6$ o.s.v. med 4 gällande siffror. Det är underförstått att samma tabell ger de tre första decimalerna av kvadratroten av 1, 1,5, 2, 2,5 o.s.v. Till höger ges kvadratroten av $0,1 \cdot 10^6$, $0,2 \cdot 10^6$, $0,3 \cdot 10^6$ o.s.v. Foto: J.S.

I den tredje boken av *Geometria trigonometrica* behandlar Kexlerus lösningen av sfäriska trianglar, d.v.s. trianglar vilkas sidor består av segment av storcirklar på en klotyta. En storcirkel är en på en klotyta uppritad cirkel, vars medelpunkt sammanfaller med klotets medelpunkt (exempel på Jorden är meridianerna och ekvatorn). Tillämpningarna av sfäriska trigonometrin finns framför allt inom astronomin och geodesin. Kexlerus' källa i denna del är matematikern och teologen Bartholomaeus Pitiscus (1561–1613). I sina trigonometriska tabeller som kompletterade Rheticus' arbeten var Pitiscus en av de första att använda decimalkomma. Från Pitiscus' verk *Trigonometriae sive de dimensione triangulorum libri V* (1608) hämtar Kexlerus fyra huvudregler – dessa kallar han likt Pitiscus för "axiom", även om han också bevisar dem – för upplösning av sfäriska trianglar, däribland sinussatsen, som är en generalisering av sinussatsen för plana trianglar, samt en motsvarande generalisering av cosinussatsen.

I den avslutande, praktiska delen av Kexlerus' *Geometria* behandlas mätning av avstånd i terrängen med tillämpningar inom lantmäteri samt slutligen vad man kallade stereometri, eller rymdgeometri, d.v.s. bestämning av kroppars volymer. Kexlerus beskriver först de behövliga instrumenten, såsom lantmätarstången, kvadranten (ett vinkelmätningsinstrument som uppmäter en kvartscirkel), lantmätarkedjan och Jakobsstaven (figur 3.6). Det sistnämnda instrumentet, som kan användas t.ex. för att bestämma himlakroppars höjd över horisonten, består av en lång stav som riktas mot objektet och en kortare förskjutbar tvärgående stav. Förklaringar och illustrationer av instrumentens användning har hämtats från Ramus' *Geometria*. Arean av rätlinjiga figurer bestäms med gängse regler: arean av en parallellogram är basen multiplicerad med höjden o.s.v., cirkelns yta i förhållande till kvadraten av diametern är som 11 till 14 (vilket ger värdet för $\pi \approx 3,1428$). Ovalens yta anges som ytan av en cirkel, vars diameter är medelvärdet av den största och minsta diametern, och sfärens yta ges som produkten av diametern och omkretsen. För att underlätta det praktiska räknearbetet företer Kexlerus ännu en kvadratrotstabell (fig. 3.12).

Kexlerus var som synes en skicklig men föga nyskapande matematiker. Omständigheterna i Åbo var förmodligen inte de allra fördelaktigaste med tanke på nya forskningsinsatser. Att hans uppgift att lära matematik inte heller har varit den lättaste vittnar ett utdrag ur konsistoriets protokoll (den 9 februari 1642):

> M[agister] Simon Kexlerus Mathes: Prof: beswärer sigh stoorligen, at hans auditores äre ganska försumlige at komma tilstädes; bleef gådt funnit, at han intimerar [= talar] och råder them, at thee låta see någhon diligentiam [= flit], wil thet icke hielpa, så må han tala ther om medh Procancellario, at Hans Ehr:t [*Ehrlaucht* = höghet] wille sökia medhel huru studiosi kunde til större flijt exciterade blifwa.

Kexlerus strävade som de flesta professorer till en bättre avlönad teologiprofessur, men fick nöja sig med den *matheseos*-professur han hade, eftersom han däri ansågs omistlig.

Petrus Laurbecchius' matematiska arbeten

Under sina sista år som lärare vid Kungliga Akademien assisterades Kexlerus av sin elev Petrus Laurbecchius (ursprungligen Becchius; 1628–1705), hemma från Gammalkil i nuvarande Linköping i Östergötland. Han disputerade i Åbo 1661 under Kexlerus' inseende med den tredelade avhandlingen *De circuli quadratura et vero mundi systemate, adversus Copernicum redivivum* (Om cirkelns kvadratur och det riktiga, anti-kopernikanska, världssystemet). Den tar avstamp i ett citat ur Bok 1, Kap. X, §37 av romaren Marcus Fabius Quintilianus' *Institutio oratoria* (Lärobok i talarkonst). Där sägs, angående geometriska felslut, att två figurer med lika omkrets inte nödvändigtvis har lika stor area, ty ytans storlek beror även på dess form. Laurbecchius var mycket beläst i matematik, aristotelisk filosofi och även klassiska språk, vilket hans förfinade och med grekiska citat fyllda text tyder på.

Avhandlingen börjar med en filosofisk översikt om matematiska bevisens natur och struktur. Bevisen delas upp i syntetiska och analytiska, vilka ord härleds från grekiskans *συνθετική* respektive *ἀναλυτική*. Om de förra bevisen sägs, att man utgår från kända grunder, såsom definitioner, postulat, axiom, eller också från det som tidigare visats. Om det senare heter det: ”Från det som sökes och det som kommer senare går man mot de tidigare och till grundprinciperna”. Laurbecchius jämför alltså dessa två metoder både sinsemellan och med den av Descartes introducerade metoden att söka sanningen genom att betvivla allt.

I det andra kapitlet behandlas isoperimetriska figurer, d.v.s. figurer med lika omkrets, för vilka gäller, enligt Clavius' *Geometria practica*, Bok 7, att de mer regelbundna månghörningarna har en större area än de mindre regelbundna. Ju större vinklar de har, desto större är de, och störst bland alla isoperimetriska figurer är cirkeln. I det tredje kapitlet behandlas det kopernikanska världssystemet, vars sanning försvarats i en avhandling kallad *Copernicus redivivus* (Den förnyade Kopernikus, 1653) av den tyske astronomen Daniel Lipstorp (1631–1684). Laurbecchius kritiserade starkt heliocentrismen och föredrog själv Tycho Brahes semikopernikanska modell (en slags kompromiss i vilken Solen kretsar kring Jorden, och planeterna kretsar kring Solen).

Därefter behandlas fyra geometriska problem:

1. Cirkelns kvadratur, eller försöket att konstruera en kvadrat med lika stor area som en given cirkel. Detta är vad man kallar kvadrering (areabestämning eller ”integrering”). Problemets historia och ett mekaniskt hjälpmedel som använts för dess lösning dryftas (*quadratrix*).

2. Att på samma bas som en oliksidig triangel konstruera en isoperimetrisk liksidig triangel.

3. Att för en given oliksidig triangel konstruera en parallellogram som är isoperimetrisk och lika stor som triangeln, då triangeln och parallellogrammen har ett gemensamt hörn.

4. Att konstruera en rektangel lika stor som och isoperimetrisk med en given månghörning.

Laurbecchius föreläste såsom extraordinarie professor i matematik efter Kexlerus' död och publicerade 1673 läroboken *Arithmetica generalis*, av vilken det finns bevarad bara en ofullständig kopia. Den är lika som ovannämnda avhandling ett grundligt arbete, som i någon mån distanserar sig från sina föregångares ramistiska arv. I förordet definierar Laurbecchius aritmetiken som

> ... vetenskapen om det beräkneliga (*numerabili*), i den mån något är beräkneligt. Andra har definierat Aritmetiken annorlunda, däribland på fyra följande felaktiga sätt. Således är Aritmetiken inte en konst (*ars*), såsom Ramus och hans anhängare uppfattar den, eftersom den inte utför eller efterlämnar ett arbete. Inte heller är den en systematisk konst (*systematice ars*), eftersom den inbegriper vissa regler, men den definierar inte dessa regler utan endast antar dem som givna. En del ser bara den praktiska aspekten i aritmetiken och kallar den för kunskapen att räkna rätt (*scientia bene numerandi*). En del beskriver den som vetenskapen om diskreta ting (*scientiam contemplans quantitatem discretam*) i mycket vid bemärkelse, en del som vetenskapen om tal.

Aritmetiken delar Laurbechhius vidare in i en generell och en speciell del: den förra delen är abstrakt och handlar om talteori, talsystem och olika slag av proportioner; den senare, konkreta, delen handlar om räkneoperationers utförande och logistik. I kapitel I sägs det råda oenighet huruvida enheten är ett tal eller bara en talteoretisk princip. Laurbecchius anser för sin del den förra synpunkten som såväl bekvämare som precisare. Härefter introduceras indelningen av tal i olika typer:

1. Fingertal (*numerus digitus*), fingerledtal (*numerus articulus*) och kombinerade tal (*numerus compositus*). De förstnämnda är talen 1 till 9, de följande av tiomultipler av de förra, d.v.s. 10, 20, 30, ..., 100, 1000 o.s.v., och de tredje är kombinationer av de föregående.

2. Primtal och sammansatta tal.

3. Relativa prima och relativa sammansatta tal.

4. Perfekta, defekta och ymniga tal, vilka definieras med exempel.

5. Heltal, bråktal och blandade tal.

6. Absoluta och relativa (kommensurabla och proportionella) tal.

Fig. 3.13: Den klassiska "Pythagoreiska" multiplikations- och divisionstabellen i Laurbecchius' *Arithmetica*. Foto: J.S.

7. Så kallade vanliga tal och figurtal, d.v.s. längdtal, kvadrattal, kubiska tal, bikvadrattal, solida tal, kvadratisk-kubiska tal o.s.v.

Proportionsläran behandlas i kapitel II. Proportionalitet, säger Laurbecchius, existerar av olika slag: aritmetisk, geometrisk och harmonisk. Som exempel på en harmonisk proportion ges talen 8, 12, 24, av vilka det tredje är tre gånger det första, och den mellersta är hälften av den tredje. Den harmoniska proportionen antyds förekomma rikligt i musiken, och Laurbecchius hänvisar härvid till bl.a. filosofen Boethius och Schöner. Därtill förklaras begreppen direkt, omvänd (reciprok), disjunkt och kontinuerlig proportionalitet. Kontinuerlig proportionalitet exemplifieras av den geometriska talföljden 1, 2, 4, 8, 16, 32, o.s.v., i vilken det geometriska medelvärdet av två angränsande tal är lika med det geometriska medelvärdet av det följande och det närmast föregående talet o.s.v. kontinuerligt åt bägge hållen.

Kapitel III behandlar aritmetikens praktiska del, talens beteckningar, olika talsystem och de fyra räkneoperationerna för dem.

Räknesätten addition, subtraktion (som Laurbecchius kallar *subduktion*), multiplikation och division, kan utföras både syntetiskt och analytiskt. Den syntetiska operationen utförs från höger till vänster, såsom i normal multiplikation och addition, den analytiska i motsatt riktning, såsom i normal division. I subtraktion gäller det att märka, att det tal man subtraherar från bör vara större än det tal man subtraherar. Negativa resultat ansågs inte meningsfulla och tydde på att man begått ett metodiskt fel någonstans.

I multiplikation förekommer två tal, multiplikatorn (*multiplicandus*) och multiplikanden (*multiplicans*), det förra är det som multipliceras och större av de två, den senare säger hur många gånger det förra skall adderas. Att multiplikationen är kommutativ sägs inte uttryckligen. Multiplikationstabellen, *Tabula Pythagoreicum* som den kallades, ges i en triangelform, se figur 3.13. Av analytiska räkneoperationer är divisionen den allom bekanta, och Laurbecchius genomför den på holländskt vis såsom Kexlerus. Han ger jämväl exempel på den syntetiska metoden genom division såsom upprepad subtraktion. Metoden går även under namnet innehållsdivision.

Som exempel på en syntetisk räkneoperation ger Laurbecchius divisionen 110592/32 som subtraktion från vänster:

Dividendus,	110592		145		179		192	Quotus unitat.
Divisor,	32		32		32		32	1
Subduct.	78		113		147		160	11
Operatio(1)	32	Op.(2)	32	Op.(3)	32	Op.(4)	32	111
	46		81		115		128	1111
	32		32		32		32	1111
	14		49		83		96	1111
			32		32		32	Summa 3456
			17		51		64	
					32		32	
					19		32	
							32	
							00	

Samma division låter sig utföras även andra vägen d.v.s. genom subtraktion från höger:

110592	Dividendus 1040	88	96	Quotus
32	Divisor 32	32	32	unitat.
(1)Oper. 560	(2)Oper. 1008	(3)Op. 56	(4)Op. 64	1
32	32	32	32	11
528	976	124	32	111
32	32	32	32	1111
496	944	92	00	1111
32	32	32		1111
464	912	6		Summa 3456
32	32			
432	88			
32				
40				

Den senare operationen är svåröverskådligare och fordrar större uppmärksamhet, eftersom man ibland är tvungen att låna från dividendens större tiotal. Gemensamt för dessa metoder är att man inte behöver kunna multiplikation.

I bokens fjärde kapitel behandlas räkning med bråk, korsvis multiplikation, förlängning och förkortning. Division presenteras som multiplikation med det omvända talet. Divideras t.ex. 12/13 med 3/5 lägger man först märke till att täljaren 3 i divisorn går fyra gånger upp i dividendens täljare 12. Multipliceras divisorns nämnare 5 med detta tal fås 20. Operationen betecknas

$$\frac{12}{13} \text{ X } \frac{3}{5} \Big(\frac{20}{13}$$

De gemensamma multiplarna kan förkortas under operationen, såsom följande division av 4/15 med 20/21 utvisar:

$$\begin{array}{ccccc} 1 & & 5 & & \\ \frac{4}{15} & \text{X} & \frac{20}{21} & \Big(& \frac{7}{25} \\ 5 & & 7 & & \end{array}$$

I kapitel V behandlas räkning med blandade tal, d.v.s. tal med olika enheter. Vid räkning med t.ex. penningar är det lättast att allra först förvandla dem till den minsta enheten, och efter operationen gå tillbaka till de större enheterna. Förhållandet mellan olika sorter var den här tiden inte alltid ett jämnt tiotal. Härefter introduceras reglerna för *logistica denaria* eller decimalräkning. Antalet decimaler anges i en cirkel eller parentes efter talet parallellt med ett komma-tecken inskrivet mellan siffrorna. Till slut förklaras räkning med sexagesimaltal för astronomiskt bruk.

I ett räkneexempel tillämpar Laurbecchius sexagesimalsystemet för att uttrycka årets längd som ”6 *sexagenas primas* & 5 *dies*”, eller 6 gånger 60 och 5 dygn. För att beräkna Solens årliga förskjutning under ett år måste detta tal multipliceras med den dagliga rörelse som är ungefär en grad, mer bestämt 59 minuter, 8 sekunder, 19 60-delssekunder och 48 3600-delssekunder (detta värde ges av Laurbecchius). Laurbecchius räknar enligt följande uppställning:

		I	II	III	IV	
		59.	8.	19.	48.	
				x		
				6.	5.	D
	4.	0.	1.	4.	0.	
		55.	40.	35.		
5.	0.	1.	4.	48.		
	54.	48.	54.			
I:ae	0	I	II	III	IV	
5.	59.	45.	40.	27.	0	

Solens årliga gång är alltså vinkeln 5 gånger 60 plus 59 grader, 45 minuter, 40 sekunder och 27 60-delar.

Proportionsläran behandlas i kapitel VI med exempel, såsom detta: En källa är förbunden med två rör. Det större röret fyller en behållare på fyra timmar, det mindre tömmer densamma på elva timmar. Hur fort fylls behållaren? Uppställning:

Behållare:	1	1	11	4	7
Timmar:	4	11	44	44	44

Svar: behållaren fylls 7 gånger på 44 timmar eller en gång på 44 sjundedels timmar.

Rotutdragningen gör Laurbecchius lika som Kexlerus, och för kvadratrotens del ges också delvis samma exempel. Genom en liknande uppställning beräknas kubikroten $\sqrt[3]{91,489986216} = 4{,}506$. Man ser att den sökta roten bör finnas mellan fyra och fem, eller mellan kubikroten av 64 och 125. Den resterande biten söks successivt genom att addera tre stycken rätblock, vart och ett med volymen x^2, ett annat block av storleken 4×4 och tjockleken x, och slutligen en kub med volymen x^3. Den obekanta löser man i praktiken med stegvisa tillskott, inte som en tredjegradsekvation, såsom man skulle göra i dag.

Till slut redogörs för varianter av *regula de tri, regula societatis* och *regula falsi*, som illustreras med klassiska exempel tagna från utländska läroböcker:

1. Fem poeter har donerat guldet till en staty av Pallas Athene. Kariseus gav hälften, Thespias en åttondel, Solon en tiondel, Themison en tjugondel av guldet. Aristodikus donerade 9 talenter (en gammal viktenhet). Hur mycket guld behövdes för statyn allt som allt? Genom addition konstaterar man att den andel som saknas är $\frac{9}{40}$, vilket motsvaras av Aristodikus' 9 talenter. Hela statyn väger således 40 talenter.

2. Hjälten Hercules skulle räkna kung Augeas boskap. På frågan, var boskapen befann sig, svarade kungen, att hälften betade vid floden Alpheus, en åttondel vid Saturni höjd och en tiondel vid Taraxippus sten, en tjugondel i Elis och en trettiondel i Arkadien. Återstående 50 djur betade fritt för sig själv. Hur stor boskapshjord hade Augeas allt som allt? Genom addition konstaterar man att den del som saknas för en helhet är $\frac{5}{24}$, som motsvaras av de 50 fritt betande djuren. Helheten utgör således 240 djur.

3. En lärare tillfrågades hur många elever han hade. Han svarade: om antalet ökades med hälften och därav minskades med en fjärdedel får man 450. Hur många elever hade läraren? Enligt *regula falsi* man gissar på ett tal, låt oss säga 24 och lägger till hälften. Av resultatet 36 tas en fjärdedel bort, varvid 27 återstår. Således förhåller sig det sökta talet till 450 som 24 förhåller sig till 27. Med *regula de tri* fås svaret 400.

Dessa exempel återkommer med obetydliga variationer i samtida räkneböcker utgivna i Europa. Om Laurbecchius' lärobok kan ändå sägas, att den till sitt grepp är mera systematisk och i så måtto mera vetenskaplig än Kexlerus'. Att man hänvisar till den i flera disputationer (Dahlbo, 1897) tyder på att den ansågs förjänstfull. Genom att mångsidigt vända på de olika räknesätten skisserar Laurbecchius en generell algebraisk metod, dock utan att ta steget fullt ut till användning av symbolspråk. Lösningsreglerna förblir däremd de samma som hos föregångarna.

Laurbecchius skrev också verket *Canon sexagenarius* som ett appendix till Kexlerus' *Arithmetica vulgaris contracta* samt *Almanack til Linköpingz horizont* för år 1663. Han fortsatte att föreläsa i matematik efter Kexlerus' död men avböjde den till honom erbjudna ordinarie professuren. I stället fortsatte han som professor i poesi. 1688 gick han över till den teologiska fakulteten och blev 1696 utnämnd till biskop i Viborg, där han avled.

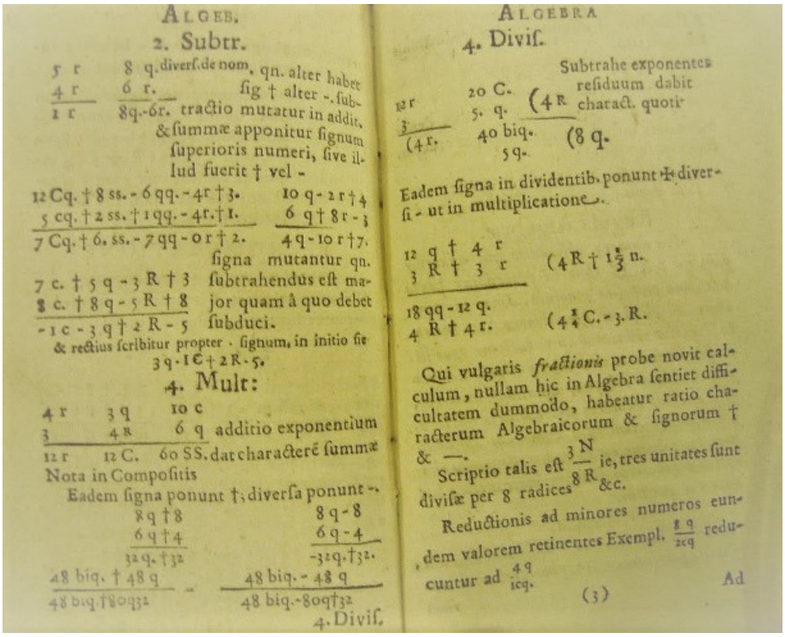
Johan Flachsenius och Sven Dimberg

Simon Kexlerus' egentliga efterträdare som ordinarie professor i matematik var hans elev Johan Flachsenius (1636–1708), född i Mähkärlä by i Vemo (fi: Vehmaa). Dennes äldre broder Jakob (1633–1694) var professor i logik och metafysik i Åbo. Bägge bröderna var teologer, kända för sin nit och renlärighet. Jakob Flachsenius' son, Jakob d.y., blev lektor i Växjö skola och lärare bl.a. till den unge Carl Linnaeus.

Johan Flachsenius verkade som professor i matematik i Åbo åren 1669–1692, varefter han likt Laurbecchius bytte till den teologiska fakulteten. Om hans pro gradu -avhandling och eventuella studieresor är inget känt. Han utgav sitt mest betydande astronomiska verk *Epitome gnomonicae, mechanicae, arithmeticae denariae et calculi pro loco cometae obtiendo* (En kort beskrivning av tideräkning, mekanik, decimalaritmetik och kalkyler för att erhålla kometers läge, 1695) kort efter det han tillträtt professuren i teologi. Det kan ha varit ett sammandrag av de föreläsningar han hållit. Tideräkningen förklaras utförligt och mekaniken belyses med några enkla maskiner, bl.a. hävstången, blocket, hjulet, kilen, skruven samt tillämpningar av dessa, såsom uret.

I verket ägnas särskild uppmärksamhet åt den komet som hade upptäckts 1680. Kometen, vars moderna kodnamn är C/1680 V1, var ovanligt ljusstark och hade en lång svans. Dess bana användes av Isaac Newton för att bekräfta Keplers lagar för himlakroppars periodiska bana runt Solen. Den observerades av Flachsenius den 23 december 1680 kl. 4 på eftermiddagen, då dess position befanns vara 43° 30 min. från stjärnan Vega (Lucis Lyrae) och 33° 20 min. från stjärnan Markab (α Pegasi). De två fixstjärnorna placerades på en klotyta tillsammans med kometen och trianglarnas sidor bestämdes med hjälp av sfärisk trigonometri. Kometens latitud beräknades då vara 24° 17 min. Flachsenius iakttog kometen även den 16 december och fick då latituden 29° 18 min. och longituden 14° 36 min. Av dessa punkter beräknades kometens rörelse med lineär extrapolering. Kometens lutningsvinkel mot ekliptikan befanns vara 29° 18 min.

Verket innehåller också en redogörelse – den första i Finland, låt vara mycket kort – för symbolisk algebra. I denna redogörelse, kallad *Algebrae compendium*, behandlas figurtal och hur ekvationer ställs upp. Man betecknar talen N (*nume-*



ALGEB.
2. Subtr.
5 r 8 q. diverſ. de nom. qn. alter habet
4 r 6 r. ſig † alter -. ſub-
1 r 8q.-6r. tractio mutatur in addit.
& ſummæ apponitur ſignum
ſuperioris numeri, ſive il-
lud fuerit † vel -
12 Cq. † 8 ss. - 6 qq. - 4 r † 3. 10 q - 2 r † 4
5 cq. † 2 ss. † 1 qq. - 4 r. † 1. 6 q † 8 r - 3
7 Cq. † 6. ss. - 7 qq - 0 r † 2. 4 q - 10 r † 7.
ſigna mutantur qn.
7 c. † 5 q - 3 R † 3 ſubtrahendus eſt ma-
8 c. † 8 q - 5 R † 8 jor quam à quo debet
- 1 c - 3 q † 2 R - 5 ſubduci.
& rectius ſcribitur propter - ſignum, in initio ſic
3 q - 1 C † 2 R - 5.
4. Mult:
4 r 3 q 10 c
3 4 R 6 q additio exponentium
12 r 12 C. 60 SS. dat characterē ſummæ
Nota in Compoſitis
Eadem ſigna ponunt †; diverſa ponunt -.
8 q † 8 8 q - 8
6 q † 4 6 q - 4
32 q. † 32 -32 q. † 32.
48 biq. † 48 q 48 biq. - 48 q
48 biq. † 80 q 32 48 biq. - 80 q † 32
4. Diviſ.

ALGEBRA
4. Diviſ.
Subtrahe exponentes
residuum dabit
charact. quoti-
12 r 20 C. (4 R
3 5. q.
(4 r. 40 biq. (8 q.
5 q.
Eadem ſigna in dividentib. ponunt † diver-
ſi - ut in multiplicatione.
12 q † 4 r
3 R † 3 r (4 R † 1 1/3 n.
18 qq - 12 q.
4 R † 4 r. (4 1/4 C. - 3. R.
Qui vulgaris fractionis probe novit cal-
culum, nullam hic in Algebra ſentiet diffi-
cultatem dummodo, habeatur ratio cha-
racterum Algebraicorum & ſignorum †
& —.
Scriptio talis eſt 3 N / 8 R ie, tres unitates ſunt
diviſæ per 8 radices &c.
Reductionis ad minores numeros eun-
dem valorem retinentes Exempl. 8 q / 2 cq redu-
cuntur ad 4 q / 1 cq.
(3) Ad

Fig. 3.14: Subtraktion, multiplikation och division av figurtal i Flachsenius' *Algebrae compendium.* Foto: J.S.

rus, tal), R (efter *radix*, rot, eller första potens av den obekanta storheten), Q (*quadratus*, eller andra potens av R), C (*cubus*, eller tredje potens av R) o.s.v., med en given geometrisk tolkning. Algebrans regler är:

1. I stället för den obekanta skrivs $1R$, med vars hjälp man ställer upp ekvationen enligt uppgiften.

2. Ekvationen förenklas så vida möjligt.

3. Alla termer divideras med det tal som multiplicerar den största obekanta.

4. Om den obekanta inte är det sökta talet självt, bör en rot utdragas enligt talets karaktär. Regeln gäller således ekvationer av typ $ax^n = b$.

Härefter förklaras hur man hyfsar "algebraiska tal", det vi kallar polynom (fig. 3.14). Som exempel på behandling av bråk ges uttrycken

$$\frac{4R+20}{1R+5} \ \& \ \frac{3q-10R}{12},$$

vilka görs liknämniga genom förlängning

$$\frac{48R+240}{12R+60} \ \& \ \frac{3c+5q-50R}{12R+60}.$$

Som synes förekom redan + och − tecknen, däremot inte likhetstecknet, även om det hade introducerats 1557 av engelsmannen Robert Recorde. De konstanta koefficienterna är också utan undantag tal, inte bokstäver, som i allmänhet hos Viète och Descartes.

Flachsenius belyser den algebraiska metoden med sex aritmetiska och sju geometriska exempel. En av de enklare uppgifterna ser ut så här: En person testamenterade 2625 Gulden åt sin hustru, son och dotter. Sonen skulle få dubbelt så mycket som modern, som skulle få dubbelt så mycket som dottern. Hur mycket fick var och en? I lösningen sättes $1R$ för dotterns summa, varvid modern får $2R$ och sonen $4R$. Tagna tillsammans är ”$7R$ *aequalis 2625 aureis*”, eller $1R$ lika med 375 Gulden. Modern får således 750 och sonen 1500 Gulden.

Ett av de av Flachsenius givna geometriska exemplen låter sig dock inte reduceras till den anförda algebraiska regeln. Exemplet lyder: I en halvcirkel med diametern 20 fot uppritas från diametern en 8 fot lång perpendikel till cirkelbågen (fig. 3.15). Nu frågas, på vilket sätt delas diametern av perpendikeln? Delarna betecknas $1R$ och $20-1R$. Den rätvinkliga triangeln delas därmed upp i två mindre rätvinkliga trianglar, som lätt konstateras vara likformiga. Nu måste enligt proportionsläran i Euklides’ *Elementa* (Bok 6, Prop. XVII) $1R$ gånger $20-1R$ vara lika med 82. Således kommer man fram till andragradsekvationen $1q$ *aeq.* $20R-64$, som löses på följande sätt: Hälften av den obekantas koefficient tas i kvadrat, konstanten subtraheras och av återstoden tas kvadratroten, som läggs till eller subtraheras från hälften av den obekantas koefficient. Resultatet är att $1R$ är lika med 4 eller 16. Vissa detaljer i Flachsenius’ beskrivning av sin metod gav Elfving (1983) anledning att förmoda, att Flachsenius inte riktigt själv förstått lösningen. Också Dahlbo (1897) antog något liknande. Man kan därför anta att uppgiften och dess lösningsmetod härstammar från någon utländsk lärobok.

I de inalles 18 akademiska avhandlingar som utgavs under Flachsenius’ presidium är det matematiska innehållet magert, och inga egentliga nyheter eller nyskapande insatser förekommer (Dahlbo, 1897). Avhandlingen *Mare aeneum*

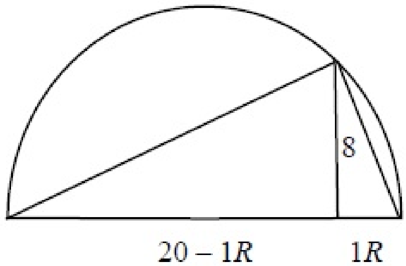


Fig. 3.15: Det geometriska exemplet i Flachsenius' *Algebrae compendium.*

Salomoneum (1691)[7] kan nämnas som ett tidstypiskt exempel på biblisk matematik. Ämnet för avhandlingen är "kopparhavet" i Salomons tempel, en bassäng som enligt 1. Konungaboken 7:23 "var tio alnar från den ena kanten till den andra, runt allt omkring, och fem alnar högt; och ett trettio alnar långt snöre mätte dess omfång". Det här skulle enligt författaren förstås så, att "havet" inte var cirkelrunt utan sexkantigt med formen av en liljeblomma (fig. 3.16). Dessutom tadlades filosofen Benedictus Spinoza (1632–1677), som utgående från detta fall försökte visa att Bibeln inte bör förstås bokstavligt, för stupiditet. Från den givna omkretsen och diametern, sägs det i avhandlingen, borde Spinoza själv ha bort inse, att havet måste ha varit sexkantigt.

I avhandlingen ges också olika approximationer för enhetscirkelns halva omkrets, d.v.s. talet π. Det konstateras att Arkimedes uppgav dess övre gräns som 22 : 7, John Napier (1550–1617) uppskattade den mellan 1561 : 497 och 1562 : 497 och Ludolph van Ceulen (1540–1610) som 3 141 592 653 589 : 10^{12}. Avhandlingen avslutas med tio korta aforismer. Den fjärde aforismen påminner läsaren: Huruvida Jorden rör sig eller står stilla kan astronomin inte utan risk för antilogi (felslut) uttala sig om. Den tionde säger: En klok man bör inte vara svartsjuk på sin hustru.

Då Flachsenius var i färd att byta professur till den teologiska biträddes han i undervisningen av Sven Dimberg (1661–1731), en prästson från Sunnersberg i nutida Lidköping. Efter sin andra disputation i Uppsala 1685 hade Dimberg företagit en studieresa till utlandet. Vid hemkomsten 1688 blev han utnämnd till extraordinarie professor i matematik i Åbo för att 1690 bli ordinarie professor i

[7] Det kan noteras att avhandlingens respondent var Georg Ståhlberg, anfader till republiken Finlands första president K. J. Ståhlberg.

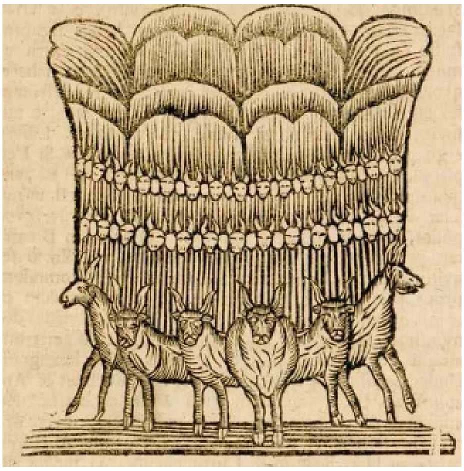


Fig. 3.16: Det rätta utseendet av kopparhavet i Salomons tempel enligt Johan Flachsenius och Georg Ståhlberg (1691).

matematik vid Dorpats universitet. Där införde han enligt föreläsningskatalogen för läsåret 1694 något av Newtons teorier i undervisningen. Efter 1706 bytte han tjänst och blev assessor i det svenska Livlands hovrätt. Han adlades med namnet Dimborg.

Angående Dimbergs undervisning i Åbo för läsåret 1689–1690 står det i föreläsningskatalogen, att han skulle föreläsa om geometri och statik, samt vid önskemål, privat om geografi (Dahlbo, 1897). Före sin flyttning till Dorpat hann han presidera för endast en avhandling, *Proxeneta danistico-logisticus* (Räntemäklingsmatematik, 1690; respondent Johan Falck), som synbarligen var skriven av honom själv. Den handlar om diskontering, alltså beräkning av ett penningvärde bakåt i tiden med hänsyn till en given räntesats, och tar avstamp i en publikation i *Acta eruditorum* (1683) av Gottfried Wilhelm Leibniz.

Avhandlingens tre sektioner är: 1) definitioner av begrepp, 2) hypoteser angående regler vid utlåning, och 3) propositioner. Den första propositionen säger: Om den lagliga räntan är 5 procent, eller en tjugondel av kapitalet, är värdet av enheten återbetalad ett år på förhand

$$\frac{1}{1} - \frac{1}{20} + \frac{1}{400} - \frac{1}{8000} + \text{etc.}$$

eller allmännare, om $1/V$ betecknar räntan,

$$\frac{1}{1} - \frac{1}{V1} + \frac{1}{V2} - \frac{1}{V3} + \frac{1}{V4} - \frac{1}{V5} + \text{etc. in infin.}$$

Här skall $V1$, $V2$, $V3$ o.s.v. förstås som V^1, V^2, V^3. Det här är första gången potenser förekommer i en avhandling i Finland och den typografiska beredskapen var inte den bästa. Beteckningen av potens som en exponent (liten upphöjd siffra) hade införts av Descartes i verket *La Géométrie* (1637). Också summan av den geometriska serien

$$1 - \frac{1}{a} + \frac{1}{a^2} - \frac{1}{a^3} + \cdots = \frac{a}{a+1},$$

förekommer här för första gången i Finland.

Utsagan förklaras på följande sätt (sammantaget ur det latinska originalet): Om någon är skyldig att betala mig en helhet om ett år, men betalar det nu, är jag med fem procents ränta om ett år skyldig att betala denna person $1/20$ av helheten. Om personen betalar $1 - 1/20$ nu, är han om ett år skyldig att betala mig $1/400$ av helheten. Om han betalar $1 - 1/20 + 1/400$ nu måste jag om ett år betala honom $1/8000$ o.s.v. Detta ger upphov till den oändliga serien, som gäller för räntan $1/V$ i allmänhet.

Den andra propositionen i Dimbergs avhandling lyder:

$$\frac{V}{V+1} = \frac{1}{1} - \frac{1}{V1} + \frac{1}{V2} - \frac{1}{V3} + \frac{1}{V4} - \frac{1}{V5} + \text{etc.}$$

Dimberg ger beviset: Sätt $V = 20$, varvid $V/(V+1) = 20/21$. Högra membrum multiplicerad med 20 ger då

$$20 - \frac{20}{20} + \frac{20}{400} - \frac{20}{8000} + \frac{20}{16000} - \frac{20}{320000} + \text{etc.}$$

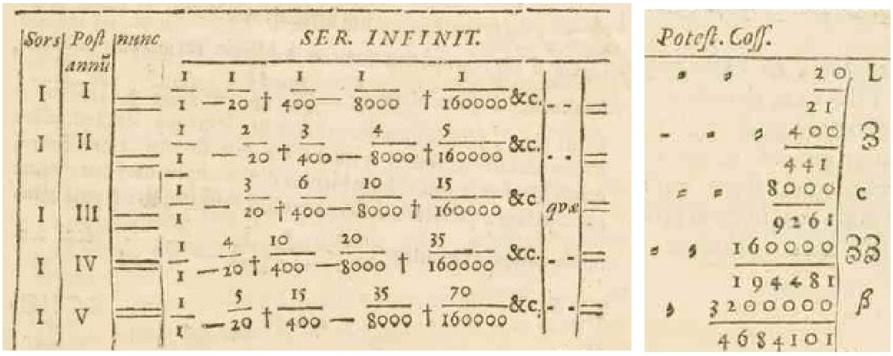
När detta adderas med den ursprungliga serien

$$1 - \frac{1}{20} + \frac{1}{400} - \frac{1}{8000} + \frac{1}{16000} + \text{etc.}$$

tar seriernas termer parvis ut varandra och kvar blir endast 20.

I den fjärde propositionen sägs att om helheten förfaller till betalning om två år är dess närvarande värde (med nutida beteckningar av högre potenser)

$$= \frac{1}{1} - \frac{2}{V} + \frac{3}{V^2} - \frac{4}{V^3} + \text{etc.}$$



Sors	Post annu	nunc	SER. INFINIT.	
I	I	=	$\frac{1}{1} - \frac{1}{20} + \frac{1}{400} - \frac{1}{8000} + \frac{1}{160000}$ &c. - -	=
I	II	=	$\frac{1}{1} - \frac{2}{20} + \frac{3}{400} - \frac{4}{8000} + \frac{5}{160000}$ &c. . .	=
I	III	=	$\frac{1}{1} - \frac{3}{20} + \frac{6}{400} - \frac{10}{8000} + \frac{15}{160000}$ &c qvæ	=
I	IV	=	$\frac{1}{1} - \frac{4}{20} + \frac{10}{400} - \frac{20}{8000} + \frac{35}{160000}$ &c. - -	=
I	V	=	$\frac{1}{1} - \frac{5}{20} + \frac{15}{400} - \frac{35}{8000} + \frac{70}{160000}$ &c. - -	=

Potest. Coff.	
$\frac{20}{21}$	L
$\frac{400}{441}$	B
$\frac{8000}{9261}$	c
$\frac{160000}{194481}$	BB
$\frac{3200000}{4684101}$	β

Fig. 3.17: Nuvärden beräknade efter 1 . . . 5 år i serier (till vänster) och slutna uttryck $V^n/(V+1)^n$ med räntan 5 % (till höger).

Förklaringen följer samma mönster som för den första propositionen: Om Sejus är skyldig att betala Maevius en helhet om två år, men betalar det i stället nu, är Maevius med fem procents ränta om två år skyldig att betala honom två gånger 1/20 av helheten. Men om Sejus i stället betalar $1 - 2/20$ nu, är han skyldig att betala Maevius 1/400 för det första och 2/400 för det andra året. Om Sejus betalar $1 - 1/20 + 3/400$ nu måste Maevius i sin tur betala Sejus 4/8000 o.s.v.

Resonemanget generaliseras härefter för ett godtyckligt antal år upp till 15, dock alltid med bibehållande av räntan på 5 procent. I serien som motsvarar två års nuvärde märker man att koefficienterna är naturliga tal, d.v.s. 1, 2, 3, 4 . . . I serien som motsvarar nuvärdet för tre år utgörs koefficienterna av triangeltalen 1, 3, 6, 10 o.s.v. För fyra år är motsvarande tal så kallade pyramidtal, 1, 4, 10, 20 o.s.v., sedan kommer vad som kunde kallas ”triangel-triangeltal”, 1, 5, 15, 35 o.s.v. Författaren kallar dem gemensamt figurtal, *numeri figuratis*, men påpekar att den berömda Leibniz, till följd av deras användning i kombinationsläran, även kallade dem kombinationstal, *numeri combinatorios*. Triangeltalen, pyramidtalen o.s.v. utgörs av en speciell diagonal i Pascals triangel, men de fås även från binomialteoremet.

I den femte propositionen visas att seriernas värden förhåller sig som $V/(V+1)$. Till slut ges en tabell för kapitalets nuvärde för en period på 40 år (fig. 3.17). Det sista uträknade nuvärdet om 40 år är 0,14205 av kapitalet, där alla gällande decimaler är korrekta. För att förenkla den komplicerade uträkningen säger sig

Dimberg ha använt logaritmer, d.v.s. regeln

$$\log\left(\frac{V}{V+1}\right)^n = n\log\left(\frac{V}{V+1}\right)$$

När logaritmen för $V/(V+1)$ är känd fås logaritmen för $(V/(V+1))^n$ genom multiplikation. Vilken logaritmtabell Dimberg använt sig av framgår inte i avhandlingen, men basen har utan tvivel varit den Briggska (10).

Magnus Steen och Lars Tammelin

Flachsenius' efterträdare som professor i matematik var Magnus Steen (1655–1697). Han härstammade från Helsingfors, där hans fader uppges ha varit handlande. Företalet i hans disputation *Theoremata nonnulla mathematica* (Några matematiska teorem, 1682), försvarad under Flachsenius presidium, ger en vink om att han troligen genomgått Viborgs gymnasium före sin universitetsutbildning i Åbo. Disputationen behandlar fem påståenden inom fyra olika områden, nämligen aritmetik, geometri, geografi och astronomi: 1) Att enheten är ett tal kan motiveras rationellt, 2) att kvadraten av hypotenusan i en rätvinklig triangel är lika med summan av kateternas kvadrater, 3) att Jordens form är en sfär, 4) att Solens deklination kan bestämmas på vilken del av ekliptikan som helst, och 5) att man från Solens deklination och polhöjd kan bestämma skillnaden i stjärnornas rektascension på en given plats på ekliptikan.

De två första påståendena är till sin natur rent matematiska. Det första påståendet ansluter sig till en långlivad debatt huruvida enheten (*unitas*) kan kallas för tal. Sex olika motiveringar ges för att så är fallet: 1) Vad som helst som är numrerbart måste vara ett tal, alltså också enheten. 2) Diskreta kvantiteter är tal, och enheten är diskret, alltså ett tal. 3) Det man kan räkna med i alla slags ting (*species*), d.v.s. addera och subtrahera, är ett tal. Det gäller även enheten, som således är ett tal. 4) All mångfald (*multitudo*) består av tal, så också enheten. 5) Det som är en del av ett mångfaldigt tal är ett tal, och sådan är också enheten. 6) Det vars delar är ett tal, är själv ett tal, och sådana är också enhetens delar. Steen hänvisar här till aritmetikböcker av Laurbecchius, Ramus och Kexlerus. Dessutom nämns Aristoteles' *Metaphysica* och den tyske teologen och filosofen Johann Heinrich Alsteds (1588–1638) storverk *Scientiarum omnium Encyclopaediae* (1630), särskilt dess andra del och fjortonde bok, som handlar just om aritmetik. Det andra påståendet är det bekanta Pythagoreiska teoremet som upplöses på samma sätt som i Euklides' *Elementa* (fig.

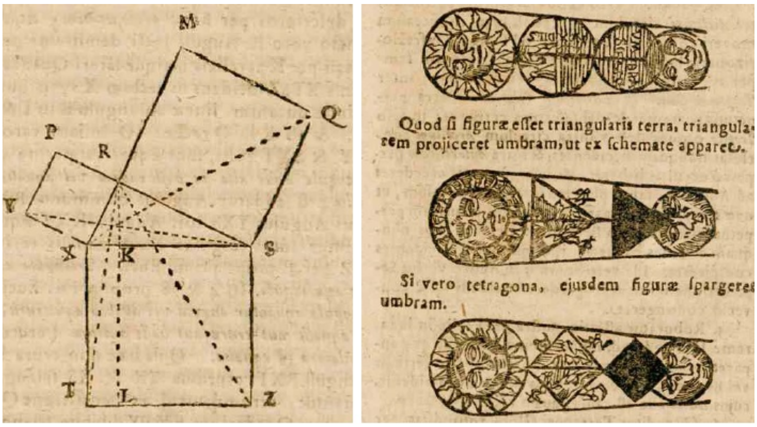


Fig. 3.18: Till vänster Magnus Steens bevis av Pythagoras' sats enligt Euklides' *Elementa* (Bok I, Prop. XLVII). Till höger motiverar han Jordens klotform med att Jordens skugga på Månen under en månförmörkelse är en cirkel, inte en triangel eller fyrkant. Samma argument hade använts av Sigfrid Aron Forsius.

3.18). Beviset vilar väsentligen på likformigheten av trianglarna XSQ och RSZ respektive YXS och RXT. Steen hänvisar här till Euklides, Ramus och Alsted.

Magnus Steen verkade som professor i bara fem år. Någon lärobok i matematik hann han inte författa men däremot nog presidera över sex disputationer, varav de flesta hade astronomiskt innehåll, däribland jämförelser mellan det ptolemaiska (geocentriska) och det kopernikanska (heliocentriska) världssystemet. Även det semikopernikanska systemet som framlagts av Tycho Brahe omtalas i en av avhandlingarna. Frågan avgjordes dock inte entydigt vare sig åt det ena eller det andra hållet, även om det kopernikanska systemet föreföll mer överensstämmande med astronomiska data. Enligt Kallinen (1995) är Steen den förste kopernikanen i Finland. Så kan det åtminstone förefalla då han jämförs med sina föregångare och efterträdare i professuren för matematik. Frågan om världssystemet var då av renlärighetsskäl ytterst känslig, och att ta ställning kunde få ödesdigra konsekvenser.

Avhandlingen *Exercitatio philosophica theoremata nonnulla mathematica* (En filosofisk övning i några matematiska teorem, 1695; respondent Gabriel Forssteen) har delvis matematiskt innehåll. I arbetets första moment redogörs för aritmetiska och geometriska talföljder och deras tillämpning i ränteräkning. Exemplet är följande: en person lånar 500 Gulden med en ränta som fördubblar kapitalet på 100 månader. Hur mycket måste han betala tillbaka efter 4 år? Problemet löses med den gyllene regeln: Om 100 månader inbringar 500 Gulden i ränta, betyder det 60 Gulden på 12 månader. Ränta på ränta ger sålunda efter 48 månader 784 Gulden. Här har författaren varit inkonsekvent i det att han räknat ut räntan för hundra månader utan att räkna in räntan i kapitalet för varje månad. Om så görs skulle slutsumman för 48 månader bli endast 697 Gulden.

I avhandlingens andra moment påpekas aritmetikens betydelse för geometrin. Man betraktar en triangel med sidorna $a = 13, b = 14$ och $c = 15$ och frågar efter områdets area. Triangeln satisfierar inte Pythagoras' sats och är således inte rätvinklig. I ett skriftligt förfarande beskrivs vad som i själva verket är Herons formel för finnandet av en triangels area. Formelns idé härrör ursprungligen från Arkimedes och uttrycker triangelns area som

$$\Delta = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)} \qquad \text{där} \quad s = \frac{1}{2}(a+b+c).$$

Resultatet i det aktuella fallet är 84. I den andra uppgiften frågas hur höjden av ett föremål såsom ett kyrktorn kan beräknas då man känner till dess skuggas längd.

Magnus Steen efterträddes i matematikprofessuren av lektorn i Åbo katedralskola Lars Tammelin (1669–1733), latiniserat Laurentius Gabrielis Tammelinus. Han kom från en lärd finsk prästsläkt: fadern Gabriel Tammelin (1641–1698) var kyrkoherde i Lojo och en samlare av finska ordspråk. Farfadern Lars Petterson eller Laurentius Petri Aboicus (1605–1671) var kyrkoherde i Tammela och utgav bl.a. Finlandskrönikan *Ajan tieto Suomenmaan menoist ja uscost* (1658). Också Lars Tammelin prästvigdes och blev biskop i Åbo.

Eftersom Tammelins disputationer inte uttryckligen handlade om matematik ville han genast efter sin utnämning till *matheseos*-professor inhämta nya kunskaper. 1698 anträdde han en studieresa via Danmark och Tyskland till Leiden, vid vars universitet han skrev in sig. Till Finland återvände han hösten 1699. Han hade bekantat sig med Johann Christopher Sturms (1635–1703) lärobok *Mathesis enucleata* ("Matematiken enkelt utlagd", 1695), vilken han enligt föreläsningskatalogen föreläste om i Åbo under 1710-talet (Dahlbo, 1897).

Genom Tammelin infördes således den symboliska algebran och den analytiska geometrin i undervisningen vid Akademien i Åbo. Det är dock oklart hur djupa spår läran lämnade, eftersom de avhandlingar som publicerats under Tammelins inseende innehåller knappast någon algebra att tala om. Tammelin var preses för tjugo disputationer, av vilka de flesta i astronomiska och kosmologiska ämnen.

> Johann Christopher Sturm var professor i matematik i Altdorfs universitet och en produktiv men föga innovativ författare. I hans bok *Mathesis enucleata* var den analytiska metoden lättillgänglig och rikt illustrerad, vilket bidrog till bokens popularitet i de tyska universiteten. Bokens första del behandlar geometri, trigonometri och algebra, den andra delen behandlar kägelsnitt samt andra speciella kurvor som cykloiden, kissoiden, konkoiden och spiralen. I bokens avslutande del kallad *Analysis speciosa* ("Den strålande analysen" som hänvisar till den symboliska algebran) ges följande problemlösningsschema: 1) namngivning av storheter, 2) uppställande av ekvationer, och slutligen 3) ekvationernas reduktion och 4) geometriska utförande. Förfarandet kan illustreras av "Problema II" på s. 362. I den rätvinkliga triangeln ABC är basen AB samt skillnaden mellan dess katet AC och hypotenusa BC kända. Uppgiften är att bestämma triangelns alla sidor. Lösning:
>
> 1. Namngivning: Kalla AB $= a$, skillnaden mellan kateten och hypotenusan BD $= b$ och AC $= x$, varvid BC $= x + b$.
> 2. Ekvation: Enligt Pythagoras' sats är $xx + aa = xx + 2bx + bb$.
> 3. Reduktion: Subtrahera xx i bägge membra och dividera med $2b$. Den sökta katetens längd är $(aa - bb)/2b = x$.
> 4. Utförande: Kateternas längder beräknas med exempel och resultatet undersöks både algebraiskt och geometriskt.

Tammelins verksamhet avbröts av det Stora nordiska kriget. Strax innan ockupationstiden, stora ofreden, bidrog han till stadens försvar genom att exercera studenterna i vapenanvändning. Till slut tvingades han ändå att fly med universitets övriga personal till den svenska sidan av riket. Efter att ha levat några år i fattigdom fick han pastoratet Västerfärnebo i Sverige på sitt ansvar. Såsom matematiker och astronom sammanställde Tammelin också ett antal almanackor från och med 1701, däribland de första på finska språket, *Almanach eli ajan-lucu: Wuonna ... Turun horizondin jälken.* Han skrev almanackor även under tiden i exil.[8] År 1728 återvände han till Åbo, men då i egenskap av biskop.

[8] I Tammelins almanacka för 1717–1718 fanns även en *Berättelse om stor-furstendömet:*

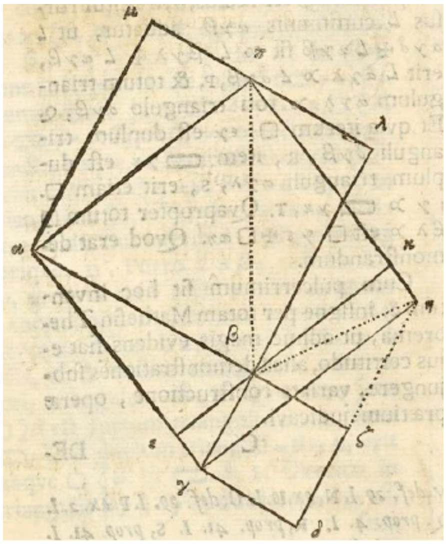


Fig. 3.19: Illustration av ett bevis av Pythagoras' sats för triangeln $\alpha\beta\gamma$.

En av Tammelins avhandlingar skiljer sig från de övriga till sitt matematiska innehåll. I *Theorema pythagoricum* (1700; respondent Petter Petrejus) ges fem olika bevis på den kända satsen, varav den första är den som framställts av Euklides. Här följer en översättning av det andra anförda beviset (fig. 3.19):

> Låt $\alpha\beta\gamma$ vara den givna rätvinkliga triangeln: kvadraten av sidorna $\alpha\beta$, $\beta\gamma$ är $\alpha\lambda$ respektive $\gamma\zeta$, och kvadraten av sidan $\alpha\pi$ är $\gamma\pi$. Genom punkten β leds $\epsilon\kappa$ som är lika med sidan $\eta\gamma$, som delar hypotenusans kvadrat i två rektanglar $\alpha\kappa$ och $\epsilon\eta$. Slutligen förenas $\pi\beta$, $\beta\eta$ och $\eta\zeta$. Då är rektangeln $\epsilon\eta$ dubbelt så stor som triangeln $\eta\beta\gamma$ och likaså kvadraten $\beta\delta$ dubbelt så stor som triangeln $\epsilon\beta\gamma$. Vidare är rektangeln $\epsilon\eta$ lika med kvadraten $\beta\delta$. På samma sätt, eftersom rektangeln $\alpha\kappa$ är dubbelt så stor som triangeln $\pi\beta\alpha$, och likaså $\mu\beta$ dubbelt så stor som nämnda triangeln $\alpha\beta\pi$, är rektangeln $\alpha\kappa$ lika med kvadraten $\alpha\lambda$. Således är hela kvadraten $\gamma\pi$ lika med summan av kvadraterna $\alpha\lambda$ och $\gamma\zeta$.

Finlands och Österbottens bedröfliga tilstånd af ryssarnes grufweliga medfart i förra tider.

Beviset avslutas med den grekiska motsvarigheten till ”vilket skulle bevisas” *ὅπερ ἔδει δεῖξαι* (hoper edei deixai). För det mesta användes dock latinets bekanta *quod erat demonstrandum* (Q.E.D).

Efter de fem bevisen av satsen beskrivs verbalt hur sidorna av en rätvinklig triangel med kateterna a, b och hypotenusan c kan bestämmas med användning av Pythagoras' sats i logaritmform

$$\log b = \frac{1}{2}\log(c^2 - b^2).$$

Som ett exempel beräknar författarna kateten b då hypotenusan $c = 15$ och den andra kateten $a = 9$ längdenheter. Högra membrum ger med hjälp av en logaritmtabell (enligt den Briggska basen 10) $\log(144)/2 \approx 2,1583625$ (alla de uppgivna decimalerna är korrekta). Genom att söka motsvarigheten till logaritmen fås längden av kateten b som 12. Detta är det andra fallet där logaritmer förekommer i skrift i Finland.

Övriga matematiska arbeten vid 1600-talets slut

Vid Kungliga Akademien i Åbo fanns bara en professor i matematik. Professorns skyldighet var att undervisa i de matematiska ämnena, i aritmetik och geometri, astronomi, geodesi, mekanik, kalenderräkning och musikteori. Det är en stor kunskapsmassa, och det säger sig självt, att bara en del av dessa kunskaper har kunnat gå på djupet. I Uppsala var professuren vid den här tiden delad i den så kallade högre matematiken, d.v.s. geometrin och astronomin, och den lägre matematiken, d.v.s. den traditionella aritmetiken.

Alla avhandlingar som ventilerades under professorn i matematiks presidium var inte nödvändigt matematiska, men inte heller alla avhandlingar med matematiskt innehåll presiderades uteslutande av professorn i matematik. Det senare är fallet i avhandlingen *Rhabdologia, seu numeratio per virgulas* (Rabdologi, eller räkning med stavar, Åbo 1699) som beskriver ett tekniskt hjälpmedel för multiplikation och division. Det är stavar (*virgulas*) som indelats i nio rutor och dessa vidare genom diagonalen i trianglar. Preses för avhandlingen var professorn i poesi Torsten Rudeen (1661–1729) och respondent Gabriel Trondelius. Avhandlingen överensstämmer till sitt innehåll med John Napiers verk *Rabdology* utgiven i Edinburgh 1617. Själva idén till metoden är av arabiskt ursprung, men kallas efter uppfinnaren Napier för *Napier's bones*. Figur 3.20 föreställer de tio stavarna ställda lodrätt bredvid varandra i ordningsföljd, så att multiplikationstabellen framträder. I exemplet till höger multipliceras talet

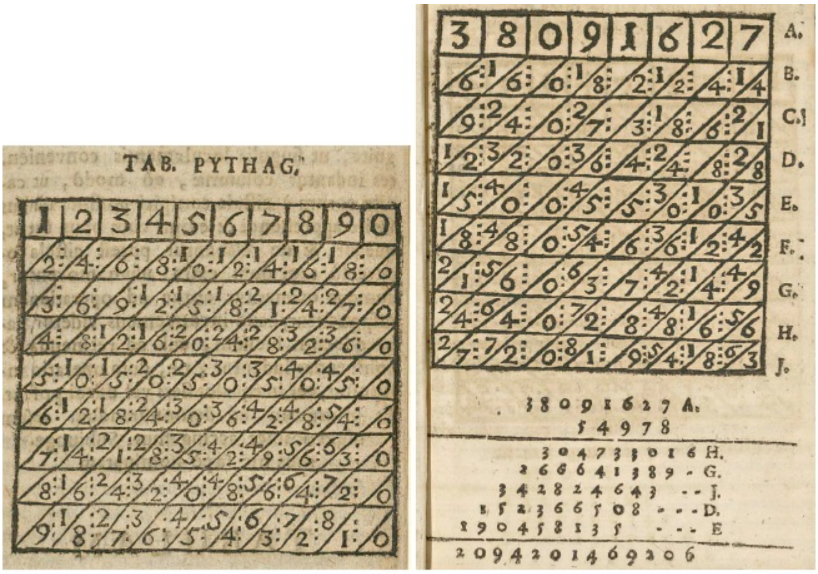


Fig. 3.20: Illustrationer till Rudeens/Trondelius avhandling om Nepers räknestavar och deras användning i multiplikation.

38091627 med 54978. Användningen är följande: Stavar som motsvarar multiplikanden ställs bredvid varandra. Raderna som motsvarar multiplikatorns siffror uppkallas A, B, C, . . . , J. Man börjar från multiplikatorns entalssiffra, som är 8 och motsvarar rad H. Produkten utläses genom att addera de angränsande trianglarnas innehåll och vid tillfälle lägga till följande tiotalssiffra. På detta sätt gör man med tiotalet som är 7 och som motsvaras av rad G, o.s.v. med de högre tiotalssiffrorna.

Verket *Encyclopaedia synoptica* (Åbo, 1672) av den mångsidigt lärde biskopen i Åbo Johan Gezelius den äldre (1615–1690) måste också nämnas som ett uttryck för tidens matematiska litteratur i Finland. Gezelius härstammade från Västmanland och hade studerat i Uppsala och i Dorpat, där han en kort tid verkade som superintendent (motsvarighet till biskop i de baltiska provinserna) för det svenska Livland. I sin egenskap av Åbo Akademis prokansler sammanställde han den latinska encyklopedin för att användas som lärobok för studenterna. Han grundade också ett eget tryckeri och inledde en effektiv bokförsäljning.

Gezelius' Encyklopedi är tredelad. I den första delen ingår den allmänna aristoteliska filosofin, logiken (syllogismerna), metafysiken, pneumatiken (läran om andar, naturliga eller allmänna och speciella såsom Gud) och fysiken (aristotelisk naturlära) samt ett appendix om noologi (läran om intellektet = $\nu o\tilde{\upsilon}\zeta$ på forngrekiska). I den andra delen ingår de matematiska vetenskaperna och i den tredje de praktiska vetenskaperna, d.v.s. etiken, politiken och de ekonomiska vetenskaperna. Bland artiklarna i de matematiska vetenskaperna finner man följande rubriker: *artihmetica, geometria, computus, geodaesia, cosmographia, astronomia, geographia, musica, optica* och *statica.* Varje ämne behandlas i ett skilt kapitel, som vidare indelas i artiklar. Dessa är kompilationer av samtida litteratur och innehåller föga unikt av Gezelius själv. Källor uppges ytterst sparsamt. I matematiken torde Gezelius ha grundat sig på Kexlerus' och Laurbecchius' arbeten, särskilt om geometrin, trigonometrin och kalenderräkningen (Dahlbo, 1897). I aritmetiken kan Gezelius också ha följt någon populär räknebok, t.ex. Nils Agrells *Institutiones arithmeticae* (1655).

Gezelius illustrerar räknesätten *regula de tri*, *regula aurea* o.s.v. med exempel, utan spår av symbolisk algebra. Visserligen använder han i samband med *regula falsi* förkortningarna P och M i stället för plus och minus. Som exempel på räknesättet *regula trium inversa* (det omvända *regula de tri*) ger han följande: ”15 oxar plöjer 10 *jugerum* (romersk åkerareal) på 8 dagar. På hur många dagar plöjs samma areal av 20 oxar?” Regeln utsäger att det första talet skall multipliceras med det andra (i detta fall det tredje) och produkten skall divideras med det sista. Svar: 6 dagar.

Artikeln om aritmetik utkom ännu med små ändringar i form av två separata räkneläror, *Arithmetica vulgaris* (1677) och *Arithmetica latina contracta* (1684). Dessa var troligen ämnade för skolornas, inte för Akademiens behov. Den geometriska delen innehåller standardkunskap om plan trigonometri, geometriska kroppar och areabestämningar (fig. 3.21). I den astronomiska delen nämner Gezelius de olika teorier för världsalltet, bl.a. Kopernikus' och Descartes' hypotes om att Jorden rör sig (runt Solen), samt den Tychoniska semi-kopernikanska modellen.

Optiken och musiken behandlas i Gezelius' Encyklopedi på en begreppsligt elementär nivå, utan matematik. Däremot har i kapitlet om statiken både hävstångsprincipen och begreppet tyngdpunkt (*centrum gravitatis*) förklarats rätt så utförligt:

> Om [två] olika tyngder uppväger varandra på olika avstånd [från tyngdpunkten] är förhållandet mellan avståndet till den lättare och avståndet till den tyngre såsom förhållandet mellan [tyngden av] den tyngre och den lättare.

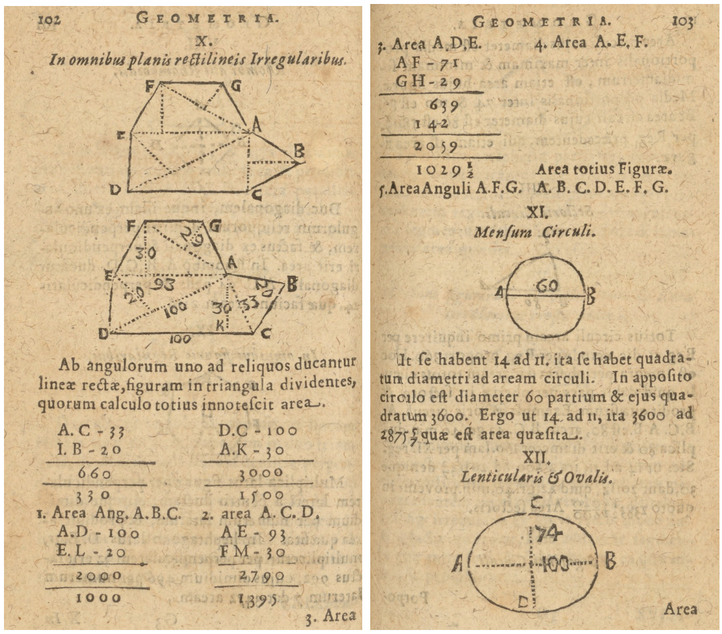


Fig. 3.21: Matematiska exempel i Gezelius' Encyklopedi: areabestämning av en oregelbunden månghörning (t.v.) och av en cirkel (t.h.) ($4/\pi \approx 14/11$).

Artiklarnas källa uppges inte, men har säkerligen varit en utländsk lärobok eller encyklopedi, såsom jesuiten Kaspar Schotts (1608–1666) *Cursus mathematicus* (1661).

Av övriga matematiska arbeten i Åbo från 1600-talets slut kan vi också nämna elokventie-professorn Daniel Achrelius' (1644–1692) *Arithmetica* (1689), av vilket likväl inte ett enda exemplar är känt.

Matematiken i Finland vid tiden före stora ofreden

Varje organiserat samhälle behöver ett visst mått av matematisk kunskap för att fungera. I det medeltida Finland var det den katolska kyrkan som först erbjöd tillfällen till förkovran och undervisning av denna kunskap. Det gällde då förvaltning av skatter och egendomar samt kalenderräkning. Efter reformationen övertog den världsliga makten dessa uppgifter. Det uppstod ett nytt skrå av ämbetsmän som behövde undervisning i bl.a. räkenskap, lantmäteri och fortifikation. För att tillgodose detta kunskapsbehov skapades professurer i matematik vid de svenska universiteten. Vid Kungl. Akademien i Åbo fanns en professur i matematik ända från grundandet. Professorns undervisningsbörda var tung och kunde knappast svara mot behovet, och de nyaste uppfinningarna inom matematiken fick endast långsamt rum i undervisningen. Man nöjde sig med de olika räknesätten och med geometrins och sfärikens grunder.

Betydelsefullt för skolväsendet särskilt i Finland blev biskop Johan Gezelius den äldres skrift *Methodus informandi* (Metoden att undervisa, 1683), som var på förslag som skolordning i riket men som inte till alla delar gillades av de styrande och således inte blev antagen som sådan. Gezelius' plan för bokutgivning och undervisning ansågs troligen alltför ambitiös och kostsam. Detta hindrade dock inte att hans principer till valda delar omfattades i Finland. Gezelius arbetade träget för folkundervisningen och läskunnigheten och föranstaltade läseller husförhör i sitt stift (Lokki, 1948). För undervisning i grunderna i skrivning och räkning skulle läraren få 6 mark. Undervisning i abc-boken var billigare och kostade bara 4 mark. Om lönen gällde uppdraget i sin helhet eller på en viss tid framgår inte.

Den nya skolordning som utfärdades 1693 av Karl XI innebar ett steg bakåt för de matematiska vetenskapernas del. Målet var tydligtvis att likrikta undervisningen i landet och att de matematiska ämnena skulle ha en praktisk orientering. Under sommaren skulle läraren demonstrera användning av geometri i enkla fältmätningar, och om vintern skulle han lära stjärnkonstellationer och annat till astronomin hörande. I trivialskolorna avskaffades apologistklassen helt och undervisningen i aritmetik koncentrerades till skolans fjärde klass. De fyra räknesätten och hela tal var ungefär allt man hann med. Sverige var således under hela 1600-talet efterblivet när det gäller de matematiska vetenskaperna. Den samtida vetenskapliga litteraturen fick dock begränsat genomslag i de svenska universiteten, om också med en viss fördröjning p.g.a. den tidvis stränga statliga förhandskontrollen av läromedel.

I den svenska matematikens historia såsom den beskrivits av Dahlin (1875) utgjorde året 1679 en naturlig vändpunkt. Det var nämligen då som

> ... de båda matheseos professorerna [Martin Gestrinius och Jonas Fornelius] i Upsala dogo, och de kraftigare männen [Anders] Spole och [Johan] Bilberg samtidigt intogo deras plats, som vi i de akademiska arbeten, hvilka under deras presidium utkommo, upptäckt

> användningen av logaritmer, sifferexponenter, bokstafsbeteckning i algebran, äfven för bekanta storheter, och ett ordentligt betecknings-system för analogier.

Vanligen har de nämnda matematiska nyheterna först introducerats i Uppsala. Efter några års eller årtiondens dröjsmål har de sedan tillämpats i Åbo.

Året 1679 är en lämplig delare i den svensk-finska matematikens historia även därför, att den markerar en höjdpunkt i de så kallade cartesianska striderna i Sverige. Denna kamp utspelade sig mellan bibeltrogna teologer, som förfäktade att Jorden var världsalltets orörliga centrum, och cartesianerna som förespråkade mekaniska förklaringsmodeller och en kopernikansk världsbild. Bland föregångarna för det nya tänkesättet i Uppsala var Petrus Hoffvenius (1630–1682), som disputerat för medicine doktorsgraden i Leiden, och hans elev, den inflytelserika medicinaren Urban Hiärne (1641–1721), som på många sätt bidrog till att etablera den empiriska naturvetenskapen i Sverige. Enligt ett kungligt dekret 1689 tilläts filosoferandet i rikets universitet enligt bägge systemen såvida inte religionen hotades, men ändå dröjde det långt in på 1700-talet innan det kopernikanska systemet helt tog över. I Åbo var situationen likartad, men tack vare det perifera läget var kyrkans kontroll på renlärighet inte lika sträng (Kallinen, 1995). Till exempel förhöll sig Kexlerus rätt godkännande till det kopernikanska systemet, såvida systemet endast tjänade som en matematiskt behändig modell och inte som en sanning i fysikalisk mening.

Grundandet av Kungliga Akademien i Åbo år 1640 gjorde det möjligt för en allt större del av landets befolkning att utbilda sig. Nackdelen var att Åbo Akademi som ett provinsiellt universitet inte kunde tillhandahålla tidsenliga kunskaper. Under hela 1600-talet märktes i Åbo praktiskt taget ingenting av de händelser som i Europa ruskade om den naturvetenskapliga forskningen. Som ett provinsiellt universitet låg Akademien i Åbo också något efter Uppsala universitet. Därför är det naturligt att förlägga vändpunkten något senare, såsom Dahbo (1897) och Elfving (1983) gjort, d.v.s. vid stora ofreden, då universitetet befann sig i exil på den svenska sidan av riket.

Universitetets konsistorium sammanträdde för sista gången före exilen den 15 juli (gamla stilen) 1713. Tillstädes var rektor Anders Pryss och fyra professorer, däribland Lars Tammelin. På agendan var transporten av Akademiens arkiv och bibliotek med ett fartyg till Stockholm. De sista orden var:

> Ytterst slöts denne termins Consistorial session med en innerlig önskan af H. Magnif. [rektorn] at samtl. HH:r Professorerne uti en god [wäl]mågo och fredligare tillstånd åter – – Gud will! Genom Herrans nåd måtte ha tilfälle at sammankomma.

4

Ur vår äldsta fysikhistoria

Fysikens ställning på 1600-talet

Någon exakt tidpunkt när naturvetenskaplig och fysikalisk kunskap började spridas i Finland kan inte ges. Visserligen kan man peka på viktiga händelser, såsom grundandet av universitet och vetenskapliga samfund eller någon lärd persons enskilda insatser, som på ett avgörande sätt bidragit till kunskapens spridande. Också långt innan dessa händelser förekom ett stilla, kontinuerligt flöde av vetenskaplig kunskap till Finland. Detta flöde hade sina källor i Europas gamla universitet (Heikel, 1940; Klinge *et al.*, 1988; Kiukkonen, 1990).

I början var det vanligt att det lilla fåtal av kunskapstörstande studenter och lärda, som strävade efter den högsta utbildningen, reste till ett universitet i Europa för att studera. Det var oftast fråga om barn från de högre stånden och högt uppsatta personer. Till en början var studenterna tvungna att resa tämligen långt. Under medeltiden var universitetet i Paris ett populärt lärosäte och i dess matriklar från 1300- och 1400-talen kan man spåra ett fyrtiotal studenter från Finland (Nuorteva, 1997). Universitetet i Paris med anor från 1100-talet har i många avseenden utgjort en förebild för senare tids universitet i Norden. De studenter som sökte sig till Paris kom från alla delar av Europa och var till en början fördelade på fyra studentnationer, beroende på från vilket område de kom. Dessa studentnationer leddes var och en av en prokurator (i Finland senare benämnd nationskurator). Läromässigt var universitetet indelat i fyra fakulteter (filosofiska, juridiska, medicinska och teologiska) och styrdes av en rektor, som valdes för en period av tre månader. Denna ära tillföll också tre finländare, bland dem Olaus Magnusson, som beträdde posten två gånger. Olaus Magnusson föddes ca 1405 till en frälsesläkt i Pikis socken. Modern dog medan Olaus ännu var ung, men moderns kusin, Magnus Tavast, tog sig an den moderlösa pojken och han fick den bästa tänkbara skolning med början i Åbo katedralskola. Omkring år 1425 kom Olaus Magnusson till Paris för att studera, understödd av sin mentor i hemlandet, biskop Magnus Tavast. Att från Finland resa till ett universitet i Europa, såsom det i Paris eller Prag, var inte lätt. Resan inleddes ofta sjövägen från Åbo till Rostock eller Lübeck och fortsatte därefter längs handelsvägar via Köln och Aachen till Frankrike. Studenterna tog sig fram till fots och hela resan kunde därmed ta ett par månader i anspråk. Natthärbärge fick man i gästgiverier och kloster, men tiderna var oroliga och resan var farofylld. Olaus Magnusson reste med fyra kamrater och i Paris väntade ännu några äldre studenter från Finland.

Olaus Magnusson avlade en preliminär examen i december 1426 och baccalaureusexamen i mars därpå följande år, varefter han fortsatte att läsa för en så kallad licentiatexamen, som avlades 1428. Efter detta återvände han för en tid till hemlandet och erhöll då ett pastorat i Kyrkslätt. År 1433 reste han igen till Paris för att där studera vid teologiska fakulteten. Under fem års tid kunde han nu försörja sig med inkomsterna från pastoratet. Efter avslutade studier återvände Olaus Magnusson till hemlandet för att tjäna kyrka och stat, som så frikostigt understött hans vistelse i Paris. Han blev domprost och slutligen biskop 1450 och kvarstod på denna post till sin död 1460 (Palola, 1998).

Då nya universitet grundades i Europa lockade dessa även till sig studenter från Finland. Sålunda studerade ett tiotal studenter från Finland vid universitetet i Prag (grundat 1348) under de första årtiondena av dess verksamhet. Då nya universitet grundades längre norrut på kontinenten drog dessa helt naturligt till sig studenter från de Nordiska länderna. På detta sätt hade universiteten i Leipzig och Rostock redan tidigt studenter från Finland. På 1600-talet blomstrade universitetsverksamheten i Nederländerna (Leiden) och mången finländare lockades till studier där. Såväl avståndet till studieorten som universitetets anseende var avgörande då val mellan olika studieorter gjordes. Uppsala universitet (grundat 1477) samlade helt naturligt studenter från Finland. År 1595 var finländarnas antal sju, och under perioden 1600–1639 hade 128 finländare studerat där.

Till den allmänna kunskapsförkovran i hemlandet bidrog självfallet också de krig Sverige inklusive Finland deltog i. Under Sveriges stormaktstid på 1600-talet trängde de svenska arméerna långt in i Europa. Under dessa fälttåg inhämtade officerare, soldater, fältskärar och präster allehanda kunskap. Denna kunskap förde de med sig hem och omsatte den delvis i praktiken i olika form av industrianläggningar och tekniska tillämpningar. En del krigsbyte fann samtidigt vägen till Sverige och Finland, och på detta sätt kunde biblioteken förses med rara böcker och därigenom den vetenskapliga kunskapen förkovras.

Under stormaktstiden hade Sverige lagt under sig stora områden vid Finska vikens och Östersjöns sydostkust. Dessa utgjorde en sammanhängande kustremsa som, börjande från Finland, sträckte sig över Karelen, Ingermanland och Estland till Livland. Vid den tiden ansågs universitetens främsta uppgift vara att utbilda skickliga tjänstemän för kyrka och stat. Det var därför viktigt att alla de vidsträckta områden som under stormaktstiden hörde till Svea rike, hade egna universitet och att man vid dem kunde utbilda tjänstemän för eget behov. Under 1600-talet utvecklades därför universitetsväsendet i Sverige snabbt. Uppsala universitet hade grundats redan 1477, men sedan tillkom universiteten i Dorpat år 1632 och Åbo år 1640. Då Pommern knöts till det svenska riket 1648 blev samtidigt universitetet i Greifswald ett svenskt lärosäte och sedan Skåne införlivats med Sverige grundades universitetet i Lund år 1666.

Under svenska stormaktstiden genomförde Gustav II Adolf, Axel Oxenstierna och Johan Skytte omfattande reformer på bildningens område. Dessa strävade till att varje stad, som var biskopssäte, skulle få ett gymnasium, mycket enligt tysk förlaga. Uppsala hade redan ett universitet och kunde därför inte ytterligare få ett separat gymnasium. I Strängnäs och Västerås fanns däremot gymnasier, som blev kända för sin höga vetenskapliga nivå.

I enlighet med detta bildningsprogram grundades gymnasierna i Dorpat och Åbo 1630. Det var därefter tämligen enkelt att ombilda ett dylikt gymnasium till universitet, vilket skedde först i Dorpat och sedan i Åbo. Med anledning av att dessa gymnasier erhöll universitetsstatus grundades nya gymnasier, vilket skedde i Reval (nuvarande Tallinn) och Viborg (1641). Under Stora nordiska kriget hölls gymnasiet i Viborg stängt 1710–1721 och då fred slöts i Nystad 1721 drogs den nya riksgränsen så att staden och gymnasiet gick förlorade. Gymnasiet återuppstod därefter i Borgå där det har verkat ända fram till våra dagar, även om detta skett under olika namn, Borgå gymnasium och Borgå lyceum, och med olika statuter och skolordningar (Nyberg, 1991).

Ett fullständigt universitet bestod, enligt modell från Paris, av fyra fakulteter och det var inte ovanligt att en flitig och ansedd professor gjorde avancemang inom universitetsstaten där han strävade till att bli upptagen i den mest ansedda fakulteten, den teologiska. Inom denna fakultet rådde ytterligare en gradering av professurerna och man kunde även här göra avancemang mot den förste, och mest ansedda, teologie professorsvakansen (*professor primarius*). Härifrån var steget sedan inte långt till en biskopstjänst. Enligt universitetens statuter ålåg det professorerna att komma ut med avhandlingar, som skulle försvaras och även ”angripas” av deras disciplar. Det väsentliga var inte alltid de framförda åsikterna i sig, utan snarare förmågan att klara sig med heder vid dessa disputationer.

I Sverige hade Uppsala universitet öppnat sina portar redan 1477. Ur bevarade redogörelser för den tidigaste undervisningen framgår bland annat att Petrus Olai under vårterminen 1486 föreläste över Aristoteles åtta böcker i fysik. Detta utgör samtidigt det första vittnesbördet om undervisning i fysik vid universitetet i Uppsala. Trots att universitetet fick en god start skedde en allmän nedgång under hela 1500-talet och först 1593 tillsattes t.ex. en professor i fysik: Johannes Petri Gevaliensis.

Ordet fysik har sitt ursprung i grekiskans $\varphi\acute{\upsilon}\sigma\iota\zeta$. Fysik hänförs i dag till de exakta vetenskaperna. Den strävar att undersöka naturen eller den fysiska verkligheten i alla dess former och att i hela det omfattande observationsmaterialet finna lagbundenheter och uppställa teoretiska modeller för de olika fenomenen. Går vi emellertid från nutid tillbaka ett eller ett par sekel i tiden, visar det sig att det inte var ovanligt att en forskare var intresserad såväl av fysikens exakthet som av livets mångfald och gåtfullhet. Det var inte heller ovanligt att i en och samma person förenades medicinarens och fysikerns kunskaper. Denna kombination kan förstås mot bakgrunden av att vartdera ämnet har naturen som studieobjekt. I forskningens barndom, då kunskapsvolymerna var mindre än i dag, var det möjligt att en och samma person var kompetent i både medicin och fysik.

Undervisningen i fysik omfattade föreläsningar och offentliga försvar av avhandlingar och teser. Dessa var ofta författade av den professor som presiderade vid, d.v.s. övervakade, disputationen. Det offentliga ventilerandet av avhandlingarna ansågs mycket viktigt och lärorikt för eleverna. Retorik och dialektik (logik) hörde till de klassiska sju fria konsterna (*artes liberales*), varför systemet bibehölls och utnyttjades flitigt.

Till en början inriktade man sig på filosofiska spörsmål, men efter hand började Petrus Ramus, eller Pierre de La Ramées, anti-aristoteliska och anti-skolastiska ideer tas upp: fysiken borde upphöra med skolastiska ”hårklyverier” och i stället studera och lära praktiska saker, i vilken matematiken intog en central roll. Då Uppsala universitet 1626 fick nya statuter var dessa i detta avseende klart inriktade på praktiska tillämpningar. Tre professorer i matematik tillsattes medan fysikprofessuren överfördes till medicinska fakulteten. Det hände sig dock under långa perioder att professuren i fysik var obesatt och att den ende medicine professorn hade att undervisa även i detta ämne.

Strävan mot praktiska tillämpningar fortgick kontinuerligt. Matematikprofessorn Martinus Erici Gestrinius föreläste i mekanik och gav ut 1627 en latinsk översättning av aristotelisk mekanik. Detta var den första läroboken i mekanik som trycktes i Sverige och den användes allmänt vid föreläsningarna. I den beskrevs enkla maskiner, såsom hävstång, kil, block och vals med tillämpningar, såsom vågar, nötknäppare och tandläkartänger. Behovet av experiment inom fysiken växte samtidigt allt större. Man sökte mekaniska förklaringar till fenomenen och de teoretiska modellerna styrktes genom experiment. På 1700-talet kom Newtons matematiska fysik till Uppsala, vilket medförde stora förändringar.

Tideräkning och almanackor

Matematik och naturvetenskap var tidigt representerade i universitetsundervisningen. Redan 1595 fick Uppsala universitet en professur i astronomi och enligt de nya statuterna av år 1626 fanns tre professorer i de matematiska ämnena med följande titlar: Euclideus, Archimedeus och Ptolemaicus. År 1648 reducerades matematikprofessorernas antal till två, av vilka den ena undervisade i matematik och den andra i astronomi. Astronomi innebar vid denna tid huvudsakligen läran om globen och kalenderräkning. Det var nödvändigt för prästerskapet att själv kunna beräkna tidpunkterna för de stora kyrkliga högtiderna. Till en början skedde det utan fast grund då almanackor infördes från Tyskland.

Sigfrid Aron Forsius, född omkring 1550 i Helsingfors, uppställde den första almanackan för svenska breddgrader år 1608. Fram till sin död år 1624 hade han hunnit göra sammanlagt 30 almanackor samt större och mindre Prognosticonarbeten (Vallinkoski, 1957). I Sverige-Finland började tryckta almanackor utkomma omkring år 1600. De äldsta almanackorna innehöll råd och anvisningar hur den vanliga människan skulle gå till väga för att få ett gott år, men samtidigt vittnade dessa skriverier om tidens vidskepelse. Sålunda angavs i almanackorna när man skulle bada och koppa, inta medicin, hugga timmer, avvänja barn o.s.v. Sol- och månförmörkelserna var dåliga omen. Månens, planeternas och stjärnornas ställning på himlavalvet observerades noga och väder och vind kunde därigenom förutspås. Månen hade det största inflytandet och man trodde därför att väderleken upprepade sig med en tidsperiod som motsvarade den metonska cykeln med en period om 19 år. Första gången väderleken angavs på detta sätt var år 1729 i den almanacka som gavs ut av Anders Celsius. Det var därför inte förvånande att allmogen, som upplevde vädrets växlingar på nära håll kallade almanackan för ”ljugarboken”. Andra almanackskribenter gick ännu längre i sina spekulationer och ansåg att himlakropparna hade inflytande till och med på den enskilda individen. Sigfrid Aron Forsius var en bland många anhängare av dessa astrologiska idéer ”som vittnar om tidens vidskepelse och den låga ståndpunkt som naturvetenskapen då intog", skrev pseudonymen K.T.O. (1900).

I vår tideräkning (K.T.O., 1900; Mäklin, 1923) är begreppen dygn och månad sedan urminnes tider bekanta. Ett dygn bestod av dag och natt, som skildes av Solens uppgång och nedgång. Dagen och natten indelades vardera i 12 timmar. Det var enligt denna tideräkning babylonier, egyptier, greker och romare levde. På grund av årstidsväxlingarna blev timmarna olika långa under olika årstider. Trots denna olägenhet bibehölls systemet in på 1300-talet, då man övergick till lika långa timmar under hela dygnet året runt. Orsaken till detta var helt praktisk då man inte kunde konstruera tornur (de första stora mekaniska klockorna) som visade olika långa timmar.

Sedan länge visste man att en månad (eller ett månvarv) bestod av $29\frac{1}{2}$ dagar, men det var besvärligare att med månader och dagar beräkna ett år, som skulle löpa från en vårdagjämningspunkt till näst följande vårdagsjämningspunkt, det man kallar ett tropiskt år. År 717 f.Kr. införde konung Numa Pompilius ett månår, som bestod av 12 månader eller 354 dygn. Detta månår stämde dåligt överens med det verkliga året och därför införde man en skottmånad (*Mercedonius*) vartannat år omfattande turvis 22 och 23 dagar. På detta sätt fick man en fyra års period om (4 gånger 355 + 22 + 23) dagar = 1465 dagar, d.v.s. med i medeltal 366 $\frac{1}{4}$ dygn per år. Överensstämmelsen med det verkliga året var emellertid fortfarande dålig och det uppstod en med tiden allt större skillnad mellan den romerska kalendern och det tropiska året. År 46 f.Kr. uppgick felet till drygt 2 månader.

I den förbättring som infördes av Julius Caesar var årets genomsnittliga längd $365\frac{1}{4}$ dygn och vårdagjämningen skedde den 24 mars. Vart fjärde år var ett skottår (själva skottdagen var den 24 februari). Detta var den julianska kalendern (som efter den gregorianska reformen kallas den gamla stilen) och som gällde t.ex. i Ryssland ända till revolutionen 1917. Enligt den julianska kalendern var ett år 365 d 6 h, men i verkligheten är ett år 365 d 5 h 48 m 46 s. Det julianska året var således $11'$ $14''$ för långt. Detta innebar att datum för vårdagjämningspunkten släpade efter med ett dygn på 128 år. Vid kyrkomötet i Nicaea år 325 e.Kr. var felet redan tre dygn. Man korrigerade detta genom att fastställa nytt datum för vårdagjämningspunkten till den 21 mars. Det grundläggande felet i den julianska kalendern avhjälptes naturligtvis inte med denna korrigering utan förskjutningen fortsatte. Felet korrigerades år 1582 av påven Gregorius XIII, som den 25 februari år 1582 bestämde att man efter den 4 oktober samma år skulle gå direkt till den 15 oktober. Samtidigt justerades systemet med skottår så att bara sådana jämna hundra år som är jämt delbara med 400 förbli skottår, medan övriga hela hundra år förblir vanliga år med 365 dagar (se kapitel 3).

Denna gregorianska kalender (det som kallades nya stilen) infördes endast i romersk-katolska länder 1582. Till Norden kom den betydligt senare och togs i bruk t.ex. i Danmark 1710 och i Sverige inklusive Finland 1753. Den julianska kalendern användes ännu in på 1900-talet i grekisk-katolska länder. Då Finland efter 1808–1809 års krig kom under rysk spira var det inte ovanligt att datum angavs enligt vardera kalendern för att läsaren inte skulle sväva i okunnighet om vilken kalender som avsågs. Med endast en given datumangivelse skulle det vara osäkert vilken kalender som åsyftades.

Universitetet i Dorpat

Livland med staden Dorpat hade införlivats med det svenska riket 1629. Sedan början av 1500-talet hade ett jesuitkollegium verkat i Dorpat, men det hade varken karaktär eller möjlighet att verka för den högre undervisningen i landet. Redan året efter den svenska annekteringen grundades ett verkligt gymnasium i Dorpat. Denna anspråkslösa början till högre utbildning utbyggdes i snabb takt och fick inom något år karaktären av universitet. Det föll sig därför helt naturligt att konung Gustav II Adolf år 1632 grundade universitetet i Dorpat utgående från detta gymnasium. Det nya universitetet kallades allmänt *Academia Gustaviana*, efter sin gynnare och grundare. Vid invigningshögtidligheterna den 15 oktober 1632 höll Johan Skytte, sedan 1629 generalguvernör för Livland, Ingermanland och Karelen och det nygrundade universitetets första kansler, öppningstalet. I detta betonade han särskilt att den svenska statsmaktens avsikt med universitetet var att göra detsamma tillgängligt för alla begåvade studenter, oberoende av om de härstammade från adel, borgarstånd, prästerskap eller fattiga bönder. En tydlig strävan var att också lägre stånd skulle få boklig bildning. (Sandblad, 1975; Koop, 1982; Piirimäe, 1982; Niinistö, 1983; Klinge *et al.*, 1988).

På grund av sitt läge blev Dorpat med sitt universitet en lämplig studieort för mången finländare under de närmaste åren. Under perioden 1632–1640 hade universitetet sammanlagt 45 studenter från Finland. Under den längre perioden 1632–1710 var drygt 1000 studenter inskrivna, och av dessa kom en klar majoritet från Sverige och Finland (Cederberg, 1939; Tering, 1984).

Man levde i mycket osäkra tider och då krig med Polen hotade 1634–1635 ville professorerna i Dorpat flytta universitetet till en kuststad för att där känna sig tryggare. Till detta fick de emellertid inte officiellt tillstånd, men flydde trots allt till Reval för en kort tid. De återvände redan året därpå. Ny generalguvernör för de baltiska besittningarna blev i detta skede Bengt Oxenstierna, som var avogt inställd till universitetet i Dorpat. I detta var han understödd av det livländska ridderskapet. Trots allt sökte sig mången svensk student fortfarande till Dorpat, då Uppsala universitet hade svårigheter med att ta emot alla som önskade studera där.

Universitetet i Dorpat fick i stort sett samma karaktär, verksamhetsform och målsättning, som det mycket äldre universitetet i Uppsala. Det bestod av fyra fakulteter. Den allmänna filosofiska fakulteten, där studenterna inledde sina studier, hade sex lärostolar. Enligt de ursprungliga planerna skulle dessa dock ha varit elva. Antalet läroämnen skars inte ned trots att antalet professorer reducerades. I stället undervisade flera professorer i två ämnen och lyfte samtidigt något högre lön. På detta sätt undervisade man i historia och politik, retorik och poesi, logik och etik, grekiska och hebreiska, samt de matematiska vetenskaperna, som företräddes av två professorer.

De tre högre fakulteterna, den teologiska, den juridiska och den medicinska, hade två professorer vardera, varav dock den ena medicinska till en början förblev obesatt. Enligt universitetets statuter skulle undervisningen i fysik (naturvetenskap) höra till den medicinska fakulteten, men detta läroämne överfördes snart till professuren i högre matematik, och avsåg då framför allt läran i astronomi.

Den första innehavaren av professuren i detta ämne var svensken Petrus Schomerus, som redan 1640 övergick till teologisk och kyrklig karriär i Sverige. Han efterträddes ett år senare av Johan (Johannes Erici) Strengnensis. Denne var född 1607 i Södermanland och kom 1636 från Laurentius Paulinus' gymnasium i Strängnäs till Dorpat där han blev magister 1638. Johan Strengnensis började sin akademiska bana som professor i naturvetenskaperna 1641 och under en 13 års period presiderade han för omkring 110 avhandlingar. Åren 1642–1649 gav han ut kommentarer till Aristoteles' fysik i 33 disputationer och fortsatte därpå 1649–1653 med 17 stycken *disputationes physicae*. Sammanslagna kom dessa att utgöra en hel lärobok om universums byggnad enligt Aristoteles.

På 1650-talet övergick Johan Strengnensis till juridiken, blev adlad och tog namnet Stiernstråle. Ännu som jurist ägnade sig Stiernstråle tidvis åt naturvetenskapen och gav ut tre disputationer om Aristoteles *De anima* (Om själen). Johan Stiernstråle lärde ut en traditionell naturåskådning och Dorpat-studenterna drillades i den aristoteliska fysiken. Renlärigheten var visserligen viktig, men den var tillika svår att övervaka i Dorpat, som fanns i de perifera områdena. I det centralt belägna Uppsala eller i Åbo, där den strängt ortodoxe Isak Rothovius verkade i egenskap av biskop och prokansler för universitetet, var övervakningen strängare.

Den medicinska fakulteten i Dorpat med sin enda professor, som ursprungligen också skulle undervisa i fysik, kämpade till en början med stora svårigheter. År 1630 kom Johannes Raicus, böhmare av börden, från Uppsala för att organisera Dorpats gymnasium. Han var kallad av Johan Skytte och företrädde paracelsisk medicin. Raicus dog dock kort före universitetets invigning. Som professor i medicin under den första tioårsperioden 1633–1643 verkade Johannes Below från Rostock. Bristen på studenter, särskilt i medicin, var kännbar, och då slutligen undervisningen i fysik sammanslogs med undervisningen i astronomi och matematik, fanns inte mycket att göra för professorn i medicin. De dissektioner som universitetets konstitutioner föreskrev ägde säkerligen aldrig rum och föreläsningarna i anatomi och botanik, som konstitutionerna också påbjöd, höll Below för studenter från andra fakulteter. Inga dissertationer ordnades då respondenter saknades. Sommaren 1638, efter att ha handhaft tjänsten i $5\frac{1}{2}$ år, berättar Below i ett brev att han dittills inte hört eller sett en enda medicine studerande i Dorpat, förrän slutligen en student från Pommern anmälde sitt intresse. Under denna tid sysselsatte sig Below som hovrätts- och stadsläkare och han var antagligen den enda av sitt skrå i Dorpat. År 1643 reste han till Riga och därefter vidare till Moskva, där han blev livmedikus och arkiater hos de båda första Romanovska tsarerna. Professuren i medicin var efter honom vakant i fem år.

Universitetet i Dorpat verkade under svåra förhållanden. Sveriges ständiga krigföring innebar att moderlandet inte hade råd att underhålla universitetet ekonomiskt såsom det borde. I stället uppbars det extra skatt av de redan fattiga bönderna i Baltikum. Resultatet blev inte det bästa och både universitet och dess professorer föll i armod. *Academia Gustaviana* verkade mellan åren 1632–1656, sedan blev det paus, men verksamheten återupptogs i slutet av 1600-talet under det nya namnet *Academia Gustavo-Carolina.* Sveriges krig utgjorde en ständig oroskälla för de anställda som fruktade ryska truppers anfall. Detta ledde till att universitetet år 1699 flyttades till Pärnu (Pernau), som emellertid redan 1710 kapitulerade och intogs av ryssarna. Mycket värdefullt material hann dock räddas till Sverige (Eringson, 1963).

Universitetet i Dorpat har under sin långa verksamhet frambringat många stora vetenskapsmän och det utgjorde ett blomstrande vetenskapligt centrum för de baltiska länderna under 1800-talet (Koop, 1982; Niinistö, 1983). Universitetet kunde även uppvisa en ansenlig vetenskaplig bredd och så har t.ex. 64 av dess professorer valts till ledamöter av vetenskapsakademien i Sankt Petersburg (eller till dess efterföljare, Sovjetunionens vetenskapsakademi). Några enskilda prestationer kan plockas fram. Wilhelm Ostwald (1853–1932) omnämns som grundläggare av den moderna fysikaliska kemin. Han var senare professor i Riga och Leipzig och erhöll Nobelpriset år 1909. Inom astronomin kan man ta fram namn som Friedrich Georg Wilhelm Struve (1793–1864) och hans son Otto Wilhelm Struve (1819–1905). Vardera verkade först vid observatoriet i Dorpat, men kom senare att bli ledare vid Pulkovo-observatoriet vid Sankt Petersburg. Observatoriet i Dorpat var vid denna tid välförsett med instrument och fick bl.a. under F. G. W. Struves verksamhet vid observatoriet sin tids största linsteleskop. På fysikens område arbetade Georg Friedrich Parrot (1765–1852) som den stora banbrytaren då universitetet återupptog sin verksamhet år 1802. Han var även universitetets rektor. En av hans elever, Emil Lenz (1804–1865), blev vida känd för sina elektrodynamiska arbeten och han har gett namn åt en fysikalisk lag, Lenz' lag. Lenz deltog också i en världsomsegling och gjorde då värdefulla oceanografiska observationer.

Också från andra professurer i Dorpat kan man plocka fram forskare som blivit berömda (Koop, 1982), men detta faller utom ramen för denna framställning. En tänkbar delorsak till dessa lysande framgångar för ett relativt litet och ungt universitet (det återuppstod 1802) är det faktum, att undervisningsspråket var tyska då verksamheten återupptogs. Detta innebar att man förutom kontakterna till de baltiska staterna samt Finland och Ryssland, nu även kunde nå Centraleuropa med dess kulturströmningar. Då Ryssland 1893–1895 genomförde omfattande universitetsreformer togs dessa i bruk också i Dorpat. Undervisningsspråket blev nu ryska och universitetet fick heta Jurjevs universitet.[1] Största delen av den tyskspråkiga universitetspersonalen flyttade bort, och det blev därmed svårare att upprätthålla de livsviktiga kontakterna västerut medan inflytandet österifrån ökade.

Fysikundervisningen vid Kungliga Akademien i Åbo

Under början av 1600-talet fanns sju skolor i Finland: fem pedagogier (s.k. småbarnsskolor) och två katedralskolor. Pedagogierna verkade i Björneborg, Borgå, Helsingfors, Nådendal och Raumo och katedralskolorna i Åbo och Viborg. Skolväsendet utvecklades emellertid snabbt och sålunda tillkom bl.a. pedagogiet i Tavastehus 1639. Det var greve Per Brahe som grundade denna skola, strax efter att Tavastehus fått stadsrättigheter.

Katedralskolan i Åbo grundades redan år 1276 och skolhuset fanns i domkyrkans ringmur. År 1630 fick skolan status som gymnasium, vilket 1640 ombilda-

[1] Jurjev (Юрьев) var det officiella ryska namnet för Dorpat denna tid.

des till Kungl. Akademien i Åbo. Katedralskolornas uppgift var att ge eleverna den baskunskap med vilken de kunde fortsätta med universitetsstudier. Katedralskolor inrättades i samband med en domkyrka och ett biskopssäte. De hade fyra klasser och varje klass tog i allmänhet två år i anspråk. Undervisningen omhänderhades av klasslärare, som hade titlarna yngre kollega, äldre kollega, konrektor och rektor, då man gick från den lägsta klassen till den högsta.

I skolan fick eleverna lära sig läsa, skriva och räkna. Tidigt kom också kyrklig kunskap och religion med i bilden, eleverna skulle kunna Herrens bön och de tio budorden. Skoldagen var lång. Tidigt på morgonen, redan vid fem-sex tiden, samlades man i skolsalen där läraren stod framme i katedern och långsamt föreläste medan eleverna skrev på sina griffeltavlor. Först i tidig kväll blev man ledig. Dagen hade dock haft några längre pauser och en middagstimme. Eleverna kallades djäknar och då mången kom från fattiga förhållanden måste de gå djäknegång. De rörde sig då i grupper ute i bygderna i närheten av skolan, sjöng och uppträdde, och kunde på detta sätt få mat och kanske också en liten penning i belöning. Disciplinen i skolorna var hård. Ofog och väsnande i staden bestraffades och straff utdelades om man inte kunde läxorna utantill, eller hade svårt att lära sig. Viktiga läroämnen under slutet av skolgången var grammatik, latin och retorik. Latinet var viktigt eftersom det var de lärdas språk. Tack vare latinet kunde eleverna själva inhämta kunskap från böcker eller resa till ett utländskt universitet för att studera vidare.

Katedralskolornas och universitetens huvuduppgift var att utbilda präster och tjänstemän inom samhället. Det vanliga var att gossar från prästfamiljer eller från borgarhem eller rikare bondgårdar skickades till en skola och därifrån vidare till ett universitet. I de flesta fall påbörjades undervisningen redan i hemmet. En präst lärde sina söner att läsa och skriva, medan rikare familjer kunde anställa en informator som lärde ut de nödvändiga grunderna. På detta sätt kunde den egentliga skolgången på en främmande ort avsevärt förkortas. Skolgången inleddes i tidig ålder. Redan vid tio års ålder skickades pojkarna till en närbelägen skola. Inkvartering skedde i en bekant familj, om en sådan fanns att tillgå. Det var en stor omvälvning i pojkarnas liv att komma bort från hemmets trygga omgivning, leva bland nya främmande människor och följa skolans strama undervisningsschema.

År 1630 omvandlades Katedralskolan i Åbo, på sin tid den högsta läroinrättningen i Finland, till ett gymnasium. Detta skedde genom biskop Isak Rothovius (1572–1652) påverkan. Rothovius uppvisade i sin verksamhet en sträng linje och drev resolut igenom sina idéer. Även om han arbetade för landets bästa beklagade han, att han var tvungen att leva ”bland skorpioner och barbarer” och höra ett språk han inte förstod.

Katedralskolan hade ursprungligen tre lärarvakanser, men dessa utökades till sex i det nya gymnasiet. Nu fanns det förutom två lärartjänster i teologi, en tjänst i vältalighet, en i logik, en i matematik och en i fysik. Gymnasiet hann verka endast i tio år innan det omvandlades till ett universitet, Kungliga Akademien. Universitetets första kansler blev självfallet greve Per Brahe, som verkade på denna post 1646–1680, och såsom prokansler verkade biskop Isak Rothovius. Den senares makt och inflytande var fortfarande stort, inte minst genom att tre av hans svärsöner satt i konsistoriet. I det finska universitetet gällde samma statuter och privilegier som tidigare fastställts för Uppsala universitet, med undantag av smärre ändringar på grund av rådande olika förhållanden på universitetsorterna.

Genom att gymnasiet omvandlades till universitet fanns genast från början en beprövad grund att bygga vidare på. Också besättandet av de första professorstjänsterna gick smidigt då flera av gymnasiets lektorer utnämndes till professorer. De nya tjänsterna vid Åbo universitet besattes därför på följande sätt: förste teologie professor blev domprosten Eskil (Aeschillus) Petraeus, som tidigare verkat som teologie lektor vid gymnasiet; andre teologie professor blev Sven Vigelius, också han tidigare teologie lektor; tredje teologie professor blev magister Johannes Elai Terserus d.ä., som kom från ett lektorat i teologi vid Västerås gymnasium; till juris professor utnämndes assessor Johannes Olai Dalekarlus, senare adlad Stiernhöök; som professor i medicin verkade Ericus Achrelius; professor i de heliga språken blev magister Martinus Stodius; till professor i naturvetenskaperna utsågs lektorn i fysik och botanik vid det gamla gymnasiet, magister Georgius Alanus; professor i politik och historia blev magister Michael Wexionius, rektor för skolan i Växjö; professor i logik och metafysik blev magister Nicolaus Laurentii Nycopensis; till professor i vältalighet utsågs Johannes Terserus d.y. Professuren i matematik besattes av magister Simon Kexlerus, tidigare adjunkt vid Uppsala universitet.

Om de flesta av de första professorerna vid Åbo Kungl. Akademi vet man mycket litet. Endast strödda anteckningar och notiser i olika källor ger en något ofullständig bild av deras levnad och verksamhet. Som ett genomgående drag hos dessa professorer finner man i allmänhet en strävan till allt bättre tjänster. Därför var även mången professors akademiska karriär sådan att den inleddes med en professur vid den filosofiska fakulteten, som räknades som en lägrestående, inledande fakultet, och slutade med en utnämning till en professur i teologi, som var mest uppskattad och bäst avlönad. Inom den teologiska fakulteten var även avancemang mellan de tre existerande professurerna möjligt. Mången teologie professor slutade därefter sin bana som biskop i Åbo eller Viborg.

Professorsvakanserna var elva till antalet, eller lika många som i Dorpat, och alla var besatta, vilket borgade för en god start för det nya universitetet i Åbo (*Chronologiska förteckningar*, 1836; Klinge *et al.*, 1988; Stiernman, 1990). Vid tiden för sitt grundande omfattade Åbo Kungl. Akademi de fyra traditionella fakulteterna: teologiska, juridiska, medicinska och filosofiska. Lärartjänsterna var dock få och den medicinska fakulteten hade till en början endast en professur. Det var därför tungt för professorn att effektivt handha undervisningen. Emellertid uteblev också eleverna, vilket i sin tur gav en viss lättnad. Studenterna fann det helt enkelt inte ekonomiskt lockande att utbilda sig till ”akademisk doktor”, som närmast befattade sig med inre medicin. En betydligt bättre utkomst hade t.ex. regementsfältskärarna. Under långa tider var det därför ytterst svårt att få elevantalet att öka: ännu på 1760-talet hade man endast fyra medicine studerande.

Georg Alanus – den förste fysikprofessorn i Åbo

Den första professorn i naturvetenskap (*scientiae naturalis professor*) vid Kungliga Akademien i Åbo var Georg (Georgius Christopheri) Alanus. Namnet hade han efter sin födelseort då han var född på Åland i Jomala socken den 12 februari 1609. Fadern var kyrkoherden i Jomala, Christoffer Sigfridsson, som samtidigt verkade som länsprost för Åland. Som tioåring inledde Georg Alanus sin skolgång då han skickades till Åbo. Universitetsstudier bedrev han sedan 1627 i Uppsala och disputerade där år 1635 med en psykologisk avhandling *De facultatibus animae vegetativae*, och promoverades till magister samma år. Följande år återvände Alanus till Åbo och prästvigdes ett år senare. Han verkade därefter som lektor i fysik och botanik vid gymnasiet i Åbo och var också en tid dess rektor. Då gymnasiet år 1640 omvandlades till universitet blev Alanus utnämnd till professor i naturvetenskaperna. Denna befattning innehade han åren 1640–1648. Sistnämnda år blev han överflyttad till den teologiska fakulteten och blev, såsom primarius teologie professor, domprost 1653 (*Chronologiska förteckningar*, 1836; Moberg, 1895; Slotte, 1898; Klinge *et al.*, 1988).

Angående Georg Alanus’ egen avhandling från Uppsala-tiden konstaterade Adolf Moberg – professor i fysik på 1800-talet och arbetande på en historik över de första fysikprofessorernas verksamhet vid Åbo Akademi – att den inte direkt företrädde moderna strömningar i fysiken på 1600-talet. Avhandlingen ger dock en bild av var naturvetenskaperna stod i Norden vid denna tid, då det skolastiska tänkesättet fortfarande var förhärskande. Alanus behandlade i sin avhandling själen (*anima*) som utgjorde de naturliga tingens vegetativa form. Själens främsta egenskaper (*facultates primariae*) utgjordes av dess näringsförmåga (*facultas nutriva*), vilket var ett villkor för individens bevarande, dess tillväxtförmåga (*facultas augmentativa*), som reglerade individens storlek, samt slutligen dess alstringsförmåga (*facultas generativa*), som svarade för artens fortbestånd. Därefter redogjordes för hur näringsämnen upptogs i kroppen och fördelades av blodet till dess olika delar. Vid disputationsakten presiderade Martinus (Martin) Olai Nycopensis, professor Archimedeus d.v.s. professor i optik och mekanik.

Alanus hämtade med sig från Uppsala till Åbo det spekulativa och metafysiska behandlingssättet av fysiken och detta synsätt levde ännu kvar hos några av hans efterträdare på fysikprofessorsposten. Fysiken blev därigenom en förening av naturlära och filosofi och detta gav inte möjligheter att göra de experiment och observationer som naturvetenskaperna så väl behövde för att utvecklas.

Under Alanus' tid som professor ägde flera disputationer, hänförande sig till hans ämnesområde, rum i Åbo. Den första framlades av Abraham Abrahami Kollanius redan den 10 december 1642 och handlade om luftens egenskaper och innebörd, *De aera in specie*. Avhandlingen ställde upp 26 teser med därtill hörande anmärkningar. Bland dessa teser kan noteras T 8: att luften är ett element bevisas därav att den är en enkel kropp, som ej kan upplösas i olikartade ämnen; T 10: att luften är våtast (*humidissimus*) bevisas av definitionen av det våta. Det som svårast sammanhålles av sina egna, men lättast av andra (främmande) gränser, det är våtast; men luften sammanhålles svårast o.s.v., *ergo* är luften våtast; T 26: luftens nytta är mångfaldig, här nämnes blott: 1) att den fullkomnar världsbyggnaden tillika med andra enkla kroppar ... 6) att den meddelar djuren såväl i vattnet som på land *spiritus ad generationem* och till andedräkt åt de i luften levande. Och slutligen T 27: mycket skulle återstå att omtala, men vi hänvisar till *varios auctores* (Moberg, 1895; Slotte, 1898).

Efter denna första avhandling följde ännu drygt tio disputationer under Alanus' ledning. I en avhandling från 1645 presenterade Alanus det heliocentriska världssystemet. Om detta konstaterades att hypotesen var användbar vid astronomiska beräkningar, men dock fysikaliskt felaktig. Sanningen var ju att Jorden utgjorde världsalltets centrum. De olika avhandlingarna täckte ett brett ämnesområde och berörde himlens natur (*natura coeli*), två avhandlingar handlade om stjärnor (*stelli*), sedan behandlades naturen, elementens egenskaper och fysikens natur, rörelse och vila (*motus et quies*), de yttre sinnena, naturlig magi samt naturkropparnas alstring och förstöring (*generatione et corruptione*).

Som tidigare nämndes var själva disputationsakten viktigast, inte alla gånger dissertationens innehåll. Motsägande uttalanden kunde ibland förekomma i de olika avhandlingarna. Den 16 april 1646 disputerade Johan Wassenius med en avhandling om fysikens natur (*De natura physicae*) och ställde upp några teser. I avhandlingens första del diskuterade Wassenius fysik och naturkunskap och det som hörde till detta område. Därpå följde en rad teser, av vilka som exempel kan nämnas T 7: luften är ej det våtaste (*humidissimus*) elementet, utan vattnet, och T 13: guld göres på kemisk väg av andra metaller till följe av gullets frö-princip som i dem är bunden i ”subordinerad form”.

De tre första professorerna i fysik vid Åbo Kungl. Akademi (Alanus, Thauvonius, Thuronius) hade även botaniken på sitt konto. Att deras undervisningsområde var osedvanligt stort uppmärksammades även i konsistoriet och i ett protokoll av den 25 september 1644 sades att Alanus tills vidare föreläst fysik och botanik varje dag, men att han ej erhållit mera lön än för en enda professur. Konsistorium fastslog därför att han inte behövde ”läsa mehr än som en tijma publ. om dagen”. Närmare preciserat innebar detta att Alanus föreläste varannan dag fysik och varannan dag botanik.

Det var även Georg Alanus som startade den naturalhistoriska litteraturen i Finland med avhandlingen *De generationibus et corruptionibus corporum naturalium* (1643) i vilket han uttryckte tankar om de organiska kropparnas uppkomst och sönderfall. Några år senare följde en fortsättning: *De generatione viventium* (1647). Denna senare avhandling behandlade levande varelsers, växters och djurs, uppkomst samt människans skapnad. I redogörelsen för den tidiga naturalhistorien vid universitetet i Åbo analyserade Otto Hjelt tämligen ingående ovanstående avhandling och nämnde slutligen ytterligare en avhandling med anknytning till Alanus, nämligen den om växternas fortplantning: *De formarum origine*, som utkom 1647 (Hjelt, 1896).

Även andra akademiska studieämnen kunde ge bidrag till botaniken. Så t.ex. utkom år 1656 en gradualdisputation, *De regno vegetabili in genere*, under Michael Wexionius (Gyldenstolpe) övervakning. Respondent var Jakob Flachsenius, som föddes ca 1633 i Vemo socken och blev student vid Åbo Kungliga Akademi 1650. I sin pro gradu -avhandling behandlade han i aristotelisk anda hur växterna utvecklades ur fröet. Avhandlingen godkändes och Flachsenius promoverades till magister samma år. Hans akademiska karriär var snabb: efter att först ha varit adjunkt i filosofin blev han 1665 professor i logik och metafysik. År 1679 flyttade han över till teologiska fakulteten och steg där i rangordningen ända till förste teologie professor. Han dog år 1694 (Hjelt, 1896).

Georg Alanus dog som teologie professor den 15 juli 1664 och var innan dess flera gånger uppställd på förslag till biskopstjänster i Åbo och Viborg, men avböjde, vilket var ett sällsynt ställningstagande vid den tiden. Teologie doktorsgrad förlänades åt Georg Alanus vid teologiska fakultetens promotion 1660. Hans porträtt, troligen målat av Joakim Neumann, hängde i universitetets biblioteksbyggnads samlingar. Ett porträtt av honom hängde även i kyrkan, men gick förlorat vid den stora branden år 1681. År 1640 hade Georg Alanus ingått äktenskap med Elisabeth Nilsdotter, dotter till borgmästaren i Nyköping. I äktenskapet föddes sju söner och sex döttrar. Några av sönerna var tidvis verksamma vid universitetet i Åbo; Johan Alanus var adjunkt vid filosofiska fakulteten, Nils Alanus verkade som bibliotekarie och Carl Alanus hann vara depositor (ceremonimästare) en kort tid före sin tidiga död år 1680.

Abraham Thauvonius

Abraham Thauvonius, som efterträdde Georg Alanus som professor i naturvetenskaperna, hade sina släktrötter i Karislojo i Västra Nyland. Under medlet av 1500-talet var Anders Larsson verksam i dessa trakter som bonde. Sonen Mats Andersson omnämndes vid 1500-talets slut och var då bonde på Långvik gård (Tavia) i Karislojo. Hans hustru Birgitta antyds ha varit av adlig härkomst. Tre söner och en dotter föddes i familjen. Den äldsta sonen Anders övertog Långvik gård efter sin fader omkring 1601. De två yngre sönerna Georg (1577–1650) och Per (d. 1655) studerade teologi och blev präster. De tog släktnamnet Thauvonius, efter hemgården Tavia. Georg Thauvonius prästvigdes 1611 och var bordspredikant, *praeco mensalis*, för biskop Ericus Erici av Sorola. År 1614 blev han kaplan i Sagu och 1633 kyrkoherde i Halikko. Han deltog även i festligheterna vid invigningen av universitetet i Åbo 1640. Med sin hustru Katarina Johansdotter Justén hade han barnen: Johan (1615–1690), som blev kyrkoherde i Karislojo; Abraham (1622–1679), som närmare redogörs för nedan, samt Gabriel (d. 1684), kyrkoherde i Bjärnå; samt en dotter (d. 1686). På mödernet härstammade barnen således från den Justénska släkten där morfadern var ryttmästare Johan Justén som adlades under namnet Starkhaupt, och morfarsfar var Paulus Juusten, biskop i Viborg och sedan i Åbo.

Den mellersta sonen Abraham Georg Thauvonius föddes 1622 i Sagu, där fadern var kaplan i församlingen. I den ansedda och tämligen välbärgade familjen undervisades Abraham Georg först av en informator, men sattes sedan som tolvåring i skola. Han hade gott läshuvud och fortsatte snart sina studier vid universitetet i Uppsala. Där fanns han den 3 augusti 1636 upptagen som Abrahamus Georgij, Nordfinlandus (Väänänen, 1987). Då Kungliga Akademien grundades i Åbo år 1640 återvände Abraham Thauvonius från Uppsala till Finland och blev antecknad som student den 15 juli 1641. Inskriven blev han egentligen redan 1639, till och med före universitetets grundläggning. Ej heller i Åbo uteblev framgångarna och knappt fyllda 22 år erhöll Abraham Thauvonius betyg. Då hade han försvarat en filosofisk avhandling *De causa materiali* den 2 juni 1645 under Petrus Hellenius' presidium. Efter sina studieframgångar vid Åbo Akademi stod Abraham Thauvonius' håg till att studera utomlands och han sökte sig till Dorpat (som visserligen då var svenskt) för att vid universitetet där fortsätta sina studier. Den 24 september 1645 var han upptagen som student vid universitetet i Dorpat med namnet A. G. Tawonius, Finno. Thauvonius bedrev sina studier med framgång. Redan i slutet av februari 1646, endast fem månader efter sin immatrikulering, uppträdde han som respondent vid en dissertation pro exercitio. Därefter följde ytterligare tre disputationer, och vid den sista av dem, som gick av stapeln den 15 oktober 1647, var han slutligen respondent med sin matematiska pro gradu -avhandling *De astronomia generali.* Han erhöll magistergrad ännu samma år den 18 november (*Chronologiska förteckningar*, 1836; Moberg, 1895; Cederberg, 1939; Tering, 1984; Klinge *et al.*, 1988; Holmberg, 1991a).

Efter avslutade studier gällde det att se sig om efter ett arbete. Abraham Thauvonius vistades nu av allt att döma en tid i Reval och umgicks där flitigt med familjen Ihering, som han kände sedan tidigare. Sonen i familjen, Christian Ihering, hade nämligen studerat i Åbo 1640–1641 och hade således varit studiekamrat med Abraham Thauvonius. Christians syster Catharina var därtill gift med Åbo-professorn Nils (Nicolaus) Nycopensis och var således även bekant med Thauvonius sedan Åbo-tiden. Det dröjde ej heller länge innan Thauvonius ingick äktenskap med den yngre dottern Beata i den Iheringska familjen. Bröllopet mellan Abraham Thauvonius och Beata Joakimsdotter Ihering stod den 20 juli 1648. Av allt att döma var bröllopet ståtligt och två tryckta skrifter gavs ut för att hedra tilldragelsen, nämligen *Sacrae Nuptiarum Solennitati ...* samt *Faustae Nuptiarum Festivitati ...*, som innehöll dikter av Johan Christoffer Schwartz, Joachimus Saleman och Johannes Schäper, Aboensis Finlandus. Den förstnämnda skriften innehöll ett större antal hyllningar, måhända något kortare i utformning, om man undantar medicine studerande Andreas Arvids tonsatta diktverk i 22 strofer. Bland övriga gratulanter i denna skrift kan nämnas Andreas Virginius, Laurentius Ludenius, Johannes Erici Strengnensis, Johannes Georgij Gezelius och Axelius Koskull. Den sistnämnda antecknas som svensk ädling (*nobilis*). Namnen med hänvisningar syftade i de flesta fall på bekantskaper från universitetstiden. Vardera skriften var tryckt i Reval: *Typis Heinrici Westphali, Gymnasij Typographi.*

I Abraham Thauvonius' och Beata Iherings äktenskap föddes fyra barn: Georg, som var student i Åbo 1665 och notarie vid konsistoriet i Narva; Abraham, som antecknades som student i Åbo den 7 december 1682, senare verksam som lektor vid gymnasiet i Viborg från 1679 och slutligen som kyrkoherde i Sankt

Michel från år 1688. Han dog 1689; äldre dottern Katarina var gift med Petrus Carstenius, först verksam som lektor vid Viborgs gymnasium, senare som domprost; den yngre dottern Sara var gift en första gång med Johannes Jovalinus och en andra gång med Nicolaus Barck (Bergholm, 1901).

Abraham Thauvonius' hustru Beata kom från en rätt inflytelserik släkt. Hennes fader var magister Joachim Ihering, bördig från Södermanland i Sverige. Han var son till Robert Ihering, direktor för svenska bergverket och sonson till Sebastian Ihering, furstlig holsteinsk rådman från Plön. Joachim Ihering var till en början predikant och kyrkoherde i Nyköping, men kallades till biskop i Estland och fick sin utnämning den 1 juni 1638. Hösten 1638 gjorde Ihering sin första visitation av kyrkorna i Estland. Han gjorde också ett försök att översätta den Heliga Skrift till estniska, men detta arbete fullföljdes aldrig. År 1642 stod Narva ännu under Iherings styre och perioden 1645–1650 skötte han superintendenturen på Ösel. Han var även inspektor vid gymnasiet i Reval. Joachim Ihering dog den 18 juli 1657 i Stockholm.

Abraham Thauvonius fick under ett besök i hemlandet ett officiellt erbjudande att ta emot en tjänst som lektor vid gymnasiet i Reval, men samtidigt blev han utnämnd till professor i fysik vid Åbo Akademi 1649. Han valde att sköta den senare tjänsten och kort därpå fick han dessutom en kyrkoherdebefattning i Sankt Marie församling (Räntämäki) och blev assessor vid domkapitlet. Man kan därför anse honom som välbeställd.

I likhet med Georg Alanus, föregångaren på professorsvakansen i naturvetenskap, övergick även Thauvonius till den teologiska fakulteten. Detta skedde år 1659, då han tillträdde den tredje teologieprofessuren, för att ett år senare avancera till den andra professuren. År 1660 var Thauvonius representant för Åbo vid riksdagen i Göteborg och han kallades även till religionslärare för Karl XI. Han tog dock inte emot detta uppdrag, artigt hänvisande till sina talrika övriga tjänsteplikter. Liksom mången samtida Åbo-professors porträtt, hängde även hans i biblioteksbyggnaden i universitetets samlingar, men det har givetvis gått förlorat. Thauvonius idoga arbete fick sin belöning då han den 27 juni 1665 i Uppsala blev promoverad till teologie doktor. Litet senare, år 1667, blev Thauvonius utnämnd till superintendent i Narva. Utnämningen till biskop i Viborg fick han den 6 november 1672. Han avled där den 27 januari 1679.

Abraham Thauvonius' tjänst som superintendent över Ingermanland var en följd av stridigheter med biskop Terserus angående avlöningen. Kunglig fullmakt för intendenturbefattningen fick Thauvonius den 23 juni 1666 och han tillträdde tjänsten därpå följande år. Samtidigt var han då kyrkoherde vid den svenska domkyrkoförsamlingen i Narva och under en kort tid även teologie lektor vid katedralskolan. Denna lektorstjänst indrogs dock 1671.

Om Thauvonius' liv och disputationer i Åbo vet man i övrigt inte mycket. En student i Åbo, värmlänningen Petrus Magni Gyllenius, förde dock utförlig dagbok och i den finns även Thauvonius nämnd, såsom examinator. Denne Petrus Gyllenius disputerade sedermera den 14 december 1655. Han var då respondent för en avhandling om odjur, *De monstris.* Avhandlingen författades troligen av respondenten Petrus Gyllenius själv och tog upp en mängd påståenden, som författaren inte gjorde några allvarligare försök att varken bevisa eller motbevisa. Sålunda påstod Gyllenius t.ex. att då den manliga säden var riklig föddes jättar och barn med två huvuden och fyra armar, medan vid sparsam säd föddes barn utan armar. Om säden inte blandats tillbörligt (*non legitime misceatur*) blir avkomman avskyvärd och infertil. Gyllenius påstod även att en drottning som i sängkammaren haft en bild av en etiopier, fött ett svart barn. Med dylika påståenden fylldes avhandlingens sidor och utgjorde ett monster i sitt slag.

Under sin tid som professor hann Thauvonius presidera vid trettioen disputationer. Avhandlingarna omspände ett mycket brett område och tog upp frågor om himlen, stjärnorna, elementen, luften, ljuset och sinnena, samt beskrev pneumatik och meteorologi. Några avhandlingar hade medicinsk anknytning, som t.ex. *Fasciculus physicae*, troligen skriven av Thauvonius själv år 1652. I ett kapitel av avhandlingen beskrevs människokroppen. Thauvonius ansåg att kroppen utgjorde en väsentlig del av människan, inrättad på ett sinnrikt sätt att utföra själens önskningar och krav. Enligt Thauvonius bestod kroppen av huvudet och ansiktet, huvudkaviteten med hjärnan, bröstet och buken med sina organ samt extremiteterna. Kroppen innehöll fyra vätskor, framhölls det i avhandlingen, nämligen blodet, slemmet samt den gula och svarta gallan. Ytterligare fanns tre slag av andar: *spiritus naturalis, spiritus vitalis* och *spiritus animalis.* Thauvonius påstod ytterligare att tänderna var av ben och att magen om vintern var varmare än på sommaren och sålunda smälte maten snabbare på vintern.

I en avhandling skriven några år senare, 1655, *De anthropologica*, återknöt Thauvonius till den föregående avhandlingen och sade att *spiritus naturalis* uppstod av blodet i levern, *spiritus vitalis* i hjärtat och *spiritus animalis* hjärnan. Avhandlingen avslutades med en räcka korollarier. Dessa gavs i form av kortfattade frågor och svar av typen: Rör sig hjärnan? – Nej; Är hjärtats rörelse en följd av systol och diastol i medellinjen? – Ja; Har benen egen känsel? – Nej. Thauvonius' behandling av problemen var väsentligen en kortfattad uppräkning av detaljer och man kunde skönja ett inslag av mysticism och spiritualism med rötter i Paracelsismen, den "proto-vetenskapliga" riktning inom naturfilosofin och läkekonsten som utgick från den schweiziske läkaren Paracelsus.

Den tidigare nämnda avhandlingen *Fasciculus physicae*, försvarad av Petrus

Warelius, var tredelad. Den inleddes med att definiera fysiken såsom *scientia corporis naturalis, quatenus est naturale* (vetenskapen om en naturlig kropp, i den mån den är naturlig) och därefter gavs skolastiska definitioner och indelningar rörande materie, form, affektioner och dylikt. Sedan följde ett avsnitt om livlösa naturkroppar. Här behandlades himlen och stjärnorna, Solen och Månen. Elementen ansågs vara naturkroppar och luften, vattnet, elden och jorden fick sina egna avsnitt. Det tredje kapitlet berörde levande naturkroppar och har redan kort behandlats ovan.

Många av de övriga avhandlingar för vilka Thauvonius presiderade tog upp samma definitioner och påminde sålunda mycket om varandra. Som exempel kan nämnas *De coelo* från år 1653 i vilken himlen behandlades, och *Curta meteorologia* (1656), där alla slags naturliga väderfenomen, såsom regn och snö stöttes och blöttes med definitioner och indelningar. Väderfenomenen hade enligt traditionellt aristoteliskt synsätt en verkande orsak, *causa efficiens*, som var värme och kyla, en materiell orsak, *causa materialis*, som var vatten, samt en terminalorsak, *causa finalis*, som var den nytta som dessa fenomen bibringar jordens växter och djur. Intressant var även avhandlingen *Theoremata quaedam de metallis continens* (Några teorem om metaller), försvarad av Johan Waenerus (senare Thuronius) år 1655, ty i den närmade man sig kemins område. Svårigheter uppstod dock då man utgick från salt, svavel och kvicksilver och ansåg att de sex kända metallerna kunde omvandlas i varandra. Av metallerna ansågs guld den fullkomligaste och ädlaste metallen. Slutligen omtalades metallernas medicinska egenskaper.

Då professor Adolf Moberg, tvåhundra år efter dessa disputationer ägt rum, ånyo granskade Thauvonius' avhandlingar var han mycket kritisk. Han nämnde bl.a. avhandlingen av Petrus Warelius, som ventilerades 1652 under Thauvonius presidium. Avhandlingen hade

> ... i en befogad gratulation af praeses vitsordadt som så väl utfördt att han föga haft att något rätta eller förbättra och omfattande i korthet allt, som då för tiden ansågs höra till fysikens område, kan man med fog fråga ovan anförda slutsats om naturkunskapens stationära beskaffenhet under denna tid. ... Under de tio år han (Thauvonius) innehade professionen synes verldsåskådningen fortfarande varit bunden i den Aristoteliska metafysikens och den theologiska dogmatikens trånga fjättrar, så att så visst man kan döma af de få hos oss tillgängliga publikationer från denna tid något slags framsteg eller inflytande af det utomlands redan betydligt märkbara framåtskridandet i naturvetenskapernas behandling icke kan spörjas" (Mo-

> berg, 1895).

K. F. Slotte återigen skrev i sin översikt:

> Thauvonius synes hafva varit en nitisk och värksam lärare, men det, som finns kvar från hans tid af literära alster inom fysikens område, bevisar, att åskådningssättet därunder förblef väsentligen detsamma som under den föregående tiden" (Slotte, 1898).

Råberghs (1893) omdöme, tidigare avgivet än de övriga, var dock allmänt mera positivt:

> Hans [Thauvonius'] akademiska skriftställarevärksamhet rörer sig egentligen på naturvetenskapens område, där han också utöfvade en för sin tids förhållanden aktningsvärd lärarevärksamhet".

Herman Råbergh var teolog och biskop, vilket torde förklara skillnaden i synsätt.

Som lärare försökte Thauvonius inspirera sina elever genom att arrangera exkursioner i naturen och där lära dem praktisk botanik. Utgångspunkten för en allmän naturlära var dock begränsad då Thauvonius och hans elever utgick från Aristoteles' läror. De fyra grundelementen luft, vatten, jord och eld utgjorde de grundstenar av vilka de övriga ämnena var uppbyggda. Olika ämnen uppträdde som salter och kunde i detta tillstånd förnimmas med smaken, såsom svavel, och påverkade då luktsinnet, eller i form av det nedbrytande kvicksilvret. Av metallerna kände man till guld, silver, järn, koppar, tenn och bly. Dessa kunde omvandlas i varandra, men att göra guld var det svåraste och samtidigt det mest åtråvärda.

Mot denna bakgrund är det inte förvånande att ta del av Adolf Mobergs och K. F. Slottes negativa omdömen, i all synnerhet som nya strömningar inom fysiken redan börjat sprida sig i Europa. Mycket litet av det nya nådde emellertid lärdomssätet i Åbo och till en början sipprade kunskapen in långsamt och sporadiskt. Det skulle också ta tid för dessa nya idéer och upptäckter att få fotfäste bland de lärda i Finland. När det gällde den heliocentriska världsbilden gällde det också att inte reta upp det renläriga prästerskapet med påståenden som kunde tolkas vara i strid med Bibeln.

Under mitten av 1600-talet var den fysik som undervisades vid Uppsala universitet starkt bunden till den aristoteliska världsuppfattningen och man inriktade sin verksamhet främst på att behandla filosofiska spörsmål. Man hade ännu lång väg att gå innan man nådde den egentliga naturvetenskapen: att göra observationer och ur dem dra slutsatser och ställa upp teorier. Den franske pedagogen Petrus Ramus' eller Pierre de La Ramées (1515–1572) tankar om att fysiken borde upphöra med skolastiska indelningar och i stället studera och lära praktiska saker var visserligen kända i Uppsala, men de väckte starkt motstånd bland de äldre naturfilosoferna. Från denna centrala läroanstalt spreds och upprätthölls den aristoteliska filosofin även i Dorpat och Åbo.

Den svenske lärdomshistorikern Sten Lindroth säger om Åbo (Lindroth, 1975):

> ”Men främst omhuldades den aristoteliska filosofin vid universitetet i Åbo. Den drevs där till ett slags ytterlighet under oändliga begreppsklyvningar och utsirningar, ungefär av samma art som barockkonstens svulster och ornament. . . ”.

Lindroth nämner särskilt Georg Alanus (professor i fysik 1640–1648) som en flitig författare till ”små pamfletter” om formernas ursprung, om himlen, om elementen och om alstring. Otaliga små problem behandlades i dessa skriverier i sträng aristotelisk anda. Andreas Thuronius (fysikprofessor 1660–1665) kallar Sten Lindroth för ”mästaren i skolastiska subtiliteter” och fortsätter att Thuronius’ arbeten ”är ofantligt lärda, utförliga och tröttande, burna av den aristoteliska tilltron till det mänskliga förnuftets nästan obegränsade förmåga”.

Thauvonius, vars fysikprofessorsperiod inföll mellan dessa två aristotelikers verksamhetstid, kunde helt naturligt inte frigöra sig från den tidens uppfattningar. Han hade studerat i Uppsala och senare haft Alanus som lärare i Åbo. Sedan förde han traditionen oförändrad vidare på sin elev Thuronius. Thauvonius’ fysikergestaltning var inte heller av den storheten att den skulle ha gett honom kraft och förmåga att bryta sig ut ur denna aristoteliska cirkel.

Moberg och Slotte har givetvis rätt till sin kritik av Thauvonius’ arbeten, men samtidigt bör man se verksamheten i Åbo under 1660-talet mot bakgrunden av en större helhet. Thauvonius hade praktiskt taget inga alternativ att välja mellan. Och när de nya idéerna slutligen framlades innebar de en genomgripande förändring av hela tänkesättet: från att ha varit en beskrivande vetenskap om sakernas naturliga tillstånd och förändringars mångfaldiga orsaker blev fysiken med ett slag en observerande, experimentell och matematisk vetenskap, där förändringar ansågs ha bara en verkande orsak. Framstående forskare som Tycho Brahe (1546–1630), Galileo Galilei (1564–1642), Johannes Kepler (1571–1630), René Descartes (1596–1650) och Pierre de Fermat (1601–1665) förberedde den stora omvälvningen inom naturvetenskaperna, som skulle komma under slutet av 1600-talet. Måhända Thuronius’ kometobservationer trots allt gav en smula försmak av det som komma skulle.

År 1659 övergick Abraham Thauvonius till en befattning vid den teologiska fakulteten och promoverades till teologie doktor 1665 i Uppsala. Efter att ytterligare ha varit superintendent i Narva under fem års tid blev Thauvonius biskop i Viborg 1672. Från den tid Abraham Thauvonius var biskop i Viborg finns några brev av hans hand bevarade. Dessa var ställda till Nicolaus Gyldenstolpe. Denna Nils Gyldenstolpe föddes den 5 november 1642 i Åbo, där fadern var politices och historiarum professor Michael Olai Wexionius, adlad Gyldenstolpe. Nils var student vid Åbo Kungl. Akademi 1650 och anställdes vid dess kansli 1663. Vid tidpunkten då ovannämnda brev skrevs var Nils Gyldenstolpe kommissionssekreterare i Köpenhamn 1675 samt i Haag 1676. Han var en skicklig diplomat och avgav bl.a. på regeringens uppdrag ett svar på ett danskt manifest under kriget mot Danmark 1676. Abraham Thauvonius brev till Nils Gyldenstolpe var ytterst artigt formulerade och inleddes alla med en hälsning i vilken mottagarens ädla egenskaper prisades. I ett brev från december 1675 tackade Abraham Thauvonius för den gästfrihet som visats honom under hans senaste besök. Thauvonius återknöt även till diskussionen om den delegation som i Helsingör skulle underhandla med fienden och om möjligheten att hans son skulle få delta i detta företag. Det var med beklagande Abraham Thauvonius konstaterade att hans son plötsligt insjuknat i en häftig feber, som hotade att ända hans liv. Med Guds hjälp tillfrisknade han och nu hoppades Abraham Thauvonius på förståelse hos Nils Gyldenstolpe för sonens uteblivande. Brevet avslutades med en önskan om Guds rikliga beskydd (Biographiskt lexicon öfver namnkunnige svenska män, 1839; Elgenstierna, 1925). De övriga breven var mera kortfattade och uttryckte i allmänhet en önskan om någon ynnest. Ofta gällde det ekonomiska spörsmål, att inte bli bortglömd, eller en inbjudan att delta i en gemensam måltid.

Då det var vanligt att en professor strävade till bättre tjänster och försökte göra akademisk karriär skedde en tämligen snabb omsättning på det som ansågs vara ”lägre” professorsbefattningar, till vilka tjänsterna vid den filosofiska fakulteten räknades. Man försökte i allmänhet nå den teologiska fakulteten, som även inom sig hade en bestämd rangordning mellan de tre, och under en period fyra, professorsvakanserna. På grund av denna cirkulation av befattningar var det inte ovanligt att det inom professorskåren fanns grupperingar med starka band av bekantskap och släktskap. I det följande skall vi följa med några utnämningar där fysikprofessorer (före detta, dåvarande eller blivande) spelade en viss roll. Tidpunkten är medlet av 1600-talet då Alanus, Thauvonius och Thuronius samtidigt verkade vid Kungliga Akademien i Åbo (Laitinen, 1912).

Om Georg Alanus kan nämnas att han blivit student i Upsala 1627 och promoverades där till magister 1635. Han var sålunda samtida och studiekamrat med Michael Wexionius och Simon Kexlerus, vilka vardera även var verksamma i Åbo. Den 19 december 1647 upplästes vid Akademiens konsistorium i

Åbo en förordning av Kungl. Maj:t enligt vilken teologie III professor Terserus utnämndes till professor vid Uppsala universitet. En teologie professorstjänst blev därigenom ledig i Åbo. Den 11 februari 1648 uppställde teologiska fakulteten professorn i fysik och botanik Georg Alanus, professorn i matematik Simon Kexlerus samt professorn i logik och poesi Nils Nycopensis på förslag för denna tjänst. Biskop Isak Rothovius återigen förde Michael Wexionius som sin kandidat till konsistoriet. Diskussionerna blev långa och först hösten 1648 gav konsistoriet sitt enhälliga stöd för Georg Alanus.

Omkring tio år senare då Michael Wexionius lämnade professuren i politik och historia uppställde konsistoriet den 19 november 1657 hans bror Olaus Wexionius på första förslagsrum och Axel (Axelius Andreae) Kempe på andra. Konsistoriets brev hade skrivits av dåvarande rektor Abraham Thauvonius samt Georg Alanus å teologiska fakultetens och Simon Kexlerus å filosofiska fakultetens vägnar. I brevet talades dock mycket för Axel Kempe.

Det uppstod nu två läger och diskussionens vågor gick höga. Michael Wexionius talade för sin bror och fick understöd av biskop Eskil Petraeus, som talade för sin svärson.[2] I debattens hetta glömde Michael Wexionius sitt eget släktskap och anklagade Abraham Thauvonius för att vilja ha någon annan vid denna professorstjänst på grund av släktskap, något som dock inte har kunnat påvisas. Även de sökande deltog i diskussionen och skrev brev till Akademiens kansler Per Brahe. Målet avgjordes med en salomonisk dom. År 1658 utnämndes Axel Kempe till denna professorsbefattning och samma år erhöll Olaus Wexionius en professur i juridik.

Michael Wexionius och Axel Kempe förblev dock fiender under en lång tid. Den besvärliga professorsutnämningen låg Michael Wexionius i fatet även av den orsaken att Andreas Thuronius, som var professor i logik och metafysik, gav sitt stöd åt Axel Kempe. År 1656 hade nämligen Michael Wexionius understött Thuronius och därvid råkat i dålig dager, då han anklagades för att ha överskridit sina fullmakter. Den gentjänst han nu väntade på uteblev dock.

Ännu en gång skulle Michael Wexionius ta del i en utnämningsprocess. År 1658 blev teologieprofessor Nils Nycopensis biskop i Viborg och konsistoriet uppställde Simon Kexlerus (matematik) och Abraham Thauvonius (fysik) på förslag till den ledigblivna tjänsten. Michael Wexionius framförde sin svärson Enevaldus Svenonius som sin kandidat och understöddes av Johannes Elai Terserus d.ä., som var biskop i Åbo sedan 1658. Abraham Thauvonius utnämndes sedan 1659 till den tredje professuren vid teologiska fakulteten.

[2] Juris professor Olaus Wexionius var gift med biskop Petraeus' dotter Katharina (Kotivuori, 2005).

Thuronius, Petraeus, Hahn och Thorwöste

Thauvonius efterträddes på posten som professor i naturvetenskaperna vid Åbo Kungl. Akademi av Andreas Thuronius. Denne var född i Tavastkyro år 1632, där hans föräldrar var kyrkoherden Thuro Teodorsson och dennes hustru Valborg Abrahamsdotter. Släktnamnet var ursprungligen Waenerus, men för att hedra fadern tog sonen senare namnet Thuronius. Redan som åttaåring sattes Andreas Thuronius i skola i Tavastehus, året därpå i Björneborg. Han blev student 1648 och redan som tjugoåring magister och verkade därefter en tid som informator i greve Arvid Wittenbergs familj i Stockholm. Senare blev han sekreterare hos kansler Per Brahe och utnämndes 1656 till professor i logik och metafysik vid Akademien i Åbo (*Chronologiska förteckningar*, 1836; Moberg, 1895; Klinge *et al.*, 1988). Hans rykte vilade på två huvudarbeten i Aristoteles anda: *Institutiones logicae* (1660), ett digert verk på 854 sidor, utom en inledning på 96 sidor, samt *Compendium metaphysicae* (1664), bägge dedicerade till gynnaren Per Brahe.

Per Brahe framförde 1649 en plan att man skulle ge ut almanackor, beräknade för Åbo horisont och för finländskt bruk. Den första almanackan för Åbo publicerades redan 1623 av Sigfrid Aron Forsius. Matematikprofessorn Simon Kexlerus hörsammade kanslerns plan och gav ut en almanacka för Åbo 1650. Thuronius tog upp arbetet tillsammans med Flachsenius, och deras äldsta bevarade almanacka härstammar från år 1660. Litet senare, den 11 maj 1661 framlade Johan Flachsenius en avhandling om Solen och dess fysikaliska egenskaper under presidium av Axel Kempe, som vid denna tid var professor i politik och historia. Johan Flachsenius blev sedermera professor i matematik. Liksom övriga avhandlingar uppvisade ej heller denna några större innovationer. År 1660 blev Thuronius även utnämnd till professuren i naturvetenskaperna och han skötte därmed två lärostolar. Han ägnade sig dock huvudsakligen åt filosofi och astronomi. Från en gammal handskrift känner man till att Andreas Thuronius godkände Jordens dagliga rörelse, men hyllade för övrigt alltfort den aristoteliska kosmologin. Trots enstaka astronomiska observationer kan man inte finna några spår av experimentell fysik i hans verksamhet. Även om Thuronius torde ha känt till Francis Bacons empiriska filosofi var experimentell forskning helt främmande för Thuronius och dåvarande Åbo-skolan. Thuronius gjorde visserligen själv astronomiska observationer på prästgården i Ikalis, hans barndomshem. Där iakttog han vintern 1664–1665 en komet, men publicerades aldrig sina observationer.[3] Kometen i fråga har beteckningen C/1664 W1 och den observe-

[3]Originalet till Thuronius' manuskript, *Delineatio cometae in presbyterio Ikalensi a.D.*

rades vida i Europa. Den hade en närmast parabolisk bana och således vet man inte när den eventuellt återvänder till solsystemet.

Innan Andreas Thuronius blev utnämnd till professuren i fysik var han professor i logik och metafysik och hade således intill denna senare utnämning helt ägnat sig åt att behandla abstrakta spörsmål. Att nu ställa om sig till den inriktning fysiken hade och studera naturens företeelser var svårt, för att inte säga föga lockande, för Thuronius. Hans filosofiska arbeten blev dock vida kända och Bernhard Lohrman besjöng honom 1659 som *Sidus patriae* (fosterlandets stjärna) och *Fennis splendens corona* (finnarnas lysande krona), medan Axel Kempe, professor i politik och historia, skrev om honom att ”om Platon, Aristoteles och Ramus åter uppstode i lifvet, de skulle skynda att blifva Thuronii lärjungar” (Hjelt, 1896). Adolf Moberg var emellertid kritisk i sitt omdöme (Moberg, 1895). Utan att ens ha läst Thuronius' avhandlingar, endast deras titlar, bedömde han att ”. . . att denna vetenskap [fysiken] under hans [Thuronius'] korta läraretid förblef på sin gamla ståndpunkt . . . ”. Thuronius avhandlingar är förvisso övningar i aristotelisk naturlära, och uppvisar dessutom tro på stjärnornas inflytande i den sublunara världen, men detta var ändå inget oerhört under denna tid. Såtillvida är Mobergs uttalande oberättigat och orättvist. Andreas Thuronius uppges ha varit omtyckt som lärare och en flitig författare. I sin lärobok i logik klarlade han disputationskonstens alla knep, inklusive de fula: disputanden skulle använda krigslist, avkräva motparten på bevis uti oändlighet, samt avge indirekta och skenbara svar. En lärobok i astronomi var även påtänkt för hela rikets tjänst, men den publicerades aldrig och manuskriptet finns endast delvis bevarat. Thuronius påbörjade även en lärobok i fysik men hann inte slutföra den. Han avled den 8 augusti 1665, endast 32 år gammal i lungsjukdom under en resa till Reval där han skulle söka den läkarhjälp och medicin som inte stod att finna i Åbo.

Efter Andreas Thuronius kom Andreas Petraeus på posten som professor i naturvetenskaperna. Han var son till biskop Eskil Petraeus och han verkade en tid som notarie i domkapitlet. Efter att ha blivit magister 1656 verkade Andreas Petraeus som sekreterare och adjunkt vid filosofiska fakulteten. Bibliotekarie vid Akademien blev han 1659. Gymnasiet i Åbo hade haft ett litet bibliotek, som övergick i Akademiens ägo då denna grundades med gymnasiet som bas. Antalet böcker var vid denna tidpunkt 21. I denna grundplåt ingick bland de naturvetenskapliga verken Sebastian Münsters kosmografi, som även beskrev Finland, samt Andreas Vesalius' vid den tiden moderna anatomiska verk *De*

1664 et 1665 observati, omfattande fem folioblad, förvaras i *Bibliothèque Nationale* i Paris (signum: *Nouv. acquis. lat.* 78). En mikrofilmad kopia finns i Nationalbiblioteket i Helsingfors (Ms/Mf 550). Innehållet har transkriberats av Aarno Maliniemi (1932).

humani corporis fabrica, i en andra reviderad upplaga från år 1555. Biblioteket behövde dock snabbt utökas och ett femtiotal böcker överfördes från domkyrkans samling och akademiprofessorerna bidrog även med böcker från egna bibliotek. Samtidigt fann en del krigsbyte sin väg till Åbo, men i detta avseende låg dock Akademien i Åbo alltför avlägset, jämfört med de stora intressenterna i moderlandet Sverige.

Biblioteket sköttes under de första åren av någon professor eller lärare vid Akademien som extra syssla, men efterhand som samlingarna växte ökade även arbetsbördan (Kiukkonen, 1990; Nyman, 1990). Drottning Kristina förordnade därför att en bibliotekariebefattning skulle inrättas, med en årlig lön av 150 daler silvermynt. En värdefull utökning av samlingarna skedde redan under den förste bibliotekariens, Axel Kempes tid då biblioteket mottog en värdefull bokdonation av Kristina Horn, änka efter hakkapelitgeneralen Torsten Stålhandske. Stålhandske anförde under det danska krigståget de finska ryttarna, hakkapeliterna, och hemförde som krigsbyte bland mycket annat ett stort bibliotek. Vid Århus intagande hade nämligen ett bibliotek tillhörande biskopen därstädes, Martinus Matthiae (Morten Madsen), fallit i Stålhandskes händer. Det omfattade 898 volymer av vilka 248 var stora folianter. Denna förnäma boksamling övergick nu genom Kristina Horns donation i Akademiens ägo.

Det var på denna bibliotekariepost Andreas Petraeus år 1656, såsom Kempes efterträdare, inledde sin akademiska karriär. Detta skedde medan hans fader ännu var prokansler för Akademien. Till en början var Petraeus intresserad av att utvidga biblioteket och sörja för att det hade en ordentlig byggnad. Hans ansträngningar ledde dock inte till några resultat, snarare började hans tid åtgå till att söka efter en bättre tjänst. Bibliotekarielönen var nämligen knapp. I detta sökande hade han bättre framgång än som bibliotekarie och 1665 blev han utnämnd till professor i fysik.

Under Petraeus' professorstid ventilerades under hans presidium endast ett fåtal disputationer. Dessa handlade om elementen (1668), om djuren (1673) och om världens uppkomst (1681). Ytterligare skrev några studenter avhandlingar för andra professorer under den tid Petraeus vistades i Stockholm. Petraeus skötte sitt ämbete under perioden 1665–1682. Man finner att professorerna i naturvetenskaperna (fysik) under denna tid i allmänhet ägnade stort intresse åt filosofiska och astronomisk-kosmologiska frågeställningar. Andreas Petraeus var inget undantag. Han förde inte heller den egentliga fysiken framåt under sin 17-åriga professorsperiod. En ljusglimt var dock Daniel Achrelius, som publicerade det stora verket *Contemplationes mundi*, till vilket vi återkommer senare.

Petraeus försummade av allt att döma sin tjänst. Till och med biskopen Johannes Gezelius d.ä. klagade:

> ”hurusom han [Petraeus] sin profession i 12 åhrs tijdh aldeles lamt och uthan then studerande ungdomens nytta och framkompst handterat hafver, jämbvähl och uthi desse berörde åren inte något arbete evulgerat [gjort offentligt], och som mehr är, eij nogon disputation skrifvit; – Åhr alltså medelst denne Professions försummelse Physices studium blifvit ödelagt, hvilket alle studenter i gemen, i synnerhet Philosophiae Candidati hafva orsak att klaga öfver”.

Gezelius d.ä.:s kritik över Petraeus’ passivitet var säkerligen berättigad, men dock inte helt korrekt. Petraeus gav nämligen ut en disputation, *De animali*, 1673 och ytterligare *De forma physica* ett år senare. Vardera hade metafysiskt innehåll (Hjelt, 1896).

Andreas Wanochius utnämndes 1680 till extraordinarie professor i fysik och förordnades att bestrida Petraeus föreläsningar. Wanochius var född den 10 november 1651 i Tyrvis, blev student 1669 och magister 1679. Han hann vara e.o. professor i fysik bara ett år då han redan 1681 blev *Philosophiae moralis et historiarum professor*. Han dog den 16 mars 1700, såsom andre teologie professor endast fyrtioåtta år gammal (Hjelt, 1896).

Petraeus var av allt att döma en klen lärare med föga intresse för undervisning och forskning i sitt ämne, men trots detta avancerade han inom den akademiska hierarkin och blev professor i teologi 1682. På denna post skötte han emellertid undervisningen på ett så undermåligt sätt att han avskedades från professuren. Sitt prebende fick han dock behålla. Petraeus hade intill samma tid varit inspektor för den Borealiska nationen, men 1692 efterträddes han av Johan Flachsenius på denna post. Huruvida den omständigheten att Petraeus var Gezelius motståndare och fiende hade någon inverkan på hans karriärs nedgång är inte klart. Samtidigt bör nämnas att Andreas Petraeus fader var biskopen Eskil Petraeus och att han var gift med dottern till en av de första professorerna i teologi vid Kungl. Akademien i Åbo, Martinus Henrici Stodius. Petraeus saknade därför säkerligen inte heller stöd inom universitetet.

Petraeus efterträdare som professor i naturvetenskap vid Akademien i Åbo blev Petter (Petrus Olai) Hahn. Han härstammade från Småland. Detta var en inte helt oväsentlig omständighet då man betänker att även kansler Per Brahe hade rötter i denna landsända, samt att Petter Hahn varit skolelev i Växjö, där en gång professorn i politik och historia vid Åbo Akademi, Wexionius, varit rektor. Hahn var gift med Margareta Lietzen, dotter till assessor Nils Lietzen, vars båda äldre döttrar även var gifta med professorer, den äldsta med professor Gezelius d.y. och den mellersta med teologie professorn Simon Tålpo. Dylika släktband – allianser – kunde vara avgörande om man ville göra akademisk karriär, eftersom auktoriet och renommé spelade en stor roll i utnämningsärenden i ett hierarkiskt samhälle. Även Petter Hahns båda döttrar ingick senare giftermål med professorer.

Petter Hahn blev student i Åbo 1672. Tre år senare utnämndes han till biblioteksamanuens, men kallade sig efter en tid för vicebibliotekarie. Den 27 juni 1677 fick han kanslersfullmakt att verka som bibliotekarie, sedan han genomgått fil. kand. -examen. Hahn kunde dock inte genast tillträda denna befattning då gamle bibliotekarien Gabriel Wallenius fortfarande kvarstod på denna post, i brist på annan tjänst (Nyman, 1990).

Den 17 september 1681 utnämndes Petter Hahn till extra ordinarie professor vid filosofiska fakulteten med uppgift att föreläsa i fysik i stället för Andreas Petraeus. År 1683 blev Hahn slutligen ordinarie professor efter Petraeus. Då sedan Gabriel Wallenius dog år 1690 tillträdde Hahn även biblioitekariebefattningen och lyfte härför avsedd lön. Detta skulle gälla som ersättning för det prebendepastorat Hahn, i brist på kunskap i finska språket, inte kunde sköta. Det allmänna omdömet var dock att Hahn skötte biblioteket på ett undermåligt sätt.

Då Petter Hahn disputerade med avhandlingen *De Majestate* klassificerades detta som *disputatio politica*. Senare, på 1680- och 1690-talen kan de disputationer vid vilka Hahn presiderade uppdelas i två huvudgrupper: *disputationes physicae* och *disputationes philosophicae*. I själva verket var det naturvetenskapliga området mycket vidsträckt och avhandlingarna behandlade frågeställningar från kosmologi, astronomi, fysik, fysiologi och psykologi ända till teologiska spörsmål. Så t.ex. presiderade Hahn 1697 vid en disputation om predikan, *De sermone*, som smålänningen Johan Agrell försvarade, och den 12 maj 1709 satt Hahn vid en disputation *De elephantis et eorundem ad bellum apparatu* (Om elefanter och bruket av dem i krig) framförd av Daniel Lannerus, även han från Småland. Totalt presiderade Hahn vid 101 disputationer och flera av respondenterna var smålänningar. Hahn var även inspektor för den småländska nationen.

Nya tankegångar i fysiken fick endast långsamt fotfäste i Åbo. I de astronomiska avhandlingar Hahn och hans föregångare var involverade i var den kopernikanska läran endast omnämnd utan förklaring. Även det cartesianska tänkesättet – i betydelsen mekaniska förklaringsmodeller – spred sig långsamt (Kallinen, 1993, 1995). Descartes' filosofi hade som mål att förklara naturliga företeelser rationellt och begripligt. Kravet på intelligibilitet innebar i sin tur, att förklaringarna skulle vara mekaniska, och därmed slutligen även matematiska. Förutom materie erkände Descartes också förekomsten av ett helt annat väsen: anden eller medvetandet. Materie och ande är väsenskilda, men de samverkar ändå på ett visst sätt i människohjärnans tallkottkörtel. Den cartesianska dualismen spelade en viktig roll i medicinsk vetenskap emedan människokroppen därmed kunde betraktas som en mekanisk helhet.

Tydliga cartesianska influenser röjer sig bl.a. i upplänningen Andreas Lundius' disputation om människans sinnen, *De sensibus hominis* (1690) och åbobon Andreas (Anders) Pryss' disputation om regnbågen, *De iride* (1691). Vid ventileringen av dessa disputationer presiderade Petter Hahn. Hahn hade även tidigare presiderat vid disputationer som både riktat sig mot och som talat för Cartesius. Allt detta visar att nya idébildningar var kända i Åbo, men deras verkliga genombrott tog i allmänhet en längre tid. Författare till avhandlingar med djärva och avvikande åsikter kunde därför skatta sig lyckliga när förberedelserna gått så långt att de fick sina arbeten offentliggjorda och kunde disputera, även om de ofta då utsatte sig för kritik från högre ort.

Ett exempel på detta utgör de teser, *Theses nonnullas, de mente humana sive de attributis et aliqvibus ejusdem affectionibus*, som den då ännu studerande Anders Chydenius (farfader till den kända nationalekonomen och prästen med samma namn) gav ut 1697 under professor Torsten Rudeens inseende. Samma år disputerade Chydenius även pro gradu under professor Hahns ledning med avhandlingen *De microcosmo* (1697). Den förra avhandlingen väckte emellertid biskop Johannes Gezelius d.y.:s starka misshag. Men även försvarare steg fram (*Chronologiska förteckningar*, 1836):

> ”Åtalade såsom innehållande förderfliga eller onyttiga nya sattser och läror, hämtade ur Cartesii, dittills från Åbo Akademi utstängda, philosophiska system, hade de emellertid af Braun, såsom då var Akademiens Rector, blifvit så väl ansedda, att han, då de ventilerades, hade, som Biskopen förmäler, gjort en gratulation deröfver, 'att sådana principia nu komma in'. Mindre bemärkta inkommo de på samma tid genom naturvetenskapen i allmänhet; men i synnerhet voro de omfattade af Medicine-Professorerna, hvilke alle en lång tid bortåt, den ene efter den andre, vid Holländska Universiteter hade studerat, och der med dem införlifvat sig”.

Lars Braun, som ovan omnämndes såsom Akademiens rektor, föddes 1657 i Ålem i Småland. Han studerade först i Uppsala och disputerade där pro gradu i filosofi, och fortsatte därefter studierna i Utrecht, Holland, för att promoveras där år 1689 till medicine doktor. Efter några spridda tjänster i Sverige kom han sedan år 1693 till Åbo som medicine professor. Fem år senare, 1698, utnämndes han till professor i medicin vid universitetet i Dorpat. Han adlades 1719 under namnet Braunerskiöld och dog 1730.

Nya åsikter företräddes även av Daniel Achrelius (1644–1692), son till medicine professorn Erik Achrelius, som en tid var verksam i Holland som läkare. Daniel Achrelius som utnämndes till professor i vältalighet (*eloquentia*) år 1679 gav ut ett fysikaliskt arbete, *Contemplationes Mundi libri tres* (Betraktelser över världen, tre böcker, 1682), vilket omfattade hela 350 sidor. Det bestod väsentligen av 21 avhandlingar som offentligt hade granskats under åren 1678–1682, och presenterade hela det dåtida vetandet om allt från himlakropparna och jordklotets struktur till mineraler, växt- och djurriket och människan själv. Arbetet var en kompilation av material från lärda källor, såväl antikens som nya tidens, och särskilt från den berömde jesuiten och polyhistorn Athanasius Kircher (1602–1680). Den präglas också av den schweiziske läkaren Theophrastus Paracelsus' läror. Föga överraskande väckte arbetet misshag i fakulteten som under ledning av dekanus Erik Falander försökte få det stoppat. Det försvarades emellertid av teologerna, som inte fann det stridande mot Bibeln, samt av medicine professorn Elias Tillandz (1640–1693). Författaren till *Chronologiska förteckningar* (1836) konstaterar torrt:

> ”Sålunda uppgingo först genom naturvetenskapen nya sanningar, opåtaladt af det gamla theologiska systemets anhängare. Denna uppgång, hemlig och långsam, bevisar på sitt håll omöjligheten af att utstänga och qväfva nya i och för den allmänna bildningen nödvändiga principer och sanningar”.

Den framsynte Elias Tillandz hade studerat i Åbo och Uppsala, men reste 1668 till Holland och promoverades 1670 i Leiden till medicine doktor. Hemkommen till Åbo samma år efterträdde han Erik Achrelius på posten som medicine professor. Han grundlade en botanisk trädgård på en tomt invid domkyrkan i Åbo.

Uppsala och Åbo var vid den här tiden kända för sin nit för ren och rätt lära. Fastän mången professor reste utomlands och besökte Dorpat, och på detta sätt fick nya intryck, var detta inte alltid tillräckligt. Även i Dorpat rådde en viss kontroll, dirigerad från Uppsala under svenska stormaktstiden. Så till exempel hade Johannes Gezelius d.ä. under flera år verkat i Dorpat innan han kom till Åbo och blev biskop och prokansler därstädes. Sonen Johan Gezelius d.y. föddes i Dorpat, men studerade i Uppsala och Åbo. Han företog en lång resa till Tyskland, England och Frankrike och blev slutligen, även han, biskop i Åbo. Men inte heller dessa impulser utifrån var tillräckliga för att ge honom en vidare och liberalare syn på naturvetenskaperna. Det förefaller som om den nya fysiken och det nya tänkesättet haft sina källor i Västeuropa och delvis uppstått just vid universiteten i Holland. Dessa universitet utgjorde därför grogrund för nya tankegångar, och studenterna därifrån förde ut dessa åsikter i allt vidare cirklar.

Medicine professorerna i Åbo, som i många fall besökt Holland, var i allmänhet upplysta och färdiga att gå i strid för de nya idéerna.

Stora nordiska kriget 1700–1721 försvårade märkbart verksamheten vid universitetet, som slutligen måste stängas och evakueras till Stockholm år 1713. En viss aktivitet rådde dock hela tiden, men först år 1722 kunde verksamheten gradvis återupptas i Åbo. Bland de professorer som inte återvände fanns Petter Hahn, som dog i Sverige den 12 december 1718. Han bodde sina sista levnadsår i Västerfärnebo hos sin svärson, professorn i matematik Lars Tammelin.

Redan före krigsslutet och flytten tillbaka till Åbo utnämndes till professorsvakansen i fysik Johan Thorwöste, vilken innehade tjänsten mellan åren 1720 och 1736. Thorwöste omnämns i studentmatrikeln som nylänning. Han härstammade från en välbärgad bruksägarsläkt, vars anfader Petter Thorwöste (död år 1659) anlände till Åbo från Lübeck. Bruken Fiskars, Antskog och Svartå omnämns i släkttraditionen. Petter Thorwöstes son, Johan Thorwöste den äldre (död år 1712), även han brukspatron, gifte sig med Helena Rosendal och fick sonen Johan, som sedermera blev professor i fysik och botanik. Johan Johansson Thorwöste (ca 1680–1750) var gift två gånger. Det första äktenskapet ingick han med Katarina Rungén och det andra med Birgitta Wetter, dotter till en tullnär i Åbo. De hade en son Petter, som föddes 1722 och uppgavs ha varit sinnesrubbad (*Chronologiska förteckningar*, 1836).

Johan Thorwöste disputerade vid Åbo Kungl. Akademi 1703 under professorn i matematik Lars Tammelins egid med avhandlingen *De oceano ejusque dimensione* (Om oceanen och dess dimensioner) och blev magister samma år. Han befordrades till filosofie adjunkt 1707 och blev professor i naturvetenskaperna år 1720. Hans insats i professuren blev anspråkslös. Visserligen tillträdde han befattningen vid en besvärlig tidpunkt, just då verksamheten återupptogs efter Stora nordiska kriget, men han visade ej heller något särdeles intresse vare sig för naturvetenskap eller vetenskap överhuvudtaget.

Universitet i Åbo hade vid denna tid flera hemman, de flesta i Satakunda, och tid efter annan förutsattes det att en professor skulle göra en inspektionsresa och granska skötseln och avkastningen från dessa hemman. En dylik inspektionsresa blev aktuell sommaren 1723 då universitetsverksamheten återupptogs efter kriget. Inspektionsuppgiften tilldelades den till tjänsteåren yngste professorn, Johan Thorwöste, sedan mången äldre avböjt. Resan var nämligen lång och besvärlig där den företogs med en enkel hästfora.

År 1724 skulle tredje professuren i teologi besättas och även Johan Thorwöste var uppställd på förslag. Hans teologiska insikter var emellertid obekanta för alla och då han dessutom var sjuklig lämnade biskop Witte honom ur räkningen med motiveringen att om han inte kunde föreläsa, hur skulle han då kunna sköta sina uppdrag i den teologiska fakulteten och i domkapitlet. Antalet disputationer var tämligen litet under Thorwöstes tid, men det fanns dock några arbeten som framlades till granskning. År 1728 disputerade Fabian Gudseus om naturkropparnas inre konstitution med avhandlingen *De constitutione* ΦΎΣΕΩΣ, *sive de natura in genere*. Med naturkropp avsågs här en materiell kropp som har utsträckning åt tre håll, som består av materia och kan röra på sig i förhållande till andra liknande kroppar. Även värme och kyla omtalas som egenskaper hos naturliga kroppar. Experiment omtalas generellt som en källa att nå kunskap och man åberopar dansken Caspar Bartholins (1655–1738) naturfilosofiska verk *Specimen philosophiae naturalis, praecipua physices capita exponens* för detaljer. Utan att hänvisa till Descartes anför Thorwöste till slut dennes kända utsaga: om man filosoferar med klara och tydliga idéer inför ögonen kan man inte gå vilse, eftersom Gud inte är svekfull (*quia cum Deus non sit fallax*).

Ett år senare disputerade Jacob Malleen med *De candela ardente* om det brinnande ljusets tre delar: elden, talgen och veken. År 1733 väckte en dissertation av Johan Thorwöste, *De effectibus fascino naturalibus*, en viss uppmärksamhet då den betecknades som vidskeplig. Dylika påståenden hade redan fällts om ett av Thorwöstes tidigare verk. Johan Thorwöstes intresse för vetenskap var av allt att döma ringa och då han år 1736 lämnade sin professur till förmån för kyrkoherdeskapet i Töfsala, skedde detta ”saknad av ingen” inom universitetsvärlden. Han avled den 27 augusti 1750 på Töfsala prästgård.

Nyttans apostlar – Browallius och Mennander

Thorwöste efterträddes på professorsposten av Johan Browallius, som var född 1707 i Västerås, där han även gick i skola. Hans fader var lärare i gymnasiet och dessutom kyrkoherde i Bro socken. Som trettonåring kom den begåvade ynglingen till Uppsala och fortsatte sina studier där och blev magister 1731. Han studerade samtidigt teologi och prästvigdes. I Uppsala blev Browallius bekant med den tyske Leibniz-discipeln Christian Wolffs rationalistiska naturfilosofi samt nyttotänkandet, d.v.s. att man skulle kunna dra nytta av naturvetenskapliga insikter i det dagliga livet och ekonomin. Dessa åsikter kom sedan att prägla Browallius’ verksamhet under hela hans liv.

Efter avlagd magisterexamen var Browallius en tid informator i landshövdingen Nils Reuterholms familj då denne bodde i Falun. Åren 1733 och 1734 blev han nära bekant med Carl Linnaeus (år 1757 adlad von Linné) då denne även vistades i Falun. De två jämnåriga unga vetenskaparna blev goda vänner och de förde långa samtal om vetenskap och liv. Det var under dessa tillfällen

Browallius' stora intresse för naturvetenskaperna vaknade på allvar. Samtidigt blev han en beundrare av det växtsystem Linné uppställde, något han gärna senare lärde ut i samband med sina föreläsningar i botanik. Vid denna tid deltog Browallius även i en expedition, studieresa, till Dalarna som sträckte sig ända till Norge. Han var då speciellt intresserad av mineralogi och bergsbruk, som han ansåg vara viktiga näringar för ett lands välstånd.

År 1737 gav Browallius ut två skrifter som handlade om undervisningen i naturvetenskap, den förra för skolor, och den senare, ”Tankar öfwer Naturkunnigheten, och huru then bör drifvas vid en Academia”, avsedd för universitetet. Mycket tack vare denna avhandling erhöll Browallius professuren i fysik och botanik vid Åbo Kungl. Akademi ännu samma år. Som medtävlare om professuren anmälde sig teologie adjunkten Johan Ervast, om vilken det sades att han studerat alla ämnen och dessutom skulle inkomma med ett specimen. Han avled dock innan tjänsten besattes. Övriga sökande var filosofie adjunkterna Johan Welin, synnerligen lärd, och Grels Steenman, skicklig matematiker, samt några andra. Browallius' lärdom – han var dessutom prästvigd – och den ovannämnda avhandlingen om universitetsundervisning i naturvetenskaperna, gav honom just den prioritet som behövdes för att han skulle få tjänsten.

Det ålåg professorn i naturvetenskaperna att föreläsa i flera olika ämnen. Hälften av föreläsningarna skulle anslås till allmän naturvetenskap och den andra hälften till botanik. I det senare ämnet framförde Browallius gärna det växtsystem som ställts upp av Linné. Redan hösten 1738 fick Browallius göra bruk av sina framförda läror om undervisningen. Det visade sig nämligen att mången ny student hade mycket klena baskunskaper i olika studieämnen. För välbärgade studenter var detta i allmänhet inget problem, men fattiga studenter hade inte råd att avlöna en privat informator. Browallius, med några kolleger, framförde tanken att Åbo Kungl. Akademi skulle anställa assistenter, så kallade docenter, i anknytning till de olika ämnena, med uppgift att bättra på studenternas kunskaper. Några medlemmar i professorskollegiet ställde sig inte positiva till detta förslag bl.a. med motiveringen att dylika docenter saknades i Uppsala. Browallius förslag gick dock segrande fram och den 30 november 1738 godkände kanslern, greve Ernst Johan Creutz, fem docenter, och därmed hade en ny lärarkategori kommit till stånd.

Under sin lärarverksamhet talade Browallius för en empirisk, experimentell forskning, vilket i många avseenden innebar ett helt nytt tänkesätt. Själv föreläste Browallius i experimentell fysik och kemi, mineralogi – som han höll för en viktig nyttovetenskap – samt zoologi och botanik. Helt enligt sin linje angående nyttovetenskaper ansåg han lantbruk, bergsbruk, industri och handel speciellt viktiga för ett lands ekonomi och välstånd. Han grundade ett kemiskt laboratorium där han utförde de första vetenskapliga experimenten som utmynnade i en undersökning om halvmetallen arsenik och dess föreningar. Den kemiska teorin var ännu grundad på läran om det brinnande ämnet flogiston.

Under Browallius tid disputerade flera studenter för lärda grader vid Akademien i Åbo. Man diskuterade bl.a. gravitationen och dess verkningar (två avhandlingar) och grunderna i tidens kemi (tre avhandlingar). Andra ämnen som intresserade var vinterköld och Solens värme, åskväder och blixturladdningar samt filosoferande över huruvida fysikens hypoteser och metafysiska principer kunde leda till allehanda villfarelser. Själv författade Browallius även flera avhandlingar som publicerades i Kungl. Vetenskapsakademiens *Handlingar*.

Browallius skötte sin professur i naturvetenskaperna fram till år 1746. Då avancerade han till andre teologie professor, sedan till förste teologie professor och slutligen till biskop år 1749. Som teolog hade Browallius en naturvetenskaplig syn och som prokansler för universitetet följde han noga med händelserna inom universitetet och arbetade ständigt för dess förkovran.

Även utanför universitetet hade Browallius uppgifter. Han deltog bl.a. i riksdagens arbete i Stockholm och redan 1740 blev han invald i Kungl. Vetenskapsakademien, där han betecknades som en aktiv akademiledamot. Browallius dog år 1755, endast 47 år gammal.

Då Browallius år 1746 övergick till en tjänst i teologiska fakulteten anmälde sig fem sökande för hans ledigblivna professur. Carl Fredrik Mennander hade lyckan med sig i denna utnämningsprocess och han efterträdde Browallius på posten som professor i naturvetenskaperna och innehade denna post under en period av sex år. Mennanders läror präglades av nyttotänkandet och han gick här i sin föregångares, Browallius', fotspår. Mennander ansåg att universitetet borde ägna sig åt samhällsnyttiga frågeställningar, sådana som skulle öka produktiviteten och höja det ekonomiska välståndet i samhället. Därför var både kemi och fysik av stor betydelse för lantbruket.

Mennanders karriär uppvisar för övrigt stora likheter med Browallius'. Han föddes den 19 juli 1712 i Stockholm. Fadern var Anders Mennander, tidigare kyrkoherde i Fickel socken i Estland. Anders Mennander var emellertid tvungen att med familjen fly till Stockholm då den ryska armén trängde fram. Där blev han kyrkoherde vid den finska församlingen. Efter fredsslutet 1721 var han verksam i Laihela och Ilmola. Carl Fredrik Mennander gick i trivialskolan i Vasa, varifrån han dimitterades 1728 och inskrevs som studerande vid Åbo Akademi (Laurén, 1884). Åren 1732–1734 studerade han i Uppsala men återkom till Åbo sistnämnda år. Här promoverades han till magister 1735. År 1738 blev han adjunkt vid filosofiska fakulteten. Professuren i fysik vid Åbo Kungl. Akademi tillträdde han 1746, men blev redan 1752 teologie professor samt biskop i Åbo stift fem år senare.

Då Carl Linnaeus (von Linné) år 1732 återvände från sin Lapplandsresa stannade han för en tid i Åbo. Han bekantade sig med stadens lärda och passade samtidigt på att undervisa naturalhistoria för hugade ynglingar, bland dessa Mennander. Mennander som kom från ett välbärgat prästhem i Laihela hade råd att ta privatlektioner. Ännu hösten samma år reste Mennander till Uppsala och stannade där två år för studier. I Åbo tog kansler Creutz sig an den unge Mennander, som anslutit sig till Linnés läror. Också i Browallius hade Mennander en beskyddare. År 1738 blev Mennander adjunkt vid filosofiska fakulteten och bistod där Browallius i dennes verksamhet. Andra tecken på framgång för Mennander var det högtidstal han fick hålla vid universitetets 100-års festligheter i juni 1740, samt hedersbevisningen att han blev kallad till ledamot av Kungl. Vetenskapsakademien år 1743.

Carl Fredrik Mennander var gift första gången med Ulrika Palén, dotter till häradshövdingen i Pikis och Halikko Abraham Palén och Margareta Katarina Tigerstedt. Äktenskapet ingicks 1741 men det slutade tragiskt då Ulrika dog den 13 november 1742 under flykten för lilla ofreden till Uppsala. Ett andra äktenskap ingick Mennander den 12 maj 1747 med Johanna Magdalena Hassel, dotter till professorn i vältalighet Henrik Hassel, och hade med henne sonen Carl Fredrik, som föddes 1748. Sonen blev sedermera adlad Fredenheim.

Mennanders praktiska syn kom även fram vid de disputationer han presiderade vid. Många avhandlingar var av naturvetenskapligt-ekonomiskt slag och de behandlade fiske och järnbruk samt de ekonomiska förhållandena i Österbotten, själv var ju Mennander österbottning och inspektor för den österbottniska nationen. Mennander intresserade sig även för befolkningsstatistik och iakttagelser av vädret och hans meteorologiska avhandlingar var ägnade att befrämja lantbruket då det gällde att kunna värna sig mot t.ex. frost. I dessa arbeten var Mennander något av en föregångare då de byggde på rikliga observationer och i viss mån statistisk behandling. Redan i det tal Mennander höll vid sin introduktion i Kungl. Vetenskapsakademien i Stockholm (Mennander, 1743) beskrev han förhållandena i Finland och nämnde bl.a.:

> ”Landet består likwäl icke af Africanske sandmoor, eller Sweitzerske berg; utan mästedels af Hollänsk dyy och måssa, som kan gifwa oss håpp om Holländsk fruktbarhet. Men hwilka wåra måssor, så länge de icke är uttorckade och afledde, äro med sin skarpa syra och skadeliga utdunstningar, om icke altid den endaste, doch den förnämnste orsaken til wårt lands ofuktbarhet, och af köld ofta timade missväxt”.

Nyttotänkandet innebar inte enbart att kunna tillämpa fysikens lagar, utan man skulle även erhålla ekonomisk vinst och om möjligt genomföra en långt driven förädling. Han sade att Finland

> ”beboos af et urgammalt Schytiskt folkslag, som fordom lefwat endast af jagt och fiskfänge. Nu är det så wansläktat, att man ibland i hela soknar knapt finner en förswarlig bysseskytte. Men, hwad kan wäl heller upmuntra dem därtill, då de för fogeln eller haran knapt få skåttet, sit krut och lod, betalt”.

Och på tal om tjärbränneri,

> ”hwarvid nyttan till ingen del går op emot mödan. Til en tunna tjära fällas wäl hundrade trän, af hwilka et enda kunde rikeligen betala hela tjärudalen, om man hade tillfälle, at försälja det åt utlänningen til mastträd; ja, en enda gren, om den finge gå genom konstnärens händer”.

Ännu som professor i naturvetenskap hade Mennander ett starkt stöd i Browallius. Mennander avancerade nu upp till tredje teologie professor, skötte sina åligganden på ett förtjänstfullt sätt och då Browallius plötsligt dog blev han 1757 utnämnd till biskop i Åbo. Mennander var prebendekyrkoherde och hans ekonomiska ställning var god. Ett lönande pastorat motsvarade dåförtiden minst en professorslön. Som biskop och prokansler hade Mennander också stort inflytande. Hans sätt att handha tjänstefrågor ingav förtroende hos högsta ledningen i riket och år 1775 blev Mennander utsedd till ärkebiskop i Uppsala. Han är den ende Åbo-biskop som avancerat till en så hög position i hela riket.

Mennander var en samlare av stora mått. Han ägde under sin tid det största privata biblioteket i Åbo med många rariteter. Han hade även en stor mineralsamling. Redan som biskop i Åbo donerade han i olika omgångar bokskatter till universitetets bibliotek och då han 1775 flyttade till Uppsala fick universitetet ta emot delar av hans mineralsamling. Efter hans död donerade sonen Carl Fredrik Fredenheim en omfattande samling naturalier och skrifter till universitetet i Åbo. Ärkebiskop Mennander dog den 22 maj 1786.

Fysiken under ”nyttans tidevarv”

Som ny professor i naturvetenskaperna efter Mennander utnämndes år 1753 Jacob Gadolin. Han föddes i Strängnäs 13 oktober 1719 som son till en finsk präst som med sin familj flytt till Sverige undan stora ofreden i Finland. Då förhållandena blivit lugnare återvände familjen till hemlandet och Jacob Gadolin gick i skola i Björneborg och påbörjade sina studier i Åbo där han speciellt intresserade sig för matematik och den Wolffska filosofin.

Sedan krig igen brutit ut mellan Sverige och Ryssland och universitetsverksamheten i Åbo nedlagts fortsatte Gadolin sina studier i Uppsala, där han hade som lärare Samuel Klingenstierna i matematik och Anders Celsius i fysik och astronomi. Då verksamheten vid universitetet i Åbo återupptogs återvände Gadolin och disputerade år 1745 för magistergraden med en avhandling om Newtons optik, *Specimen commentationes in bina loca Optices Isaaci Newtoni* (se kapitel 6 för en närmare behandling av denna avhandling). Samma år förordnades han att bestrida Nils Hasselboms offentliga föreläsningar i matematik. Gadolin hade då redan dokumenterat sig som en skicklig matematiker och utnämnts till docent i detta ämne. Hans första arbete som docent var dissertationen *Resolutio problematis a Regia Svecana Scientiarum Academia propositi de candela sub aqvis ardente* (1724), som handlade om en av Vetenskapsakademien ställd fråga gällande ljus som brinner under vatten. Avhandlingen bestod av en teoretisk del, en matematisk behandling, och en praktisk lösning.

Nils Hasselbom hade 1724 blivit professor i matematik i Åbo (mer om hans verksamhet i kapitel 6). Hans intresse för vetenskaperna var dock rätt lamt; han ägnade sig mest åt praktiska göromål, ekonomiska utredningar för kronan samt juridik. Detta hindrade emellertid inte att några av hans elever disputerade med avhandlingar som behandlade aktuella frågor inom fysik och naturvetenskap (om Guds geometri, d.v.s. Jordens form; om planeternas banor; om barometerns luminiscens; om vindarnas orsaker; om elasticitet). I dessa avhandlingar hänvisade man nästan uteslutande till tidigare gjorda observationer och refererade till tidens auktoriteter.

År 1748 blev Jacob Gadolin observator vid den nybildade Geografiska mätningskommissionen och utförde triangelmätningar på Åland ända till Grisslehamn. I denna tjänst förrättade han också en avvägning av Åbo slotts höjd över vattenbrynet (Gadolin, 1751), figur 4.1. Fyra år hann Gadolin vara på denna post före han blev utnämnd till professuren i fysik som tidigare innehafts av Mennander. I detta skede genomfördes en omfördelning av de läroämnen och föreläsningar professorn i naturvetenskaperna skulle undervisa i och hålla. Till Gadolins undervisningsskyldighet hörde efter denna nyindelning matematik, fysik och astronomi. Man hade således på denna tjänst samlat de exakta naturvetenskaperna och fysikundervisningen fick mera karaktär av det vi i dag förstår med fysik. En mera allmän naturalhistoria, zoologi, botanik och mineralogi, överfördes till den nyinrättade professuren i ekonomi.

Intressant är även att notera de ibland snäva kretsar ur vilka de lärda fors-

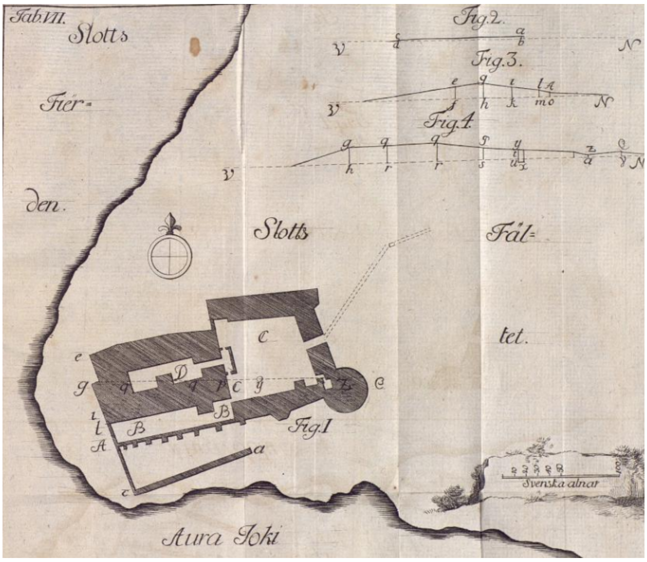


Fig. 4.1: Bilaga till Jacob Gadolin avvägning av Åbo slott.

karna steg fram. Så t.ex. var Johan Gadolin, vår frejdade kemist från 1700- och 1800-talen, son till den här omtalade fysikprofessorn Jacob Gadolin och Johans morfar var fysikprofessorn Johan Browallius. Vi återkommer till Johan Gadolins insats i värmeläran i nästa stycke.

Jacob Gadolins vetenskapliga verksamhet hade varit framgångsrik. År 1751 blev han invald i Kungliga Vetenskapsakademien, ett år senare professor och 1756 promoverades han till teologie doktor i Greifswald. Några år senare, 1762, övergick Gadolin till den teologiska fakulteten och blev teologie professor. Hans åstundan var härnäst att bli biskop. Även i detta föreföll Gadolin att lyckas snabbt. År 1776, då biskopsval skulle förrättas efter Mennander, som blivit ärkebiskop i Uppsala, uppställdes Gadolin genast i första förslagsrummet. Gustav III valde ändå att utnämna den illa omtyckta Jacob Haartman till ämbetet. Gadolin fick nu vänta i tolv år, ända till 1788, innan han som 69-åring äntligen fick sin utnämning till biskop i Åbo stift. Jacob Gadolin var därmed den tredje fysikprofessorn som slagit in på det teologiska området och via en professur i teologi blivit biskop i Åbo stift. Han dog 1802.

Ehuru framgångsrik var Jacob Gadolins insatser på fysikens område inte enastående, men han kombinerade matematisk begåvning med förmåga att se de stora, väsentliga problemen och han kunde därför verka och göra insatser på flera områden, bl.a. astronomi och geodesi.

Det var inte enbart förbehållet de egentliga professorerna i fysik att forska i detta ämne. Som vi redan sett kunde även andra ämnens disciplar prestera disputationsavhandlingar med fysikaliskt innehåll och gränsdragningen mellan olika ämnen var ostadig. Men även andra utanför Akademiens krets ägnade ibland fysik och natur en tanke. Exempel härpå är den text som kyrkoherden och nationalekonomen Anders Chydenius nedtecknade i Österbotten (Schauman, 1908). Den 3 augusti 1764, då Chydenius vistades i Nedervetil, skrev han följande tankar om ett *theorema physica*, som sade:

> ”I tätare och tyngre en krop är, ju snarare antager den en viss grad af värme och köld, som intet är emot dess natur, och ju fortare meddelar den äfven samma egenskap til närliggande ting”.

Chydenius diskuterade först denna sats och hänvisade till Klingenstierna, som var av samma åsikt, och försökte därefter kullkasta den holländske läroboksförfattaren Pieter van Musschenbroeks motstridiga påstående. Slutligen visade Chydenius riktigheten av sitt teorem med några exempel ur praktiska livet. Han lät två lika stora stycken av trä och järn ligga i sin kammare om vintern tills de blev lika varma. Därefter, då han tog ut dem i kylan och höll styckena i sina bara händer, noterade han

> ”iag sluter intet något deraf at jernet, som var i kölden, kändes kallare mot handen, än lijka kalt trä, men at den del af jernet som var inuti min hand, skulle blifva så odrägeligen kallare än träet, dertil ser jag ingen annan orsak än att jernet utom handen emottog fortare kölden utur luften än trädet meddelte den fortare til jernet innom handen, och det åter fortare til handen. Det i handen hålna jernet drog efter samma satts fortare naturliga värman utur min hand, och meddelte det samma til luften fortare än trädet, som en glesare krop”.

Chydenius påpekade även att

> ”en tegelsten kan eldas nästan eldröd i ena ändan, men bäras med bara handen utur den andra, men at det ej går an med et jernstycke af samma storlek och skapnad, det veta de enfaldigaste”.

Därmed ansåg Chydenius att teoremet var bevisat men påpekade även att ”så snart jag ser skäl är jag rätt så villig at återkalla den … ”.

Den deskriptiva naturläran räknades ända sedan universitetets grundande som en särskild gren av fysiken. Det ålåg därför professorn i fysik att föreläsa i detta ämne. År 1747 inrättades dock en professur i ekonomi och innehavaren av denna tjänst övertog undervisningen i naturlära. Även kemi ansågs höra till ekonomiprofessorns åligganden, men inom kort fick detta ämne egna lärare och separerades till en särskild vetenskap. År 1761 inrättades en ordinarie professur i kemi. Dessa överföringar av kurser från fysiken till nya discipliner innebar att innehavaren av ”physices professionen” i allt högre grad kunde ägna sig åt de delar av sitt ämne som i dag allmänt förknippas med fysik.

Ett tidigt naturvetenskapligt verk, som utkom i Sverige-Finland, och som också innehöll läror om kemin var *Physica* skrivet av Sigfrid Aron (Sigfridus Aronus) Forsius. Han fick emellertid inte tryckningstillstånd för detta arbete (1610) och hans iatrokemiska åsikter ansågs alltför radikala för att passa in i den aristoteliska världsbilden, som vid den tiden hyllades. Först år 1952 blev *Physica* tryckt tack vare lärdomshistorikern Johan Nordström (Forsius, 1952).

Endast långsamt utvecklades kemin vid Kungl. Akademien i Åbo till ett självständigt ämne (Tigerstedt, 1899). Till en början ingick det som en del i fysikundervisningen, eller i den medicinska. Browallius, år 1738 utnämnd till professor i fysik, var den förste att systematiskt undervisa i kemi. Så småningom växte kravet på specialisering. År 1747 omändrades professuren i poesi till en professur i ekonomi. Detta återspeglade tidens anda med att understöda det som ansågs vara nyttovetenskap. Sålunda skulle den nya professorn i ekonomi bidra till att förkovra landets välfärd. Den förste innehavaren av denna post blev naturforskaren Pehr Kalm (1716–1779) med undervisningsskyldighet i bl.a. kemi. Kalm bevarade dock hela tiden sitt intresse för naturalhistoria och hans insatser på kemins område blev därför obetydliga. Under mitten av 1700-talet tillsattes visserligen ett par docenter i kemi, men det var först under Pehr Adrian Gadds era, som kemin växte sig starkare. Via en extraordinarie professur i kemi, fysik och ekonomi (utan lön) blev Gadd slutligen utsedd till professor i kemi. Det här var år 1761, och han kvarstod på denna post intill sin död 1797. Hans bestående insats var att bygga upp ett kemiskt laboratorium (Hjelt, 1890; Enkvist, 1972; Lindberg, 1990). Emellertid blev laboratoriearbeten i kemi en del av undervisningen först under Johan Gadolins professorstid kring sekelskiftet 1800.

Överföringarna av kurser från fysiken till andra discipliner innebar att innehavaren av *physices* professuren i allt högre grad kunde ägna sig åt de delar av sitt ämne som i dag allmänt förknippas med fysik. Anders Planman, Jacob Gadolins efterträdare, var den förste fysikprofessorn, som kom till åtnjutande av denna ordning.

Anders Planman föddes den 15 maj 1724 på Tasala rusthåll i Hattula socken till löjtnant Petter Planman. Släktnamnet Planman togs sålunda efter hemgårdens namn (på latin: *planus*). Modern var prostdottern Ingrid Leufstadius från Österlövsta i Uppland. Äktenskapet mellan Petter Planman och Ingrid hade ingåtts i Sverige efter fälttåget mot Norge. Efter trivialskolan i Tavastehus inskrevs Anders Planman år 1744 som student vid Kungl. Akademien i Åbo och inledde samma år studier vid universitet i Åbo och blev magister därstädes 1754. Han disputerade under Jacob Gadolins egid med avhandlingen *Theses mathematico-physicae* år 1753, innehållande en räcka påståenden av vilka vi kan nämna Tes X:

> *Quamquam manus creatrix non instruxerit homines alis, quibus avium instar volare queant; pro impossibili tamen habenda est constructio machinae, qua homo & in altum semet tollere & cursum dirigere possit.*
>
> Ehuru människan utav sin skapares hand icke har utrustats med vingar, sådana som fåglarna kan flyga med, bör man likväl icke anse det för omöjligt att konstruera en maskin, varmed hon kan lyfta sig upp och styra sin kurs i luften.

Andra teser berörde t.ex. krafter som verkade på en kanonkula som avfyras. Planman fortsatte härefter sina studier vid Uppsala universitet och blev docent i astronomi därstädes med en matematisk avhandling *De methodo tangentium inversa* (1756). Han återvände dock till Åbo och efterträdde Gadolin år 1763. Professuren skötte Planman sedan i nästan fyra decennier under perioden 1763–1801. År 1800 anhöll Planman om avsked med full lön från sin professorsbefattning. Han var då slagrörd och anhållan bifölls den 13 januari 1801.

Anders Planman var gift med prosten Abraham Achrenius dotter Fredrika och hade med henne en son och en dotter. Som akademiskt prebende innehade Anders Planman Pemar pastorat, på vars prästgård han dog den 25 april 1803.

Som en skicklig matematiker och observator ägnade sig Planman i stor utsträckning åt astronomiska frågeställningar (Nordenmark, 1939). På uppdrag av Kungl. Vetenskapsakademien företog han två expeditioner till Kajana och observerade där Venuspassagerna åren 1761 och 1769. Venuspassagerna hade väckt stort internationellt intresse eftersom man med deras iakttagande kunde bestämma Solens parallax, d.v.s. den lilla vinkel som utgörs av Jordens radie sedd på Solens avstånd. Parallaxen är mycket liten men ändå betydelsefull i astronomin, eftersom den gör det möjligt att bestämma de absoluta avstånden mellan himlakropparna i solsystemet. När astronomiska observationer av solsystemet görs på olika orter på Jorden måste parallaxen beaktas.

En fråga av långvarigt intresse var frågan om längdgradens bestämmande. Särskilt viktig var frågan för sjöfarare och kartritare. Lokal tid kunde visserligen bestämmas genom observationer av middagstidsmoment, d.v.s. Solens kulminationsögoblick, men en referensmeridian var nödvändig för att bestämma längdskillnaden. Eftersom resandet var långsamt och besvärligt kunde man inte lita på klockors gång. I stället sökte man använda sig av olika astronomiska fenomen, som var observerbara över stora delar av Jorden, såsom förmörkelser av Jupiters månar, eller stjärnornas försvinnande bakom Månen.

Redan år 1750 sände den Franska Kungliga Vetenskapsakademien en expedition under ledning av Nicolas-Louis de La Caille (1713–1762) till Godahoppsudden för att där observera Månen, Mars och Venus, samtidigt som observationer gjordes i Europa. Ett av målen var att kunna fastställa Månens bana med stor noggrannhet samt att bestämma Solens parallax. Mätningar gjordes även i Stockholm, Torneå och Lund samt i Åbo av Jacob Gadolin. Projektet kan betraktas som en framgångsrik fortsättning av det fransk-svenska vetenskapliga samarbetet som inletts 1736–1737 med Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698–1759) gradmätningsexpedition till Tornedalen.

Venuspassagerna erbjöd ett tillfälle att mäta upp en viktig astronomisk längdenhet och man satte därför stor vikt vid dem. I Sverige gjordes observationer på sammanlagt nio orter vid den första passagen 1761 och på sex orter vid den andra 1769. I Åbo iakttogs passagerna vardera gången av Johan Justander, som vid denna tid var astronomiae observator vid Finska Lantmäterikommissionen. År 1761 var Jacob Gadolin preses för Kungl. Vetenskapsakademien, och han deltog aktivt i förberedelserna för detta projekt. Vid den andra passagen 1769 kunde Gadolin själv delta i observationerna i Åbo.

Planman reste vid vartdera tillfället till Kajana. Den första gången ärnade han längre norrut, men på grund av den myckna snön blev det alltför besvärligt att fortsätta längre än till Kajana. Längdgraden bestämde han där med tillhjälp av en solförmörkelse och Jupiters månar. Till sitt förfogande hade han ett 21 fots teleskop, pendelur, två gradskivor samt ytterligare två mindre teleskop, varav ett med akromatobjektiv. Därtill fick Planman som den duktiga matematiker han var i uppdrag att sammanställa de olika observationerna för Sveriges del. Angående solparallaxens utfinnande hänvisar vi till kapitel 8.

Som observerande astronom blev Planman tidigt förtrogen med optiska instrument. På 1750- och 1760-talen gjorde Gadolin, Justander och Planman ett flertal astronomiska observationer med relativt goda instrument, av vilka många erhållits via geografiska mätningskommissionen. Förutom det tidigare nämnda

21 fotsteleskopet fanns ett 20 fots teleskop tillgängligt i Åbo. Efter det Justander avlidit 1775 gjordes ej längre observationer i samma utsträckning som tidigare och instrumenten returnerades så småningom till Stockholm.

En av Planmans elever, Abraham Niclas Clewberg (1754–1821; efter adlandet år 1789 Edelcrantz), nådde berömmelse som uppfinnare tillika som poet (af Forselles, 1903). Clewbergs pro gradu -avhandling var *De observationibus d'Alemberti in disquisitionem Newtonianae legis refractionis Klingenstjernianam* (Om d'Alemberts anmärkningar om Klingenstiernas behandling av Newtons refraktionslag; 1772). I avhandlingen redogörs för en debatt angående Newtons mening, att linsers färgbrytningsfel inte kan korrigeras. Denna sats hade Euler och sedermera Klingenstierna bestridit, emedan felet kunde kringås med en kombination av två olika slags glas. Jean d'Alembert hade granskat Klingenstiernas analys av Newtons felslut och tyckt sig ha funnit fel i resonemanget, vilket dock visade sig vara ett missförstånd. Clewberg disputerade *pro venia docendi* i ett lärdomshistoriskt ämne och utnämndes 1778 till docent i litteraturhistoria och fysik. År 1780 utnämndes han till Akademiens bibliotekarie. Han blev sedermera e.o. adjunkt vid filosofiska fakulteten och bistod bl.a. Planman i föreläsningar i experimentalfysiken. Emellertid gjorde sig Clewberg känd som skribent och fångade Gustav III:s uppmärksamhet med sin vitterhet. År 1783 lämnade han universitetet i Åbo då han utnämnts till kunglig protokollsekreterare och chef kör Kungl. Maj:ts hovkapell och teatrar. År 1786 invaldes han till ledamot av Svenska Akademien. På teknikens område konstruerade Edelcrantz en effektivare version av fransmannen Claude Chappes optiska telegraf. Den första linjen invigdes 1794 genom att en födelsedagshälsning skickades från Katarina kyrktorn till konung Gustav IV Adolf som befann sig på Drottningholms slott, via en relästation på ett berg mitt emot Stora Essingen. Därefter lät Edelcrantz uppföra flera telegraflinjer längs ostkusten i Sverige, vilket blev till nytta i 1808–1809 års krig då en av linjerna sträckte sig över Ålands hav. Åren 1801–1804 företog Edelcrantz en längre utrikesresa. Inför resan hade han fått i uppdrag att i England införskaffa ångmaskiner. Fyra sådana importerades genom Edelcrantz' försorg till Sverige. Edelcrantz uppfann även en säkerhetsventil för ångpannor och diverse industrimaskiner.

Optiken blev också ett viktigt ämne i Planmans akademiska avhandlingar.

Ljusets utbredning var temat för avhandlingen *De propagatione luminis* (1764; respondent Carl Krogius). Newtons teori om ljuset såsom partiklar jämfördes med Huygens' och Eulers vågteorier, dock utan att ta definitivt ställning för eller emot någon av dessa. Avhandlingen *De pelluciditate corporum specifica* (Om kroppars specifika genomskinlighet, 1776; resp. Olof Åkerren) behandlar ljusets utbredning i genomskinliga ämnen enligt Bouguers lag (1729) för exponentiellt avtagande. Även reflektion och transmission vid gränsytor behandlas rigoröst matematiskt, dock inte som vågor utan blott som intensiteter.

Planman var den förste professorn i Åbo att fästa större uppmärksamhet vid elektriska fenomen. I Uppsala hade Samuel Klingenstierna och sedermera experimentalfysikern Johan Carl Wilcke (1732–1796) hunnit rätt långt i elektricitetsteorin. I den tvådelade avhandlingen *Hypoteses quasdam, de caussa electricitatis, perstringens* (Hypoteser rörande elektricitetens orsaker, 1772; respondent Gustav Polviander) granskas omsorgsfullt alla de teorier om elektricitetens natur och orsaker som dittills framlagts bl.a. av Du Fay, Franklin och Euler. Elektriska fenomen var uppenbart bekanta för författarna, och deras beläsenhet var stor, men det är oklart i vilken mån de själva bemödat sig att göra experiment och utforska fenomenen.

Johan Gadolin och värmeteorin

Johan Gadolin (1760–1852) är Finlands mest berömda kemist och känd för att ha inlett undersökningen av sällsynta jordmetaller. En av dessa sällsynta metaller, grundämnet gadolinium, samt mineralet gadolinit, är uppkallade efter honom. Gadolin var son till fysikprofessorn, sedermera biskopen Jacob Gadolin, och Elisabet Browallia, dotter till naturvetaren och biskopen Johan Browallius. Johan Gadolin var intresserad av kemi och begav sig som nittonåring till Uppsala för att åhöra den berömde Torbern Bergmans föreläsningar. Sin pro gradu -avhandling om kedjekurvan (1782) försvarade Gadolin under professorn i matematik Fredrik Mallets presidium.

Under sin studievistelse i Uppsala 1779–1783 fördjupade sig Gadolin i termodynamiken och påbörjade bestämningar av olika substansers specifika värmekapaciteter (Tigerstedt, 1899; Toivanen, 1980). Hur detta intresse väcktes hos Gadolin är osäkert, eftersom ingen egentlig tradition i termodynamiken existerade i Åbo. I Sverige var det främst Johan Carl Wilcke som lämnat bidrag till teorin om specifika och latenta värmet. Den unge Gadolin hade träffat Wilcke i Stockholm 1779, vilket möte torde ha lett till en viss kunskapsöverföring. I Sankt Petersburg hade värmefenomen studerats av Georg Wolfgang Krafft och

Georg Wilhelm Richmann. I slutet av 1779 hade Anders Johan Lexell i Sankt Petersburg fått ett exemplar av den irländska kemisten Adair Crawfords nya bok *Experiments and observations on animal heat, and the inflammation of combustible bodies* (1779), för vars innehåll han redogjorde i ett detaljerat brev till sin kollega i Åbo, kemiprofessorn Pehr Adrian Gadd (Stén, 2019). Lexell härleder i brevet ett konsistent uttryck för temperaturen av en blandning av två olika substanser. En handskriven kopia av detta brev (daterat 6.1.1780) föreligger även i släkterna Gadolins och Hällströms manuskriptsamling (Coll. 57) i Nationalbiblioteket i Helsingfors, och en möjlig förklaring är alltså att Gadd vidarebefordrat Lexells brev till sin elev Gadolin i Uppsala.

Hemkommen i Åbo företedde Johan Gadolin 1783 avhandlingen *De theoria caloris corporum specifici* (Teorin om kroppars specifika värme; respondent Nils Machonius), där han i tabellform presenterar sina bestämningar av olika substansers specifika värmekapaciteter. Den grundläggande teorin är mycket lik den som Lexell i korthet skisserade i sitt brev till Gadd: låt alltså två kroppar som väger A och B, med specifika värmekapaciteterna a och b, samt temperaturerna α respektive β, förenas. Den gemensamma värmemängden är då $Aa\alpha + Bb\beta$. Efter blandningen uppnås den gemensamma temperaturen μ och värmemängden $\mu(Aa + Bb)$. Försåvitt värmemängderna före och efter blandningen är lika fås förhållandet mellan värmekapaciteterna $a : b = B(\gamma - \beta) : A(\alpha - \gamma)$. De kalorimetriska försöken var emellertid mycket opålitliga och felkällorna många, eftersom värme gick förlorad på olika sätt. För varje ämneskombination gjorde Gadolin sex till tio försök och använde sig av två termometrar, av vilkas utslag han tog ett medelvärde. I en tabell presenterade han sina och andras uppmätta värden på ett fyrtiotal kroppars specifika värmekapacitet.

Genom sin teori uppfann Gadolin ett sätt att bestämma den absoluta nollpunkten. Om nämligen två kroppars sammantagna värmemängd före blandningen är $Aa(\alpha + Z) + Bb(\beta + Z)$, där Z står för graden av fullkomlig brist på värme, d.v.s. graden för den absoluta nollpunkten, är värmemängden efter blandningen $(A + B)(\gamma + Z)c$, där c står för blandningens specifika värmekapacitet. Utur denna ekvation kan ett uttryck för Z lösas. Emellertid gav olika experiment mycket avvikande värden för Z. I artikeln ”Rön och anmärkningar om kroppars absoluta värme” som utkom 1784 i Kungl. Vetenskapsakademiens *Handlingar* erhöll Gadolin $Z \approx -800$ °C, medan i artikeln ”*Disquisitio de theoria caloris corporum specifici*” i Kungl. Vetenskaps-Societeten i Upsala *Acta* för år 1792 fick han två olika värden. Då han undersökte isens latenta och specifika värmekapaciteter fick han för Z värdet -171 °C, medan motsvarande bestämningar för smält vax gav vid handen $Z \approx -480$ °C. Hela förfarandet var mycket osäkert och därför misstänkte Gadolin, att man inte på detta sätt kunde nå ett tillförlitligt värde på den absoluta nollpunkten. I själva verket var Johan Gadolins bestämningar avsevärt närmare sanningen (ca $-273,15$ °C) än de uppskattningar som denna tid gjordes av Antoine Laurent de Lavoisier och Pierre Simon de Laplace, vilka kom till temperaturer långt mer än 1000 grader under vattnets fryspunkt.

Ett annat värmeteoretiskt precisionsarbete utfört av Johan Gadolin var bestämningen av vattnets ångbildningsvärme (Granit, 1965), som ingick i en teknisk beskrivning i Kungl. Vetenskapsakademiens *Handlingar* (Gadolin, 1791). I artikeln beskrivs en destillationsapparat, en klassisk så kallad retort, d.v.s. en glaskolv med ett rör av sådan lutning, att kylvattnet rinner med en konstant, mätbar hastighet. Vattnets temperatur i rörets bägge ändor uppmättes, likasom det kondenserade vattnets mängd och temperatur. Resultatet var i Gadolins ord: ”vattenångorna meddela åt vatten 428,2 grader värme, innan de sjelfva kunna förlora sin spänstighet och förvandlas till kokhett vatten”.

I sina termodynamiska arbeten försvarade Gadolin till en början den hävdvunna flogistonteorin, enligt vilken ett imponderabelt fluidum kallat flogiston frigörs i samband med förbränning. Lavoisier hade redan 1772 påvisat, att förbränning innebär förening med luftens syre och att flogiston är ett överflödigt begrepp utan fysikaliskt innehåll. Gadolin försökte till en början identifiera flogiston med ljuset eller dess ”basis”, men insåg småningom att hela begreppet är till ingen nytta och anslöt sig slutligen till Lavoisiers förbränningsteori.

Gustaf Gabriel Hällström – en mångsidig fysiker

Den sista professorn i fysik vid Kejserliga Akademien i Åbo blev Gustaf Gabriel Hällström (Holmberg, 2012a). Han föddes den 25 november 1775 i Ilmola socken i Vasa län. Hans föräldrar var Carl Hällström och dennes hustru Anna Rein, dotter till kaplanen i Lillkyro Carl Rein och Maria Stenbäck. I Gustaf Gabriel Hällströms egna anteckningar anges att hans farfar Petter Hällström var skräddarson i Hälsingborg i Skåne, ”. . . hvarifrån han flydde undan en smittsam sjukdom, hvari alla hans anhöriga dött. . . ”. Petter Hällström var senare betjänt hos en officer i Stockholm och följde med denne till Österbotten. Där blev Hällström länsman och jordbrukare i Ilmola och gifte sig med Elisabeth Arihn, dotter till Simon Arihn i Kuortane. Fadern Carl Hällström innehade vid tiden för Gustaf Gabriels födelse en pastorsadjunkts vakans och blev senare vicepastor. Gustaf Gabriel Hällström växte sålunda upp i ett relativt välbärgat hem och den första skolundervisningen fick han även i hemmet i form av en informators handledning. I raden av informatorer ingick Gabriel Gamaliel Rislachius, som uppgavs vara *scholaris* (skolelev), Samuel Fredrik Birling, *studiosus* (studerande), Elias Lagus, kaplan i Jalasjärvi, samt Johan Alcenius, *studiosus*. Åren 1788–1791 besökte Gustaf Gabriel Hällström med sin äldre broder Carl Peter trivialskolan i Vasa (Laurén, 1884) och blev 1792 inskriven som student vid universitetet i Åbo (Nervander, 1847; Carpelan & Tudeer, 1925).

Efter tre år av studier vid Kungl. Akademien i Åbo framlade Gustaf Gabriel Hällström under professorn i matematik Johan Henrik Lindquists presidium en avhandling *De methodo, ex mensuratis duobus ellipseos arcubus, axes ejus inveniendi* (1795), i vilken bestämningen av Jordens form dryftades. Inledningsvis hänvisar man till tvivelsmål som vid olika mätningar uppstått angående teorin om Jordens elllipsoida form. Osäkerheten konstaterades bero på en bristande mätnoggrannhet, men också på teorin, som till vissa delar kunde förbättras. Traditionellt jämförde man två meridianbågars längd på två olika latituder och beräknade motsvarande krökningsradier och därifrån axlarnas längdförhållande. Denna metod gällde inte längre om bågarna var långa (mer än en grad). I avhandlingen lägger författarna Lindquist och Hällström fram en metod baserad på Taylorutvecklingar utgående från ellipsens egenskaper, enligt vilken man, genom att uppmäta två meridianbågars längd, kunde beräkna ellipsoidens krökning för godtyckligt långa båglängder och därigenom dess axlars längd.

Gustaf Gabriel Hällströms akademiska karriär var snabb. Redan som 21-åring, år 1796, blev han utnämnd till docent i fysik vid Åbo Kungl. Akademi och vid just fyllda 23 år uppställdes han på andra förslagsrummet för professuren i matematik. Han måste dock ännu vänta en tid innan en slutlig utnämning kom honom till del. På hösten 1799 blev Hällström förordnad att under professor Anders Planmans sjukledighet sköta professuren i fysik, vilket han också gjorde ända till den 19 maj 1801, då han blev befordrad till ordinarie professor. Anders Planman gav Hällström sitt uppriktiga stöd då denne sökte professuren, vilket antagligen var behövligt, ty fastän Hällström var väl meriterad var han inte släkt med någon universitetslärare. Under den här tiden var det inte ovanligt att sökande, förutom vetenskapliga meriter, även åberopade släktskap med medlemmar av universitets-staten att beakta vid tjänstens besättande. År 1804 blev Hällström, liksom föregångarna i professuren, prästvigd. Hans organisatoriska förmåga observerades snart och i juni 1806 blev han rektor på ett år för universitetet. År 1813 upprepades detta val igen för ett år, likaså 1827 och 1829 valdes han till rektor för en tre års period. Hällström var den sista fysikprofessorn vid Akademien i Åbo, då denna efter Åbo brand flyttades över till Helsingfors under namn av Kejserliga Alexanders Universitetet i Finland.

De i detta kapitel nämnda innehavarna av fysikprofessuren vid Kungl. Akademien i Åbo skapade i hög grad den bild av fysiken och naturvetenskapen, som var rådande inte bara inom universitetskretsarna i Åbo utan även mera allmänt bland en större publik i landet. Detta har sin förklaring i att den vetenskapliga toppen var ytterst smal. I hela Finland fanns bara ett universitet och då 1800-talet bröt in var sammanlagt endast 14 professorsvakanser bundna till detta. Bland dem var matematik, fysik, kemi och ekonomi representerade. Antalet studenter uppgick vid samma tid till 300. I och med att endast en akademisk vakans fanns att tillgå i de flesta ämnena stöttes säkerligen mången student bort från den akademiska banan. Det var helt enkelt inte värt mödan att satsa på en akademisk karriär om den enda tillgängliga vakansen redan var besatt. Detta gällde i synnerhet om innehavaren var ung. Härigenom blev professorn i hög grad allenarådande och hans ämnesområdes utveckling berodde på hans förmåga att bedriva forskning och meddela undervisning. En aktiv forskare och god lärare kunde entusiasmera sina elever och möjligheterna var stora att en skola växte upp kring professorn. Å andra sidan kunde en mindre aktiv forskare och dålig lärare helt hota återväxten. Mycket berodde således på läraren-professorn.

Hällström var mån om att universitetet skulle ha ett astronomiskt observatorium. Det var dock inte bara att komma fram med ett förslag; man måste också förbereda förslaget väl. Under flera år arbetade Hällström för denna sak, och 1817 belönades mödan med framgång:

> ”Det var vid de öfverläggningar, hvilka i Consistorium 1809 förehades till förberedande af 1811 års stat, Han sålunda förde den Astronomiska vetenskapens talan. Dåvarande förhållanden tilläto icke realisering af Hans förslag i detta afseende; men Hällström tappade dock icke modet. Han uppgjorde och föredrog ånyo i Consistorium den 24 maj 1816 ett förslag i denna väg, utarbetade en stat för Astronomiska Observatorium och framställde utvägar, hvarigenom denna inrättning kunde grundas på Universitetets egna fonder. Universitetets dåvarande stat hade nemligen, oaktadt andra olägenheter, dock den obestridliga fördel framför nuvarande, att genom tid efter annan skeende skattläggningar af nybyggen, småningom tillkomna på Universitetets donerade jord, kunde månget uppstående behof vid Universitetet fyllas, utan att dess styrelse hvarje gång nödgades falla en Nådig Regering besvärlig med underdåniga ansökningar om nya anslag. Hällströms rastlösa bemödanden för Observatorii inrättning och dess förseende med dugliga instrument kröntes slutligen med framgång. H. K. M. täcktes den 31 Mars 1817 i Nåder förordna, att ett Astronomiskt Observatorium skulle uppföras och en Observator dervid anställas” (Nervander, 1847).

Tack vare Hällströms insatser blev det även möjligt att knyta den renommerade astronomen Friedrich Wilhelm August Argelander (1799–1875) till observatoriet, sedan den förste observatorn, Henrik Johan Walbeck, oväntat avlidit. På förslag av Hällström omändrades observatorstjänsten i samband med universitetets flytt till Helsingfors till en professorsvakans, vilket på kort sikt var ägnat att locka Argelander och hålla honom kvar i universitetets tjänst. På längre sikt förde arrangemanget astronomin som läroämne vid universitetet snabbt framåt (se kapitel 13).

Av Hällströms arbeten som fick betydelse för fysikens internationella utveckling kan nämnas den femdelade dissertationsserien om kombinationstonerna, *De tonis combinationis* (1819), som utkom något bearbetad i Poggendorffs *Annalen der Physik und Chemie* -serie (Vol. XXIV, s. 438). I denna akustiska studie ärnade Hällström visa att då två toner med frekvenserna f_1 och f_2 ljuder samtidigt uppfattas förutom en differenston $|f_1 - f_2|$ och en summaton $f_1 + f_2$ även interferens mellan övertonerna $2f_1, 2f_2, 3f_1, 3f_2, \ldots$. I experimenten användes som ljudkälla dels Åbo domkyrkas orgel, dels en violin.

Berömt blev även Hällströms kalorimeriska arbete ”Undersökning om vattens volum-förändring af värme, och bestämmelse af den värmegrad, hvarvid vattens täthet är störst” (Hällström, 1823a) i Kungl. Vetenskapsakademiens *Handlingar*. Också det utkom på tyska i Poggendorffs *Annalen* (Vol. 1, årg. 1824, s. 129). Bestämningen av temperaturen för vattnets största densitet gjordes med så stor noggrannhet att det under lång tid motstod senare försök att vederlägga detsamma. Samtiden insåg även arbetets förtjänster och det belönades med de sammanslagna Fernerska och Lindbomska priserna utgivna av Kungliga Vetenskapsakademien. Hällström hade redan 1805 erhållit det Fernerska priset, men att nu få vartdera priser var en sällsynt stor ära. Hans tackbrev till Kungl. Vetenskapsakademiens ständige sekreterare Jöns Jacob Berzelius löd:

> ”Välborne Herr Professor, Commendeur af Kongl. Wasa Orden. Herr Professorens Bref af den 10 i denna månad, det jag nyligen hade äran emottaga, ålägger mig i många afseenden mycket förbindelse. Kongl. Vetenskaps-Academiens beslut att tilldela mig begge sina årliga pris, är för mig utmärkt smickrande; äfven sätter jag dervid ett särdeles värde derföre, att det blifvit föranledt af den mention honorable, hvarmed Herr Professoren hos Academien insinuerat sin skrift. Då jag därföre härmedelst har äran ödmjukast betyga min uppriktiga tacksamhet, tillägger jag den önskan att alltid kunna finnas värd utmärkta litteraturers bifall.
>
> Vid den minnespeng som åtföljde det mig tillsända Häftet af

Academiens Handlingar, lemnar mig det utmärkta nöjet att ofta hos mig förnya minnet af den celebra vetenskapsman, hvars bild den bär, och hvars vänskapsfulla artighet äfven jag, under vistelse i Stockholm om sommaren år 1812, hade lyckan att många gånger erfara. Med utmärkt högaktning har jag äran framhärda
Välborne Herr Professorens och Commendeurens
ödmjukaste tjenare
Gust. Gabr. Hällström."

I sitt prisbelönta arbete angav Hällström följande temperaturberoende för vattnets specifika vikt:

$$z = 1 + 0,000052939t - 0,0000065322t^2 + 0,00000001445t^3$$

Vattnets största densitet erhölls för $t = 4,108°$C.

Hällström fortsatte att följa noga med forskningen på detta område och tio år senare var han beredd att något justera ovanstående siffror. År 1833 gjorde han en ny sammanställning av tillgängligt material (Hällström, 1833) och kunde anföra följande temperaturberoende för volymen:

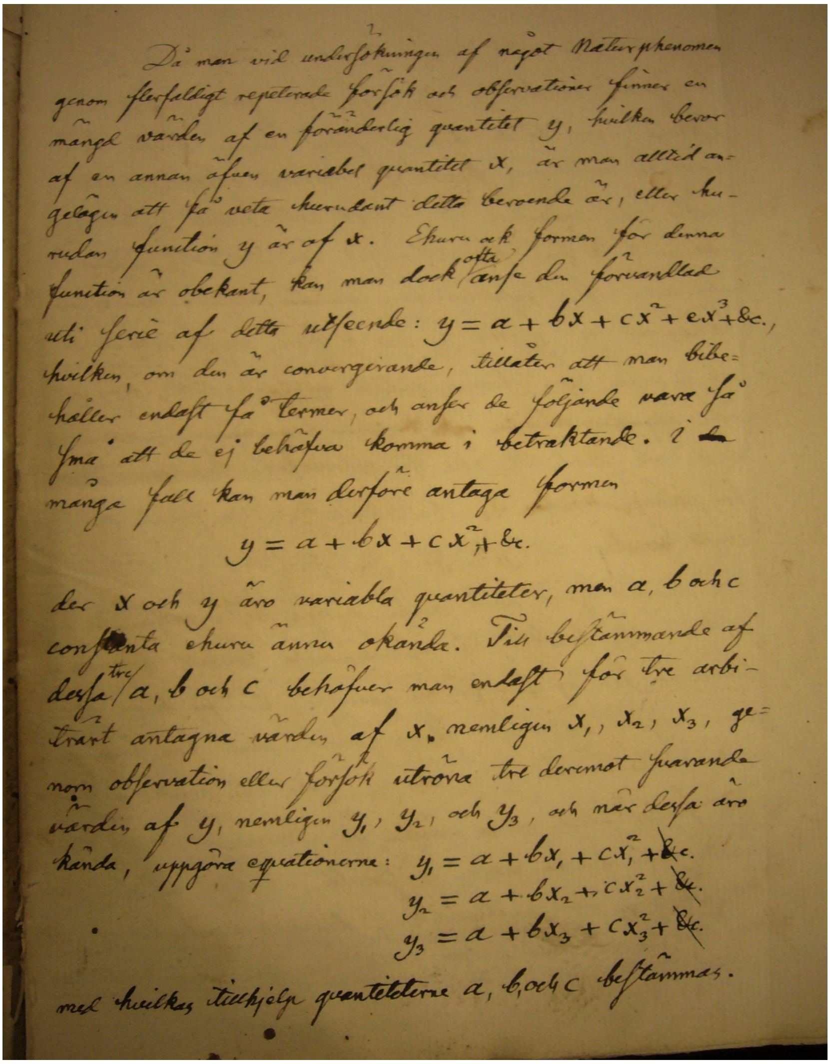
$$v = 1 - 0,000057577t + 0,0000075601t^2 - 0,000000035091t^3, \quad t = 0 - 30°\text{C},$$

$$v = 1 - 0,0000094178t + 0,00000533661t^2 - 0,0000000104086t^3, \quad t = 30 - 100°\text{C}.$$

Vattnets största densitet erhölls denna gång för $t = 3,92°$C.

Dessa gamla mätresultat och analyser har granskats på nytt med hjälp av modern analysteknik (Sundius, 1991). Härvid kunde man allmänt konstatera att de äldre anpassade v-kurvorna inte steg tillräckligt snabbt då temperaturen ökade. Överensstämmelsen var dock god i temperaturområdet omkring 4°C. Hällströms stora förtjänst härvid låg i det att han var en av de första som utförde noggranna och kontrollerade experiment samt att han något innan H. J. Walbeck introducerade minsta kvadratmetoden i Finland (fig. 4.2). Hällströms första tillämpning av minsta kvadratmetoden utkom redan 1815 i avhandlingen *De figura telluris ope pendulorum determinanda. Pars VI* (Jordens form bestämd med hjälp av pendelförsök) (se Pere & Nyblom, 2020).

Under Hällströms professorstid utvecklades fysiken snabbt mot en experimentell riktning. Även i undervisningen upptogs demonstrationer och elevlaborationer. Trenden kan skönjas i det växande apparatinnehavet vid fysikaliska kabinettet under början av 1800-talet. Ur en *Förteckning öfver Åbo Kejserl. Academies Physiska Instrumenter*, upprättad år 1816 framgår att Akademien väl kunde jämföra sin instrumentsamling t.ex. med den som vid samma tid fanns



Då man vid undersökningen af något Natur phenomen genom flerfaldigt repeterade försök och observationer finner en mängd värden af en föränderlig quantitet y, hvilken beror af en annan äfven variabel quantitet x, är man altid angelägen att få veta hurudant detta beroende är, eller hurudan function y är af x. Ehuru ock formen för denna function är obekant, kan man dock ofta anse den förvandlad uti serie af detta utseende: $y = a + bx + cx^2 + ex^3 + \&c.$, hvilken, om den är convergerande, tillåter att man bibehåller endast få termer, och anser de följande vara så små att de ej behöfva komma i betraktande. I många fall kan man derföre antaga formen

$$y = a + bx + cx^2 + \&c.$$

der x och y äro variabla quantiteter, men a, b och c constanta ehuru ännu okända. Till bestämmande af dessa tre a, b och c behöfver man endast för tre arbiträrt antagna värden af x, nemligen x_1, x_2, x_3, genom observation eller försök utröna tre deremot svarande värden af y, nemligen y_1, y_2, och y_3, och när dessa äro kända, uppgöra equationerne:

$$y_1 = a + bx_1 + cx_1^2 + \cancel{\&c.}$$
$$y_2 = a + bx_2 + cx_2^2 + \cancel{\&c.}$$
$$y_3 = a + bx_3 + cx_3^2 + \cancel{\&c.}$$

med hvilkas tillhjelp quantiteterne a, b, och c bestämmas.

Fig. 4.2: Första bladet av ett odaterat manuskript där Gustaf Gabriel Hällström redogör för användningen av minsta kvadratmetoden (Gadolin-Hällström -samlingen Coll. 57.59. Nationalbiblioteket, Helsingfors). Foto: J.S.

vid systeruniversitetet i Dorpat (Kõiv, 1991). I Åbo-förteckningen är de enskilda instrumenten uppräknade och beskrivna samt i flera fall anges även varifrån och när de anskaffats. Huvudleverantör var John Newman i London och anskaffningsåret för de flesta instrumenten var 1814. Enstaka instrument var inköpta hos Newman några år senare, ett fåtal går tillbaka till 1770- och 1780-talen. I en av tabellerna (Tabell X) anges härkomsten för de elektriska instrumenten, totalt 69 till antalet. Hällström bidrog till att personligen utöka Akademins instrumentsamling med åtskilliga donationer. Av de elektriska instrumenten hade han skänkt 13 stycken, ett hade han tillverkat själv, samt ytterligare anskaffat (som han uttryckte det) ett instrument.

Hällström nedlade också mycket arbete på klimatologiska frågor och ägnade härvid särskilt intresse för barometer- och temperaturbestämningar och numeriska analyser av dessa (se kapitel 7). Hans arbete ”Om nattfroster i Finland”, som ursprungligen ingick i Kejserliga Finska Hushållningssällskapets *Handlingar* (andra tomen, 1807; utgiven även separat 1851) belönades med sällskapets stora pris (mer om detta arbete i kapitel 7). Hällström var för övrigt mycket aktiv i detta sällskap och var under flera år dess ordförande, och liksom på alla övriga områden där han var verksam, kom han även här med stora insatser.

Till Finska Vetenskaps-Societetens *Acta*-serie inlämnade Hällström hela 14 avhandlingar. De flesta av dessa behandlade meteorologiska spörsmål och Hällström framstår därmed som den moderna meteorologins grundläggare i Finland. Angående Hällströms långvariga meteorologiska insats skrev J. J. Nervander i sitt minnestal:

> ”. . . Den flit och ihärdighet, som erfordrats för att dagligen i en lång följd af år, hvarje time från morgonen tidigt till aftonen sent, och det med få afbrott, anställa dessa rön, kan endast jemföras med den omsorg och noggrannhet hvarmed resultaterne enligt vetenskapens högsta fordringar äro dragne ur de anstälda observationerne. Man kan numera tryggt påstå, att klimatet i Helsingfors hör till de noggrannast bestämda på jorden, och det är Professor Hällström som äran och förtjänsten häraf ensam tillkommer” (Nervander, 1847).

Hällström ägnade sig dock inte enbart åt vetenskap och administration. Han gav även undervisningen en tanke och skrev bl.a. läroboken *Proportionslära eller femte boken af Euclidis Geometrie, med tillägg, till skolungdomens begagnande lättfattligt framställd* (1842). Hällström inledde framställningen i sin *Proportionslära* mycket försiktigt i det han i den första paragrafen kom med en förklaring ”Uti hvarje ting kan man särskilt betrakta någon dess beskaffenhet, såsom dess storlek (längd, eller längd och bredd, eller längd, bredd och höjd), dess vigt, hårdhet, sträfhet, färg, smak, värme, hastighet m.m.”. Härefter fortsatte Hällström i andra paragrafen med att förklara att man kan ”jemföra dem med hvarandra, eller uppgifva deras förhållande (*ratio, proportio*) till hvarandra”. Inledningen upptog ytterligare förklaringar till ”likhetstecknet =”, ”additionstecknet + plus” o.s.v., varefter en följd av teorem och korollarier ur proportionsläran presenterades. Texten avslutades med ett exempel: ”Om 50 Man på 20 dagar, när de arbetar 7 timmar dagligen, hunnit gräfva en kanal af 350 alnars längd, 5 alnars bredd och 4 alnars djup, huru många timmar = x om dagen skola 40 Man arbeta, för att på 25 dagar hinna gräfva en annan kanal af 300 alnars längd, 6 alnars bredd och 3 alnars djup”. De behövliga ekvationerna ställdes upp och krävde en sidas utrymme och en förklarande text upptog ytterligare en sida. Svaret blev 5 $\frac{2}{5}$ timmar.

Hällströms vetenskapliga gärning gav honom en plats i många lärda sällskap och som vi sett pris och ära för utomordentliga avhandlingar. Han kallades till ledamot av Kungl. Vetenskapsakademien i Stockholm redan år 1808. Då Finland något senare avskildes från moderlandet uppstod frågan om de finländska ledamöterna fortfarande kunde kvarstå som ordinarie ledamöter. Akademien beslöt i denna fråga att samtliga finländare skulle bli utländska ledamöter. På detta sätt uppstod åtta lediga ledamotsrum. Sten Lindroth skrev (Lindroth, 1967): ”Kvalitativt var väl förlusten av finländarna föga kännbar; de enda framstående vetenskapsmännen bland dem var Johan Gadolin, som inte på länge hört av sig i Akademien, och fysikern Hällström”. Hällström kallades även till ledamot av Kejserliga Finska Hushållningssällskapet 1818, han blev hedersledamot i Kejserliga Pharmaceutiska Sällskapet i Sankt Petersburg 1819, korresponderande ledamot i Sankt Petersburgs Kejserliga Vetenskapsakademi 1826, ledamot i Gesellschaft für Naturwissenschaft und Heilkunde i Heidelberg 1827, ledamot av Kungl. Vetenskaps-Societeten i Uppsala 1841, samt av Det Kongelige Nordiske Oldskriftselskab i Köpenhamn 1843. Ytterligare var Hällström stiftande medlem av Finska Vetenskaps-Societeten och dess första ordförande.

Gustaf Gabriel Hällström var gift två gånger. Det första äktenskapet ingick han med Johanna Elisabeth von Köhler, dotter till kaptenen vid Kungliga Svenska Flemmingska Regementet Adam Fredric von Köhler och Charlotta Christina Browallia. I ett andra äktenskap gifte han sig med Hedvig Elisabeth Gadolin, dotter till kemiprofessorn Johan Gadolin och dennes första hustru Hedvig Magdalena Tihleman. Sålunda uppstod en allians mellan släkterna Gadolin, Browallius och Hällström. Gustaf Gabriel Hällströms söner adlades år 1830 med namnet af Hällström. Hällströms livsbana utgör, ävensom Lorenz Lindelöfs och Nathanaël Gerhard Schulténs, exempel på en för sin tid typisk ståndscirkulation. Gustaf Gabriel Hällström avled i Helsingfors den 2 juni 1844.

5

Från vattuminskning till landhöjning och istid

Om vattuminskningen

Otaliga iakttagelser längs de långa kustlinjerna i Sverige och Finland tyder på att havsstranden i äldre tider har gått högt upp i nuvarande land. Man har sedan länge funnit fossil av havsdjur långt från den nuvarande kusten, gamla farleder har blivit grundare, grynnor och skär i havet som tidigare varit okända kommer ständigt fram och gamla ortnamn syftar på farleder som inte längre existerar. Kustlinjen har tydligen dragit sig tillbaka, men av vilken orsak var länge ett mysterium.

”Vattuminskningen”, som landhöjningsfenomenet vid Östersjökusterna kallades på 1700-talet, har varit känd av fiskare och allmoge i Finland och Sverige sedan urminnes tider. I Finland hade särskilt kustbefolkningen i trakten av Österbotten noterat att vattenbrynets höjd sjunker. Fenomenet var obestridligt och unikt men samtidigt under långa tider oförklarligt. Den lärde biskopen Ericus Erici av Sorola (ca 1546–1625) skrev i sin kända predikobok *Postilla* (1621), att strandlinjens förskjutning är ett tecken på att den yttersta domen är nära (Renqvist, 1948). Det här uttalandet kan jämföras med de domedagstecken som dagens olyckskorpar profeterar, d.v.s. havsnivåns förestående höjning p.g.a. allt snabbare smältande glaciärer. Hur mycket och i vilken takt havsnivån stiger är vid skrivande stund ännu oklart och torde bero på de åtgärder som inom de närmaste åren vidtas globalt.

Geologin som vetenskap tog sina första steg på 1600-talet. Till pionjärerna i Norden räknas Niels Steensen (Nicolaus Steno; 1638–1686), som var en dansk katolsk präst, född i Köpenhamn. Han var förutom teolog också naturvetare. Efter studier i medicin vid Köpenhamns universitet reste han omkring i Europa och träffade vetenskapsmän i Nederländerna, Tyskland, Frankrike och Italien. Förutom anatomi intresserade han sig för geologi, och han insåg bland annat att sedimentära skikt lagrades i åldersföljd, med de äldsta underst. Då han undersökte hajtänder fann han att vissa fossila fynd uppvisade samma struktur som hos de nu levande hajarna. Han drog då slutsatsen att dessa fossila hajar en gång levt i haven såsom de moderna hajar han studerade. De fossila hajtänderna låg emellertid inbäddade i jorden högt ovanför vattnets nivå på Stenos tid. Steno fann förklaringen till detta i Bibeln, som talade om syndafloden. Steno beräknade, visserligen med Bibelns stamtavlors hjälp, fossilens ålder till 6000 år, d.v.s. till Jordens skapelse. I detta var han inte ensam. Pålitliga empiriska metoder att beräkna Jordens ålder blev tillgängliga först under 1800-talet. Nils Stensens inställning till tro och vetande beskrivs av ett berömt yttrande han fällde under en föreläsning 1673 vid Köpenhamns anatomiska teater:

Pulchra sunt, quae videntur	Skönt är det man ser
pulchriora quae sciuntur	skönare det man förstår
longe pulcherrima quae ignorantur	skönast det man inte vet.

Påven Johannes Paulus II saligförklarade Steno 1988.

Den vetenskapliga debatten om ”vattuminskningen” inleddes i slutet av 1600-talet av historikern Elias Brenner (1645–1717), som var född i Storkyro i Österbotten men som verkade huvudsakligen på den svenska sidan av riket (Ekman, 2009a). I ett brev (odaterat, ca 1694) till läkaren och naturforskaren Urban Hiärne (1641–1724) skrev Brenner ”Om upländningen norr uth widh det Botniska hafwet”. Hiärne hade sänt ut frågor till rikets guvernörer, biskopar och tjänstemän om det som tycktes sällsamt i deras omgivning och i synnerhet om möjliga förändringar som skett därvid. Syftet var ”att utspana naturens lönligheter”. Av de erhållna svaren drog Hiärne slutsatsen att vattennivån i Bottniska viken sakteligen sjunker. Detta var visserligen ett erkänt faktum sedan 1500-talet, då hamnstäder såsom Ulfsby (senare Björneborg) regelbundet måste flyttas utåt mot kusten. Hiärne omtalade i sin långa utredning publicerad år 1706 olika vittnesmål längs Bottniska vikens kust om vattnet som drar sig tillbaka från havsvikar och om skärgården som blir grundare allt längre ut från kusten. Hiärne tänkte sig att det ständiga utflödet av vatten från älvarna i Bottniska viken gör att utloppet i Nordsjön eroderar i allt snabbare takt och på detta sätt får vattnet att flöda ut ännu snabbare (Frängsmyr, 1969).

Debatten om landhöjningen blev allt livligare under mitten av 1700-talet. Redan 1719 skrev vetenskapsmannen och mystikern Emanuel Swedenborg (1688–1772) boken *Om watnens högd och förra werldens starcka ebb och flod.* Han uppräknade tiotals bevis på att stora delar av Sverige legat under vatten och – såsom naturforskaren Olof Rudbeck (1630–1702) hävdat i sitt fantasiverk *Atlantica* (1679) – fordom varit en ö. Litet senare utkom astronomen Anders Celsius' artikel ”Anmärkning om vatnets förminskande så i Östersiön som Vesterhafvet” (1743). Också rikshistografen och skriftställaren Olof Dahlin (1708–1763) berörde frågan i arbetet *Svea rikes historia* (1747).

Förslagen till fenomenets förklaring denna tid kan grovt taget delas i två alternativ: antingen avdunstade vattnet i atmosfären eller också sögs det upp i stora sprickor i världshavens botten. Utgående från observationer som visade hur snabbt kustlinjen dragit sig tillbaka gjordes också försök att beräkna Jordens ålder. Vi återkommer till dessa försök senare i kapitlet.

Finlands och Sveriges långa kuster visade otvetydiga spår av att vattnet tidigare stått betydligt högre än det gjorde under 1700-talet, då mera exakta observationer började göras. Man var då intresserad av om vattnet verkligen stått högre, hur snabbt vattnet sjunkit och vart vattnet hade tagit vägen. Anders Celsius' ovannämnda artikel (Celsius, 1743) inleddes med orden: ”Man har altför många prof, som enhälligt intyga, at Sverige, så väl som andra Länder i verlden, fordomdags varit en siöbotten”. Det var tydligt, att ”vattuminskningen” för Celsius inte var ett specifikt Östersjö-fenomen, utan en global företeelse och en allmän lag som gällde hela jordklotet (Renqvist, 1948). Celsius hänvisade till att snäck- och musselskal hittats högt uppe på torra land och djupt nere i jorden, samt ”huru uti Siberien neder i jorden blifvit lagde hela tracterne med Elephant-ben”. Han nämnde också ”at hafsvatnet värkligen aftager, ock at sielfva vatubrynet blir lägre, i anseende til vissa fasta ock beständiga ställen på landet. Här om har jag giordt mig kunnig, endels af trovärdige Män, som sielfva varit vid hafvet, endels har jag ock sielf anmärkt på min resa . . . ”. Celsius beskrev också hur gamla segelleder förändrats: ”De ytre klippor vid siön, som för 40 à 50 år sedan varit knapt til en eller två stenar synliga, visa nu up ur vatnet långa ryggen: til exemp. vid Mustasari, Varå, Malax ock Nerpis soknar i Österbotten”. Man hade gjort märkliga fynd vid grävningar i jorden långt från vattenbrynet: ”Uti måssar ock moras up i landet finnas vrak af stora fartyg;

såsom uti måssan ofvan för Vasa-stad, åt sidan af fasta landet”. Celsius fortsatte: ”Långt up i landet, där man gräfvit i kärr ock måssar, har man funnit siögräs; såsom i Laihela, tvenne mil ofvan om Vasa”.

Celsius lade fram två möjliga förklaringar. Han tänkte sig att ur havet steg ”dunster” upp som skockades till moln och i form av regn föll ned tillbaka. En stor del av detta vatten rann visserligen ut i haven, men en del blev kvar i växterna eller bands till jorden i form av fuktighet. ”Det andra sättet at uttyda hafvets undansjunkande, tyckes ej vara orimligt, om man inbillar sig, med vår lärda Hierne, at uti hafsbotten äro ett eller flera hål, hvarigenom vatnet silar sig småningom neder uti jordens afgrund”. Celsius hänvisar här till Urban Hiärnes geologiska teorier.

Anders Celsius kom från en mångsidigt lärd släkt (se kapitel 6 och släktträdet i figur 6.4) och han kände till både gammal och ny litteratur. Sålunda spekulerade han över ”huru vår Geographie set ut til ex. för tvåtusend år tilbakas, då vatnet stod 45 alnar högre, ock Pytheas från Marseille säges besökt denna orten [Thule]”. Pytheas var en grekisk sjöfarare under hellenisk tid från trakten av Marseille, som gjorde en resa till norra Europa och Thule, d.v.s. Skandinavien. Vidare nämnde Celsius olika fynd som klart visade att stora förändringar skett, ”huru örter, fiskar och andra diur kommit at inveklas uti leran, som af vågorne blifvit sammanförd till stora berg, hvilka sedan tillika med fiskarne, af någon underjordisk varma, blifvit stenhårda eller petrificerade”.

Likt Swedenborg samlade Celsius in uppgifter från olika orter vid Sveriges kuster som visade hur havsvattnet dragit sig tillbaka. Hela städer hade flyttats för att fortfarande ha hamnar att erbjuda: Hudiksvall flyttades 440 famnar 58 år efter stadens anläggning, Piteå stad flyttades en halv mil längre mot havet efter 45 år och Luleå en mil längre ner efter 28 år. Utav dessa observationer från olika orter beräknade Celsius hur snabbt ”vattuminskningen” skett. De viktigaste av Celsius’ uppskattningar grundade sig på sälstenar – vid kusten belägna stenar, på vilka sälar kunnat krypa upp och vilka därför haft betydelse för säljakten. En väldokumenterad sten på Iggön utanför Gävle var av särskild betydelse (Ekman, 2009a). På grund av de historiska uppgifter som fanns om stenen kom han fram till ”at på 100 år hafsvatnet affallit 45 Geom. Tum eller 9 qvarter, som gör närmast en half värktum om året”. Det värde Celsius erhöll på landhöjningen var alltså omkring 130 cm på århundradet.

Också vid Bottenvikens östra kust, t.ex. i trakterna av Björneborg och Vasa, noterades motsvarande företeelse. Andra exempel visade att större fartyg inte längre kunde angöra gamla hamnar, och lotsar intygade att farleder blivit grundare och man talade om forna uttorkade havsvikar. Också gamla ortnamn (i Finland särskilt med ändelsen -lax, från finska ’laksi’, äldre form av ’lahti’) antydde att platserna en gång legat i närheten av vatten och mängder av fynd visade att vattenbrynet en gång faktiskt stått högre upp. Diskussionen om vattnets avtagande var livlig och Kungl. Vetenskapsakademien i Stockholm fick med jämna mellanrum ta emot rapporter om fenomenet.

Celsius hade alltså 1743 gjort observationer som tydde på att havsvattennivån på dessa ställen sjunkit 1,3 meter på hundra år (dagens uppskattning är knappt en meter på hundra år). Olika förklaringar till fenomenet hade också framförts. Medan Urban Hiärne ansåg att Östersjön ligger högre än Nordsjön och att vatten därför rann bort genom de danska sunden, ansåg Carl von Linné (1705–1778) att Jorden växte och då vattnet skulle räcka till för den större ytan innebar detta att vattennivån föreföll att sjunka. Det var svårt att finna en naturlig förklaring som också var bevisbar. Mätningar och observationer visade förvisso att vattennivån sjunkit, men den naturvetenskapliga kunskapen vid denna tid var otillräcklig för att ge en förklaring för det skedda. Dessutom fanns teologerna i bakgrunden. Förklaringarna måste alltid passa in i Bibelns framställning och få kyrkans godkännande.

Småningom tog prästerskapet bestämt avstånd från teorierna om vattuminskning. Också Johan Browallius (1705–1755), som var teolog och biskop i Åbo, drogs med i diskussionen med *Betänkande om vattuminskningen, hvaruti denna läran efter den Heliga skrift, naturens lagar och förfarenheten pröfvas samt oriktig befinnes* på 250 sidor, som utkom 1755, samma år som han dog. Browallius inledde sin lärda bana som professor i fysik vid Kungl. Akademien i Åbo, där han senare övergick till teologiska fakulteten (Holmberg, 2009). Genom att kombinera sina kunskaper i fysik och teologi var han synnerligen lämpad att komma med ett inlägg i diskussionen om vattuminskningen. Han hade lätt att uttrycka sig och hans skickliga argumentation och auktoritet innebar att han inte utsatte sig för ovärdiga angrepp av annorlunda tänkande. Redan titeln angav den slutsats Browallius kom fram till. Enligt honom var alla dittills framlagda teorier sinsemellan motstridiga och dessutom stridiga mot Bibeln, sådana som den franska naturforskaren och diplomaten Benoît de Maillets (1656–1738) evolutionära tankar om jordens geologiska formation och livets uppkomst. Browallius menade att den förmenta vattuminskningen beror på att syndaflodens vatten fortfarande håller på att dra sig tillbaka. Varför det syntes just längs Bottniska vikens kust förblev olöst. Det var först några årtionden senare, dock ännu på 1700-talet, som en helt ny teori växte fram. Nu hade man belägg för att jordskorpan ”lever” och att landhöjningen var en tänkbar förklaring till det som man trott vara vattnets förminskning (Hjelt, 1896).

Carl Fredrik Nordenskiöld (före adlandet Nordenberg; 1702–1779) var en svensk-finländsk fortifikationsofficer, som insåg nödvändigheten av att utreda fenomenet kring vattuminskningen. Flottan måste känna till farlederna och hur de förändras. Nordenskiöld anförde för Kungl. Vetenskapsakademien flera iakttagelser, som talade för att vattnet hade varit högre upp mot land i forna tider. Han nämnde jättegrytor, som uppkommit genom att vatten virvlat stenar och sand i urgröpningar, och som med tiden vuxit så länge vatten haft möjlighet att nå dem. Han påpekade att berg och klippor i sund visade att dessa områden blivit grundare, vilket kunde läsas i gamla dombrev och skrifter då tvister om tillandning avgjordes. Han hade också funnit att utbrutna kalkådror nu ligger över vattennivån. Stora stenar stod ofta upplyfta på tre små stenar, och detta var isens verk. Sådana staplar hade hittats så högt upp på land att de inte kunde vara isens verk, såvida vattennivån inte varit betydligt högre än i dag. Också förekomsten av strandvallar (fornstränder) högt uppe på land talade för att vattenståndet tidigare varit betydligt högre. Farlederna blev ständigt grundare och i vissa fall blev gamla fartygsleder till och med ofarbara med större fartyg. Allt detta var viktigt att känna till då flottan navigerade i trånga vatten. I Kungl. Vetenskapsakademiens protokoll kan man läsa bl.a. följande (21/3 1759, §4): ”Herr Nordenschölds ingifne rön och anmärkningar om vattuminskningen i Östersiön, hvars värklighet med nog tydliga skäl bevises”.

Också helt motsatta åsikter kom fram då man vid ett möte (25/9 1765 §1) uppläste några ”af Professor Hof ingifna Rön och skäl, som bestrida Vattuminskningen”. Litet senare återkom Nordenskiöld (23/4 1766 §4): ”Upl. Herr Nordenschölds anmärkningar öfver Herr E. O. Runebergs uti förledet års Handlingar ingifna afhandling om Vattuminskningen. Besl. at de skola communiceras med Herr Runeberg”. I ett arbete som 1769 trycktes i Kungl. Vetenskapsakademiens *Handlingar* skrev Nordenskiöld:

> ”Frågan synes i förstone ej så egentligen vara, om vatnet i Hafvet minskas, eller om Jorden höjer sig; utan om Jord, Bärg och Klippor vid stränderna här i Östersjön altid behålla lika högd, eller ock om de blifva högre emot Hafsbrynet, än förut, de må ligga antingen öfver eller under vatnet? Sedermera kan hvar och en undersöka, hvilket är sannolikare, antingen at Jorden höjer sig, eller at Hafvet blir lägre, och vatnet efterhand minskas, eller om bägge desse omständigheter mer eller mindre bidraga därtil. Nyttan af en sådan undersökning är ögonskenlig; ty dårpå beror til stor del vår Navigations säkerhet här i Östersjön, och kanske äfvenväl i andra sjöar” (Nordenskiöld, 1769).

Ephraim Otto Runeberg, som vid denna tid var lantmätare i Österbotten och stationerad i Vasa, hade 1765 fått ett gediget arbete om jordytans form utgivet i Kungl. Vetenskapsakademiens *Handlingar* (Runeberg, 1765). Han anslöt sig till vattuminskningens kritiker och ansåg att berggrunden uppe i norr av olika orsaker expanderar. Senare skrev Runeberg ytterligare ett arbete om vattuminskningen (Runeberg, 1769), i vilket han beskrev fenomenet som tillandning eller landhöjning. Andelen land och vatten skulle enligt Runeberg hålla sina proportioner från skapelsen, men kunde med tiden byta rum sinsemellan. Tanken var, om inte helt korrekt i detalj, redan ett steg i rätt riktning.

Ephraim Otto Runeberg föddes den 29 juli 1722 på Drottningholm i Stockholms län där hans far, Lars Runeberg, var slottspredikant (vår nationalskald Johan Ludvig Runeberg är brorsonson till Ephraim). Ephraim Otto Runeberg studerade vid Uppsala universitet och gjorde karriär inom fortifikationsväsendet, där han 1750 blev uppsyningsman över arbetena på Sveaborg. Särskilt styrde han arbetena vid bastion Ekeblad. Goda rekommendationer hade han fått av överdirektör Jacob Faggot (1699–1777), som skrivit om den lovande ynglingen till general Augustin Ehrensvärd. Slutligen blev Ephraim Otto Runeberg ändå direktör för lantmäteriet i Finland. Runeberg ingick äktenskap 1758 med Hedvig Faggot, yngsta dotter till överdirektör Faggot. Året därpå blev Runeberg invald i Kungl. Vetenskapsakademien. I unga år hade Runeberg fallit och ådragit sig rygg- och höftskador som förvärrades med åren och ledde till svåra smärtor som gjorde honom sängliggande för långa perioder. Han avled i Vasa den 20 januari 1770, 47 år gammal (Kryger, 1770).

Under sin stora Amerikaresa 1747–1751 skrev professorn i ekonomi vid Åbo Akademi Pehr Kalm (1716–1779) ett brev till sin uppdragsgivare Kungl. Vetenskapsakademien, i vilket han uttalade sig om vattuminskningen i Amerika:

> ”Ehuru, som jag hört, en och annan i Sverige velat draga läran om vatnets aftagande i tvivelsmål, så har dock den kårta tiden, jag redan varit här, gifvit mig tilräckeliga öfvertygelser deraf, at vatnet ock i denna delen af verlden årligen aftager, och at mångenstäds fordom varit haf, hvar nu är land; de som med förstånd gjort resor här omkring, säja, at ingen ting kan vara klarare, och sjelva de vilde Indianer, som bo här ofvanföre, skulle le åt den, som ville tvifla derom; ty hos dem är en allmän berättelse, at hafvet för många många åldrar tilbaka gått til de och de ställen, som dock ligga mot 100 Ängelska mil från denna tidsens hafsstrand; häraf är, at man

> öfver alt här i landet vid brunnars gräfvande finner åtskilliga strata af mussel- och snäckeskal djupt ned i jorden och vida väg från hafvet, item hela stora trän, ekelöf m.m. til 18 och 20 fot under jorden. En ting förtjänar här vid upmärksamhet: man skal uti New England, och längre norr, finna så i bergen petrificerade musselskal, som strata af det samma här och der ned i jorden i dess naturliga skapnad och icke petrificeradt; men ehuru man letar deromkring på hafsstranderne, skal man dock ej se dessa musselskal och djur som sitta deri; ej eller skal man blifva dem varse, innan man kommer til Carolina, några 100de mil längre i söder, der de sägas finnas på hafsstranden i myckenhet. Sådan är den berättelse jag fådt, men jag kan ej utgifva för vist, om det sig så förhåller, emedan jag sjelf ej haft tilfälle at se detta" (Kalm, 1749).

Mätningar av vattennivåns förändringar tog fart i 1700-talets mitt. Den svenske läkaren och naturforskaren Nils Gissler konstruerade en enkel mätsticka med vilken han kunde följa med hur vattenståndet varierade:

> "Jag lät förfärdiga af fet furu et stycke om 4 alnar långt och 2 tum i fyrkant; detta trästycke deltes i geometriska tum och halfva linier, efter den schala, som är vid Herr Instrumentmakarens Ekströms Barometer, och när medelmåttigt vatn ungefärligen var här vid Härnösand, fastspikades det samma väl vid en uprätstående stock, som var nedpålad och fästad vid en siöbod härstädes, lemnades hälften deraf ofvan och andra hälften under vattnet" (Gissler, 1747).

Efter en längre tid av mätningar fann Gissler vissa lagbundenheter:

> "Af förenämnda Rön har jag funnit, at de mästa inträffa in derutinnan, at så ofta Barom. stiger, så faller Hafvet, och så ofta den faller så stiger Hafvet; undantagandes några som gå derifrån, hvilket tyckes hälst ske vid något vist väderstrek med starkt väder, såsom N.V."

År 1774 började havsvattnets höljd systematiskt registreras med en enkel mareograf vid Slussen i Stockholm. Efter hundra år analyserades den erhållna mätserien bl.a. med hjälp av minsta kvadratmetoden. I en rapport skriven av vatteningenjören Victor Edvard Lilienberg (1891) konstaterades att vattennivån sjunkit olikformigt, d.v.s. med olika takt vid olika tidsperioder (Ekman, 2009a).

I en handskrift daterad i Helsingfors den 8 december 1820 redogjorde professorn vid arméns flotta, Nathanaël Gerhard (af) Schultén d.ä. (1750–1825), hur vattennivån sjunkit i förhållande till märken inhuggna i klipporna på flera platser vid Finlands och Sveriges kuster (Schultén, 1820). Den 4 juli 1785 besökte Schultén Ratans hamn i Västerbotten, där adjunkten vid Åbo Akademi, Samuel Chydenius, hade inhuggit ett vattenmärke 1749. Ratan, en by ca 45 km norr om Umeå, erbjöd en skyddad hamn, där också stora fartyg kunde gå in i sundet mellan skäret och fastlandet. Trots ett obetydligt invånarantal hade Ratan blivit stapelhamn 1767. Då skulle alla varor, främst från Piteå, Umeå, Torneå och Luleå, förtullas där.

Nils Gissler (1715–1771) var elev vid gymnasiet i Härnösand och student vid Uppsala universitet. Fastän Gissler till en början tänkte bli präst var hans ämnesval mångsidigt och han hade bland andra Klingenstierna som lärare i matematik, Anders Celsius i astronomi och Linné i botanik. Gisslers studieplaner ändrades dock och han började studera medicin och disputerade 1744 till doktor i medicin. Därefter återvände han till Härnösand och verkade som lektor i logik och naturlära vid gymnasiet där. Samtidigt var han oavlönad provinsialläkare i övre Västernorrland, som var ett stort och arbetsdrygt distrikt. Nils Gissler invaldes i Kungliga Vetenskapsakademien 1748. Han var god vän med Vetenskapsakademiens sekreterare Pehr Wargentin och skickade följaktligen in en lång rad meddelanden och artiklar till denne. I dessa arbeten behandlade han vattuminskningen, norrsken och jordbävningar. Han observerade Venuspassagerna 1761 och 1769 och skickade också in meteorologiska journaler.

Vid Schulténs besök i Ratan var Chydenius' märke 19 till $19\frac{1}{2}$ tum över vattnets höjd. Ett annat märke som ekonomiedirektören i Torneå, Anders Hellant, hade inhuggit den 19 augusti 1774 låg vid Schulténs besök 8 tum över vattenbrynet. Vädret var lugnt. Fiskare intygade att vattenståndet då stod något högre än normalt, uppskattningsvis 2 till $2\frac{1}{2}$ tum. Därav kunde Schultén beräkna att vattnet på 36 år sjunkit med 17 tum, d.v.s. med 0,47 tum/år, och med Hellants märke under 11 år med $5\frac{1}{2}$ tum, vilket motsvarade 0,50 tum/år. Nya observationer gjordes den 20 juni 1796 av kartografen Clas Wallman. Samuel Chydenius' märke stod nu 12 tum över havet, medan Hellants märke var noll tum, d.v.s. vid vattenbrynet. Ortsbefolkningen angav emellertid att vattennivån stod 1 fot över normalt vid denna avläsning. Korrigerade värden gav sedan som resultat att vattennivån sjunkit 0,51 verktum/år (Chydenius) och 0,54 verktum/år (Hellant). (1 verktum $\approx$ 2,47 cm).

Samuel Chydenius (1727–1757) föddes i Euraåminne. Hans föräldrar var pastorsadjunkten, senare kyrkoherden i Gamlakarleby, Jakob Chydenius och Hedvig Hornæus. Samuel Chydenius växte upp i Sotkamo och Kuusamo socknar. Som ung företog han tillsammans med fadern två långa resor i Kemi Lappmark och blev väl förtrogen med förhållandena i det nordligaste Finland. Samuel Chydenius fick till en början undervisning i hemmet, åren 1739–1741 besökte han tillsammans med sin två år yngre broder Anders trivialskolan i Uleåborg. Därefter följde skolgång i Torneå. De två bröderna blev 1745 studenter i Åbo. Studierna gick raskt undan för Samuel och redan 1748 var han filosofie magister. En tid studerade han också vid Uppsala universitet. Han uppvaktade det legendariska uppfinnargeniet Christopher Polhem (1661–1751) och blev en av dennes sista adepter. Full av tekniska idéer från sin läromästare återkom han till Finland och utnämndes 1753 till docent i kemi och mineralogi i Åbo. Han förordnades därefter att delta i forsrensningsarbetena i Finland och inledde arbetena i Kyro älv 1755. Följande år biträdde han greve Augustin Ehrensvärd – också han en tidigare Polhem-elev – i detta arbete. Chydenius ledde arbetena i Ule älv 1756 och i Kumo älv 1757, där han förolyckades genom drunkning 30 år gammal.

Anders Hellant (1715–1789) föddes på Korteniemi gård i Pello by, Övertorneå socken (Tobé, 1991). Det var under stora ofredens tid, då hans föräldrar hade flytt från Torneå undan härjande ryska strövkårer. Den unge Anders studerade fr.o.m. 1733 i Uppsala universitet och anställdes 1735 som kanslist vid Västerbottens Landskansli i Umeå. Den franska gradmätningsexpeditionen passerade staden 1736 och anlitade den språkkunniga ynglingen som tolk och medhjälpare. Samtidigt lärde sig Hellant att utföra vetenskapliga mätningar och började publicera egna och andras arbeten. Han disputerade för Anders Celsius om laxfisket i de norrländska älvarna 1738. Han grundade också ett observatorium i Torneå – det nordligaste i hela världen på den tiden – där han bestämde stadens longitud och utgav almanackor för Torneå horisont. Han observerade många sol- och månförmörkelser och studerade norrsken, samlade material rörande vattuminskningen och ägnade sig åt magnetiska observationer, i synnerhet den magnetiska missvisningen. 1750 blev Hellant ledamot av Kungliga Vetenskapsakademien. Han var kronans förtroendeman i staden och utnämndes 1756 till ekonomidirektör för Torne Lappmark. Trots vissa amatörmässiga drag gjorde han en betydande insats som pionjär för den norrländska naturforskningen.

År 1796 besökte Nathanaël Gerhard (af) Schultén Gäddtarmen utanför Hangö udd. Gäddtarmen är det smala sundet mellan Tullholmen och Klippan och utgjorde sedan gammalt en skyddad ankarplats för sjöfarare. Under årens lopp hade många besökare ristat in ett bomärke i strandklipporna. Angående en av dessa inristningar skrev Schultén: ”År 1786 den 28de Junii uppmätte underskriven det märke framlidne Fältmarskalken Grefve Ehrensvärd låtit hugga i en klippa vid Hangö-udd. . . ”. Ehrensvärd inte bara högg in vattenmärket utan hela hans sällskap roade sig och ristade in en hel dikt i strandklippan:

IAGTEN
FLICKAN KOM HIT MED
ROLIGT SÄLSKAP D. 21. AUG. 1754
HAHN OCH GETHE MÄTTE HOL
MARNE, GERDES OCH FRESE IAGADE
LIEDNER FISKADE, SKYTTE LAGADE
GODT CAFFE, RIBBING ROADE SIG,
v. SPÅNGEN RISTADE STENEN OCH
A. EHRENSWÄRD SÅG PÅ
VATNETS
HÖGD

Den understa linjen föreställer vattenbrynet.

> En av författarna (J.S.) besökte Gäddtarmen på Tullholmen utanför Hangö udd den 4 juli 2017 kl. 15, då strecket (vattenmärket) under texten låg ca 60 cm över den då rådande havsnivån. Själva inristningen var knappt läsbar p.g.a. växtlighet (se figur 5.1). Enligt Meteorologiska institutet låg vattenståndet i Hangö den 4 juli 2017 kl. 15 på + 22 cm. Ehrensvärds vattenmärke låg således ca 82 cm över dagens normala havsnivå. Enligt dagens kunskap är landhöjningen ca 4 mm/a i Hangö. På 263 år har landet således stigit ca 105 cm. Vattenståndet torde ha varit lågt den dag von Spången ristade märket.

I sitt manuskript antecknade Schultén också flera andra observationer som gjorts vid inristade gamla märken längs kusten. Fastän många märken återfanns var det ofta svårt att ange hur mycket vattenståndet avvek från medelnivån både vid inristningen och vid avläsningen. Som exempel på detta skrev Schultén (i ett manuskript som förvaras i Kungl. Vetenskapsakademien):

Fig. 5.1: Vattenmärket på Hangö Tullholm den 4 juli 2017. Foto: J.S.

> ”År 1775 den 19de September har en Ingenieur Zellberg uppmätt ett märke i Calix Socken och Wånafjärds bys ägor, hvarpå en gammal bonde Anders Davidsson ifrån år 1700 haft observationer. Detta märke utgöres af en pyramidelisk sten, belägen 1 mil i Sydost från Calix kyrka på en udde af den så kallade Raholmen. Wattenytans sänkning har Zellberg på dessa 75 år uppgifvit vara 2. fot, 4. tum, 9. linier . . . Efter denna mätning skulle vattnet på 100 år hafva fallit 3 $\frac{1}{3}$ fot; men efter Celsii uppgift i Vetensk. Ac. Handl. för år 1747 antages sänkningen på samma tid till $4\frac{1}{2}$ fot. Af sådan anledning förmodar Directeuren Hellant, att vattnet vid Zellbergs mätning icke stått vid sin medelhöjd, och det med så mycket större skäl, som Hellant i augusti månad 1750 sjelf uppmätt samma märke, och funnit vattnets utfall sedan 1700 vara 2. fot, 0. tum, 5 linier. Barometerna hade också stått högt, och vinden varit sydlig, när Zellberg förrättade sin mätning, hvilket efter Hellants Observation plägar tillkännagifva högt vatten i Bottenviken”.

Trots dessa svårigheter visade alla mätningar att vattennivån sjunkit, men fortfarande visste man inte varför. Vid ett möte 1775 $\frac{18}{10}$ §6: ”Upl[ästes] Herr Hellants undersökningar till bevis af vattuminskningen i Östersjön”. Också Hellant hade på några ställen vid den svenska kusten utmärkt vattennivån, vilka senare kunde avläsas och utnyttjas för att bestämma hur snabbt vattennivån sjunkit. Dylika vattenmärken fanns utsatta längs kusterna av många andra som intresserade sig för frågan.

I ett meddelande till Kungl. Vetenskapsakademien redogjorde Hellant för vad han hört av en bonde i Muonio by, Övertorneå socken, 28 mil norr om Torneå. Då bönderna dragit not i högt belägna fjällsjöar, som ligger på själva fjället, hände det ibland att noten fastnat i tall- och fururötter. Dessa kunde vara välbevarade vid upptagningen. Problemet var att några furor inte växte på flera mils avstånd. Många bönder och fiskare kunde instämma med denna berättelse:

> ”Den allmänna meningen derpå orten var, at desse rötter flutit dit och stannat der efter syndafloden, så olikt har det synts, at någonsin något träd der uppe på fjellen hade kunnat växa, at äfven gemene man måst söka de äldsta tidern at gifva orsak till dessa fynd”.

Vid diskussionen som följde vid Kungl. Vetenskapsakademiens sammanträde hänvisade man till Anders Celsius utredning (Celsius, 1743), som uppgav att vattennivån sjunkit med $4\frac{1}{2}$ svensk fot på etthundra år. Om vattnet dragit sig tillbaka med samma hastighet i de äldsta tiderna hade det krävt åtminstone 10 000 år innan vattennivån sjunkit med 80-100 famnar, såsom Hellant beräknat.

Frågan om vattuminskningen kontra landhöjningen var seglivad. Ännu åttio år efter Celsius inlägg i frågan skrev lotschefen Nils Abraham Bruncrona 1823 en uppsats som inflöt i Vetenskapsakademiens *Handlingar*. Bruncrona angav i tabellform vattuminskningen under de senaste fyrtio åren för flera orter vid Sveriges kust. Orten för dessa observationer uppgavs omsorgsfullt. Längst norrut låg Rataskär med geografiska bredden 63° 59′. I samma trakter fanns ytterligare två mätpunkter. Dessa utgjorde de äldsta märken som upptas i tabellen, inhuggna på 1740-talet. Bruncrona avslutade artikeln med att ange platsen för nya märken som inhuggits åren 1820–1822 (Bruncrona, 1823).

Den i Ilmajoki födde kartografen och lantmätaren Carl Peter Hällström tog tillfället i akt att kommentera Bruncronas inlägg. Han konstaterade att artikeln är intressant och behandlar ett ännu oförklarligt naturfenomen, men var samtidigt kritisk mot de uppmätta värdena, som i vissa fall föreföll att vara osäkra. Hällström skrev (1823):

> ”Likasom de grofva och blott approximerande utslag, med vilka man

> fordom vid praktiska behandlingen af de mathematiskt-physiska vetenskaperne åtnöjde sig, skulle alltför illa uppfylla närvarande tids fordringar på noggranna resultat, sedan de mechaniska konsternes uppbringande till så hög fullkomlighet gjort ernåendet af dem möjligt, bör man äfven finna sig föga belåten med ungefärliga uppgifter öfver de naturfenomen, hvilkas periodiska eller successiva förändringar kunna bestämmas genom tid och rymd. Man har af hittills kända vattenmärken och deras afmätanden dragit endast mindre tillförlitliga och ofta icke öfverensstämmande slutsatser öfver sanna beloppet af vattenminskningen. Detta härrörer af den osäkra och så till sägande rå methoden att observera densamma. Dagliga erfarenheter gifver vid handen, att Östersjön, som icke afficieras af ebb och flod, i dess ställe beständigt stiger och faller flere fot, alltsom olika vindar verka på vattnet eller in- och utdrifva det genom Öresund. I samma mån, som omvexlingarne häraf äro täta, eller gränsorne för högsta och lägsta ståndet ytterliga, blir det äfven svårt att utan biträde af mechaniskt apparat och flitigit observerande utröna medelhöjden”.

Inte heller Hällström kunde förklara vattuminskningen och vart vattnet tog vägen. Samtidigt ställde han sig kritisk mot tanken på landhöjning. Han skrev:

> ”Särdeles märkvärdig vore den föregifvna egenskapen hos vissa berg att skjuta sig uppåt, om den i teoretisk hänsigt icke saknade all grund för sin möjlighet, och ej blifvit anförd af personer, på hvilkas förmåga att observera och reflectera i ämnen af detta slag man ej är berättigad att sätta förtroende. Så vidt kändt är, har man icke förmärkt, att kalk- och sandstensbottnen omkring Gottland och Öland höjt sig. Längre uppåt Östersjön finnas dessa berarter ingenstädes i fast klyft. Allt upptages der af den uråldriga Gneisen, som i allmänhet utmed Skärgården är fältspatsrådande, och deraf rödaktig, men hvarföre skulle denna art röja större benägenhet att skjuta upp än en annan, som har ett öfvermått af de öfriga Gneisens hufvudbeståndsdelar? För denna obestyrkta sats ligger synbart en irring till grund. Det är bekant, att i Skärgårdarne utaför Norrtelge och Gefle hafvet på somliga ställen uppkastar, eller med isen ditföras och nedfällas, större och mindre lösa Sandstens-stycken, hvilka pläga till byggnas-ämnen upphemtas och användas. När man ett år borttagit stenen, har den ett annat blifvit åter ersatt med lika mycket, och der den i längre tid fått hopa sig tillsamman, har det förekommit det enfaldiga skärbonden, som skulle botten höjt sig” (*ibid.*).

Istiden och därefter

Den första utanför Norden att ta ställning till landhöjningen var britten Charles Lyell (1795–1875). Lyell blev 1832 professor i geologi vid King's College i London. Hans uppfattning var att de krafter som verkar på Jorden har existerat sedan urminnestider. Då tidsrymden är lång har dessa krafter fått stor betydelse för utvecklingen på Jorden. Han ansåg därför att den s.k. katastrofteorin, enligt vilken jättelika globala naturomvälvningar utsläckt allt levande liv upprepade gånger på Jorden och därmed utgjort startpunkter för nya perioder av utveckling, var oriktig. Lyell påverkade bl.a. Charles Darwin (1809–1882), som studerade hans bok *Principles of Geology* (1830–1833) under sin forskningsresa runt jordklotet med H.M.S. Beagle. Lyell själv gjorde omfattande forskningsresor i Europa och besökte också Sverige 1834. Vid detta besök väcktes hans intresse för vattennivåns avtagande i trakten kring Stockholm. Han använde sig av två stora ekar, Fiskartorpseken vid Karl XI:s fiskarstuga och Lyellseken, och hans bedömning var att ”vattuminskningen” inte var så stor som man tidigare trott. Sina mätresultat publicerade han 1835 i arbetet *On the proofs of a gradual rising of the land in certain parts of Sweden.*

De spår som istiden har lämnat efter sig och som i dag kan studeras är hällar med räfflor, rullstensåsar, flyttblock och jordavlagringar. Schweizaren Louis Agassiz (1807–1873) studerade glaciärer i Alperna och fann att spår uppstod då de drog sig tillbaka. Han kopplade samman dessa med liknande spår som hittats i Skandinavien och lade i verket *Études sur les glaciers* 1840 fram en hypotes att de nordliga delarna av Europa i tiden varit istäckta.

Geologen Thomas Jamieson (1829–1913) var uppväxt i Skottland, Aberdeen, vid vars universitet han studerade. Redan tidigt blev han intresserad av geologi och knöt kontakter med bland annat Charles Lyell och Charles Darwin. Då Jamieson studerade klippor och glaciärer fann han rön som talade för att en istid existerat i Skottland. Han visade 1865 att vattnet en gång stått betydligt högre än det gjorde på hans tid och tolkade detta så, att landet en gång varit täckt av ett tjockt istäcke och att ismassorna tyngt ned jordskorpan. Då isen smälte började jordskorpan återta sin tidigare profil, vilket ledde till landhöjning, det som tidigare setts som havsnivåns avtagande. Teorin bekräftades av den svenske geologen Gerard De Geers (1858–1943) undersökningar av gamla strandlinjer (*Om Skandinaviens nivåförändringar under qvartärperioden*, 1888, 1890). Moränryggarna i Kvarkens skärgård är uppkallade efter De Geer.

Sedermera har man funnit att istider har kommit och gått under vårt jordklots historia. För omkring 115 000 år sedan förändrades klimatet och temperaturen började sjunka. I polartrakterna märktes denna förändring tydligt. Den rikliga nederbörden föll i form av snö, som under de något varmare årstiderna emellertid inte hann smälta bort. Detta snötäcke bredde ut sig och ökade i tjocklek. Med tiden packades snötäcket ihop till ett mäktigt ispansar. Den senaste istiden har fått namnet Weichselistiden, efter floden Wisła i Polen, där den södra gränsen för istäcket ungefärligen gick.

Då istäcket för 20 000 år sedan hade sin största utbredning var hela Fennoskandien (Norge, Sverige, Finland och Danmark) och de Baltiska länderna istäckt. Tjockleken av istäcket var då omkring 3000 meter. Isen utövade ett väldigt tryck på jordskorpan, som sjönk ned hela 500-900 meter. Då medeltemperaturen småningom steg igen började inlandsisen att smälta och isranden dra sig norrut och landhöjningen började. För ca 12 000 år sedan uppkom den Baltiska issjön, en insjö med sött vatten inom södra Östersjöns lägsta delar, i norr uppdämd av iskanten. Dess vatten kom från den smältande glaciären. Yoldiahavet uppkom omkring 11 000 sedan, då havsnivån steg så att saltvatten från oceanerna kunde tränga in i det som nu är Östersjön med låglänta närområden. Den starka landhöjningen fortsatte och då avsnördes en stor insjö, Ancylussjön. Med de smältande arktiska isarna steg havsytan så mycket att havsvattnet åter trängde in över Öresundsområdet och saltvatten kom in i Östersjöbäckenet. Det nya saltvattenshav som bildades kallas Litorinahavet. För omkring 8000 år sedan kan man anse att istiden var förbi. Endast ett smalt bälte mellan Norge och Sverige var fortfarande istäckt. Den nuvarande landhöjningen är som störst i Bottenviken och Kvarkenområdet och är ca 80-90 cm/100 år. Under en människas livstid har landhöjningen där en kännbar verkan.

Poutanen & Steffen (2014) har gjort beräkningar av hur den stora inlandsisen smultit och hur landhöjningen skett. Då istäcket för omkring 18 000 år sedan började smälta bort höjde sig landet samtidigt. För omkring 10 000 år sedan var Kvarkens skärgård och Höga kusten isfri. Jordskorpan började i detta skede återta sin ursprungliga form. Till en början skedde landhöjningen snabbt, omkring 10 cm/år, men sker nu i modern tid betydligt långsammare. En modell visar att det fortfarande återstår omkring 100 meter av landhöjning, förutsatt att andra faktorer såsom klimatförändringen, temperaturhöjningen och den därpå beroende havsnivåns stigning inte inverkar.

Den tidiga vattuminskningsteorin fick alltså med tiden ge vika för en mångfald av evidens om en istid med ett tjockt istäcke som pressat ned jordskorpan. Då istäcket smalt bort började jordskorpan på detta ställe åter höja sig. Processen pågår fortfarande. Kvarkenområdet på bägge sidor om Bottniska viken upptogs på UNESCO:s lista över världsnaturarv i juli 2006. Tillsammans med Höga Kustens världsnaturarv i Sverige bildas en geologisk helhet där landhöjningen påverkar landskapet på ett unikt sätt.

6

Matematikens blomstringstid

Sapientia 11:22: sed omnia mensura
et numero et pondere disposuisti.[1]

I kapitlet om matematikens ankomst till Finland granskade vi matematikens gradvisa etablering som läroämne i Finland fram till stora ofreden. I den gamla *mathesen* låg betoningen vid inlärning av formella regler och tillämpning av dessa, utan att läggа vikt vid djup förståelse och stränga bevis. I detta kapitel ser vi hur matematikens studium i Åbo revitaliseras av nya tankegångar, å ena sida 1700-talets vurm för naturvetenskap, teknik och ekonomisk nytta, å andra sidan algebrans samt differential- och integralkalkylens genombrott. Vi granskar här matematikens och angränsande vetenskapers blomstring i Åbo under 1700-talet fram till 1800-talets första decennium.

Kungliga Akademiens nya början

Kungliga Akademien i Åbo låg nere under stora ofredens ockupationstid 1713–1721. Hela Akademien, inklusive dess bibliotek och lärare, hade evakuerats 1713 till Stockholm. Katedralskolan i Åbo hade med knapp nöd kunnat verka under

[1] Citatet ”Du har ordnat allt efter mått och tal och vikt”, taget ur den apokryfiska Vishetens bok (Salomos vishet), var ett återkommande motto i 1600- och 1700-talsavhandlingar i hela den lärda världen, Åbo inräknad.

det ryska styret. Trivialskolornas och pedagogiernas verksamhet i landet hade avbrutits till följd av kriget och ockupationen. Finlands näst äldsta gymnasium, det år 1641 grundade Viborgs gymnasium, blev likaså tvunget att avbryta sin verksamhet. Efter kriget flyttades det jämte biskopssätet till Borgå, där det grundades ånyo 1723 som Borgå gymnasium. Vid universiteten i Uppsala och i Lund pågick verksamheten däremot oavbruten, även om det utdragna kriget körde ned rikets ekonomi. De flesta tjänstemän som inte hade lämnat Åbo hade tagits tillfånga av fienden, bland dem medicine professorn Petrus Hielm som dog som krigsfånge i Narva 1716. Som en följd av kriget, pesten och hungersnöden hade Finlands folkmängd sjunkit under 300 000. Stenhus och murar i Åbo hade rivits för att transporteras till den nygrundade ryska huvudstaden vid Nevans mynning.

Kungliga Akademiens konsistorium sammanträdde för första gången sedan kriget den 8 augusti 1722. Endast fyra professorer hade vid det laget återvänt till Åbo för att fortsätta sitt arbete. Akademiens solenna öppningsceremoni hölls den 26 november 1722. Åbos nyutnämnda biskop och Akademiens kansler, balttysken Herman Witte (1666–1728), förkunnade i sitt öppningstal i domkyrkan, hur Akademien ännu skulle stiga upp som Fenix ur askan och bli en fristad för de lärda, en verkstad för alla vetenskapsidkare och en stolthet för hela riket. Så blev det dock inte på kort sikt, utan lärarna och eleverna fick under många år nöja sig med en ytterst knapp tillvaro. I det krigshärjade Finland rådde det brist på allt materiellt.

Samtidigt som en ny generation av matematiker och naturvetenskapsmän inledde sitt värv hade ett nytt filosofiskt system börjat vinna gehör i Sverige (Frängsmyr, 2004; Gårding, 1994; Rodhe, 2002). Detta system var utformat av tysken Christian Wolff (1679–1754), vilken såsom anhängare av Gottfried Wilhelm Leibniz hade fogat samman delar av dennes lära med Descartes'. Det var ett rationalistiskt och dogmatiskt världssystem med matematiken och de matematiska vetenskaperna som ett dominerande inslag. I bevisföringen använde sig Wolff väsentligen av två principer: motsägelselagen och lagen om tillräcklig orsak. Ett logiskt resonemang byggt på dessa principer övertygade i synnerhet matematiker, och så var också de första svenskar att betagas av Wolffs system matematiker och naturvetenskapsmän. Teologerna var till en början misstänksamma mot lärans starkt rationella prägel, men insåg snart att den kunde användas till effektivt försvar av den lutherska ortodoxin mot både fritänkare och pietister. I Uppsala universitet blev wollfianismen i mitten av 1700-talet rent av förhärskande i filosofin (Frängsmyr, 2004). I Åbo blev Wolffs *Elementa matheseos universae* (1713, utgiven i 5 upplagor) i sin tur ett av de mest anlitade verken i matematikundervisningen under flera årtionden.

De matematiska vetenskapernas blomstring under 1700-talet sammanföll tidsmässigt med grundandet av vetenskapliga samfund. De första vetenskapliga sällskapen grundades i Sverige med målet att befrämja forskning och undervisning till gagn för samhället och ekonomin. I Uppsala grundades 1710 *Collegium curiosorum* (De vetgirigas sällskap), som senare kallades Bokvettsgillet och slutligen Kungliga Vetenskaps-Societeten. I Stockholm grundades 1739 den kanske ännu mer prestigefyllda Kungliga Vetenskapsakademien. Bägge samfunden gav årligen ut artiklar som deras ledamöter hade skrivit i aktuella forskningsämnen, Vetenskaps-Societeten i sina *Acta* på latin, Vetenskapsakademien i sina *Handlingar* på svenska. Målet med publiceringen av *Handlingar* var att nå en bred publik även utanför de latinkunniga lärda kretsarna. Också de akademiska avhandlingarna i Uppsala behandlade i allt större utsträckning naturvetenskapliga frågor och experimentell vetenskap, även de som professorn i matematik presiderade för. Samma trend mot det praktiska och observerbara märks överlag också i Åbo. Av stor betydelse för Finland var också grundandet av Kejserliga Vetenskapsakademien i Sankt Petersburg år 1725. Tsar Peter lät anställa toppvetenskapsmän från Europa eftersom ryska vetenskapsmän inte överhuvudtaget stod till buds. Vetenskapsakademien gav ett enorm lyft för den ryska vetenskapen, även om den bara långsamt kunde infria de förväntningar på samhällets modernisering och tekniska kunnande som tsaren eftersträvade.

Kungliga Akademien i Åbo återupptog således verksamheten 1722, men inte genast fullskaligt. Ordinarie professorn i matematik Lars Tammelin vägrade att flytta tillbaka för att sköta sin tjänst. Det blev därför en av hans elever, Alexander Kepplerus (1679–1738), Akademiens sekreterare under flykten, som fick äran att presidera då den första matematiska avhandlingen ventilerades i Åbo efter stora ofreden. Respondent för dissertationen *De usu symbolorum, circa geometrica theoremata ac problemata demonstranda* (Användning av symboler, bevisad med geometriska teorem och problem, 1723) var Carl Arosius (1697–1731), biblioteksamanuens för Akademien under flykten i Sverige. Avhandlingen innehåller inga egentliga nyheter, utan etablerar endast bruket av symbolbeteckningar för geometriska storheter. Man kan här ana en viss påverkan av professor Tammelins undervisning före kriget av J. C. Sturms analytiska medod.

I Kepplerus' och Arosius' avhandling betecknades föreningen av två räta linjer a och b $|\overline{\mathrm{AB}}|$. Om flera variabler introduceras, såsom för linjerna $a - b$ och $d + f - r$, betecknades deras kombination $|\overline{\mathrm{A} - \mathrm{B})(\mathrm{D}{+}\mathrm{F} - \mathrm{R}}|$. En triangel med sidorna L, M och N betecknas $|\overline{\mathrm{LMN}}|$, och den sägs vara lika triangeln $|\overline{\mathrm{L} - \mathrm{R})(\mathrm{M} - \mathrm{P})(\mathrm{N} - \mathrm{Q}}|$ förutsatt att sidorna L och L − R, M och M − P och respektive N och N − Q är homologa. Om N är hypotenusan i den rätvinkliga triangeln $|\overline{\mathrm{LMN}}|$, och man fäller från den räta vinkelns hörn en perpendikel P mot hypotenusan, som följaktligen delas i två rätvinkliga trianglar, $|\overline{\mathrm{LPQ}}|$ och $|\overline{\mathrm{PM(N - Q}}|$, så befinns dessa trianglar vara kongruenta med den ursprungliga. Pythagoras' sats för hypotenusan N och kateterna L och M uttrycks i den bekanta formen LL + MM = NN. På liknande sätt behandlas olika slag av parallellogram. Syftet med hela övningen framgår inte, ej heller varifrån det något konstlade beteckningssättet härstammade. Källor uppgavs inte överhuvudtaget. Det var en trevande start på den analytiska geometrins studium i Åbo, men en start likafullt.

En annan till sin natur matematisk avhandling som vid Akademiens nya början ventilerades utanför professorns i matematik inseende var filosofie adjunkten Johan Welins *De nexu et connubio logicae cum mathesi* (Om logikens och matematikens samband och förening, 1735; respondent Gabriel Heinricius). Avhandlingen är skriven i Åbo i en sann wolffsk anda. I den matematiska delen motiveras, genom en ganska omständig utläggning, de vanligaste algebraiska operationerna i logiska termer. Som tillämpning löser man även ett antal uppgifter. Den mest avancerade uppgiften var denna (§. XV): Då summan respektive differensen av två storheter upphöjda i samma potens är givna, bestäm bägge kvantiteterna. Lösning: kalla summan a, differensen b, den större storheten y, den mindre x och potensen m. Då gäller $y^m + x^m = a$ och $y^m - x^m = b$. Steg för steg härleds svaret som är $y = \sqrt[m]{(a+b)/2}$ och $x = \sqrt[m]{(a-b)/2}$.

Johan Welin var född omkring 1705 och inledde sina universitetsstudier i Åbo Kungl. Akademi 1724, där han blev magister 1729 och adjunkt i filosofi 1732. Med stöd av ett stipendium besökte Welin år 1737 filosofen Christian Wolff i Marburg och fick av denne en synnerlig rekommendation för den vakanta professuren i logik och metafysik vid Akademien i Åbo. Welin utnämndes till professuren 1738, men tog inte emot tjänsten utan fortsatte sitt liv utrikes. Han besökte bl.a. matematikern Johann Bernoulli i Basel och hedrades under ett besök i London med ett medlemskap i *The Royal Society* som den första finländaren. Johan Welin dog enligt sägen i en eldsvåda i Paris 1744 (Siukonen, 2006).

En intressant men nästan bortglömd akademisk dissertation "*extra patriam*" var den i Uppsala 1737 utgivna *Historiam literariam algebrae sistens* (Algebrans lärdomshistoria, 1737) av borgåbon Gustaf Georgson Helsingius (f. ca 1714). Avhandlingen handleddes (och förmodligen skrevs) av matematikprofessorn Samuel Klingenstierna, till vilken vi återkommer senare. Den går rätt detaljerat igenom algebrans långa utveckling alltifrån grekernas insatser fram till Newtons och Leibniz' kalkyl och är förmodligen det första publicerade arbetet inom matematikens idéhistoria i Sverige och Finland. Efter disputationen återvände Helsingius till Åbo, där han utnämndes till docent i matematik och fysik. Till studenternas vid Akademien i Åbo stora sorg avled den lovande ynglingen Helsingius förtidigt i januari 1740 utan att ha hunnit handleda en endaste avhandling. Genom sina föreläsningar torde han dock ha påverkat Jacob Gadolin att rikta sina studier på matematiken och fysiken.

Nils Hasselbom

Såsom professor i matematik vid Kungl. Akademien i Åbo installerades 1724 Nils Hasselbom (1690–1764). Han härstammade från Kleva socken i nuvarande Falköping i Västergötland och hade studerat i Uppsala. Som informator till riksrådet, greve Clas Ekeblads son hade han varit på en lång *grand tour* i Europa för att studera vetenskap och teknologi. Sitt första lärdomsprov *De potestatibus quantitatum* (Om storheters potenser, Uppsala 1717) försvarade han under dåvarande Euklideus-professorn Johannes Vallerius' (1677–1718) egid. Dissertationen berörde utvecklingar av uttrycket $(a + b)^n$ för $n = 1, 2, 3, \ldots$, emellertid så att räkningen utfördes mekaniskt skilt för varje heltal n, utan att härleda en allmän regel för binomialteoremet. Hasselboms andra avhandling *De pharis* (preses Elof Steuch; Uppsala, 1722) är ett ambitiöst fysikaliskt arbete som utgivits som nytryck av Svenska Fyrsällskapet (Hasselbom & Steuch, 2005). Den handlar om fyrar, deras funktion och historia. Ljusets utbredning behandlas enligt Christiaan Huygens' (1629–1695) relativt nya teori om ”impulser” (vågrörelse) i en tänkt allgenomträngande eter. Det finns även tecken på att man känt till Newtons alternativa teori, där ljuset betraktas som små partiklar (*corpusculi*).

Under Hasselboms presidium försvarades inalles ett tjugotal magistersavhandlingar, av vilka största delen behandlade fysikaliska och tekniska frågor, vetenskaplig metodik, teoretisk mekanik, astronomi, geodesi, optik, elasticitet och fluorescens, samt vindens och källornas orsaker. Däremot behandlades inte ren matematik. Eftersom Hasselbom inte publicerade några läroböcker i matematik överhuvudtaget är det omöjligt att fälla omdöme om hans undervisning. Han fortsatte dock almanackutgivningen på finska för Åbo horisont, till och med under lilla ofredens tid 1742–1743. År 1727 utelämnade han almanackans traditionella prognosticon-del, som innehöll årets väder förutsagt ett år på förhand, vilket ledde till en svacka i försäljningen.

Trots dessa förtjänster har Hasselbom ett dåligt eftermäle. Den främsta orsaken härför är den stora ekonomisk-geografiska utredning gällande möjligheten att anlägga ett nätverk av kanaler i Finland som han åtog att utföra för kronans räkning. Förebilden var bygget av Göta kanal som mekanikexperten Christopher Polhem hade projekterat. Hasselboms utredning krävde omfattande fältarbeten och minskade därmed hans närvaro vid universitetet. Hans elev, magister Jacob Gadolin (1719–1802) ålades att hålla föreläsningarna i matematik. Därtill har det noterats, att Hasselbom fråntogs sitt medlemskap i Kungl. Vetenskapsakademien 1748 till följd av ringa deltagande i dess verksamhet. Han hade samma år utnämnts till vice-lagman för Söderfinne lagsaga. Utan tvivel lockades Hasselbom av mer lukrativa projekt än undervisningen i den lilla och fattiga Akademien i Åbo. Kritiken mot honom förefaller dock inte allt igenom rättvis med hänsyn till den mängd avhandlingar som utgavs under hans presidium och som han troligen till största del själv skrivit (Siukonen, 2002). I själva verket kan Hasselbom anses som en framstående representant för ”nyttans tidevarv” och en mångsidig och beläst tjänsteman. Att hans bidrag inom matematiken var få var knappast ett hinder för nya förmågor att stiga fram.

Till de tidigaste avhandlingarna under Hasselboms presidium hör *De mari fuso, in templo Hierosolymitano, partem posteriorem mathematicam* (Om det flödande havet i Jerusalems tempel, den senare, matematiska delen, 1726). Respondenten Grels (Gregorius) Steenman (1700–1746) hade redan 1723 försvarat den första delen, d.v.s. en filologisk avhandling i ämnet. Det är frågan om biblisk matematik och gäller kopparhavet i Salomos tempel, som behandlades i en avhandling av Johan Flachsenius ett halvt århundrade tidigare. Storleken och formen av denna bassäng dryftas och man ger stor akt vid de hebreiska måtten som nämns i GT. Först behandlades den klassiska frågan om förhållandet mellan omkretsen och diametern av reguljära polygoner som inskrivits i en cirkel. En tabell uträknades för längden av segmentet för ett givet antal hörn då diametern antogs vara 2 000 000 (man ville på detta sätt undvika decimaltal). I den högra spalten finns närmevärden för kordan av vinkeln $360°/n$, d.v.s. $2000000 \sin(\frac{360}{2n})$

6	1 000 000
12	517 638
24	261 052
48	130 806
96	65 438
192	32 724

Periferin för respektive polygon fås då talen på samma rad multipliceras med varandra. Då n växer närmar sig periferin monotont $2\pi \cdot 1000000$ nerifrån.[2] Härefter omtalas ett ”genialiskt och elegant sätt som påvisats av den i detta studium utmärkt skickliga Herr Anders G. Duhre” (*ingeniose vero & eleganter,*

[2] Metoden är liktydig med den med vilken Arkimedes härledde närmevärden för cirkelns periferi medels en inskriven 96-sidig polygon.

in hoc studiorum genere versatissimus Dn. And. G. Duhre, per calculum infinitorum demonstrat), som med användning av infinitesimalkalkyl hade bevisat diameterns förhållande till cirkelns omkrets som 1 till talet

$$4 - \frac{4}{3} + \frac{4}{5} - \frac{4}{7} + \frac{4}{9} - \frac{4}{11} + \&c.$$

Serien konvergerar mot π, låt vara ytterst långsamt. Uttrycket upptäcktes av bl.a. Leibniz, men resultatet var hämtat från Anders Gabriel Duhres (ca 1680–1739) föreläsningar på svenska med rubriken *Grundad geometria* (1721). Hasselbom kände alltså till detta verk, även om det inte torde ha ingått i det material som förelästes i Uppsala universitet. Huruvida Duhre funnit uttrycket självständigt framgår ej. Längre fram granskar vi Duhres insatser och betydelse för undervisningen.

I Hasselboms/Steenmans avhandling löses följande problem: Bestäm storleken av en stympad kon som rymmer 1 000 *bat* (hebreiskt volymmått), och vars mindre diameter är 9,216 och djup 1,580 enheter. Den större diametern är $9,216 + x$, där x är den obekanta. Omkretsen är följaktligen $28,592 + 3,1416x$ och arean $66,7070 + 14,476x + 0,7854xx$. Nu förhåller sig skillnaden mellan diametrarna x till bassängens djup 1,580 såsom den större diametern $9,216 + x$ till konens totala höjd, som således blir $14,56128 : x + 1,580$, och den mindre konens höjd $14,56128x$. Här märks för första gången i en Åbo-avhandling kolontecknet (:) för division. Enligt Vanäs (1955) förekommer kolonet som divisionstecken första gången i Sverige i den år 1727 utkomna räkneläran *Arithmetica* av Anders Celsius. Hasselbom föregick således Celsius i denna fråga. Bruket av kolon som divisionstecken härstammar från Leibniz och Wolff.

En kons volym är en tredjedel av basens areal gången höjden, och i den stympade konens fall subtraheras den mindre konens volym från den större. Den större konens volym blir

$$\begin{aligned} & 3,1416/3 \cdot \left(\frac{9,216 + x}{2}\right)^2 (14,56128 : x + 1,580) \\ = \; & 323,7749 : x + 105,3968 + 11,4364x + 0,4136xx \end{aligned}$$

och den mindre $323,7749 : x$. Efter subtraktion återstår den stympade konens volym $105,3968 + 11,4364x + 0,4136xx$, som alltså bör vara lika med 1 000 *bat* eller 108,509 kubikalnar (*cubitis cubicis*). Lösningen på den erhållna ekvationen av andra grad är $x \approx 0,2701$. Att ekvationen också har en annan rot, $x \approx -27,92$, nämns inte i sammanhanget, troligen eftersom den är negativ. Avhandlingen innehåller således mycket gammalt men också en hel del nyheter.

Algebran används redan utan omsvep i analytiska beräkningar och infinitesimalräkningen nämns för första gången i en Åbo-dissertation.

Respondenten Grels Steenman verkade sedermera i olika lektors- och lärartjänster i Åbo men fick inte den professur i fysik han åstundat. Han riktade sig därför på de heliga språken (*linguarum sacrarum* d.v.s. hebreiska och grekiska) och blev professor och kyrkoherde. Hans speciemen för ansökandet av fysikprofessuren var avhandlingen *De methodo philosophandi experimentali et mathematica* (Om den experimentellt matematiska metoden att filosofera, 1737; respondent Henrik Carpelius). Trots att den hör till de tidigaste Åbodissertationerna med relativt färska matematiska och experimentella rön är den föga uppmärksammad tills nu. I början av avhandlingen citeras den svenske uppfinnaren Mårten Triewalds (1691–1747) fysikföreläsningar i Stockholms Riddarhus. Triewald hade besökt England och därifrån bland annat inhämtat idén till en ångmaskin, som han sedan lät konstruera i Dannemora gruva med namnet ”eld- och luft machine”. Steenman belyser härefter själv matematikens användning i experimentalfysiken genom att undersöka ett försök som tillskrivs Edme Mariotte och beskrivs i den tredje boken av Willem Jacob ’s Gravesandes *Physices elementa mathematica, experimentis confirmata* (1742).

Försöket handlar om en vattencistern som töms genom en öppning på $\frac{1}{4}$ tum under en minut, då vattnets ursprungliga höjd ovanför öppningen är 13 fot och hela vattenmängden 28 franska pint (en kubikfot upptar 70 pint). Dessa data appliceras nu matematiskt för att beräkna hur snabbt en amfora innehållande 60 svenska kannor (*cantharos*) vatten töms genom en öppning på $\frac{1}{3}$ tum, då vattnets ursprungliga höjd var 15 svenska fot ovanför öppningen (i en kubikfot ryms 10 kannor). Uppgiften är inte alldeles trivial och den löses med logiska slut utifrån följande tre principer: 1) kvadraten av flödeshastigheten är direkt proportionell mot vattnets höjd, d.v.s. (Daniel) Bernoullis lag 2) ju större öppning desto starkare utflöde i proportion till kvadraten på diametern 3) tömningstiden är direkt proportionell mot utflödeshastigheten. Efter omvandlingar mellan pariserfot och svenska fot och långa uträkningar kommer författarna till tömningstiden 10 minuter och $30\frac{441}{500}$ sekunder. Avhandlingen avslutas med ett kapitel kallat *Mantissa*,[3] i vilket elementen för den annalkande solförmörkelsen i juli 1739 för Åbo horisont uträknas på basen av tidigare observationer av Solens och Månens positioner. Enligt författarna äger förmörkelsen rum den 24 juli (4 augusti enligt den gregorianska kalendern) 1739 kl. 5 h 14 m 37 s på eftermiddagen.

[3] I detta sammanhang betyder mantissa ett mindre tillägg till texten. Inom matematiken har ordet även andra betydelser.

Hasselbom och fysiken

Hasselbom var att döma av hans tjugotal avhandlingar mångsidigt beläst och väl insatt i samtidens fysik. Vi ger här en kort inblick i några av dem. Den kortfattade avhandlingen *De genuina methodo philosophandi experimentali et mathematica* (Om den naturliga metoden att filosofera experimentellt och matematiskt; respondent Israel Escholin, 1726) handlar generellt om den nytta som matematiken kan tillföra de olika vetenskaperna. Detta, om något, var viktigt att hävda under ”nyttans tidevarv”. I avhandlingen *De arte natandi* (Om konsten att simma; respondent Petter Folin, 1732) dryftas frågan, hur tyngden och den specifika vikten påverkar t.ex. fiskarnas simförmåga. Till slut bedöms människans och djurens lämplighet för simning samt vilken hjälp dykarutrustning kan medföra. I avhandlingen *De geometria Dei* (Om Guds geometri; respondent Samuel Pryss, 1732) finner man bl.a. påståendet, att Jordens form är snarare en tillplattad sfäroid än ett perfekt klot, som man tidigare antagit, och att förhållandet mellan Jordens pol- och ekvatorradie är ungefär 229 till 230. Detta förhållande hade Isaac Newton (1642–1727) härlett på grundval av Jordens storlek och vinkelhastighet, och det stämde väl överens med den franske astronomen Jean Richers (1630–1696) iakttagelse, att en pendel i Cayenne vid ekvatorn svängde långsammare än i Paris (släpningen var ca 2 min. per dygn). Hasselbom måste således ha känt till Newtons *Philosophiae naturalis principia mathematica* (1927/1687) i huvuddrag. För detta Newtons magnum opus använder vi framöver kortnamnet *Principia*.

Innehållet i de av Hasselbom presiderade avhandlingarna var i matematiskt hänseende torftigt. En avhandling skiljer sig dock till sin fördel, nämligen *Specimen commentationis in bina loca Optices Isaaci Newtoni* (Kommentar av två passus i Newtons *Opticks*, 1745), för vilken Jacob Gadolin var respondent. Huruvida författaren var Hasselbom eller Gadolin är omöjligt att slå fast. Man vet å ena sidan att Hasselbom sedan länge var bevandrad i optiken, å andra sidan var Gadolin redan 25 år gammal och en skicklig matematiker. Gadolin var född 1719 i Strängnäs under flykten för stora ofreden. Han studerade först i Åbo, sedan i Uppsala under Samuel Klingenstierna och Anders Celsius, invaldes i Kungliga Vetenskapsakademien 1751 och efterträdde Carl Fredrik Mennander (1712–1786) i lärostolen för naturfilosofi (fysik) i Åbo 1753.

Avhandlingen bygger på två ställen i Newtons *Opticks* (1704), rättare sagt dess översättning till latin: *Optice sive de reflexionibus, refractionibus, inflexionibus et coloribus lucis*. Vilken av de många upplagorna författarna utnyttjat i sitt arbete är osäkert. Troligen är det någondera av de i Helsingfors universitetsbiblioteks samlingar befintliga latinska editioner, den tidigare utgiven i London

1719 och den senare i Genève 1740. Avhandlingen inleds sedvanligt med dedikationer och trohetsbetygelser, varav den första och viktigaste riktar sig till Akademiens nyvalde kansler och mäktige gynnare greve Carl Gustaf Tessin. Därefter ges ett sammandrag av Newtons liv och gärning. Han beskrivs som en ödmjuk och gudfruktig man som tog som sin uppgift att förklara naturens företeelser med den experimentella filosofins hjälp. För att understryka sin tillgivenhet citerar författarna ett stycke av Newtons *Opticks* (Query 28) och till slut kungliga astronomen Edmond Halleys (1656–1742) hyllningsdikt ur förordet till *Principia* (Newton, 1927/1687; Stén, 2015):

Talia monstrantem justis celebrate Camaenis,
Vos qvi coelesti gaudetis nectare vesci,
Newtonum clausi reserantem Scrinia veri,
Newtonum Musis carum, qvi pectore puro
Phoebus adest, totoque incessit Numine mentem:
Nec fas est propius Mortali attingere Divos.

Hylla honom med mig i en sång,
ni som fröjdas av den himmelska nektarn,
Newton som öppnade sanningens slutna skrin,
Newton musernas gunstling, i vars rena bröst
Apollon bor, och i vars sinne hans gudom tågat in.
Närmare gudarna får ingen dödlig varelse komma.

Avhandlingens första kommentar (sidorna 2-12) sammanhänger med Newtons berömda försök med ett prisma, varmed han kunde visa att solljuset är en sammansättning av spektrets färger, och att varje ljusstråle har en specifik brytbarhet. Med nutida terminologi sägs färgdispersionen bero på att glasets brytningsindex är olika för olika våglängder. I inledningen beskrivs Newtons experiment. En smal stråle av solljus släpps in i en mörk kammare genom en liten rund öppning i fönsterluckan och därefter i ett glasprisma vinkelrätt mot prismats axel. En avlång regnbågsfärgad ljus fläck uppkommer på en skärm bakom prismat, och då prismat vrids runt sin axel rör sig fläcken än uppåt än nedåt. Fläcken uppges vara omkring fem gånger så lång som den är bred. I den ena ändan av spektret finns det violetta ljuset som bryts mest, och i den andra ändan det röda som bryts minst. Eftersom alla slags prisma, även vattenfyllda sådana, ger upphov till en likadan fläck, anser avhandlingens författare att prismats sammansättning inte kan förklara dess form.

Härefter undersöker författarna experimentet geometriskt. I §2 antas för enkelhetens skull att alla ljusstrålar har samma brytbarhet, vilket är det samma

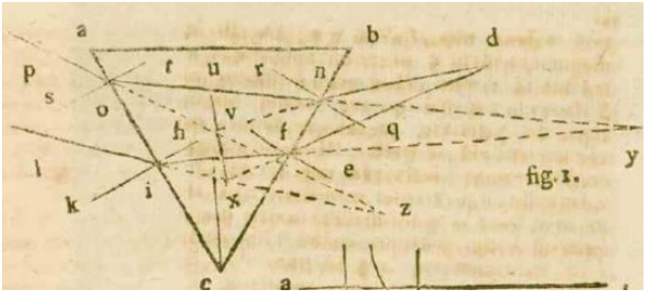


Fig. 6.1: Strålgången i prismat enligt Hasselboms/Gadolins avhandling.

som att betrakta monokromatiskt ljus. Prismat och strålgången i figur 6.1, Fig. 1, uppritas och förhållandena mellan vinklarna redovisas med användning av elementär geometri och Snells-Descartes' brytningslag för infalls- och reflektionsvinkeln varje gång strålen träffar prismats gränsyta. Själva ljuskällan identifieras med punkten *d* i övre högra hörnet. Därtill konstrueras fiktiva bildpunkter från vilka strålarna förefaller att utgå. I §3 påpekas att alla ljusstrålar i denna uppsättning divergerar, även de som emellan de två yttersta strålarna *dnop* samt $dfil$, som följer samma bekanta brytningslag. Frågan som kvarstår är, om denna strålspridning kan vara orsaken till den avlånga ljusa fläck som noterats i Newtons experiment. I §4 utreds detaljerat, huruvida man genom att flytta på prismat långt ifrån spridningspunkten kunde få fläcken att växa i längd, även om strålarnas spridningsvinkel (enligt den givna analysen av strålgången i prismat) inte växer. I praktiken är vinkeln *ndf* ändå mycket liten. Solens synbara bredd är en halv grad och således är också bilden av Solen som uppstår i en *camera obscura* lika bred. Redan denna vinkel är så liten att strålspridningens roll är obetydlig. Om solstrålen görs ännu smalare genom att avskärma dess yttersta delar blir spridningen i praktiken omärkbar, men fläcken som uppstår bakom prismat är alltjämt avlång och häftad med regnbågens färger, precis som Newton påvisat. Således kan fläckens avlånga form inte bero på strålens spridning.

Den senare kommentaren, avhandlingens teoretiska del (sidorna 13-20), anknyter till Newtons härledning av brytningslagen. Newton säger att kroppar böjer ljus genom att verka på dem längs med linjer som är vinkelräta mot kropparnas ytor. Man citerar följande passus på latin, som återges här på modern engelska:

> ”If any motion or moving thing whatsoever be incident with any velocity on any broad and thin space terminated on both sides by two parallel planes, and in its passage through that space be urged perpendicularly towards the farther plane by any force which at given distances from the plane is of given quantities; the perpendicular velocity of that motion or thing, at its emerging out of that space, shall be always equal to the square root of the sum of the square of the perpendicular velocity of that motion or thing at its incidence on that space; and of the square of the perpendicular velocity which that motion or thing would have at its emergence, if at its incidence its perpendicular velocity was infinitely little” (Newton, 1979/1704).

Eftersom Newton inte företer belägg för detta påstående, ser avhandlingens författare det som sin uppgift att bevisa det. Vi betraktar alltså en kropp (i detta fall en ljuspartikel) som rör sig mellan de två begränsningsytorna under påverkan av en kraft riktad vinkelrätt mot den ena begränsningsytan. I §1 sägs det att kroppens hastighet byggs upp av små hastighetstillskott som uppstår under tätt på varandra följande oändligt korta tidsintervall. I §2 antas hastigheten vid inträdet i utrymmet mellan de två ytorna vara oändligt liten och den kontinuerliga kraften av en given storlek på ett visst avstånd från ytan i fråga. I §3 sägs att kvadraten av den hastighet som partikeln uppnår under sin gång är proportionell mot det vi kallar integralen av den bana som partikeln beskriver.

Förklaringen är följande: De två parallella linjerna *ah* och *bk* i figur 6.1 (Fig. 2) är de två nämnda begränsningsytorna, medan linjen *ce* är ljuspartikelns bana mot ytan *bk*. Partikelns hastighet beskrivs av kurvan *lnpq*, hastigheten vid punkten g betecknas x, medan det av kraften förorsakade hastighetstillskottet på det ”oändligt korta vägelementet” *go* betecknas $\mathrm{d}x$. Motsvarande ”oändligt korta tidsintervall” är då go/x, emedan hastigheten kan anses likformig under intervallet. Kraften är enligt Newtons andra lag proportionell mot hastighetstillskottet $\mathrm{d}x$ under ett givet (oändligt kort) tidsintervall, d.v.s. $(x\mathrm{d}x)/go$. Integrering över hastigheten ger $1/(2go)x^2$. Taget över alla intervall *go* motsvaras detta uttryck i modern terminologi av det arbete som kraften utför under partikelns rörelse från inträdet i c fram till punkten g. Dessutom är arbetet proportionellt mot ljuspartikelns massa, som i detta fall är okänd.

De ”försvinnande kvantiteterna” – *quantitatae infinite parvae* – är som synes vagt definierade. Man konstaterar endast att arean av figuren *gnpo* kan uppskattas med rektangeln *gngo* upp till en oändligt liten skillnad (*aut nihil, aut ipsius infinitesima tantum parte differt*). Summan av elementen uppges ha räknats med hjälp av integralkalkyl (*juxta leges calculi integralis*), även om detaljer inte avslöjas. Däremot hänvisas läsaren till Newtons *Principia*, särskilt nämnande propositionerna om ”kvadrering” av kurvors areor (nr 39) och om härledning av brytningslagen (nr 94). Med kvadrering förstås i Newtons *Principia* (Newton, 1927/1687) bestämd integral. Det som Newton kallade fluxioner (motsvarande differentialer) och fluenter (integraler) omtalas bara några gånger. Emellertid förekommer i avhandlingen uttrycket dx, vilket ändå tyder på att man använder sig av Leibniz’ beteckningssystem.

I §4 betraktas sidorna av tre kvadrater: den med längden av r (figur 6.2, Fig. 2) säges vara proportionell mot kroppens hastighet vid utgången i e, eller kvadratroten av hela den area som kroppens hastighet beskriver under sin bana från c till e, motsvarande figuren *clqe*. Längden av s är kvadratroten av arean av den del av föregående yta som kroppen beskriver under sin bana från c till g, motsvarande arean av figuren *clng*. Längden av t är kvadratroten av arean av återstoden av samma yta, d.v.s. arean av *gnqe*. För areorna gäller självfallet att $r^2 = s^2 + t^2$ Newtons påstående följer av detta om t.ex. s betecknar hastigheten vid inträdet och t utgångshastigheten i det fall att inträdeshastigheten vore lika med noll. Samtidigt kan lagen ses som ett korollarium av (den kinetiska) energins bevarelse, en princip som Hasselbom och Gadolin inte hade någon klar uppfattning om.

I avhandlingens §5 påminner författarna om att en kropp samtidigt kan påverkas av flera olika riktade krafter och att deras verkan summeras såsom diagonalen i en parallellogram. Vidare påpekas att teoremet i §3 gäller för sammansatt rörelse förutsatt att man betraktar skilt den rörelse som sker mot ytan och den som riktar sig vinkelrätt mot densamma. Som exempel ges ett klot som släpps från en given höjd och når marken med en viss hastighet. Klotet kan också avfyras med olika begynnelsehastighet och riktning och ändå nå marken med samma hastighet. I sammanfattning (översatt från latin):

> ”Vilken kropp som helst som rör sig beskriver under påverkan av förenade krafter på samma tid diagonalen i en parallellogram, såsom sidorna tagna separat. Ty för samma diagonal kan ett oändligt antal olika parallellogrammer beskrivas. Inget hindrar oss alltså från att dra slutsatsen: det finns många krafter som alstrar precis samma rörelse, och, om man frånser övriga tänkbara omständigheter, finns det ingenting som säger vilken orsak som står bakom en viss rörelse, ej heller hindrar något att en av dessa orsaker byts ut mot en annan”.

Såsom exempel på detta ges i §7 parabeln i figur 6.2 (Fig. 3), vars axel *ge* motsvaras av kraftens riktning och semiordinatan dess styrka. Om nu denna kraft byts ut mot en kraft som överallt har styrkan *gm*, så att ytan (d.v.s.

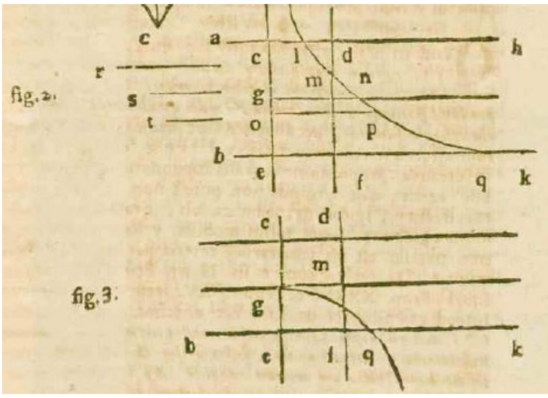


Fig. 6.2: Fig. 2 (ovan) åskådliggör hastighet och Fig. 3 (nedan) den attraherande kraftens styrka i den senare delen av Hasselboms/Gadolins avhandling.

integralen) av $gmfe$ och gqe är lika, blir kroppens sluthastighet densamma. Följaktligen kan man inte sluta sig till vilken slags kraft som framkallar ljusets brytning.

Sammanfattningsvis kan man säga att denna avhandling bidrog avsevärt till den matematiska naturvetenskapens nivå vid Akademien i Åbo. Efter detta kopierade man inte längre okritiskt de gamla auktorerna, utan prövade alla utsagor noga och kom fram till självständiga slutsatser. Även om konklusionerna i denna avhandling inte ännu var av sådana mått att de skulle ha inverkat på optikens allmänna utveckling tjänade den som en förebild för framtida studier i ämnet. Däribland kan nämnas Anders Johan Lexells pro exercitio -avhandling *Animadversiones subitaneas circa principium universae opticae Leibnitianum* (1759, preses Martin Johan Wallenius) och Abraham Niclas Clewbergs gradualdissertation *De observationibus d'Alemberti in disquisitionem Newtonianae legis refractionis Klingenstjernianam* (1772, preses Anders Planman).

Nils Hasselbom infriade kanske inte alla de förväntningar man hade ställt på en professor i matematik. Han förefaller ha varit en hängiven tjänsteman som troligen inte trivdes särskilt bra vid katedern, men man kan knappast klandra honom för att inte ha arbetat för landets bästa. De avhandlingar han publicerade var visserligen relevanta, men när allt kommer omkring rörde det sig inte om forskning på världsnivå. Det rent matematiska inslaget var också minimalt.

Hasselboms nästan 30 år yngre vikarie Jacob Gadolin var kompetent att efterträda honom, men omständigheterna kanske inte tillät det. I stället tillsattes

1755 rektorn i Björneborgs skola Johan Kraftman (1713–1791) som extraordinarie professor i matematik för att hjälpa upp Gadolins tunga undervisningsbörda. Kraftman var dock ointresserad av tjänsten, som han inte ens sökt, och ägnade sig hellre åt lantbruksekonomi. Han avgick 1758. Under sin korta tid som professor hade han presiderat för fyra avhandlingar varav ingen i matematik.

Professuren i matematik vid Kungl. Akademien gick till den unge Martin Johan Wallenius, vars liv och verksamhet vi granskar närmare härnäst. Wallenius hade dock en duglig konkurrent i Johan Bilmark, som 1763 utnämdes till professor i moral och historia vid Åbo Akademi. Han speciminerade för tjänsten med två digra matematiska avhandlingar, vilka tycks ha blivit förbisedda i vår lärdomshistoria: *Theoremata generalia pro dimensione figurarum geometricarum* (1755) om en samling teorem gällande geometriska kroppars volymer (bl.a. Guldins regel) och *De trajectoriis, quas describit corpus a duabus simul viribus in medio non resistente motum* (1757), som granskar bl.a. Galileis teori om projektilers fallrörelse. Avhandlingarna är till innehållet rätt omständliga och föga originella, men de tyder ändå på förfarttarens synnerliga flit och beläsenhet.

Matematiken i Sverige vid början av 1700-talet

För att bättre förstå den finländska matematikens belägenhet måste en liten utvikning här göras till den svenska. Under 1700-talet utgjorde Finland en naturlig del av Svea rike och därför noterades allt som hände på den ena sidan av Bottniska viken noggrant på den andra. Elever studerade inte sällan på flera orter, på ömse sidor om Bottenhavet. Stora nordiska kriget hade emellertid tärt på resurserna också i Uppsala och under tidigt 1720-tal var matematikundervisningen där rätt eftersatt. Av tidiga svenska 1700-talsmatematiker måste man först och främst nämna Anders Gabriel Duhre, som har kallats för den första moderna svenska matematikern (Rodhe, 2002). Han var något av en ensam varg och hade uppenbarligen stora svårigheter att kommunicera. Efter oavslutade studier i Uppsala universitet undervisade han likväl vid Bergskollegium i Stockholm. Han grundade slutligen ett eget institut, där han lärde ut matematik på sitt eget sätt. Han kände till Newtons, John Wallis' (1616–1703), Leibniz' och Johann Bernoullis (1667–1748) produktion, och hans skrifter – utgivna på svenska – gav impulser särskilt åt två av följande generations största vetenskapliga talanger, Samuel Klingenstierna och Anders Celsius. Duhres år 1718 utkomna lärobok *En grundelig anledning till Mathesin universalem och Algerbram* är en av de första läroböckerna i elementär algebra på svenska.

Samma år som Duhres räknelära utkom trycktes i Uppsala naturvetenskapsmannen och mystikern Emanuel Swedenborgs (1688–1772) *Regelkonsten.* Förutom algebra innehåller boken den första framställningen av differential- och integralkalkyl på svenska. Det finns många tryckfel i boken, av vilka de flesta tycks ha gjorts av tryckaren vid överföringen från Swedenborgs manuskript. Dåvarande studenten Nils Hasselbom i Uppsala var utnämnd som korrekturläsare, men hade av allt att döma gjort sitt arbete slarvigt. En kritisk utgåva av *Regelkonsten* har utgetts 2013, redigerad av Staffan Rodhe. Rodhe har också reproducerat illustrationerna, som saknades i den ursprungliga utgåvan. Swedenborg kom inte i fortsättningen att befatta sig med matematiska frågor. Han tackade nej till en professur i matematik p.g.a. sin svårighet att uttrycka sig. En kuriositet var att Swedenborg av Karl XII år 1716 hade fått i uppgift att undersöka ett talsystem som hade basen 64 i stället för det vanliga decimalsystemet (Dunér, 2008). Många mått och vikter hade på den tiden en annan bas än 10, och nu råkar $64 = 8^2 = 4^3$, alltså samtidigt en kvadrat och en kub. På grund av svårigheten att uppfinna 64 lämpliga taltecken måste Swedenborg ursäkta sig sin konung och ändå förorda användning av det vanliga decimalsystemet.

Samuel Klingenstierna (1698–1765) var den förste svenske matematikern att komma i nivå med den tidens internationella matematik. Han var född på Tolefors säteri i Kärna i nuvarande Linköping. Han studerade först juridik i Uppsala men lockades mer av matematik och teoretisk mekanik. Då han inte var tillfreds med den matematiska undervisningen i universitetet sökte han sig till Duhre, som gav honom vägledning och litteratur. Han skrev dock aldrig ett akademiskt slutarbete utan började sin vetenskapliga bana 1720 som redaktionsassistent för Bokvettsgillets *Acta literaria Sveciae* -publikationsserie. År 1727 anträdde han med stöd av ett stipendium en studieresa under vilken han sammanträffade med filosofen och Leibniz-eleven Christian Wolff i Marburg. Imponerad av Klingenstiernas kunskaper skrev Wolff härefter rekommendationsbrev för honom till konung Fredrik ävensom till kanslern för Uppsala universitet. Just då ledigansIogs också professuren i matematik i Uppsala. Klingenstierna beslöt att söka tjänsten och bifogade sin ansökan med ett skriftligt specimen som gällde en undersökning av Newtons indelning av tredjegradskurvor. Arbetet gav önskat resultat och i augusti 1728 utnämndes Klingenstierna till professuren, medan Anders Celsius förordnades att vikariera honom under hans frånvaro. Klingenstierna fortsatte planenligt sin resa till Basel, där han samarbetade med tidens främsta matematiker, Johann Bernoulli. Också Bernoulli var imponerad av Klingenstiernas kunskaper (och då skall man minnas att Leonhard Euler varit hans elev). Bernoulli var känd som häftig kritiker av Newtons utformning av differentialkalkylen, likasom dennes gravitationsteori, och föredrog det nota-

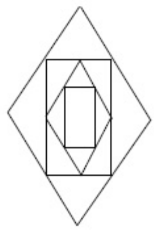


Fig. 6.3: Vilken figur är den sista, romben eller rektangeln?

tionssystem som Leibniz hade utvecklat. Så gjorde också Klingenstierna, även om han naturligtvis behärskade Newtons fluxionsräkning lika väl.

Sommaren 1729 vistades Klingenstierna i Paris. Han träffade där många framstående vetenskapsmän, såsom filosofen och Franska Vetenskapsakademiens ständige sekreterare Bernard le Bovier de Fontenelle (1657–1757), som nyligen hade gett ut en bok om ”oändlighetsgeometri”, kallad *Élémens de la géométrie de l'infini* (1727). Boken visar att grunderna för differential- och integralkalkylen i allmänhet var dåligt förstådda. Till förvirringen bidrog även den pågående prioritetsstriden om kalkylens uppfinnande mellan Newtons och Leibniz' anhängare. Likt många andra som missförstått differentialkalkylens idé trodde Fontenelle att de oändligt små storheterna, ”*les quantités infiniment petits*”, var mätbara storheter som kunde bestämmas numeriskt genom tillräckligt många delningar. Det gällde på sätt och vis frågan om huruvida ekvationen $x + \mathrm{d}x = x$ kan anses meningsfull. För filosofer utan djupare matematiska insikter såsom Fontenelle föreföll problemet närmast metafysiskt. Klingenstierna ville upplysa den gamla filosofen med följande resonemang (Rodhe, 2002):

> Han [Klingenstierna] tänkte sig en romb (fig. 6.3), på vilken han förband mittpunkterna på varje sida. Då bildas en rektangel. Genom att förbinda mittpunkterna på varje sida på rektangeln bildas en romb. Han fortsätter denna process oändligt många gånger, d.v.s. den ursprungliga romben delas i mindre och mindre delar. Han ställer då frågan: Är den minsta delen, infinitesimalen, om den existerar, en romb eller en rektangel? Detta lär ha övertygat Fontenelle om att det oändligt lilla inte är en bestämd storhet.

Från Paris reste Klingenstierna till England, där han tillbringade ett intensivt år. Till Sverige återvände han 1731 för att tillträda sin professur. Han arbetade nu med de klassiska problemen inom analysen, men som mycket självkritisk lät han publicera rätt få av sina upptäckter (Rodhe, 2002). I stället erbjöd han dem åt sina kommande adepter. Han trivdes dock inte länge som lärare i matematik för oftast obegåvade och oengagerade elever utan lockades av den experimentella naturfilosofin. Från England beställde han tryckkokare, vågar och apparatur för elektriska försök, och han översatte för sina elever Pieter van Musschenbroecks (1692–1761) viktiga lärobok *Elementa physica* (1726) med titeln *Inledning till naturkunnigheten* (1747). Efter Anders Celsius' död 1744 sökte han dennes professur i astronomi, men erbjöd den i stället åt sin elev Mårten Strömer (1707–1770). Klingenstierna kvarstod i sin matematikprofessur fram till 1750, då en ny lärostol i fysik inrättades. Den omfattade optik, praktisk mekanik, vätskors och gasers fysik, samt värme, elektricitet och magnetism. Sedan gammalt undervisades i Uppsala universitet även fysik, men av olika professorer: medicin, geometri och astronomi. Nu inrättades en professur i experimell fysik, och Klingenstierna utnämndes till professor i det nya ämnet.

På grund av en rad personliga förluster och hälsoproblem var Klingenstierna tvungen att snart lämna föreläsningarna. I stället erbjöds han en möjlighet att tjäna rikets försvar såsom vetenskaplig rådgivare till general Augustin Ehrensvärd (1710–1772). I denna befattning utarbetade Klingenstierna sina studier av linsers färgbrytningsfel, som publicerades på svenska i Vetenskapsakademiens *Handlingar*. Senare utkom också sammandrag av dessa avfattade på latin. Klingenstierna hade upptäckt att Newton hade misstagit sig angående möjligheten att korrigera linsers färgbrytningsfel. Det visade sig att felet kunde åtgärdas genom att på lämpligt sätt kombinera linser med olika brytningsindex. Sina sista år var Klingenstierna lärare för kronprins Gustaf, blivande Gustav III. Uppdraget var grannlaga och besvärligt, men Klingenstierna klarade det med sin takt och fasthet. På drottningens, Lovisa Ulrikas, befallning begravdes han på Lovö kyrkogård i Mälaren. Carl von Linné karakteriserade Klingenstiernas själsstyrka med orden: ”Han hade ett makalöst stadigt hufvud”.

Bland Klingenstiernas elever märks särskilt Mårten Strömer som efterträdde Anders Celsius som professor i astronomi 1745 och som utgav den första svenska översättningen av Euklides' *Elementa* år 1753. Den utkom i flera nyupplagor ända fram till slutet av 1800-talet, då den föll ur modet. Pehr Wargentin (1717–1783) var statistiker och astronom och *de facto* grundare av Tabellverket 1749 (Nordenmark, 1939). Han var Vetenskapsakademiens sekreterare under 34 år och en viktig stöttepelare för svensk vetenskap. Fredrik Palmquist (1720–1771) var känd som en flitig läroboksförfattare och översättare. Han blev invalidiserad tidigt i livet och det är osäkert om han egentligen kunde åhöra Klingenstierna föreläsa. Bengt Ferrner (1724–1802) innehade Strömers professur i astronomi 1756–1758 och efterträdde Klingenstierna som informator till kronprins Gustaf 1764. Fredrik Mallet (1728–1797) var en av Klingenstiernas mest hängivna disciplar. Han sammanställde dennes manuskript med tanke på senare utgivning

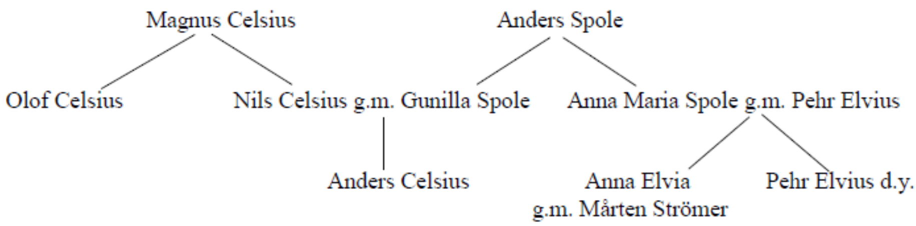


Fig. 6.4: Celsius släktträd med akademiska släktingar (g.m.= gift med).

och blev professor i geometri i Uppsala universitet. Många av de avhandlingar han var preses för var baserade på Klingenstiernas manuskript (Nordenmark, 1946). Daniel Melander (adlad Melanderhjelm; 1726–1810) skrev sin pro gradu - avhandling år 1752 om Newtons fluxionsteori och vikarierade oavlönad Strömers astronomiprofessur från 1758 till 1761, då han köpte sig professuren för 15000 daler kopparmynt. Han upptäckte och påpekade ett antal räknefel i den franske matematikern Jean d'Alemberts (1717–1783) teori om Månens banrörelse. Bland de finländska eleverna har redan Jacob Gadolin och hans lärare Gustaf Helsingius nämnts, men också fysikern och astronomen Anders Planman (1724–1803) hade studerat för Klingenstierna. Martin Johan Wallenius (1731–1773) hade under sin vistelse i Sverige i början av 1750-talet sannolikt åhört Klingenstiernas föreläsningar eller också konsulterat honom privat. För detta talar en dedikation i en av Wallenius avhandlingar.

Förutom Klingenstierna måste också Anders Celsius (1701–1744) omtalas som en av de första representanterna för den nya experimentella naturvetenskapen i Uppsala. Celsius kom från en akademisk släkt och hade mycket gott att brås på. Hans fader Nils, farfar Magnus och morfar Anders Spole var professorer antingen i matematik eller i astronomi. Diagrammet i figur 6.4 belyser hans släkt och allianser med släkterna Spole och Elvius. Anders Spole (1630–1690) hade rest vida omkring i Europa och även beskådat midnattssolen i Torneå (Nordenmark, 1959). Dessutom hade han troligen som den första svensken bekantat sig med innehållet i Newtons *Principia* (1687).

Även om Celsius av sina föräldrar var först inställd på en juridisk karriär, gick hans håg till de exakta vetenskaperna inte att rubba. Likt Klingenstierna sökte han sig till den ryktbare Duhre, i vars institut han tilläts föreläsa, och av dessa föreläsningar sammanställde han en egen räknelära, *Arithmetica eller räknekonst* (1727). Vi finner där bl.a. följande divisionsuppställning:

$$\begin{array}{l} 33945 : 5 = 6789 \\ \underline{30\ \ldots} \\ \ \ 39 \\ \ \ \underline{35} \\ \ \ \ \ 44 \\ \ \ \ \ \underline{40} \\ \ \ \ \ \ \ 45 \\ \ \ \ \ \ \ \underline{45} \\ \ \ \ \ \ \ 00 \end{array}$$

Ett steg mot den moderna uppställningen hade tagits genom att divisorn inte längre upprepas som i galärdivision och holländsk uppställning. Det kan förefalla märkligt att Celsius inte själv i sina egna uträkningar använde denna uppställning utan höll sig till de klassiska uppställningarna (Vanäs, 1954). Också Klingenstierna höll konsekvent fast vid galärdivision. I division är det frågan om en typisk manuell algoritm som man instinktivt återkommer till. Intellektuellt är det möjligt att skapa och lära sig nya metoder men känslomässigt är man oftast bunden till den metod man en gång lärt sig utantill. Nya generationer kan lättare ta till sig nya metoder.

Omedelbart efter att Klingenstierna återvänt från sin fyraåriga utlandsvistelse anträdde Celsius, som då redan var utnämnd professor i astronomi, på en studieresa genom Tyskland till Italien. Från Rom reste Celsius till Paris, där en intensiv debatt mellan cartesianer och newtonianer pågick vid *l'Académie Royale des Sciences*, Kungliga Franska Vetenskapsakademien. Frågan som skulle lösas var Jordens exakta form, huruvida den var tillplattad (såsom Newton beräknat att den skulle vara) eller utdragen vid polerna. Celsius deltog sedermera i den av Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698–1759) ledda geodetiska expedition till Tornedalen 1736–1737 för att mäta längden av en meridianbåge på en grad. Jämförelse med motsvarande mätning vid ekvatorn skulle avgöra Jordens form. Celsius' övriga bidrag till själva matematikens utveckling är små. Under hans presidium ventilerades mest praktiska och experimentella resultat. Mest känd är han naturligtvis för den hundragradiga termometerskala som han introducerade. Celsius framförde också ett förslag till kalenderreform. Den celsianska kalendern accepterades och tillämpades i Sverige åren 1740–1753. Därefter gick man över till den gregorianska kalendern som numera gäller. Det skedde genom ett beslut om att februari månad år 1753 skulle ha endast 17 dagar. På så sätt var Sverige och Finland med en gång i takt med övriga Europa.

I Storbritannien övergick man till den gregorianska kalendern ett år tidigare än i Sverige, d.v.s. år 1752. En märkvärdig detalj i detta hänseende är epitafen på Newtons gravmonument i Westminster Abbey, på vilken det står NAT. XXV DEC. A.D. MDCXLII. OBIIT. XX. MAR. MDCCXXVI. Newton skulle alltså ha fötts på juldagen 1642 och avlidit den 20 mars 1726. På 1600-talet släpade den julianska kalendern 10 dagar efter den gregorianska, vilket förklarar att Newton ibland uppges ha fötts den 4 januari 1643. Med Newtons dödsdatum är det ännu mer komplicerat. På 1700-talet låg den julianska kalendern 11 dagar efter den gregorianska. Newton avled således den 31 mars. Emellertid följde man i Storbritannien då en medeltida sed enligt vilken nyåret inträffar den 25 mars, som infaller mitt emellan de två datumen. Först vid kalenderreformen 1752 flyttades nyåret tillbaka till 1 januari, där Julius Caesar hade bestämt att det nya året skulle inledas. Således är Newtons dödsdatum enligt den nutida kalendern den 31 mars 1727.

Martin Johan Wallenius

Till Hasselboms efterträdare som ordinarie professor i matematik utnämndes år 1758 Martin Johan Wallenius (1731–1773). Han var flitig matematiker och lärare, som presiderade vid ett trettiotal disputationer under sina femton år i tjänsten (Stén & Holmberg, 2015). Han härstammade från en gammal prästsläkt: fadern Johan Wallenius (1698–1746) var professor och domprost. Även farbrodern kan nämnas, juristen Jeremias Wallenius (1693–1772; adlad Wallén) som var landshövding i Åbo och Björneborgs län och senare i Södermanlands län. Han delade sina brorssöners vetenskapliga intressen och understödde dem efter deras faders tidiga bortgång 1746. Ett tecken på Walléns vetenskapliga intressen är hans översättning till svenska av Fontenelles vetenskapsfilosofiska klassiker *Entretiens sur la pluralité des mondes* (1686) utgiven i Stockholm 1759 med titeln *Samtal om flere werldar*. Boken som var dedicerad drottning Lovisa Ulrika är ett av de tidigaste populärvetenskapliga verk som utgivits på svenska.

Martin Johan Wallenius föddes i Pemars prästgård den 7 mars 1731. I kyrkböckerna stavas hans namn *Mårten*, men Martin förekommer oftare i text. Bägge namnformerna kan härledas till latinets *Martinus*. Den unge Wallenius fick undervisning i hemmet och gick en kort tid i Åbo katedralskola. Avgångs-

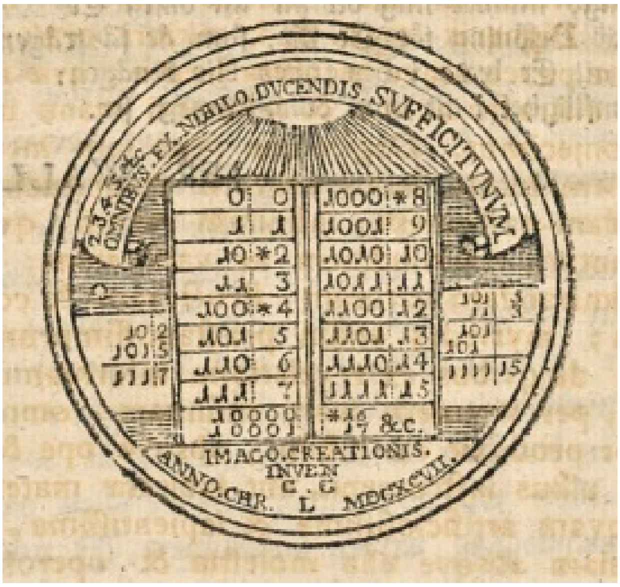


Fig. 6.5: Gravyr av Leibniz' medalj om skapelsen publicerad i Mennanders/Wallenius' avhandling.

betyg fick han 1743 och blev därefter student vid Åbo Kungl. Akademi. Redan 1750, endast 19-år gammal, försvarade han pro exercitio den filosofiska avhandlingen *De incomprehensibilitate creationis ex nihilo* (Om det obegripliga av skapelsen från tomma intet) med professorn i fysik Carl Fredrik Mennander (1712–1786) som preses. Med särskilt nit granskades Leibniz' idé om det binära talsystemet såsom en sinnebild för Skapelsen. Det torde vara första gången som det binära systemet presenterades i tryck i Finland. Ettan uppges representera den allsmäktige Skaparen och nollan det tomma intet, och genom olika kombinationer av de två elementen skapas successivt det materiella innehållet i universum. I avhandlingen ingår en gravyr av den tilltänkta medalj som Leibniz utformade i ett brev till hertig Rudolf August av Braunschweig (figur 6.5). Förutom att medaljen döljer många spännande matematiska detaljer finns där texten: *Omnibus ex nihilo ducendis sufficit unum*, eller "För att skapa allt från intet behövs bara en etta".

År 1755 blev Wallenius utnämnd till docent i matematik efter att ha publicerat under eget presidium disputationen *De nexu scientias mathematicas in-*

tercedente (Om sambanden mellan de matematiska vetenskaperna; respondent Johan Westzynthius). I avhandlingen framställs de exakta vetenskaperna i ett hierarkiskt system, börjande med aritmetiken och geometrin, vilka tillsammans utgör den blandade matematiken (*mathesis mixta*). Algebran och infinitesimalkalkylen betraktas som matematikens mest användbara delar. Geometrin stöder mekaniken som utgör ett fundament för aerometrin, hydrauliken och hydrostatiken. Optiken som delas in i dioptrik (linsoptik) och katoptrik (spegeloptik) är till stor nytta för astronomin. Astronomin gagnas likaså av mekanik, vars matematiska lagar beskriver himlakropparnas rörelser. Geografin är inte heller oberoende av matematikens hjälpvetenskaper, i synnerhet astronomin. Likaså är hydrografin, navigationskonsten och kronologin beroende av andra vetenskaper, framför allt av astronomin. Övriga tillämpningar av de exakta vetenskaperna är fortifikationskonsten (*architectura militaris*) och skeppsbyggeriet (*architectura navalis*).

Till slut belyser Wallenius de blandade matematiska vetenskaperna med ett problem inom hydrostatiken. Det gäller att bestämma den yttre och inre diametern samt tyngden av ett urgröpt klot som driver fritt i ett fluidum. Klotets yttre diameter betecknas a, hålighetens diameter x. Därmed är skalets tjocklek lika med $(a-x)/2$. Klotets densitet jämfört med fluidets densitet förhåller sig som $b:c$. När förhållandet mellan cirkelns periferi och diameter (det vi kallar π) betecknas $d:p$, är sfärens och innandömets volymer

$$\frac{a^3p}{6d} \quad \text{respektive} \quad \frac{x^3p}{6d}.$$

Skillnaden dem emellan, $(a^3p - px^3)/(6d)$, ger således massan av klotets fasta del. För att klotet icke skall sjunka i vätskan bör en lika stor volym av den undanträngda vätskan väga lika mycket. Urgröpningens vikt negligeras. Tyngderna bör nu vara som de omvända volymerna d.v.s.

$$b:c = \frac{a^3p}{6d} : \frac{a^3p - x^3p}{6d} = \frac{a^3}{a^3 - x^3}$$

och vidare $b : b-c = a^3 : x^3$, varur man kan lösa $x = a\sqrt[3]{(b-c)/b}$. Skalets tjocklek är således $a/2 - a\sqrt[3]{(b-c)/(8b)}$. Om tjockleken är bara litet mindre flyter klotet upp på ytan, i det motsatta fallet sjunker det ner till bottnen.

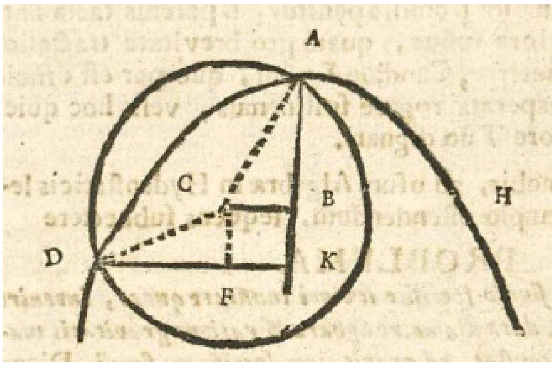


Fig. 6.6: Konstruktionen för Wallenius' geometriska lösning av det hydrostatiska problemet.

Såsom elev till Klingenstierna hade Wallenius omfattat Leibniz variant av kalkylen. Man betraktade kurvors förlopp i xy-planet med hjälp av differentialer, betecknade med dx och dy. I den karakteristiska triangeln (fig. 6.7) är $\mathrm{d}s = \sqrt{(\mathrm{d}x)^2 + (\mathrm{d}y)^2}$, vars integral s ger bågens längd. Storheterna dx, dy och ds betraktades som oändligt små och kvoten dy/dx tolkades som kurvans tangent i varje punkt. Med hjälp av ds kunde man beräkna krökningsradien, *radius circulus osculi*, eller radien för den oscuLerande d.v.s. "kyssande" cirkeln genom uttrycket

$$\frac{\mathrm{d}s^3}{\mathrm{d}x\mathrm{d}^2y} = \frac{\left(\sqrt{1 + (\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x})^2}\right)^3}{\frac{\mathrm{d}^2y}{\mathrm{d}x^2}}.$$

Från Leibniz härstammar också integralbeteckningen $y = \int \mathrm{d}y$ för summa av alla element dy (ett utdraget S), som tolkades som en antiderivata och svarade mot arean mellan kurvan och abscissan. Gränsvärdesförfarandet för att definiera derivatan exakt konstruerades först i slutet av 1700-talet.

För den som bättre övertygas av geometriska bevis presnteras slutligen en

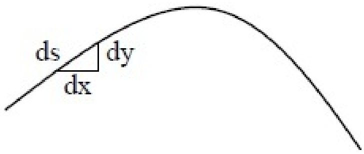


Fig. 6.7: Leibniz' karakteristiska triangel, i vilken hypotenusan är ett differentiellt bågelement.

klassisk konstruktion, som inbegriper en apollonisk parabel DAH (fig. 6.6). Från parabelns spets längs axeln utgår AB sträckan $a/2$. Från B utgår perpendikeln BC så att $b : b - c = 1/2a : \mathrm{BC} = \frac{1}{2}a(b-c)/(2b)$. Då skär cirkeln med centrum i C och radien CA parabeln i D. Semiordinatan som dras från D mot parabelns axel ger den sökta x. Men om DK delas i tu så att ena delen utgörs av AB, då motsvarar den andra delen den sökta tjockleken $(a - x)/2$. Nu är $\mathrm{DF} = \mathrm{DK} - \mathrm{CB} = x - a \cdot (b - c)/(2b)$. För en parabel gäller $\mathrm{AK} = x^2/a$ och därav följer $\mathrm{CF} = \mathrm{BK} = x^2/a - 1/2a$. Nu är $\mathrm{AB}^2 + \mathrm{BC}^2 = \mathrm{CF}^2 + \mathrm{DF}^2$. Av kurvor av andra grad skapas på detta sätt en ekvation av fjärde graden, varur man efter omfattande uträkningar erhåller samma tredjegradsekvation som ovan härletts.

Wallenius' *Exercitationes miscellaneae*

Den tvådelade avhandlingen *Exercitationes miscellaneae mathematico-physicae* (1757 respektive 1758) vittnar om Wallenius' omfattande vetenskapliga intressen och höga ambitionsnivå. Det första häftet (*fasciculum primum*) inleds med en tidstypisk dedikationshyllning till läraren Klingenstierna, vars föreläsningar Wallenius uppenbarligen bevistat i början av 1750-talet. De framställda problemen löses i huvudsak med geometriska metoder, men också inslag av differentialkalkyl förekommer.

I det första häftets första teorem påstås det att en talföljd, i vilken varje term a_n är summan (eller differensen) mellan de två närmast föregående, a_{n-1} och a_{n-2}, har egenskapen

$$a_n^2 - a_{n-1}a_{n-2} = \pm \text{ konstant.}$$

I sitt bevis betecknar Wallenius en sekvens av serien som $a, b, a+b, a+2b$, o.s.v., och den syftade differensen för termen $a + b$ är $d = \overline{a+b}^2 - b \cdot \overline{a+2b}$. Här kan det noteras att Wallenius i stället för parenteser, som vanligen används för att gruppera och avgränsa termer i ett algebraiskt uttryck, använder ett streck, *vinculum* (pl. *vincula*, latin för kedja). Användningen av *vinculum* var vanligt ännu i början av 1700-talet. Småningom ersattes den dock av en parentes, förutom i det utdragna kvadratrotstecknet $\sqrt{}$, som hör till standardbeteckningarna än i dag. Det ovan givna uttrycket blir efter förenkling $a^2 + ab - b^2 = d$, och då ser man att påståendet gäller även termen b, eftersom $b^2 - a \cdot \overline{a+b} = -d$. För varannan term är differensen således negativ, och om differensen $= 0$ är det frågan om en geometrisk progression. Exempel på en serie som följer den anförda regeln är 13, 21, 34, 55, 89 o.s.v., för vilken differensen är $\pm$ 1.

Det andra teoremet gäller kurvan Abf som utgör evolutan av respektive punkter av kurvan ABF, Fig. 1 i figur 6.8. Med en kurvas evoluta (från latinets *evolvo* = rulla ut) förstås allmänt locus för en given kurvas alla krökningsradier. Evolutans tangent är således överallt en normal till den givna kurvan. I specialfallet av en cirkel utgörs evolutan av en punkt, d.v.s. cirkelns centrum. Nu säger Wallenius i sitt teorem, att motsvarande element av kurvan och evolutan förhåller sig till varandra som respektive krökningsradier, såsom Cb till bB, och att de ytor som dessa krökningsradier omsveper är proportionella mot radiernas kvadrater.

Beviset företer Wallenius med hjälp av de ”oändligt små storheterna”, d.v.s. infinitesimaler, och med stöd av satser ur Euklides' *Elementa*:

> Låt be vara ett element av evolutan som genererats av elementet BE på kurvan ABF. Då är cirkelsektorerna bCe, BeE element av de ytor som kurvorna beskriver, d.v.s. ACb, AbB. På grund av sin oändliga litenhet kan be betraktas som en rät linje och även som en förlängning av tangenten Bb. Och eftersom radierna Bb, Ee tangerar kurvan Abf i b respektive e bildar de räta vinklar med krökningsradierna Cb respektive Ce. Således är vinkeln EeB + BeC = (EeC = BbC) och vidare (med stöd av *Elementa* I. 32) = BeC + bCe; och därför är vinkeln EeB = bCe och således sektorn bCe proportionell mot BeE. Då är Be : BE :: Cb : eE och (med stöd av *Elementa* VII. 2) bCe : BeE :: Cb^2 : eB^2, vilket skulle bevisas.

Här betecknar kolontecknet (:) mellan två symboler en kvot och dubbelkolon (::) läses som ”förhåller sig som”. I teoremets första korollarium omskrivs detta i differentialform: evolutan av bågen BE uttrycks som $v\mathrm{d}v : z$, där v står för den båge som evolveras och där $z = \mathrm{C}b = \mathrm{C}e$. Dessutom är triangeln Cbe $= \frac{1}{2}z\mathrm{d}v$ och således BeE $= v^2\mathrm{d}v : 2z$, varigenom kurvans area kan bestämmas genom integrering. I det andra korollariet är den båge Abfg som evolveras en cirkel, vars diameter är δ och omkrets (perimeter) π. Eftersom cirkelns krökningsradie

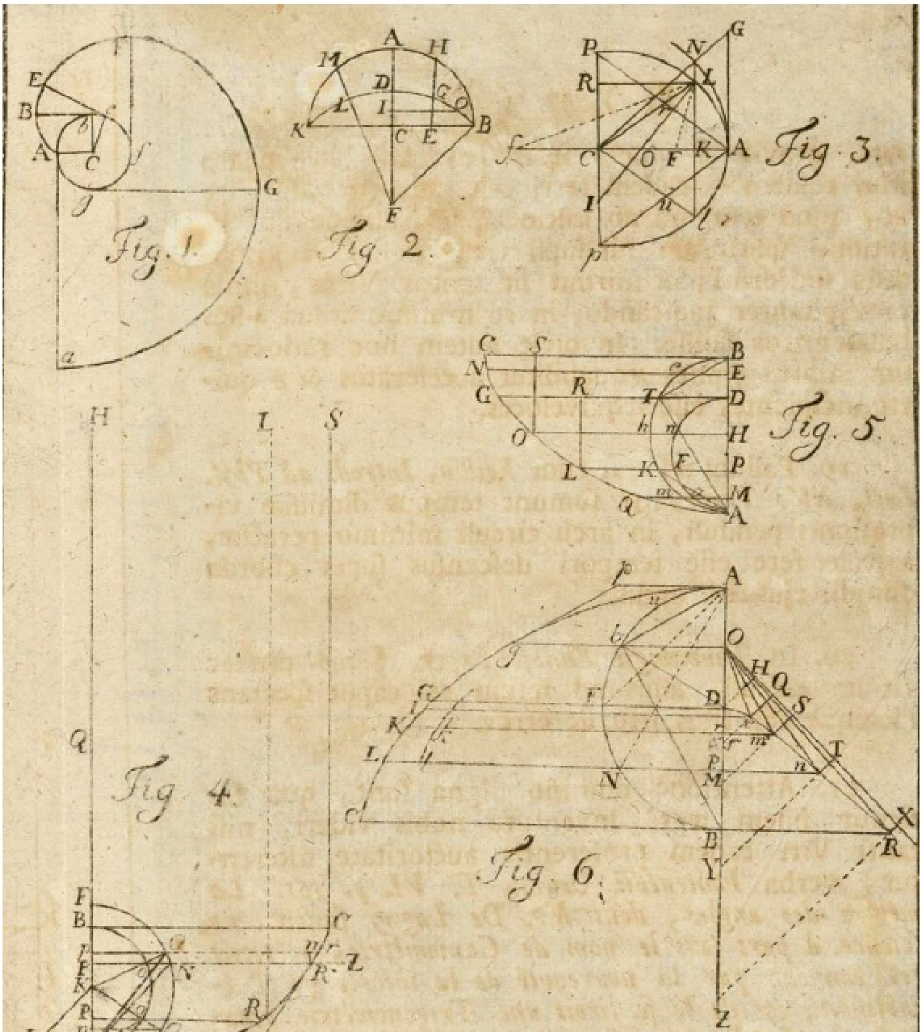


Fig. 6.8: Illustrationer till den första delen av Wallenius' *Exercitationes.*

z är konstant och lika med $\frac{1}{2}\delta$ är på basen av det första korollariet involutan (d.v.s. bågen AB som evolveras) en spiralkurva med längden $= \int 2v\mathrm{d}v\delta = v^2 : \delta$. Den beskrivna arean A$b$B är således $= \int v^2\mathrm{d}v : \delta = v^3 : 3\delta = \frac{1}{3}\mathrm{AB} \cdot \mathrm{B}b$. I de därpå följande korollarierna undersöks spiralens egenskaper noggrannare. Den sökta kurvan påminner om men är inte samma som en arkimedisk spiral. Den kallas helt enkelt cirkelns involuta, alternativt dess evolvent. Av allt detta kan vi konstatera, att Wallenius redan behärskade differential- och integralräkningens grunder utomordentligt.

I det tredje problemet bestäms volymen av den rotationssolid som erhålls då en Hippokratisk månskära (Fig. 2 i figur 6.8) roteras kring sin symmetriaxel. Beräkningen utförs utan tillhjälp av differentialkalkyl genom att beräkna volymen av de sfärer och koner som ingår i figuren och lämpligen subtrahera delarna. Då kroppens tyngdpunkt skall bestämmas hänvisar Wallenius till schweizaren Jacob Hermanns verk *Phoronomia*, § 47 och till den andra delen av Wolffs *Elementa matheseos universae* (1713), § 193.

I följande uppgift bestämmer Wallenius vinkeln mellan en vertikal (d.v.s. linjen som står vinkelrät mot horisontalplanet) som reses någonstans på Jordens yta och den räta linje som går från samma punkt till Jordens medelpunkt. På grund av Jordens tillplattning vid polerna är denna vinkel inte lika med noll, om också mycket liten. Wallenius betecknar L punkten på jordytan, C Jordens centrum, och I vertikalens skärningspunkt med axeln. Då Jordens tvärsnittsform uttrycks med ellipsen

$$y = \frac{b}{a}\sqrt{a^2 - x^2},$$

där b är radien vid polerna och a radien vid ekvatorn, fås avståndet CL som $\sqrt{x^2 + y^2}$, vilket kan uttryckas som funktion av latitudens tangent t och $n = b/a$ som

$$\mathrm{CL} = \frac{a\sqrt{1 + (n^2 t)^2}}{\sqrt{1 + (nt)^2}}.$$

Avståndet CI är

$$\mathrm{CI} = \frac{\overline{a^2 - b^2}\ t}{\sqrt{1 + n^2 t^2}},$$

och sinus för vinkeln CLI

$$\sin \mathrm{CLI} = \frac{\overline{1 - n^2} s}{\sqrt{1 + n^4 t^2}},$$

då s betecknar sinus för latituden. Dessa storheter uträknas härefter för olika latituder med 10° mellanrum. Ur en vidlagd tabell framgår vilka värden som användes för Jordens form då förhållandet mellan radien vid ekvatorn och vid polerna antogs som 179:178. Måtten är givna i *hexapedas Gallicas* eller sex Parisersfot, vilket är det samma som det franska famnmåttet *toise*. Sjäva uträkningen skedde genom logaritmering (i den Briggska basen) av respektive ekvation. På detta sätt undviker man långa multiplikationer. I ett korollarium (*Coroll.* 4) bestäms med hjälp av differentialkalkyl den breddgrad på vilken vinkeln CLI är som störst. Resultatet var $45^\circ\ 9'\ 37''$, vilket är korrekt på en sekund när.

Det följande problemet är helt orelaterat till det föregående. Man härleder den ekvation som beskriver en vertikalt jämnt avtagande fallrörelse (Fig. 4). Rörelsen börjar i S och från höjden AH $= a$. Då den vertikala koordinaten betecknas $x =$ AP och den horisontala $y =$ PR, med origo vid den punkt där den vertikala hastighetskomponenten blir $= 0$, fås differentialekvationen

$$\mathrm{d}y = \frac{\sqrt{a-5x}}{2\sqrt{x}}\mathrm{d}x.$$

Uttrycket kan integreras som

$$y = \left(\sqrt{\frac{1}{5}ax - xx} + \int \frac{a\mathrm{d}x}{10\sqrt{\frac{1}{5}ax - xx}}\right)\frac{\sqrt{5}}{2}$$

plus en konstant. Wallenius säger att den senare termens integrand utgör ett element av en cirkelbåge och att kurvan är en del av en lodrät cykloid, vars generationscirkel har radien $a/5$. Han påpekar vidare, att kvadratroten i uttrycket inte tillåter värden på x större än $a/5$. För den återstående sträckan $(a/5 \ldots a)$ tänkes rörelsen därför som fri fallrörelse. Integralen kunde även hyfsas i formen

$$\int \frac{a\mathrm{d}x}{10\sqrt{\frac{1}{5}ax - x^2}} = \frac{a}{5}\mathrm{arctan}(\frac{\sqrt{5x}}{\sqrt{a-5x}}),$$

men denna egenskap hos arcustangent-funktionen kände Wallenius inte till.

I det andra häftet av *Exercitationes miscellaneae mathematico-physicae* (respondent Matthias Landanus, 1758) ger Wallenius ytterligare smakprov på matematisk kunskap. Bland de problem som behandlas kan nämnas följande: Konstruera av fyra givna räta linjer den största fyrhörningen och finn radien av den cirkel som omsluter en given fyrhörning. Wallenius' två följande avhandlingar (försvarade 1759 och 1760) berörde geometriska problem som förekommer i Newtons *Arithmetica universalis.* Ett kort referat av några av hans resultat ges av Slotte (1898), men till dags dato har ingen systematisk och jämförande granskning presenterats som skulle belysa upptäckternas originalitet. Det gäller för övrigt nästan hela Wallenius' produktion. Det enda kända undantaget är det berömda problemet med de kvadrerbara månskärorna, som vi återkommer till senare.

I Helsingfors universitetsbiblioteks samlingar finns två inbundna handskrifter av Wallenius' föreläsningar i matematik, mekanik och optik. Det ena anteckningshäftet har av signaturen att döma tillhört eleven och senare efterträdaren Johan Henrik Lindquist. De svårtydda anteckningarna, gjorda av en flyhänt hand med en blandning av svenska och latin, visar ändå att undervisningen har varit på hög nivå: hänvisningar till Newton, Daniel Bernoulli och Leonhard Euler förekommer rikligt. Tack vare denna inspirerande och utmanande undervisning kunde också begåvningar som Anders Johan Lexell finna sin väg till världsberömmelse.

Tillämpad matematik

Artikeln med rubriken ”Geometriskt försök att mäta hörn eller solida vinklar” är den enda som Wallenius fått publicerad på svenska. Den utkom i Kungl. Vetenskapsakademiens *Handlingar* för år 1763 och översattes till tyska 1766. I den föreslår Wallenius att mäta rymdvinklar såsom delar av sfärytor och utreder för detta ändamål sfäriska geometrins grunder, bl.a. en tillämpning av Albert Girards (1595–1632) teorem för en sfärisk månghörning. Sfäriska trianglar är trianglar, i vilka varje sida utgörs av ett segment av en storcirkel. Nu säger Girards teorem att triangelns vinkelsumma minus två räta vinklar är lika med triangelns area dividerad med klotets radie i kvadrat. Wallenius bevisar teoremet med hjälp av oändligt små storheter, kallade i detta sammanhang fluxioner. Han hänvisar inte till Girard, men nog till många andra författare. Det är fullt möjligt att Wallenius inte kände till Girard.

Avhandlingen *De combinationibus* (Om kombinationer, 1769; respondent Jacob Wegelius) är den första i Finland utgivna undersökningen i kombinatorik med tillämpningar i sannolikhetsläran. När n stycken ting som betecknas $a, b, c \dots i, k$, förenas på olika sätt uppkommer dyader (kombinationer på 2), triader (3), tetrader (4) och pentader (5) o.s.v., allmänt kallade polyader. Dessa kombinationer är graderade från $2, 3, \dots$ till m, som alltså är mindre än eller lika med n, och som betecknar polyadens grad, eller som den även kallas dess index, exponent eller nämnare (*denominator*). Polyader skiljer sig antingen i avseende på de ting som de kombinerar eller i avseende på deras grad. Polyader kallas absoluta om de är helt väsensskilda, relativa om de har något gemensamt. Till exempel får man genom permutation av a, b, c inalles sex triader $abc, acb, bac, bca, cab, cba$, som är sinsemellan relativa. I §IV frågas hur många relativa kombinationer om m ting man får genom att förena inalles n stycken ting $a, b, c, \ldots k$. Först undersöks fallet $m = 2$, som ger dyaderna, $ab, ac, \ldots ak$, vilka är till antalet $n-1$. Samma gäller de övriga bokstäverna $b, \ldots k$. Eftersom dessa är allt som allt n stycken blir antalet relativa dyader $= n \cdot \overline{n-1}$. Man räknar med andra ord ut antalet möjliga permutationer av bokstäverna. För antalet permutationer av allmänna polyader härleds uttrycket

$$\frac{n \cdot \overline{n-1} \cdot \overline{n-2} \cdot \overline{n-3} \ldots \overline{n-m+2} \cdot \overline{n-m+1}}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \ldots \overline{m-1} \cdot \cdot m}.$$

Uttrycket är bekant från formeln för binomialkoefficienten. Som en tillämpning av formeln fås i fallet $n = m$ det logiska och korrekta svaret en (1) kombination. Härefter uträknas antalet absoluta kombinationer för alla m som $2^n - 1$, men om fallet $m = 1$ utesluts är antalet endast $2^n - n - 1$. Som en tillämpning behandlas frågan, hur många tiosiffriga tal ($n = 10$) kan skivas som polyader av grad m utan att begynna med talet noll (svar: $n^m - 1$). Avhandlingen är grundlig och innehåller rikligt med litteraturhänvisningar, i synnerhet till Wolffs *Elementa matheseos universae* (1713).

Under ”nyttans tidevarv” sökte matematik och naturvetenskap beröringspunkter. Även om Wallenius som matematiker mest koncentrerade sig på matematiska metoder och teoribildning kom motivationen också för hans arbete ytterst från de nya experimentella resultaten. För att den nytta som tekniken kunde erbjuda skulle kunna förverkligas behövde man först skapa en rationell grundval för en stor skara empiriska vetenskaper. Bland dessa fanns värmeläran, som var temat för Jonathan Abraham Hoeckerts pro gradu -avhandling under Wallenius egid år 1762. Avhandlingens titel var *Dissertatio physico-mathematica hypothesin cel. G. W. Krafftii aliasque similes de communicatione caloris inter fluida commixta examinans*, d.v.s. en granskning av den av Georg Wolfgang Krafft (1701–1754) och hans medarbetare Georg Wilhelm Richmann (1711–1753) framlagda hypotesen om värmets spridning i vätskeblandningar. Krafft var en tysk fysiker som flyttade till Sankt Petersburg och blev ledamot vid Kejserliga Vetenskapsakademien därstädes. Hans läroböcker i fysik och matematik lästes också i universitetet i Åbo. Richmann föddes i en balttysk familj i Pernau, Estland. Efter universitetsstudier i Tyskland flyttade han till Sankt Petersburg och blev 1741 ledamot av Kejserliga Vetenskapsakademien. Där kom han i kontakt med Krafft, med vilken han samarbetade. Då Krafft 1744 återvände till Tyskland blev Richmann ledare för fysik och fysikaliska vetenskaper vid Vetenskapsakademien. Han omkom i ett blixtnedslag som han fick under studiet av atmosfärisk elektricitet.

Kraffts och Richmanns kalorimetriska arbeten är alltså föremål för Wallenius' och Hoeckerts avhandling. Vi betraktar två vätskor med massorna a respektive b och temperaturerna m respektive n. Blandningen får då temperaturen v. För denna temperatur gav Krafft uttrycket

$$v = \frac{11am + 8bn}{11a + 8b},$$

vilket han sade sig ha uppnått genom mycket experimenterande. Richmann gav å sin sida uttrycket

$$v = \frac{am + bn}{a + b},$$

vilket gäller då vätskorna har samma värmekapacitet – ett för den tiden okänt begrepp – som förblir konstant. Omsorgsfulla experiment av Richmann gav vid handen att fel insmugit sig i Kraffts mätningar vid användning av termometrar och kalorimetrar. Mera generellt kunde formeln enligt författaren skrivas som

$$w = \frac{a\alpha m + b\beta n}{\gamma a + \delta b}$$

Vidare påpekas det att om man väljer vätskorna så att $m < n$ så måste blandningens sluttemperatur w vara minst m och högst n. Fallet m och n är lika ger ett gränsvärde; ett annat fås då endera massan a eller b går mot noll. Följden härav är att $\alpha = \gamma$ och $\beta = \delta$. Wallenius insåg också, att en generalisering av denna formel för fler än två vätskor kan skrivas som

$$w = \frac{a\alpha m + b\beta n + c\gamma p + \cdots + f\gamma s}{\alpha m + \beta n + \gamma p + \cdots + \varphi s}$$

eftersom uttrycket uppfyller samma logiska krav som blandningsformeln för två vätskor. I slutet av avhandlingen framhålls, att ovannämnda uttryck för temperaturen gäller förutsatt att ingen avkylning eller uppvärmning sker i vätskan p.g.a. kemiska reaktioner samt att värmeutbytet mellan behållaren och dess omgivning är noll.

De fem kvadrerbara månskärorna

I matematikens allmänna historia är Wallenius känd enbart tack vare hans fullständiga lösning av de kvadrerbara månskärornas problem (Stén & Holmberg, 2015) som upptas i Thomas Heaths storverk om den grekiska matematikens historia (Heath, 1921). Lösningen ingår i avhandlingen *Lunulae quaedam*

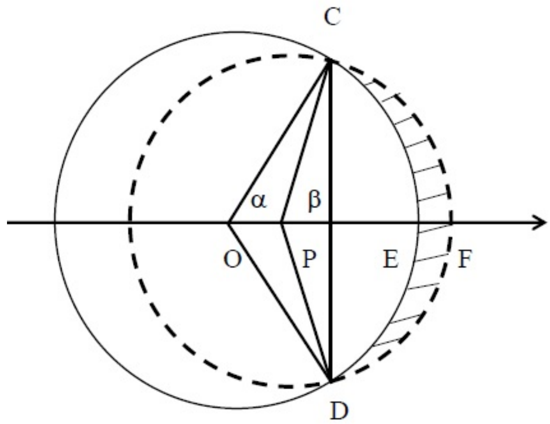


Fig. 6.9: Det klassiska problemet med de kvadrerbara månskärorna (*lunulae*).

circulares quadrabiles (Några cirkulära kvadrerbara månskäror; respondent Daniel Wijnquist, Åbo 1766).

Med månskära förstås i geometrin allmänt en figur vars yta (i detta fall en plan yta) begränsas av två cirkelbågar. I den streckade månskäran CFDE är den ena sidan konvex, den andra konkav (se fig. 6.9). Månskäran är kvadrerbar om den med hjälp av passare och linjal kan omskrivas i en månghörning med lika stor area. Med andra ord är månskäran då konstruktibel. I en text av nyplatonisten Simplikios (500-talet) hänvisas till vetenskapshistorikern Eudemus (300-talet f.Kr.) angående de tre första kända exemplen av kvadrerbara månskäror av Hippokrates av Chios. Bakgrunden till dessa månskäror var problemet att exakt bestämma arean av en cirkel (cirkelns kvadratur), vilket som bekant inte låter sig göras emedan talet π inte kan konstrueras. Arean av vissa månskäror kan däremot kvadreras exakt.

Antikens matematiska kommentatorer har ibland nämnt Hippokrates resultat, men Johann Bernoulli tog omkring 1720 upp problemet för ny behandling i brevväxlingen med sina söner Daniel och Nicolaus Bernoulli. Det omtalas i Daniel Bernoullis tidiga verk *Exercitationes quaedam mathematicae*, utgiven i Venedig 1724. Matematikern Christian Goldbach, som fick kännedom om problemet av Nicolaus Bernoulli, torde vara den första som i brevväxling med Leonhard Euler reducerade problemet till en slags Diofantisk ekvation: kvadraten av förhållandet mellan cirkelbågarnas radier är av formen $p : (p-1)q$ för heltalen $p, q > 1$. Detta var också utgångspunkten för Eulers lösning som publicerades 1772, men utan figurer. Eulers första lösningsförsök dateras till 1737 och det utkom 1744. Ett möjligt incitament till Eulers senare ansats kan ha varit Anders Johan Lexell som år 1768 hade inlett sitt arbete i Sankt Petersburg och som eventuellt berättade för Euler om de inalles fem fall av lösningar som hans lärare i matematik Wallenius hade publicerat 1766.

Problemet består i att bestämma arean av en månskära euklidiskt, d.v.s. geometrisk med passare och linjal, vilket motsvaras av de fyra räknesätten inklusive kvadratrötter. Det definitiva beviset på att dessa fem månskäror är de enda möjliga kom först på 1900-talet.

Vi söker arean av månskäran CFDE i figur 6.9:

$$\mathrm{A[CFDE]} = \mathrm{A[PCFD]} - \mathrm{A[PCD]} - \mathrm{A[CED]}.$$

Triangelns PCD area är

$$\mathrm{A[PCD]} = 2\frac{r^2}{2}\sin\beta\cos\beta = \frac{r^2}{2}\sin 2\beta,$$

där radien $|\mathrm{PC}| = |\mathrm{PD}| = r$. Arean av sektorn PCFD är $\mathrm{A[PCFD]} = \beta r^2$. På samma sätt är triangelns OCD area

$$\mathrm{A[OCD]} = 2R^2\frac{1}{2}\sin\alpha\cos\alpha = R^2\frac{1}{2}\sin 2\alpha,$$

där $|\mathrm{OC}| = |\mathrm{OD}| = R$. Arean av sektorn OCED är $\mathrm{A[OCED]} = \alpha R^2$. Då blir arean av figuren $\mathrm{CED} = \alpha R^2 - R^2\frac{1}{2}\sin 2\alpha$. Månskärans area är således

$$\mathrm{A[CFDE]} = \beta r^2 - r^2\frac{1}{2}\sin 2\beta - \alpha R^2 + R^2\frac{1}{2}\sin 2\alpha.$$

Om man begränsar sig till endast sådana lösningar som kan konstrueras euklidiskt (d.v.s. med passare och ograderad linjal) måste termerna som innehåller cirkelsektorer ta ut varandra (med hänvisning till att cirkelns kvadrering inte är möjlig). I så fall betraktas ekvationen

$$\mathrm{A[CFDE]} = \frac{1}{2}(R^2\sin 2\alpha - r^2\sin 2\beta),$$

under villkoret att $\beta = q\alpha$ då man betecknar $q = \frac{R^2}{r^2}$. Man kan då skriva

$$\mathrm{A[CFDE]} = \frac{1}{2}r^2(q\sin 2\alpha - \sin 2q\alpha) = r^2(q\sin\alpha\cos\alpha - \sin q\alpha\cos q\alpha).$$

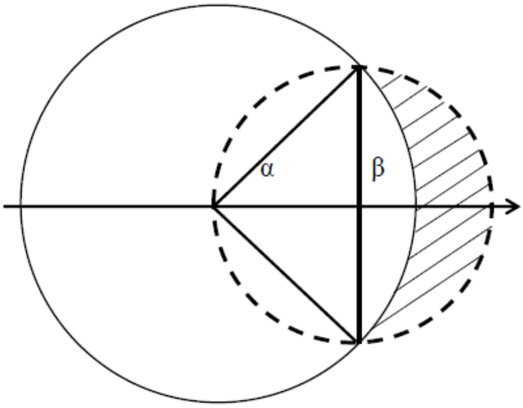


Fig. 6.10: Hippokrates' klassiska månskära. Den rätvinkliga triangelns area är lika med månskärans.

Dessutom ser man i figuren att $r \sin\beta = R \sin\alpha$, d.v.s. $\sin q\alpha = \sqrt{q}\sin\alpha$. Konstruktibla lösningar för $\sin\alpha$ ger då arean

$$\mathrm{A[CFDE]} = \sin\alpha\left(q\sqrt{1-\sin^2\alpha} - \sqrt{q}\sqrt{1-q\sin^2\alpha}\right)r^2.$$

För en exakt lösning av arean krävs således att $\sin\alpha$ är på sin höjd roten av en andragradsekvation. Man ser lätt att ekvationen $\sin q\alpha = \sqrt{q}\sin\alpha$ har en lösning för vissa värden på q, såsom för $q = 2$, då $\sin\alpha = 1/\sqrt{2}$ och arean blir då $\mathrm{A[CDFE]} = r^2$. I denna klassiska månskära är alltså $\alpha = 45°$, $\beta = 90°$ och $R = \sqrt{2}$, då r sättes $= 1$. Konstruktionen är då relativt enkel (figur 6.10).

En annan konstruktibel lösning fås då $q = 3$. Då uppstår andragradsekvationen $3 - 4\sin^2\alpha = \sqrt{3}$ d.v.s. $\sin\alpha = \sqrt{3-\sqrt{3}}/2$. Arean av månskäran blir i detta fall

$$\mathrm{A[CDFE]} = \left(\frac{3\sqrt[4]{3}}{2\sqrt{2}} - \frac{1}{2}\sqrt{21\frac{\sqrt{3}}{2} - 18}\right)r^2.$$

I denna månskära är alltså $\alpha \approx 34{,}26°$, $\beta \approx 102{,}79°$ och $\mathrm{R} = \sqrt{3}$. Det finns ytterligare tre sådana månskäror (Stén & Holmberg, 2015). I Wallenius' resultattabell noteras att vinklarna för alla fem fallen är rätt räknade medan areorna och radierna delvis inte stämmer, vilket beror på små räknefel som

Wallenius begått i sina uträkningar. Vinkelkvoterna är dock riktiga, d.v.s. 2:1, 3:1, 3:2, 5:1 och 5:3.

Sammanfattningsvis kan man säga, att Martin Johan Wallenius förfogade över en ansenlig mängd matematiskt vetande. Han var införstådd såväl med de grekiska klassikerna som med de nyaste forskningsrönen. Han författade avhandlingar i vitt skilda matematiska ämnen, men också i filosofiska spörsmål om metafysik, epistemologi och moral. Wallenius är den sista Åbo-professorn i matematik för vilken dessa ämnen överhuvudtaget var av intresse. Hans synvinkel var då moralens innersta väsen och frågan om den på något sätt kan kvantifieras och graderas. Efter Wallenius' tid var naturforskningen i Åbo i någon mening ”fri”, såvida den inte stred mot god sed och religion.

År 1771 drabbades Wallenius av en ”olycklig sjukdom” – han blev sinnesrubbad – vilket satte stopp på en lovande forskarkarriär. Professor Pehr Kalm gav i ett brev till biskop Mennander ett vittnesmål om händelserna som föregick sjukdomens utbrott (Hjelt, 1914). Wallenius avled den 22 oktober 1773. Under hans sista levnadsår sköttes hans föreläsningar av docenten i matematik Johan Henrik Lindquist, som även föreläste under Anders Johan Lexells tid som professor (absens).

Wallenius' yngre broder Jeremias (1733–1763) gick ett liknande öde till mötes. Han valde också den lärda banan och skrev sin pro gradu -avhandling 1754 för fysikprofessorn Jacob Gadolin. Denna avhandling, *Aphorismi philosophici*, är en tidstypisk övning i renlärighet (i den lutherska tron) men samtidigt en skarp kritik av alltför ivrig hyllning av rationalism av Leibniz' och Wolffs snitt. Enligt författaren ser man ofta matematiken tillämpas fel på naturliga fenomen, antingen för att man förhastat sig att se ett beroende där inget finns, eller också för att man generaliserar och antar enhetliga förhållanden överallt i universum. Allra hårdast kritiserades filosofen Benedict Spinoza (1632–1677) för att helt förneka mirakel som förklaringsgrund. Jacob Gadolins position i frågan är den motsatta: som supranaturalist ansåg han att Guds övernaturliga ingripande ibland är den enda möjliga förklaringen. Exempel ges från Gamla testamentets Daniels bok, tredje kapitlet. År 1760 framlade Jeremias Wallenius ytterligare en avhandling *venia docendi* och ett år senare utnämndes han till docent i vältalighet vid Kungl. Akademien. Länge hann han inte njuta av denna förmån: han togs in på Danviks sjukhus i Stockholm 1762 som sinnesrubbad och avled året därpå. Om det var frågan om samma sjukdom som senare drabbade den äldre brodern kan man inte veta.

Martin Johan Wallenius lämnade ett stort tomrum efter sig i matematikundervisningen. Han lärde sig bemästra den nya matematiken som skapats av Newton och Leibniz och deras efterföljare, och förmedlade denna kunskap nästan ensam till sina elever. Vid hans frånfälle fanns i Åbo bara en man som i förtjänster och skicklighet kunde ha mätt sig med honom, nämligen Anders Planman, som emellertid var tillfreds med sin fysikprofessur och därför inte sökte tjänsten (Holmberg, 2008). I sina få matematiska arbeten fokuserade Planman på den så kallade inversa tangentmetoden, vilket är ett samlingsnamn för olika sätt att bestämma en plan kurvas algebraiska uttryck utifrån någon känd egenskap hos kurvans tangent. Problemet leder till en differentialekvation för kurvan som skall lösas genom integration. Klingenstiernas påverkan kan anas av ett brev av Klingenstierna själv till Planman, som berör just detta problem. Brevet är daterat 1756, samma år som Planman i Uppsala presiderade för *De methodo tangentium inversa*. Bland kurvorna som analyseras nämns särskilt kedjekurvan (*catenaria*) och traktrisen (*tractoria*). Till differentialgeometrin hänför sig också Planmans artikel ”Ett geometriskt problem”, som utkom i Kungl. Vetenskapsakademiens *Handlingar* år 1762. I artikeln analyseras kurvor vilkas normal har givna egenskaper, och en av tillämpningarna är den s.k. enuddiga epicykloiden.

Anders Johan Lexell – ett internationellt toppnamn

Såsom Wallenius’ efterträdare som professor i matematik vid Akademien i Åbo utnämndes 1775 hans elev Anders Johan Lexell (1740–1784). Lexell hade sökt tjänsten snarare av pliktkänsla för sitt fosterland än av genuint intresse. Han var sedan 1768 i Kejserliga Vetenskapsakademiens tjänst i Sankt Petersburg och fullt sysselsatt med många intressanta uppdrag. Som sin vikarie föreslog han omedelbart Johan Henrik Lindquist, också han elev till Wallenius. Lexell undervisade således inte själv i Åbo, men samarbetade mycket nära med sina kolleger i Sverige och Finland. Han var Finlands första internationellt kända matematiker och astronom (Stén, 2012, 2014, 2019).

Anders Johan Lexell föddes i Åbo julaftonen 1740 till guldsmeden Jonas Lexell och dennes maka Magdalena Catharina Björkegren. Under lilla ofredens tid 1742–1743 var familjen på flykt i Sverige, men därefter inledde Anders Johan skolgången i Åbo och kröntes till filosofie magister vid Kungl. Akademien i Åbo som nittonåring. Martin Johan Wallenius var handledare för Lexells pro exercitio -avhandling *Animadversiones subitaneae circa principium universae opticae Leibnitianum, quatenus idem in catoptrica adhibetur* (Anmärkningar gällande Leibniz’ universella optiska princip med tillämpning i spegeloptiken, 1759). I den granskas Leibniz’ princip om ”den lättaste vägen” för olika slags konkava speglar: plana, sfäriska, elliptiska, paraboliska och hyperboliska. Leibniz hade publicerat en allmängiltig minimumprincip för optiken i artikeln *Unicum opticae, catoptricae et dioptricae principium* i tidskriften *Acta eruditorum* (1682). Den generaliserade Pierre de Fermats (1607–1665) princip om snabbaste vägen till att gälla även genomskinliga ämnen, såsom luft, glas och vatten. Enligt Leibniz färdas ljuset allmänt den lättaste vägen, *via omnia facillima*, i praktiken också den snabbaste. Denna slutsats bestrids nu av Wallenius och Lexell. De säger och ger geometriska bevis för att principen inte alltid gäller, ty ljusstrålens väg kan ibland vara ett minimum, ett maximum, eller lokalt extremvärde däremellan. Varje steg motiveras med satser eller teorem i Euklides' *Elementa.* Till Leibniz' minsta motståndets princip (*Acta eruditorum* 1682 och 1701) hänvisas några gånger, till övriga verk bara en enstaka gång, däribland Newtons *Principia* (1687) och *Opticks* (1704), markis de l'Hôpitals *Analyse des infiniment petits* (1696), C. F. Milliet Dechales' *Mundus mathematicus* (1674), Maupertuis' *Essai de cosmologie* (1751), G. W. Kraffts *Praelectiones physicae* (1754), Musschenbroecks *Elementa physica* (1726), Wolffs *Elementa matheseos universae* (1713) samt Colin MacLaurins *Treatise of fluxions* (1742). Det är osäkert om dessa verk verkligen har funnits författarna till handa.

Lexell skrev sin pro gradu -avhandling *Aphorismi mathematico-physici* (Matematisk-fysikaliska aforismer, 1760) under Jacob Gadolins inseende. Den bestod av tolv korta uppsatser i tämligen elementära frågor inom teoretisk mekanik. Arbetet kritiserade bl.a. Gravesandes lärobok i fysik på några punkter. Av brist på universitetstjänster i Åbo riktade Lexell härefter blicken på Uppsala universitet. Under frånvaro av professorn i matematik Jonas Meldercreutz' (1715–1785) i Uppsala universitet tilläts Lexell presidera 1763 för en disputation som han själv skrivit, *De methodo inveniendi lineas curvas, ex datis radiorum osculi proprietatibus* (Om en metod att bestämma kurvor ur en given egenskap hos kurvans krökningsradie, Uppsala, 1763). Med detta arbete blev Lexell med en gång känd i svenska matematikerkretsar. Arbetet innehåller underligt nog inga litteraturhänvisningar, men den viktigaste källan torde ha varit Jacob Bernoullis (1654–1705) samlade verk (utgivna postumt i Genève 1744). Arbetet bygger på en systematisk tillämpning av Bernoullis formel för krökningsradien, av Bernoulli kallat för ”gyllene teoremet” (artikel i *Acta eruditorum*, 1694), som efter ett antal integrationer leder till själva kurvan. Lexell ger i avhandlingen flera exempel på formelns tillämpningar. Man kan här ana påverkan av läraren Wallenius, som i sin avhandling *Exercitationes miscellaneae* år 1757 undersökte krökningsradier rätt utförligt. Vi kan notera att Lexell i detta arbete använde bokstaven N för att beteckna den Neperska basen (talet vars hyperboliska logaritm $= 1$, d.v.s. $e \approx 2,718$).

Efter disputationen återvände Lexell till Åbo. Han utnämndes till docent i matematik men blev ändå utan fast tjänst. I stället fick han från universitetets konsistorium en rekommendation för tjänsten som lärare i matematik i kadettskolan i Karlskrona efter avgående Mårten Strömer. Lexell förbigicks dock i utnämningen. Sedan fästes Lexells uppmärksamhet på att Leonhard Euler flyttade till Sankt Petersburg på Katarina II:s inbjudan år 1766. Det var redan andra gången Euler flyttade dit. Lexell anade här en möjlighet och närmade sig vårvintern 1768 Petersburgs Vetenskapsakademi med en arbetsansökan, avfattad på franska med ett bifogat latinskt manuskript angående en metod att lösa differentialekvationer av högre grad. Efter att ha bekantat sig med manuskriptet berömde Euler författaren som ett matematiskt geni i nivå med Jean d'Alembert och sig själv och rekommenderade Lexell för en akademisk tjänst i Sankt Petersburg. Lexells ansökan anlände vid en mycket lämplig tidpunkt, eftersom Petersburg-akademien just då råkade vara öppen för samarbete med Västeuropa. Så hade det inte alltid varit. Förberedelserna för den år 1769 timade Venuspassagen var då i full gång och Vetenskapsakademien hade brist på kompetenta medarbetare. I regel anställde akademien inte personer utan förtjänster, men Lexell hade gjort ett gott intryck på Euler och höll måttet. De flesta av akademikerna i Sankt Petersburg var fortfarande meriterade västeuropéer, främst protestanter från tyskspråkiga länder. Någon praktisk astronom var Lexell vid det laget ännu inte, utan han fick huvudansvaret för beräkningarna enligt den teori som Euler hade utarbetat. Eftersom Eulers syn var kraftigt nedsatt behövde han ständig assistans för att skriva och läsa.

Hösten 1768 anlände Lexell till den kejserliga huvudstaden för att bistå i det astronomiska arbetet som berörde Venuspassagen 1769 och de därpå följande beräkningarna av solparallaxen. Lexell klarade sitt uppdrag med beröm och etablerade sig snabbt som Vetenskapsakademiens adjunkt i astronomi. Samtidigt med Lexell befann sig en annan finländare, naturalhistorikern Erik Laxman i Petersburgska akademien, men deras förhållande verkar att ha varit ansträngt. År 1772 utnämndes Lexell till fullvärdig akademiker och professor i astronomi i Sankt Petersburg. Efter professor Wallenius' frånfälle utnämndes Lexell 1775 till professor i matematik vid Akademien i Åbo, men på uttrycklig begäran beviljade Gustav III honom dispens om fem år för att avsluta sitt värv i Sankt Petersburg. Under dessa år skänkte Lexell hälften av sin lön till sin vikarie Johan Henrik Lindquist, och andra hälften till uppköp av astronomiska instrument till Åbo. Bland dessa instrument återfinns det äldsta bevarade pendeluret i Helsingfors universitet och ett mätinstrument kallat astronomisk kvadrant. Den är tillverkad av John Bird i London ca 1780.

År 1780 beslöt sig Lexell att avgå från sin tjänst i Sankt Petersburg. Hans beslut väckte bestörtning och vemod i Vetenskapsakademien. Det lilla och perifera Åbo intresserade honom inte heller, utan han ville resa till Europas viktigaste vetenskapliga centra för att träffa sina ryktbara kolleger. Som ett motdrag beslöt Vetenskapsakademiens chef att finansiera resan om Lexell förband sig att återvända till Nevastaden för gott. Lexell godkände förslaget. Den över ett år långa resan förde honom till upplysningstidens berömda vetenskapliga societeter, observatorier, botaniska trädgårdar och filosofiska salonger i Berlin, Göttingen, Paris och London. Under resan knöt han kontakter med sin tids främsta vetenskapsmän, såsom framgår ur hans nyligen redigerade brevväxling (Stén, 2019).

Under hemvägen till Sankt Petersburg genom Sverige hösten 1781 besökte han Lund, där han umgicks med professorn i matematik Nils Schenmark (1720–1788), Pehr Wargentin vid Stockholms gamla observatorium, samt Daniel Melander och Fredrik Mallet i Uppsala. Före återresan till Sankt Petersburg träffade Lexell för sista gången sina vänner och släktingar i Åbo i november 1781. Såsom Eulers nära förtrogne blev Lexell ögonvittne vid dennes död 1783 genom ett slaganfall. Lexell själv överlevde Euler bara drygt ett år. Han dog i sviterna av en tumöroperation i en ålder av 43 år. Han var då praktiskt taget på höjden av sin karriär som professor i matematik och efterträdare till Euler och ledamot av vetenskapsakademierna i bl.a. Stockholm, Paris, Turin och Edinburgh.

Om Lexells privata liv vet man inte särskilt mycket. Trots sitt växande internationella anseende och inflytande inom Vetenskapsakademien i Sankt Petersburg var Lexells sociala liv tämligen inskränkt. Han tillhörde den svenska församlingen i Sankt Petersburg och umgicks med sina svenska och finska landsmän samt kolleger vid Vetenskapsakademien. Lexell var ogift. Sina sorger och kval ventilerade han i öppenhjärtiga brev till Kungl. Vetenskapsakademiens ständige sekreterare Pehr Wargentin (Stén, 2019), med vilken han också var avlägset släkt. Ur dessa brev framgår att Lexell var en viktig mellanhand i samarbetet mellan svenska och ryska vetenskapsmän.

Lexell hade en finsk elev vid Kejserliga Vetenskapsakademien, som han inte alls omtalar i sin korrespondens: Martin Platzman, född i Muola 1760 (Myrberg, 1963). Platzman hann publicera bara några undersökningar i Petersburgakademiens *Nova Acta*. Efter Lexells bortgång 1784 uteslöts han ifrån akademien för respektlöst beteende. Orsaken till Lexells tystlåtenhet angående Platzman torde ha varit just dennes påstridighet. Platzman dog år 1786.

I boken *A comet of the Enlightenment* (Stén, 2014) nämns några märkliga tilldragelser från Lexells tid i Sankt Petersburg, som ofta förbigicks med tystnad i Vetenskapsakademiens officiella mötesprotokoll. Lexell fick i uppdrag att klassificera Johannes Keplers (1571–1630) efterlämnade manuskript som kejsarinnan Katarina II för stora pengar köpt av en samlare i Tyskland. Det tvivlades allmänt om dessa manuskript kunde vara till någon nytta, men Eulers tillstyrkan avgjorde anskaffandet. Lexells plan för redigeringen och publiceringen av manuskripten presenterades för kejsarinnan, men har veterligen inte avancerat sedan dess. Då Peter den stores levnadsteckning skulle skrivas fick Lexell i uppdrag att bestämma Peters ”horoskop” för att granska, om något märkvärdigt fenomen på stjärnhimlen kunde ha förebådat den mäktiga tsarens födelse år 1672. Lexell tog sig an sitt uppdrag professionellt, utan knot eller undanflykter, som en ren övning i astronomiska beräkningar. Ingenting märkvärdigt hade enligt Lexells beräkningar inträffat på stjärnhimlen nämnda år.

Lexell närvarade också vid upplysningsfilosofen Denis Diderots (1713–1784) besök vid Sankt Petersburgs Kejserliga Vetenskapsakademi 1774. Diderot som länge brevväxlat med Katarina den stora hade rest till Sankt Petersburg på hennes invit. Det finns en allmänt utbredd skröna om en rysk akademiker (som antyddes vara Euler) som under ett offentligt debattillfälle utmanade Diderot offentligt med ett ”matematiskt bevis” för Guds existens. Tilldragelsen som beskrevs okritiskt i E. T. Bells fantasifulla bok *Matematikens män* (1957) kan dock bestridas på basen av ett brev skrivet av Lexell under sin vistelse i Paris 1780. I brevet, som förvaras i Ryska Vetenskapsakademiens arkiv i Sankt Petersburg, drar sig Lexell händelsen till minnes och låter förstå att akademikern som på detta sätt drabbade samman med Diderot var den tyskfödde fysikern och hovrådet Franz Ulrich Theodor Aepinus (1724–1802). Euler hade alltså ingen andel i denna episod.

Lexells arbeten inom analysen

De två första artiklarna som Lexell skrivit i Åbo såsom prov för sitt matematiska kunnande publicerades i Kejserliga Vetenskapsakademiens *Novi Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae* för 1769 med rubrikerna *De integratione aequationis differentialis*: $a^n \mathrm{d}^n y + ba^{n-1}\mathrm{d}^{n-1}y\mathrm{d}x + ca^{n-2}\mathrm{d}^{n-2}y\mathrm{d}x^2 + \cdots + ry\mathrm{d}x^n = X\mathrm{d}x^n$ (Om integrering av differentialekvationen …”) och *Methodus integrandi, nonnullis aequationum differentialium exemplis illustrata* (Integreringsmetoden illustrerad genom exempel av några differentialekvationer). Det handlar i moderna beteckningar att bestämma $y(x)$ utgående från Eulers differentialekvation med konstanta koefficienter

$$a^n y^{(n)} + ba^{n-1}y^{(n-1)} + ca^{n-2}y^{(n-2)} + \cdots + ry = X$$

där $y^{(n)}$ är den n:te derivatan av y. I dessa artiklar anknyter Lexell direkt till dåvarande analysens huvudfåra, där i synnerhet Euler hade gjort betydande insatser under de föregående årtiondena.

Lexell meddelar ytterligare en systematisk lösningsmetod för den generella differentialekvationen av högre grad, i den mån de är möjliga att lösa. Bland dessa fanns även många icke-linjära ekvationer såsom $a^2yy'' + a^2b(y')^2 - y^2 = 0$, där a och b är konstanter. För deras lösning använder Lexell systematiskt den integrerande faktorns metod, som förvandlar dem till ekvationer av första grad. Särskilt en av de behandlade differentialekvationerna

$$y'''y' + a(y'')^2 + by''(y')^2 + c(y')^4 = 0,$$

kunde kallas Lexells differentialekvation eftersom han som den första lyckats lösa den. Också Johan Henrik Lindquist och Anders Planman i Åbo samt Daniel Melander i Uppsala meddelade sedermera sina lösningar på ekvationen. Ekvationen löser sig enklast genom substitutionen $y'' = p(y')^2$, men Lexells egen lösning byggde på en systematisk substitionsmetod.

Liknande partikulärfall ledde Lexell småningom till att betrakta integrerbarheten av nästan godtyckliga differentialekvationer. Hans första artikel om ämnet, *De criteriis integrabilitatis formularum differentialium* (Om differentialformlers integrerbarhet) utkom i Petersburg-akademiens *Novi Commentarii* (1770). Låt V beteckna en generell funktion av x, y, p, q, r, o.s.v., och låt

$$\mathrm{d}V = M\mathrm{d}x + N\mathrm{d}y + P\mathrm{d}p + Q\mathrm{d}q + \dots$$

där $\mathrm{d}y = p\mathrm{d}x$, $\mathrm{d}p = q\mathrm{d}x$, $\mathrm{d}q = r\mathrm{d}x$ o.s.v. Med några enkla steg visade Lexell att uttryckets integrerbarhet kan garanteras endast om

$$N - \frac{\mathrm{d}P}{\mathrm{d}x} + \frac{\mathrm{d}^2Q}{\mathrm{d}x^2} - \dots = 0.$$

Lexells bevis visade sig bristfälligt och det blev ännu trassligare då metoden utvidgades till flera oberoende variabler. Inspirationen till arbetet fick Lexell från ett liknande villkor som förekom i Eulers variationskalkyl (*Institutionum calculi integralis* Vol. 3, Appendix, 1770), och som Euler hade erhållit vid bestämningen av uttryckets $\int V\mathrm{d}x$ extremvärden. Lexells bidrag rönte Eulers uppskattning, eftersom det stödde variationskalkylens resultat.

Lexell studerade också allmänna serieutvecklingar och ekvationer av typ

$$a - bx + cx^2 - dx^3 + \dots = 0$$

som uppstår t.ex. i samband med lösningen av Keplers banekvation $t = x - e \sin x$. Joseph Louis Lagrange (1736–1813) hade i en artikel i Berlinakademiens tidskrift *Mémoires* (1770) meddelat ett därtill lämpat teorem baserat på serieutveckling, som väckte stor uppmärksamhet. Lexell upptäckte ett vackert bevis av Lagranges inversionsteorem som var baserat på rekursion. Dessutom deltog Lexell i diskussionen om serieutvecklingar innehållande trigonometriska funktioner – en debatt som pågått redan i flera årtionden mellan Euler, Daniel Bernoulli och Jean d'Alembert. I modern terminologi handlade tvisten om vilken klass av funktioner som kunde representeras med hjälp av serieutvecklingar av trigonometriska funktioner. Å ena ytterligheten fanns d'Alembert, som endast accepterade släta (kontinuerliga och deriverbara) funktioner, medan Euler var mer öppen och kunde även acceptera avbrutna, diskontinuerliga funktioner. Själva begreppet funktion i modern bemärkelse var ännu outvecklat. I stället talade man bara om kroklinjer eller kurvor.

Också elliptiska integraler studerades av Lexell. Dessa funktioner hade sitt ursprung i beräkningen av båglängden för en ellips och de dök allt oftare upp i den celesta mekaniken, där planet- och i synnerhet kometbanorna var elliptiska. Följaktligen uppstod ett behov av deras systematisering, där Lexell argumenterade för den indelning i tolv klasser av elliptiska integraler som tidigare Euler föreslagit. Denna klassifikation blev dock med tiden åsidosatt av den treklassiga indelning som införts av Adrien-Marie Legendre. Som en utvikning från de egentliga elliptiska integralerna meddelade Lexell lösningen av en mycket speciell integral i Kungl. Vetenskapsakademiens *Nya Handlingar* 1784 (”Integration af en differential-formel”)

$$\int \frac{\mathrm{d}x}{(1+x)\sqrt[4]{2x^2-1}}$$

Genom en serie skickliga substitutioner visar Lexell hur integralen kan omformas och uttryckas med hjälp av elementära funktioner (Stén, 2014). Resultatet ingår inte i de tabellböcker som finns tillgängliga i dag. Det visar att integrering inte är så mycket en räkneoperation som en få förunnad konst.

Lexells geometriska arbeten

Sin mest fullödiga matematiska insats gjorde Lexell i geometrin, närmare specifikt inom sfärisk trigonometri och polygonometri. Dessa branscher av geometrin har sitt naturliga ursprung i astronomin, geografin och geodesin. Sfärens geometriska egenskaper har studerats sedan antiken. Före Euler och Lexell var dock endast ett fåtal teorem som berör trianglar på en sfärisk yta kända. Menelaus av Alexandria (ca 70–130) var den första att definiera sfäriska trianglar såsom bestående av storcirkelbågar. Ett av hans teorem i plana geometrin gällde med små ändringar även i den sfäriska geometrin. Bara en liten del av de grekiska mästarnas resultat fanns emellertid översatta till latin på 1700-talet och många av deras resultat där blev kända först vid denna tid. Utgångspunkten för Lexells studier i sfärisk geometri var förutom Eulers resultat inom sfärisk trigonometri närmast ett teorem av den franske matematikern Albert Girard (1595–1632). I en sfärisk triangel är vinkelsumman alltid mer än 180°, och Girards teorem utsäger, att excessen eller den del av vinkelsumman som övergår 180° är direkt proportionell mot triangelns area. Så är t.ex. arean av en sfärisk triangel vars all tre vinklar är 180° lika med 2π, d.v.s. arean av ett halvt klot. Bland Lexells artiklar om sfärisk geometri finns bl.a. *De proprietatibus circulorum in superficie sphaerica descriptorum* (Om egenskaper hos cirklar uppritade på en sfärisk yta; *Acta Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae*, 1782), i vilken Lexell generaliserar Herons formel för triangelns area för sfäriska trianglar. Han finner dessutom liknande intressanta egenskaper för cykliska fyrhörningar, d.v.s. sfäriska fyrhörningar med den egenskapen, att fyrhörningens alla hörnpunkter befinner sig på samma småcirkel. Lexells mest kända geometriska sats, som saknar motstycke i den plana geometrin, presenterades i artikeln *Solutio problematis geometrici ex doctrina sphaericorum* (Lösning av ett geometriskt problem vid teorin om sfären, *Acta Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae*, 1781). Teoremet lyder: ”Den kurva på ytan av en sfär, på vilken spetsen av alla de trianglar som har samma bas och lika area är belägen, är en småcirkel”. Småcirklar är alla de cirklar på en sfäryta, som är mindre än storcirklarna.

Lexell torde ha funnit teoremet omkring 1778. Också Euler bevisade det i en artikel som upplästes vid akademien i Sankt Petersburg år 1778, *Variae speculationes super area triangulorum sphaericorum* (Tankar kring sfäriska trianglars area, 1797). Lexell bevisar i sin artikel teoremet först analytiskt och därefter geometriskt med hjälp av konstruktionen i figur 6.11, där kurvan OVQ utmärker den sökta småcirkeln. Beviset är tämligen invecklat och ett enklare bevis kan företes med hjälp av begreppet ”polär triangel” (Stén, 2014).

Sfärisk trigonometri tillämpade Lexell också i en artikel med rubriken *Solutio problematis analytici* (*Novi Commentarii*, 1772), i vilken Lexell behandlar en av Euler introducerad allmän koordinattransformation (vridning) i *De solidis quorum superficiem in planum explicare licet* (Angående kroppar, vilkas yta kan utvecklas på ett plan, *Novi Commentarii*, 1772). Euler beskriver där en helt ny klass av enkelkrökta ytor (ytor som är krökta i bara en riktning) utöver de

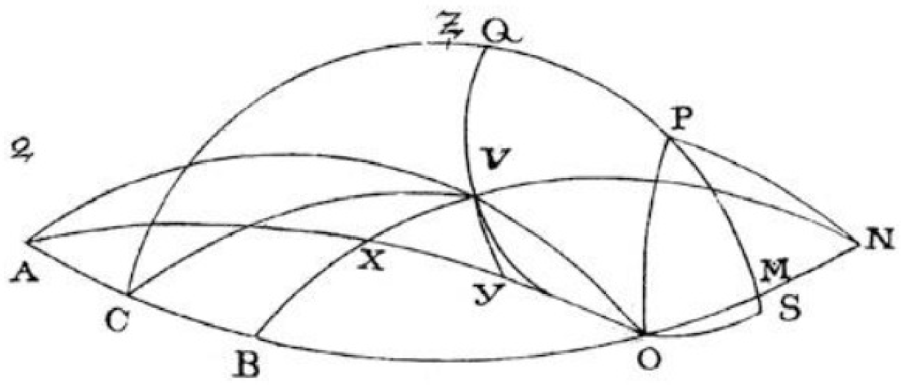


Fig. 6.11: Konstruktionen med hjälp av vilken Lexell bevisade teoremet som bär hans namn. Den sfäriska triangeln som studeras är ABV, medan OVQ utgörs av småcirkeln.

tidigare kända, d.v.s. cylindern och konen, nämligen kroppar som genereras av tangenten av en rymdkurva. I sin artikel framlägger Lexell ett annat sätt att beskriva dessa ytor med hjälp av sfärisk geometri, varpå han antyder om möjliga begränsningar hos de av Euler härledda uttrycken.

Euler hade i en artikel år 1775 introducerat sitt rotationsteorem och de tre så kallade Euler-vinklarna för att beskriva vridning runt en axel. Teoremet säger att varje förskjutning av en stel kropp, sådan att en punkt förblir orörlig i förskjutningen, motsvaras av en vridning av kroppen runt en orörlig axel som går genom denna punkt. Lexell undersökte detta och andra teorem i sin artikel *Theoremata nonnulla generalia de translatione corporum rigidorum* (Några allmänna teorem gällande förskjutningar av en stel kropp, *Novi Comentarii*, 1775). Han uppställde Eulers tre ekvationer för rotationen systematiskt och bevisade att för varje vridning är determinanten av rotationsmatrisen lika med noll.

Polygonometrin är en generalisering den vanliga trigonometrin. Det lärs inte ut systematiskt eftersom varje polygon alltid kan sönderdelas i trianglar. Emellertid bidrog Lexell till en formalisering av de ekvationer som gäller för vinklarna och sträckorna i en godtycklig polygon, inklusive polygoner på en sfäryta. Problemet har uppenbara tillämpningar i astronomin och i synnerhet geodesin.

I ett brev till astronomen Johann III Bernoulli daterat den 22 december 1773 skriver Lexell (på franska) om de två grundsatser han formulerat (Stén, 2019):

> Låt sidorna i en godtycklig polygon vara $a, b, c, \ldots f$ och de yttre vinklarna $\alpha, \beta, \gamma, \ldots, \xi$. Då gäller
>
> $$\begin{aligned} a \sin\alpha + b\sin(\alpha+\beta) + c\sin(\alpha+\beta+\gamma) + \cdots + f\sin(\alpha+\beta+\gamma+\cdots+\xi) &= 0, \\ a \cos\alpha + b\cos(\alpha+\beta) + c\cos(\alpha+\beta+\gamma) + \cdots + f\cos(\alpha+\beta+\gamma+\cdots+\xi) &= 0, \end{aligned}$$
>
> Eftersom $\alpha+\beta+\gamma+\cdots+\xi = 360^\circ$ är dess sinus $= 0$ och cosinus $= 1$; således kunde man i den första ekvationen ha negligerat motsvarande term och i den andra ekvationen i stället för $f\cos(\alpha+\beta+\gamma+\cdots+\xi)$ ha skrivit f, men för enhetlighetens skull har jag velat skriva ekvationerna på detta vis. Genom olika kombinationer av nämnda ekvationer finner man lätt alla de ekvationer som behövs för att sönderdela polygonen trigonometriskt.

Lexells polygonometriska forskningar utkom i flera artiklar i Petersburgakademiens *Acta* samt i The Royal Society of Londons *Philosophical Transactions* år 1775. En tysk matematiklärare i Freiburg, Johann Friedrich Lempe, översatte utan Lexells vetskap dennes latinska artiklar till tyska och utgav dem i sitt eget namn som en bok med titeln *Polygonometrie, oder Anweisung zur Berechnung jeder gradlinichten Figur* (Leipzig, 1784). Den schweiziske matematikern Simon Antoine Jean L'Huilier (1750–1840), som sammanställde polygonometrins grunder i verket *Polygonometrie, ou de la mesure des figures rectilignes* (Genève, 1789), hänvisade till Lexells artiklar.

Som en utvikning från polygonometrin utstakade Lexell i en kort artikel i Kungl. Vetenskapsakademiens *Handlingar* för 1778 några av polyhedrometrins grundekvationer (En märkvärdig lärosats, om planernas vinklar uti triangulaira pyramider, ss. 228-234). L'Huilier brukar anses som polyhedrometrins grundare, men Lexell var bevisligen före också här. Lexells matematiska arbeten berörde också celest mekanik (bl.a. Lamberts teorem) samt astronomiska tillämpningar av sfärisk geometri samt, kanske lite överraskande, talteori. I diskussioner med Euler tog sig Lexell an bl.a. Pierre de Fermats ”stora sats”, på vilket han i fallet $x^5 + y^5 = z^5$ företedde ett bevis baserat på så kallad oändlig nedstigning. Argumentet visade sig dock inte hållbart.

Lexells astronomiska arbeten

I vetenskapshistorien är Lexell mest känd för sina arbeten i teoretisk astronomi. I sitt första stora arbete under Eulers ledning bestämde han solparallaxen, d.v.s. vinkeln under vilken jordradien visar sig från Solens avstånd, med hög precision genom att numeriskt sammanjämka flera tiotals observationer av Venus inträde in i och utträde ur solskivan på olika håll i världen i ett trigonometriskt ekvationssystem. Med denna för sin tid avancerade metod uppskattades medelsolparallaxen till 8,80 bågsekunder, vilket ligger mycket nära dagens värde om ca 8,79 bågsekunder. Metoden som utarbetats av Euler utgör ett av de första dokumenterade exemplen på statistisk behandling av mätdata i modellekvationer på ett sätt som förebådar den minsta kvadratmetoden. I vanliga fall bestämdes solparallaxen och det därmed sammanhängande avståndet mellan Jorden och Solen genom jämförelser av två observationer på olika platser med varandra, men denna metod är mycket utsatt för enskilda mätfel. Sina egna parallaxmetoder och -beräkningar presenterade Lexell i Vetenskapsakademiens *Handlingar* 1771. Hans uppskattning av solparallaxen var några tiondels bågsekunder mindre än den som Eulers metod gav vid handen. År 1773–1774 utkom i samma serie Lexells beräkningar av några svenska och finska städers geografiska koordinater, i synnerhet deras longitud, med hjälp av observationer av sol- och månförmörkelser.

Tack vare sitt nära samarbete med Euler lärde sig Lexell att behärska den dåtida celesta mekaniken. Han tillämpade Newtons rörelselagar på himlakroppars banor och var bland de första att beräkna kometers elliptiska banor. I boken *Recherches et calculs sur la vraie orbite elliptique de la comète de l'an 1769* (Sankt Petersburg, 1770) gav Euler och Lexell en behändig metod att bestämma en komets bana och omloppstid runt Solen utifrån ett fåtal observationer av dess position på stjärnhimlen. Under sin verksamhet som astronom studerade Lexell många fall av trekropparsproblemet, d.v.s. rörelsen av tre kroppar som attraherar varandra med en kraft som är omvänt proportionell mot respektive avstånd i kvadrat. I motsats till det klassiska tvåkropparsproblemet, vars lösning går tillbaka till Kepler och Newton, är problemet i generell bemärkelse olösligt, men det visste man inte på den tiden. Man känner numera till många specialfall som kan lösas och som kallas inskränkta trekropparsproblem. Teoretiskt behandlade Lexell problemet med banrörelse kring två fixa centra (eller centra som roterar kring ett gemensamt centrum). Lexell hade dock en pragmatisk syn på problemet och betraktade det i många praktiska fall där en eller flera stora kroppar turvis dominerar rörelsen av en liten kropp. Exempelvis är Jordens, Solens och Månens växelverkan så betydlig, att den inte kan ignoreras i beräkningarna. Problemets komplexitet blev uppenbar för honom när han deltog i beräkningarna för Eulers teori om Månens rörelse som utkom i verket *Theoria motuum lunae nova methodo pertractata* (1772). Lexell studerade också med Euler störningar i Venus bana som förorsakats av Jorden.

Lexell blev internationellt ryktbar efter att ha förutspått rörelsen av en komet som år 1770 upptäcktes av astronomen Charles Messier (1730–1817). Dess omloppstid konstaterades vara 5,5 år, vilket storligen förvånade astronomerna. Man frågade sig hur det var möjligt att kometen undgått astronomerna tidigare. I det kejserliga hovet gick det t.o.m. rykten om att Lexell upptäckt en ny planet (Stén, 2019). Genom beräkningar som tog flere år i anspråk visade Lexell att kometen år 1768 infångats av Jupiters gravitationsfält och hamnat på denna korta omloppsbana runt Solen. Efter två fullbordade varv runt Solen skulle den igen råka i Jupiters verkningsfält, varvid den enligt Lexells beräkningar skulle slungas ut på en ny okänd bana. Så skedde uppenbarligen. Samma fenomen används som bekant för att accelerera rymdfarkoster med hjälp av energin som lagrats i planeters tyngdkraftsfält. Av alla kometer man hittills känner är ”Lexells komet” (D/1770 L1) den som kommit närmast Jorden i sin bana. Lexell insåg också att detta trekropparsproblem är icke-deterministiskt och kaotiskt, eftersom osäkerhet i initialparametrarna ger stora omslag i slutresultatet. Med andra ord är utgången obestämd trots att ekvationerna som karakteriserar problemet är deterministiska. Det vore för mycket att påstå att Lexell förebådade kaosteori hundra år i förtid, men teorin skulle säkert inte ha känts främmande för honom.

Lexell var den första att bestämma banan av den nya himlakropp som upptäcktes 1781 av den tysk-engelske astronomen William Herschel och som man vid upptäcktsskedet trodde vara en av otaliga kometer. Lexell visade genom utförliga beräkningar och jämförelser att dess sannolikaste bana var en cirkel. Eftersom bara planeter hade cirkulära eller nästan cirkulära banor insåg Lexell att den nya himlakroppen måste vara en tidigare okänd planet, senare döpt till Uranus.

I Kungl. Vetenskapsakademiens *Handlingar* (1778) uppger Lexell en metod att härleda Keplers banellips från Newtons rörelseekvationer. Problemet är följande:

> ”Om en kropp föres uti en krokig Linea OYM ikring en fast punct A, med en kraft, som allestädes är uti et omvändt förhållande af Quadraten til kroppens afstånd ifrån den fasta puncten; at finna, hwad OYM skall wara för en krokig Linea”.

Som svar av en tämligen rättfram analys härleds ekvationen

$$v = \frac{b}{1 + e\cos\varphi}$$

där b utmärker den koniska sektionens halva parameter för stora axeln, e banans excentricitet och φ polarvinkeln. Om $e = 1$ blir linjen en parabel, om $e < 1$ blir linjen en ellips och om $e > 1$ en hyperbel. Alla himlakroppar som rör sig runt en fix attraherande punkt såsom Solen kan beskrivas med en kurva av detta slag. Uppgiften att finna himlakroppars banor försvåras emellertid av att man i praktiken alltid observerar dem på Jorden, som rör sig i bana runt Solen, vilket medför perspektiveffekter. För att karakterisera och matematiskt beräkna en himlakropps rörelse inifrån solsystemetet måste därför ett omfattande observationsdata (avstånd, vinklar, tidpunkter) vara tillgängligt.

Johan Henrik Lindquist

Såsom Lexells efterträdare i tjänsten som matematikprofessor i Åbo utnämndes 1781 Johan Henrik Lindquist (1743–1798), vilken vikarierat Wallenius under dennes sjukdomstid. Lexell bedömde honom som en skicklig matematiker och som sin värdigaste efterträdare. Olika Lexell nöjde sig Lindquist emellertid med att publicera sina resultat endast i hemlandet. Han var född i Nystad, blev student i Åbo 1758 och magister 1769, varefter han kallades till Sveaborg för att undervisa astronomi för marinens officerare. Han vikarierade först för Wallenius och därefter 1775–1781 för Lexell. Därefter, ända fram till sin död, verkade han som ordinarie professor i matematik vid Kungl. Akademien i Åbo (Cederberg, 1943).

Lindquists första lärospån var avhandlingen *De integratione fluxionum formae* $(\sin z)^m(\cos z)^n \mathrm{d}z$ (Om integrering av differentialuttryck av formen ..., 1768) som försvarades under Wallenius' egid. Arbetets utgångspunkt är de i en artikel av Fredrik Mallet i Vetenskapsakademiens *Handlingar* för år 1758 framlagda uttrycken för integraler av detta slag. När antingen m eller n är lika med 1 blir integralen i respektive fall

$$\int s x^n \mathrm{d}z = -\frac{x^{n+1}}{n+1} \quad \text{och} \quad \int s^m x \mathrm{d}z = \frac{s^{m+1}}{m+1},$$

där s står för $\sin z$ och x för $\cos z$. Också i det fall att endera exponenten är ett positivt udda tal kan man enligt Newtons binomialsats utveckla potenserna av $1 - xx$ respektive $1 - ss$. För allmänna n och m kan integralen inte uttryckas på detta sätt (utan att tillgripa generaliserade funktioner, som inte ännu hade formulerats) och därför söker författarna en annorlunda lösning. Medels partiell integrering härleder Lindquist/Wallenius successivt sex möjliga uttryck där någondera faktorn i integranden har förenklats. Ett av dessa uttryck är

$$\int s^m x^n \mathrm{d}z = -\frac{s^{m-1}x^{n+1}}{n+1} + \frac{m-1}{n+1}\int s^{m-2}x^{n+2}\mathrm{d}z,$$

som gäller endast såframt antingen n eller m är ett jämnt tal. Genom upprepad användning av dessa uttryck erhåller man slutligen ändliga serier, t.ex. formeln

$$\int s^4 x^3 \mathrm{d}z = \frac{s^5 x^2}{5} + \frac{2s^7}{35}.$$

För att uttrycka potenser av sinus respektive cosinus av en vinkel med hjälp av mångfaldiga vinklar hänvisas läsaren till en formelsamling i Leonhard Eulers inflytelserika verk *Introductio in analysin infinitorum* (1748). Avhandlingen är i sin helhet grundlig och väl genomtänkt.

Efter en gradualdissertation år 1769 för ekonomieprofessor Pehr Kalm, *Vulgaria quaedam pluviarum praesagia expositura*, innehållande korta teser om vanliga sätt att förutspå regn, erhöll Lindquist magistergraden som primus i promotionen. Därefter publicerade Lindquist på eget namn avhandlingen *De motu projectilium in aere* (Om projektilrörelse i luften; respondent Anders Röring, 1770), en studie i ballistik. Här undersöks kaströrelse AMB (fig. 6.12) i ett ämne med motstånd (luft). Bokstaven ω betecknar den höjd från vilken en kropp bör falla fritt i ett tomrum för att erhålla samma hastighet som kroppen i M, φ betecknar vinkeln CMP vid M, s den genomlöpta vägen och t motsvarande tid, R luftens motstånd och g tyngdkraftens acceleration. I avhandlingen lägger Lindquist fram det allmänna uttrycket

$$\frac{R}{g} = -\frac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}s} - \sin\varphi,$$

som bevisas på följande sätt: gravitationskraften i riktningen MP upplöses i två komponenter, varav den ena verkar i en riktning motsatt till kroppens rörelseriktning (längs tangenten MT) och den andra i riktning av normalen till kroppens acceleration eller retardation, vilken komponent är $= g\sin\varphi$. Sålunda är den retarderande kraften lika med $= R + g\sin\varphi$. Denna bör enligt mekanikens principer vara proportionell mot minskningen av kroppens hastighet och omvänt proportionell mot tiden. Eftersom hastigheten i M är

$$v = \frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t} = \sqrt{2g\omega}$$

blir

$$2v\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}s} = 2g\frac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}s}$$

och eftersom $v\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}s} = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$ är den retarderande kraften

$$-g\frac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}s} = R + g\sin\varphi$$

vilket skulle bevisas. En omsorgsfull analys av banrörelsen med hjälp av krökningsradien r ger härefter vid handen följande differentialekvationer för kroppens x respektive y-koordinater

$$\mathrm{d}x = -r\cos\varphi\mathrm{d}\varphi = \frac{a\mathrm{d}\varphi}{\cos^2\varphi\left[A + \int\frac{\mathrm{d}\varphi'}{\cos^3\varphi'}\right]}$$

$$\mathrm{d}y = -r\sin\varphi\mathrm{d}\varphi = \frac{a\sin\varphi\mathrm{d}\varphi}{\cos^3\varphi\left[A + \int\frac{\mathrm{d}\varphi'}{\cos^3\varphi'}\right]}.$$

Dessa uttryck är så komplicerade att en generell lösning inte meddelas i sluten form. En bit på traven kunde man ha kommit genom sambandet

$$\frac{2}{\cos^3\varphi} = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}\varphi}\left(\frac{\tan\varphi}{\cos\varphi} + \ln\frac{\cos(\varphi/2)+\sin(\varphi/2)}{\cos(\varphi/2)-\sin(\varphi/2)}\right),$$

men att vidare integrera de resterande differentialuttrycken skulle ändå ha blivit utmanande. I stället undersöker författaren den approximativa lösning som Newton föreslagit (*Principia*, Bok II, Prop. X), där kurvan AMB representeras av en snett lutande hyperbel, sådan att dess ena asymptot är parallell med vertikalen. Lindquist tillägnade denna sin undersökning mecenaten, artillerigeneral Augustin Ehrensvärd, som förmodligen var övertygad om hans kapacitet och följaktligen kallade honom till Sveaborg som lärare för sina officerare. Ehrensvärd var ledamot av Kungl. Vetenskapsakademien och känd för att uppskatta matematiskt snille.

I Lindquists avhandling *Methodus integrandi aequationes quasdam differentials tertii ordinis* (Integreringsmetod för några tredjegradsekvationer; respondent Johan Tennberg, 1774) behandlas en metod att lösa differentialekvationer av tredje grad. Upprinnelsen är en differentialekvation av fjärde grad med vilken Lexell utmanat fysikprofessorn Anders Planman i Åbo. I avhandlingen meddelar Lindquist sin på en snillrik substitution baserade lösning av denna och en rad andra icke-linjära differentialekvationer av högre grad. Genom substitutionen förvandlas ekvationerna till förstagradsekvationer, vilkas lösning kan uttryckas med hjälp av logaritmer.

Av Lindquists inalles sju svenskspråkiga artiklar utkomna i Kungl. Vetenskapsakademiens *Handlingar* handlade sex om astronomiska frågor och en om analytisk geometri. I det tredje kvartalet av 1776 års *Handlingar* utkom artikeln ”Problem, at ifrån en gifven punct draga en rät linie, normal til en gifven Parabola Apolloniana”. Betrakta parabeln BAC i figur 6.13, med axeln AD, vertex

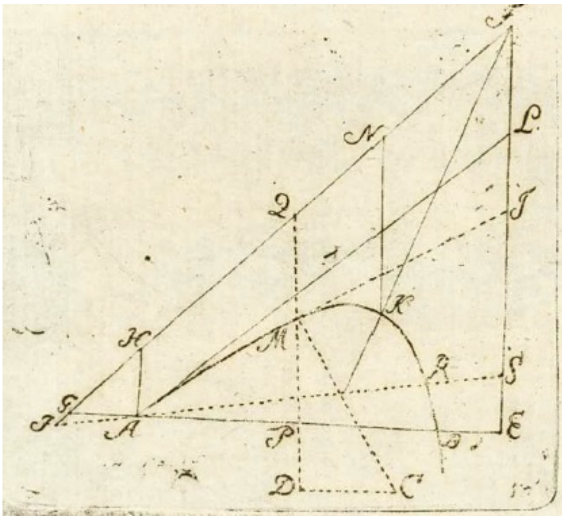


Fig. 6.12: Lindquists analys av kaströrelse i ett ämne med motstånd. Det tål att påpekas, att bågen AMB inte är en parabel.

A och focus F. P är punkten genom vilken den åstundade normalen (allt som allt finns det tre normaler PM) bör dras. Först fälls en normal mot axeln PN, därefter avsätts på axeln linjen FR från focus med längden halva AN. Ifrån R dras vinkelrätt mot axeln sträckan RQ, som är till längden en fjärdedel av NP. Med Q som medelpunkt och QA som radie ritas härefter en cirkel som sammanträffar med parabeln i tre punkter M, vid vilka normalen sammanträffar med P. Något bevis för denna intressanta egenskap hade Lindquist inte påträffat i litteraturen, och det lämnades till nöje för läsaren. Den nutida läsaren, för vilken den syntetiska geometrins och kägelsnittens begrepp känns främmande, frestas att lösa problemet analytiskt. Härmed reduceras det till en tredjegradsekvation. Lindquists konstruktion förekommer i en del läroböcker under 1900-talets början, men den kan med goda skäl betraktas som Lindquists uppfinning.

Avhandlingen *De inflexionibus laminarum elasticarum* (Om böjning av elastiska laminat; respondent Isak Höckert, 1777) kan nämnas som den första matematiska studien av elasticitet i Åbo. Tidigare hade Nils Hasselbom i en avhandling utgiven 1735 behandlat elastiska fenomen (böjning, sammanpressning och sträckning) på en elementär nivå, men Lindquist undersöker böjning av en elastisk skiva av rektangulär form. En elastisk kropp definieras först som en

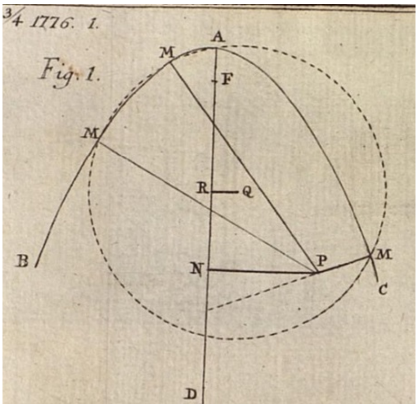


Fig. 6.13: Illustration till Lindquists teorem.

kropp som under påverkan av en kraft omformas, men som omedelbart efter att kraften upphört att verka återfår sin ursprungliga form. Man hänvisar särskilt till Jacob Bernoulli och Leonhard Euler, som utarbetat huvudparten av teorin. Författarna ger sig nu i kast med att härleda ett integraluttryck för skivans böjning under påverkan av en kraft. Man betraktar skivan såsom ett aggregat av fibrer och erhåller ett integraluttryck över alla de vridmoment som fibrerna enskilt utsätts för då skivan är fästad och orörlig i den ena ändan och påverkas av en vinkelrät kraft i den andra. Gravitationen undantages ur beräkningarna och endast lineär elasticitet behandlas, sådan att böjningen och spänningen är proportionella mot kraften (enligt Hookes lag). Avhandlingen slutar dock innan konkreta resultat hade uppnåtts, och den i slutet utlovade fortsättningen utkom heller aldrig. Elasticitetsteorin är notoriskt svår.

Det välkända parallellaxiomet i Euklides' *Elementa* är temat för avhandlingen *Theoria linearum parallelarum* (Teorin om parallella linjer; respondent Erland Rosenback, 1789). Postulatet[4] lyder:

> ”Om en linje skär två andra linjer så att de respektive inre skärningsvinklarnas summa är mindre än två räta vinklar, kommer dessa linjer i förlängningen att korsa på samma sida om linjen som vinklarna”.

Euklides' formulering upplevdes i allmänhet som otillfredsställande. Mängder

[4]Ursprungligen var parallellaxiomet Euklides' femte postulat, men i de otaliga nyupplagorna av *Elementa* har den haft ett högre ordningstal.

av författare har sedan antiken skärskådat ämnet på olika djup, däribland John Wallis (1616–1703), Giovanni Girolamo Saccheri (1667–1733), Johann Heinrich Lambert (1728–1777) och Adrien-Marie Legendre (1752–1833), dock utan att bidra till problemets upplösning. Själva idén med ett axiom är ju att postulatet är obevisligt och i någon mening uppenbart i sig. Lindquists/Rosenbacks dissertation var såtillvida i gott sällskap. Parallellaxiomet är kanske mera känt i en ekvivalent form given av den skotska matematikern John Playfair (1748–1819): ”Låt en rät linje och en punkt som ligger utanför linjen vara givna. Då kan man dra en och endast en rät linje som går genom punkten och är parallell med linjen.”

Nu säger också Lindquist och Rosenback i avhandlingen att Euklides’ uppfattning av parallella linjer är diffus och föreslår därför såsom en enklare och mer koncis definition följande: ”parallella linjer är sådana som placerade i samma plan är för varje intervall lika avlägsna från varandra”. Härifrån bygger de upp ett system och bevisar Euklides’ besvärliga axiom på följande sätt (Teorem XXV, fig. 6.14):

> Dra den räta linjen EF (som är parallell med AB) genom Q, och eftersom vinkelsumman FQP + QPB är lika med två räta är denna vinkelsumma också större än DQP + QPB, och därför måste FQP vara större än DQP. Den räta linjen CD skär EF i Q och därför skär den också AB, förutsatt att den dras ut tillräckligt. Denna delning skapar två vinklar DQP, QPB, som tillsammans är mindre än två räta. Om de skulle delas från andra hållet skulle CQP, QPA tillsammans bilda en vinkel mindre än två räta. Men eftersom vinkelsumman CQP + DQP + QPB + QPA är lika med fyra räta och vinkelsumman DQP + QPB är mindre än två räta måste CQP + QPA vara större än två räta. *Ergo.*

Beviset är dock mer eller mindre ett cirkelbevis och bevisar därmed ingenting. Icke desto mindre kan man säga att själva problemet låg i tiden. Bara några årtionden senare skulle ryssen Nikolaj Lobatjevskij (1792–1856) och ungraren János Bolyai (1802–1860) oberoende av varandra framlägga en ny, hyperbolisk geometri, där parallellaxiomet inte gäller och där triangelns vinkelsumma är mindre än 180°. I den sfäriska geometrin gäller parallellaxiomet visserligen inte heller, och triangelns vinkelsumma är där större än 180°, men den är ändå lättare att visualisera.

Lindquists avhandling *Examen methodi aequationes algebraicas resolvendi, a Cel. L. Bendavid nuper propositae* (Undersökning av en metod att lösa algebraiska ekvationer som nyligen föreslagits av den vittberömde L. Bendavid;

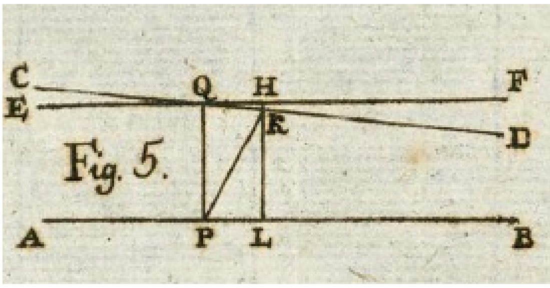


Fig. 6.14: Lindquists illustration till parallellaxiomet.

respondent Johan Fredrik Ahlstedt, 1798) behandlar lösning av algebraiska ekvationer av högre grad. Den granskar kritiskt en metod som den tyske filosofen och matematikern Lazarus Bendavid (1762–1832) något tidigare presenterat i tidskriften *Intelligenzblatt der Allgemeine Literatur Zeitung* (den 18 november 1797). I artikeln behandlas ekvationen $nx + m = x$, som först upphöjs i femte potens

$$n^5x^5 + 5n^4x^4m + 10n^3x^3m^2 + 10n^2x^2m^3 + 5nxm^4 + m^5 = x^5,$$

och som kan omformas som

$$\begin{aligned} n^5x^5 + 5n^4x^4m + 15n^3x^3m^2 + 15n^2x^2m^3 &+ 5nxm^4 \\ -5n^3x^3m^2 - 10n^2x^2m^3 &- 5nxm^4 \\ +5n^2x^2m^3 &+ 5nxm^4 \quad + \quad m^5 = x^5, \end{aligned}$$

och vidare som

$$x^5(n^5 - 1) + 5nxm(nx + m)^3 - 5nxm^2(nx + m)^2 + 5nxm^3(nx + m) + m^5 = 0.$$

Då x substitueras för $nx + m$ får man

$$x^5 + \frac{5nmx^4 - 5nm^2x^3 + 5nm^3x^2 + m^5}{n^5 - 1} = 0,$$

varigenom termen av första grad i x har eliminerats. Ekvationen kan alltså skrivas $x^5 + ax^4 - bx^3 + cx^2 + e = 0$ med motsvarigheterna

$$5nm = a(n^5 - 1), \quad 5nm^2 = b(n^5 - 1), \quad 5nm^3 = c(n^5 - 1), \quad m^5 = e(n^5 - 1).$$

Från den sistnämnda ekvationen erhålls

$$n^5 - 1 = \frac{m^5}{e} \qquad \text{och} \qquad n = \sqrt[5]{\frac{m^5 + e}{e}}$$

När uttrycket för n insätts i de tre föregående ekvationerna upphöjda i femte potens (då man skrivit $m^5 = p$ och strukit gemensamma faktorer) erhålls

$$3125\big(\frac{p+e}{e}\big) - a^5p^4 = 0, \quad 3125\big(\frac{p+e}{e}\big) - b^5p^3 = 0, \quad 3125\big(\frac{p+e}{e}\big) - c^5p^3 = 0.$$

Adderas den första och den tredje ekvationen och den andra subtraheras får man en fjärdegradsekvation för p,

$$a^5p^4 - b^5p^3 + c^5p^2 - 3125\big(\frac{p+e}{e}\big) = 0,$$

vars lösningsformel är känd. Genom p fås också m och n och slutligen $x = m/(1-n)$. Vid en närmare undersökning av Bendavids lösning upptäcker Lindquist/Ahlstedt dock tvetydigheter och problem. För det första påpekar de att koefficienterna a, b och c uppfyller sinsemellan motstridiga relationer. Dessutom är själva förfarandet obestämt: om man i stället adderar de två första ekvationerna och subtraherar den tredje får man

$$a^5p^4 + b^5p^3 - c^5p^2 - 3125\big(\frac{p+e}{e}\big) = 0,$$

eller också, om man adderar de två senare ekvationerna och subtraherar den första, får man

$$a^5p^4 - b^5p^3 - c^5p^2 - 3125\big(\frac{p+e}{e}\big) = 0.$$

Vilken eller vilka lösningar för p är då att föredra? Lindquist/Ahlstedt konstaterar att femtegradsekvationen inte på detta kan reduceras i ett entydigt schema liknande lösningsformeln för tredje- och fjärdegradsekvationer som publicerades av italienaren Gerolamo Cardano i verket *Ars magna* (1545). Problemet låg alldeles tydligt i luften: att ekvationer av femte eller högre grad allmänt inte kan lösas med radikaler (rötter) bevisades 1799, om också ofullständigt, av italienaren Paolo Ruffini (1765–1822) och mer fullständigt 1824 av norrmannen Niels Henrik Abel (1802–1829), samt i en mer generell form av Évariste Galois (1811–1832).

Lindquist var en flitig matematiker som i sin tjänst som professor följde uppmärksamt med matematikens utveckling, inte minst sin föregångares Lexells förehavanden i Sankt Petersburg, och behandlade i likhet med denne många astronomiska problem i sina avhandlingar. Dessa berörde solförmörkelser, Merkuriuspassager och stjärnors förmörkelser samt astronomiska storheter som kan lösas utur dessa fenomen. Metoder att bestämma Jordens elliptiska form var också temat i flera av Lindquists avhandlingar. I Lindquists artikel *Methodus, ex observatis stellarum a Luna occultationibus, inveniendi differentias meridianorum et loca Lunae vera*, som utkom postumt i Kungl. Vetenskaps-Societetens *Nova Acta* år 1799, använde han sig av en av Lexell utarbetad metod att bestämma meridianskillnaden utifrån stjärnors förmörkande av Månen.

Jämnårig med Johan Henrik Lindquist var studiekamraten Magnus Jacob Alopaeus (1743–1818), som var född i Leppävirta i Savolax. Efter att ha genomgått Borgå gymnasium inledde han studierna i Åbo 1761. Magister blev han 1766 och docent i matematik 1769. Han var därefter under många år lektor i matematik och teologi vid Borgå gymnasium. Såsom prästvigd blev han 1794 domprost i Borgå och sedermera biskop i Borgå stift. Vid valet av efterträdare för Wallenius till matematikprofessuren 1774 var Alopaeus och Lindquist kandidater, medan Lexell blev vald.

Alopaeus' matematiska publikationer är inte många. Den förnämligaste av dem är *Propositiones quaedam geometricae solutae et demonstratae* (Några geometriska problem upplösta och bevista; 1774, respondent Sigfrid Porthan). Fem geometriska utsagor med påföljande teorem, korollarier och scholier framställs och bevisas. Den första utsagan lyder: En triangel ABC i planet inskrivs i en cirkel genom dess hörnpunkter. Vid hörnpunkterna dras tangenter till cirkeln ut AD, BE och CF, som möts, en och en, med sidornas BC, AC och AB förlängningar, vid punkterna D, E respektive F. Nu påstås det, att punkterna DEF ligger på en rät linje. Författaren uppger att han fått problemet av sin lärare Wallenius, som i sin tur hade lärt sig den av sin lärare Klingenstierna, men att Wallenius' demonstration hade varit en annan än den som han själv uppger. Vi noterar att teoremet är ett specialfall av Blaise Pascals (1623–1662) berömda sexhörningsteorem (*Hexagrammum mysticum*).

Alldeles i början av Lindquists professur, år 1781, utnämndes Isak Nordberg (1755–1797) till docent i matematik vid Kungl. Akademien i Åbo. Han var son till en inspektör vid Billnäs bruk i Nyland och hade disputerat för magistergraden 1778 för Anders Planman med en avhandling om bestämningen av Jordens form med hjälp av pendelförsök. Han verkade som lektor vid Katedralskolan (1784) och omtalas ha varit violinist och ledare för Åbo Musikaliska sällskap (1790). Efter sin magistersdisputation skrev Nordberg så vitt man vet endast en matematisk avhandling, *De limitibus aequationum* (Om ekvationers gränser; respondent Carl Henrik Brunow, 1781). Det är varken ett särskilt originellt eller högklassigt arbete, men det tyder på att författaren bekantat sig med den abstrakta algebrans långa förhistoria och ett stort antal författare. Avhandlingen handlar om algebraiska ekvationer och metoder för deras lösning börjande från första- och andragradsekvationen och upp till tredje- och högregradsekvationer. Negativa rötter, det så kallade irreducibla fallet och imaginära lösningar omnämns som oacceptabla. Med irreducibelt fall (*casus irreducibilis*) menas uppkomsten av komplexa lösningar i Cardanos lösningsformel för tredjegradsekvationen, även i det fall att alla rötter i själva verket är reella.

För att belysa vad som menas med ekvationers gränser (*limites*) betraktar författaren (Isak Nordberg) ekvationen $x^2 - lx + m^2 = 0$. Eftersom m^2 är positiv måste också $lx - x^2$ vara det, och därmed $lx > x^2$, eller $l > x$. Likaledes är $x^2 \geq 0$ och därför är $lx > m^2$, eller $x > m^2/l$. Gränserna för att erhålla reella rötter blir därför $m^2/l < x < l$. Med särskilt nit behandlas en metod att undersöka nollställen av polynom av formen $x^n - px^{n-1} + qx^{n-2} - rx^{n-3} + \cdots = 0$. Metoden belyses enklast med tredjegradsekvationen $x^3 - px^2 + qx - r = 0$, vars rötter betecknas a, b och c; alltså gäller $(x-a)(x-b)(x-c) = 0$. Om nu summan av rötterna betecknas $A = a+b+c$ och summan av rötternas kvadrater B, så erhålls ekvationssystemet $p = A, Ap = B + 2q$, och $r = abc$. Sådana ekvationssystem kan, såsom författaren utförligt demonstrerar, uppställas även för ekvationer av högre grad. Dylika algebraiska samband mellan en ekvations rötter och dess koefficienter kallas Viètes (eller Vietas) formler.

De övriga docenterna under Lindquists egid var Carl Fredrik Meinander (1759–1803) och Adam Johan Tammelander (1764–1816) i astronomi och Anders Johan Mether (1773–1837) i matematik. Meinander fick sin docentur 1784 efter att ha presiderat för avhandlingen *De nova stella mobili* samma år. Avhandlingen ger en tämligen utförlig redogörelse för upptäckten av planeten Uranus. Meinander var hemma från Sulkava, där hans fader var kronofogde och jordbrukare. Han hade disputerat pro gradu för Lindquist 1782 med en avhandling om den inversa tangentmetoden och var primus vid promotionen samma år. År 1785 blev han slutligen lektor vid Borgå gymnasium. Tavastlänningen Adam Tammelander disputerade pro gradu för Lindquist *De inveniendi tempus verum* (Om att utfinna den verkliga tiden, 1785) och blev docent 1785. Han blev slutligen kyrkoherde i Esbo (Kotivuori, 2005).

Lindquists efterföljare

Anders Johan Mether (1773–1837) var son till en regementsskrivare i Padasjoki. Han disputerade för Lindquist i ett astronomiskt ämne 1792 och blev docent i matematik 1795. Han tillbringade åren 1793–1794 i Uppsala, vid vars universitet han även presiderade för en avhandling. Vid Lindquists frånfälle 1798 utnämndes Mether till matematikprofessuren 1799. Mether verkade i sin tjänst fram till 1812 och återvände till sin fädernegård i Padasjoki. Han efterträddes av Johan Fredrik Ahlstedt (1776–1823), son till en kaplan i Loimaa. Både Mether och Ahlstedt åtnjöt högt anseende vid Akademien som dugliga matematiker och lärare, men i internationell jämförelse var deras insatser föga nyskapande. De fortsatte på den av Lexell och Lindquist upptrampade stigen och utgav dissertationer i såväl matematiska som fysikaliska och astronomiska ämnen.

Methers tid som professor var kort och hans avhandlingar få till antalet. Förutom traditionella astronomiska ämnen behandlar han framför allt uppgifter inom analytisk geometri. Från kurvors givna egenskaper skulle kurvans ekvation lösas i form av en relation mellan x och y-koordinaten. Sådana uppgifter löses i synnerhet i avhandlingen *Specimina quaedam geometriae curvilineae sistens* (Prov på några kroklinjiga geometrier; respondent Nils Israel Berghäll, 1798). En av uppgifterna som behandlades i nämnda avhandling (§V) lyder:

> *Invenire curvam, in qua subnormalis est ad summam subnormalis & subtangentis, ut normalis ad radium curvaturae, datis harum linearum relationibus.* [Finn kroklinjen, för vilken subnormalen förhåller sig till summan av subnormalen och subtangenten, såsom normalen till krökningsradien, då linjernas förhållande är givet.]

Lösning: Eftersom subnormalen är $y\dfrac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x}$ och subtangenten $y\dfrac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}y}$ är deras summa $y\dfrac{\overline{\mathrm{d}x^2+\mathrm{d}y^2}}{\mathrm{d}x\ \mathrm{d}y}$; Krökningsradien är

$$\frac{\overline{\mathrm{d}x^2+\mathrm{d}y^2}^{3/2}}{-\mathrm{dd}y\ \mathrm{d}x}, \quad \text{och normalen} \quad y\frac{\sqrt{\mathrm{d}x^2+\mathrm{d}y^2}}{\mathrm{d}x}.$$

Således gäller proportionaliteten

$$y\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x} : y\frac{\overline{\mathrm{d}x^2+\mathrm{d}y^2}}{\mathrm{d}x\ \mathrm{d}y} :: y\frac{\sqrt{\mathrm{d}x^2+\mathrm{d}y^2}}{\mathrm{d}x} : \frac{\overline{\mathrm{d}x^2+\mathrm{d}y^2}^{3/2}}{-\mathrm{dd}y\ \mathrm{d}x},$$

som reduceras till differentialekvationen $\mathrm{d}y^2 + y\mathrm{dd}y = 0$. Efter en integrering fås $y\dfrac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x} = c$, och vidare efter en andra integrering $y^2 + 2cx + c' = 0$, där c och c' är konstanter. Kurvan som uppfyller de nämnda kraven är alltså en parabel. I avhandlingen löses många liknande uppgifter med skicklighet, men vi noterar att de matematiska begrepp och metoder som här kommer till användning hade skapats redan av Leibniz och tillämpats av föregångarna Wallenius och Lexell.

Traktrisen är en kurva med lång historia och många tillämpningar. Den betecknar generellt en kurva som uppstår när man drar t.ex. en kälke med en lina vinkelrätt mot utgångslinjen mellan kälken och dragaren (*tractrix* är latin för dragare, från *trahere*, att dra, släpa). Rörelsemotstånd är således en förutsättning för kurvan och en implicit parameter i dess differentialekvation som lyder

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x} = -\frac{\sqrt{a^2 - x^2}}{x}.$$

Efter integrering fås

$$y(x) = -\sqrt{a^2 - x^2} + a \ln \frac{2(a + \sqrt{a^2 - x^2})}{a^2 x}$$

plus en godtycklig konstant som fastsälls genom kravet att $y(a) = 0$. Utgående från traktrisens differentialekvation offentliggjorde G. W. Leibniz år 1693 idén till en "maskin" för mekanisk integrering av differentialekvationer. Själva traktrisen påminner om formen av en trumpet, vilket bland annat gett idén till den så kallade hornhögtalaren med formen av en traktris som roterats runt sin asymptot. Rotationstraktrisen har visat sig ha utmärkta akustiska egenskaper. Samma speciella yta spelade också en oväntad roll i att belysa den icke-euklidiska geometrin. Den italienske matematikern Eugenio Beltrami (1833–1899) upptäckte år 1868 att rotationstraktrisen har konstant negativ gausskrökning och utgör en lokal form av icke-euklidisk geometri som Lobatjevskij och Bolyai oberoende av varandra hade upptäckt och offentligjort 1829 respektive 1832. Den kallas för pseudosfär eftersom dess radie är rent imaginär.

I avhandlingen *De lineis curvis parallelis, pars prior* (Om parallella kroklinjer, första delen; respondent Gustaf Adolf Brunow, 1802) undersöker författarna analytiskt, på vilket sätt två krökta linjer (andragradskurvor d.v.s. kägelsnitt) kan sägas vara parallella liksom två räta linjer som överallt är lika avlägsna från varandra. Man konstaterar, att två kurvors tangenter kan vara lika antingen längs en korresponderande linje eller på samma ordinata. Av alla kurvor har endast cirklar med samma medelpunkt men olika radie överallt samma tangent och mellanliggande avstånd på vilken som helst korresponderande linje.

Ämnet för avhandlingen *De tractoriis sectionum conicarum, pars prior* (Om kägelsnittens traktriser; respondent Axel Josias Flodberg, del 1, 1804, del 2, 1805) är så kallade traktriser av ett speciellt slag, nämligen för kägelsnitt (d.v.s. en cirkel, ellips, hyperbel eller parabel). Först härleds differentialekvationen för den enkla traktris som ursprungligen studerats av Huygens, Newton och Leibniz. I avhandlingens andra del (1805) härleds bl.a. cirkelns traktris, som i själva verket är en annan cirkel innanför den första och är såtillvida något enklare än traktrisen för en rät linje.

Det kan noteras att den grekiska bokstaven π förekommer i denna avhandling för att beteckna kvoten av cirkelns periferi (därav bokstaven π) och diameter. Denna beteckning, som hade hade blivit allmän genom Leonhard Euler, förekom sporadiskt i Åbo-avhandlingar sedan den första gången förekommit i en avhandling av M. J. Wallenius (*Aphorismi miscellanei*; respondent Henrik Wallenborg, 1760). Mether använde dock fortfarande bokstaven N för att beteckna basen av den naturliga logaritmen eller talet $e \approx 2,718$, vars hyperboliska logaritm är 1 (*numerus cujus logarithmus hyperbolicus* = 1), trots att beteckningen e också hade introducerats av Euler.

Efter att Mether fått begärt avsked från sitt ämbete 1812 valdes Ahlstedt till professuren i matematik. Ahlstedt disputerade för Lindquist pro gradu 1798 (Lindquist avled bara tre veckor senare) och agerade preses för sin *pro venia docendi* -disputation år 1800. Han blev docent i matematik 1802 och verkade som Akademiens tillförordnade sekreterare tills han 1812 utnämndes till matematikprofessuren som han innehade till sin död 1823.

I Ahlstedts tidiga docentavhandling *De methodo soliditates corporum duplici integratione eruendi* (Om bestämningen av volymen av kroppar medels dubbelintegraler; respondent Johan Anders Montén, 1800) tillämpas en integreringsmetod som uppges härstamma från Eulers uppsats *De formulis integralibus duplicatis* utgiven i Petersburg-akademiens *Novi Commentarii* år 1770. Ahlstedt applicerar metoden på kroppar vilkas tvärsnitt har formen av ett kägelsnitt: för en ellipsoid av formen $A^2x^2 + B^2y^2 + C^2z^2 = \alpha^2$ är det således uttrycket

$$\iint z\mathrm{d}x\mathrm{d}y = \iint \sqrt{\alpha^2 - A^2x^2 - B^2y^2}\,\frac{1}{C}\mathrm{d}x\mathrm{d}y$$

som bör integreras. Den första integrationen över y-variabeln ger

$$\int \left(\frac{y}{2C}\sqrt{\alpha^2 - A^2x^2 - B^2y^2} + \frac{(\alpha^2 - A^2x^2)}{2BC}\arcsin\frac{By}{\sqrt{\alpha^2 - A^2x^2}} \right)\mathrm{d}x.$$

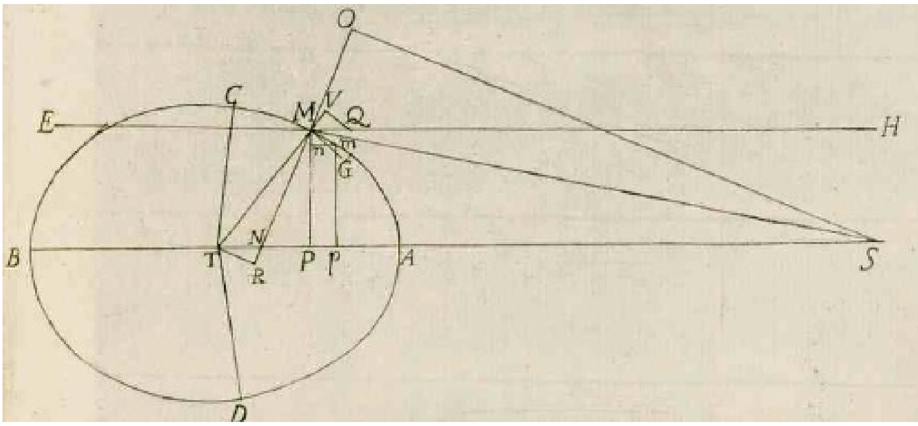


Fig. 6.15: Illustration till Ahlstedts studie av ebb och flod.

Före nästa steg insätts den övre gränsen för y vid $\sqrt{\alpha^2 - A^2x^2}/B$. Då blir den första termen noll och $\arcsin(1) = \pi/2$. Således blir integralen lika med $(3\alpha^2 - A^2x^2)\pi x/(12BC)$, och när man för x substituerar α/A fås den korrekta volymen av en oktant (åttondel) av en ellipsoid $\alpha^3\pi/(6ABC)$. Metoden i fråga tillämpas till yttermera visso på hyperboloider och paraboloider.

Johan Fredrik Ahlstedts avhandling *De figura fluidi immoti, ab externa vi sollicitati* (Formen av en orörlig vätska under påverkan av yttre krafter; respondent Carl Gustaf Ahlstedt, yngre broder till förf., 1803) behandlar differentialekvationen som uttrycker jämvikten av en vätska påverkad av olika slags krafter, vilken Euler härlett i en prisbelönt uppsats om ebb och flod (*Inquisitio physica in causam fluxus ac refluxus maris*, utgiven i Paris 1740). Som ett specialfall betraktas här kraften mellan två masselement som omvänt proportionell mot kvadrat av det mellanliggande avståndet. Det gäller alltså att beräkna Månens och Solens verkan på Jordens form betraktad som ett temporärt orörligt vätskeklot (fig. 6.15) utsatt för olika krafter. Eulers hydrostatiska differentialekvationer är emellertid så komplicerade att författarna förordar en approximativ metod. De härleder lösningen utifrån en tredjegradsekvation, varmed skillnaden mellan den av Solen orsakade ebb och flod finnes som ungefär 0,79 och den av Månen som 2,5 svenska fot. Resultatet är av rätt storleksordning, dock anställs ingen jämförelse med det som t.ex. Euler tidigare härlett.

I Ahlstedts avhandling *Theoria motus bilancis* (Teorin för vågens rörelse; respondent Johan Lönnmark, 1806) undersöks teorin för den känsliga torsionsvåg med vilken engelsmannen Henry Cavendish (1731–1810) något tidigare hade bestämt Jordens densitet under förutsättning att tyngdkraften är proportionell mot de attraherande massorna och omvänt proportionell mot kvadraten på avståndet mellan massmedelpunkterna. Genom att mäta vågens svängningsperiod kunde Cavendish bestämma gravitationskonstanten och därmed också Jordens densitet. Författaren hävdar att teorin är otillfredsställande och härleder från en mer exakt serieutveckling nya formler för vågens period. Tyvärr jämförs resultatet inte med Cavendishs.

De under Ahlstedts professur (1812–1823) utkomna avhandlingarna byggde mestadels på aktuella fysikaliska och astronomiska rön. I en serie på fyra separata avhandlingar med rubriken *Phaenomena luminis* (Ljusfenomen; 1815, 1819) undersökte Ahlstedt Newtons ljusteori och utarbetade banor för de tänkta ljuskorpusklerna då de avlänkas från en reflekterande yta. Avlänkningen menades bero på en kraft som är omvänt proportionell mot avståndet mellan partiklarna. Teorin var ingalunda ny. Ahlstedt gjorde sina mödosamma uträkningar ovetande om att fransmannen Augustin Fresnel (1788–1827) ungefär samtidigt höll på att utarbeta en vibrationsteori för ljuset, som grundligt förnyade optiken och en stor del av fysiken.

Ahlstedts avhandling *De lege resistentiae aeris in projectilia* (Om lagen om projektilers luftmotstånd; respondent Anton Fredrik af Tengström, 1822) behandlar en möjlig modifiering av luftmotståndets lag för klotformade projektiler. Allt sedan Newton hade luftmotståndet ansetts bero på kvadraten av projektilens hastighet, vilket författarna nu säger sig betvivla. För att utröna frågan föreställer sig författarna ett experiment med flere kanoner av olika storlek som skjuter projektiler med olika utgångshastigheter. Projektilernas kulminationshöjd bestäms därefter genom iakttagelser och trigonometriska beräkningar. Då v betecknar projektilens hastighet skriver författarna luftmotståndet nu mer generellt som en potensserie

$$f(v/k) = A + Bv + Cv^2 + Dv^3 + \dots$$

där k, lika som A, B, C, D, o.s.v., är konstanter. För projektilens uppstigning gäller ekvationen $2v\mathrm{d}v = -(g + f(v/k))\mathrm{d}x$, och för dess fall $2v\mathrm{d}v = (g - f(v/k))\mathrm{d}x'$, och således erhålls ekvationsparet

$$\begin{aligned} 2v\mathrm{d}v &= -(g + A + Bv + Cv^2 + Dv^3 + \dots)\mathrm{d}x \\ 2v\mathrm{d}v &= (g - A - Bv - Cv^2 - Dv^3 - \dots)\mathrm{d}x'. \end{aligned}$$

Härefter görs ett variabelbyte $v = 1/z$ med hänvisning till att luftmotståndet bekvämare kan studeras som funktion av z, eftersom projektilens hastighet v

är mycket hög. Uttrycken integreras och tidsvariabeln introduceras, och man säger att konstanterna A, B, C, D härur kan lösas med hjälp av mätresultaten. Belägg för påståendet framläggs inte.

Under Methers och Ahlstedts professurer verkade såsom docent i matematik Gabriel Gabrielsson Palander (1776–1821), son till en kaplan i Vånå. Han hade genomgått Borgå gymnasium och dimitterats från Kungl. Akademien i Åbo 1798 som primus. Följande år blev Palander docent i matematik och deltog därefter i Uppsalaprofessorn Jöns Svanbergs gradmätningsexpedition 1801–1803 med målet att förbättra Maupertuis' mätning av meridianbågens längd (Mustelin, 1962). Sträckningen var längre än tidigare och gick i Tornedalen från Malören i Kalix skärgård till Pahtavaara (väster om Torne älv) över 1,7 grader längre norrut. Trianglarna var också fler än tidigare, och hörnpunkternas antal uppgick nu till 22. Resultaten framlades i boken *Exposition des opérations faites en Lapponie, pour la détermination d'un arc du méridien en 1801, 1802, et 1803*, redigerad av Jöns Svanberg, Jonas Öfverbom, Gabriel Palander och Daniel Echard Holmquist. Längden av en båge om 1° uppskattades nu till 57 196,159 toise, eller 111 477,408 meter (enheten meter tillämpades för övrigt här för första gången i Sverige). Jordens tillplattningsförhållande blev enligt denna uträkning omkring 1:320, något beroende på vilken mätning man jämförde med. Efter expeditionen verkade Palander som biblioteksamanuens i Åbo och 1814 utnämndes han till professor i logik och metafysik (filosofi). Han uppges då ha undervisat i Immanuel Kants filosofi. Vi noterar också att Palanders syster Ebba Katarina var gift med kemiprofessorn Johan Gadolin.

Palanders matematiska avhandlingar i Åbo behandlade såväl klassiska problem som frågor kring differential- och integralkalkylen. Hans *pro venia docendi* -avhandling *De methodo superficies solidorum duplici integratione investigandi* (Undersökning av en metod att bestämma kroppars areor med dubbelintegraler, 1799; resp. Carl Åström). Som utgångspunkt finner vi Eulers *De formulis integralibus duplicatis*, som även Ahlstedt hänvisade till i en tidigare omtalad avhandling från år 1800. Metoden tillämpades på ellipsoider och konoider. Vi noterar endast att integrering av differentialuttryck innehållande flere variabler hade varit en stor utmaning även för Euler, och att en enhetlig metod för att behandla multipla integraler saknades ännu en lång tid.

Många av de senare problemen härrörde sig från Lagranges arbeten. Lagranges inflytande syns särskilt i Palanders femdelade dissertation *Analyseos sublimioris algebrae elementari connectendae specimen exhibens* (Specimen anslutande den högre analysen till elementär algebra, 1806–1807), som bygger på en tysk översättning av Lagranges *Théorie des fonctions analytiques* (1797). För första gången i en Åbo-dissertation talas det här om analytiska funktioner, vilkas kontinuitet man uttryckligen undersöker. Beteckningen $f(x)$ för en funktion (från latinets *functio* och franskans *fonction*) introduceras och man definierar (del II, s. 15)

$$f'(x, x') = \frac{f(x) - f(x')}{x - x'},$$

och kallar den för funktionens derivata (från franskans *dérivé*) av första ordningen. Bakom definitionen ligger Lagranges medelvärdessats, som säger att det mellan två punkter $x = a$ och b måste finnas en punkt där en kurvas tangent har samma riktningskoefficient som linjen mellan kurvans ordinata i a respektive b. I fallet $f(x) = e^x$ får man enligt Palander (del II, s. 18)

$$f'(x, x') = \frac{e^x - e^{x'}}{x - x'} = e^{x'} \frac{e^{x-x'} - 1}{x - x'}.$$

Nu säger författaren, att eftersom täljarens uttryck $e^x - e^{x'}$ innehåller faktorn $x - x'$ måste den vara delbar med $x - x'$, och således är

$$f'(x, x') = e^{x'} \frac{(x - x')(A + V)}{x - x'}$$

där A är en ändlig faktor, medan funktionen V är sådan att den går mot noll då $x \to x'$.

Förklaringen är inte helt tillfredsställande, även om konklusionen är riktig. Det gäller att observera, att man inte här talar om derivatan som ett gränsvärde. Begreppet gränsvärde infördes av Bernard Bolzano (1781–1848) ca 1817 och av Augustin Louis Cauchy (1789–1855) något senare. Detta är för övrigt första gången den gängse bokstaven e förekommer för att beteckna basen av den naturliga logaritmen i en avhandling i Finland. Tidigare användes bokstaven N.

Palanders avhandling från 1807 med den långa titeln som börjar *Theorema peculiare ad lineas geometricas ordinis cujusque paris* $2n$ (Ett förunderligt teorem vid geometriska linjer …; respondent Gustav Johan Ingelius) tar avstamp i Euklides' *Elementa*, Bok III, prop. 35 och 36. Dessa säger i korthet, att då två räta linjer AP och AP′ utgår från samma punkt A utanför en cirkel och skär densamma i P_1 och P_2 samt P'_1 och P'_2 så gäller

$$\mathrm{AP}_1 \cdot \mathrm{AP}_2 = \mathrm{AP}'_1 \cdot \mathrm{AP}'_2.$$

För att generalisera teoremet i fråga betraktar Palander en kurva av jämn grad som skärs av två linjer på fler än två ställen P_1,P_2,P_3, $\ldots \mathrm{P}_r$ respektive P'_1,P'_2,P'_3,$\ldots$ P'_r så att

$$\mathrm{AP}_1 \cdot \mathrm{AP}_2 \cdot \mathrm{AP}_3 \ldots \mathrm{AP}_r = \mathrm{AP}'_1 \cdot \mathrm{AP}'_2 \cdot \mathrm{AP}'_3 \cdot \mathrm{AP}'_r.$$

då bägge linjerna skär varandra i A. Den sökta kurvan visar sig då uppfylla den allmänna ekvationen

$$\begin{aligned}(x^2+y^2)^n + C_{2n-1.0}x^{2n-1} + C_{2n-2.1}x^{2n-2}y + \quad & \ldots \\ +C_{1.2n-2}xy^{2n-2} + C_{0.2n-1}y^{2n-1} + C_{1.0}x + C_{0.1}y + C_{0.0} \quad &= \quad 0,\end{aligned}$$

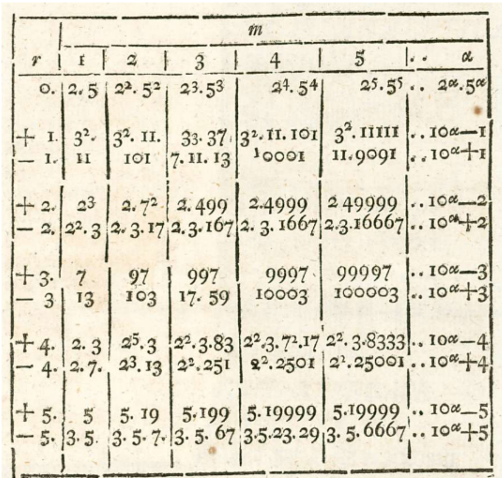
Palanders undersökning går inte längre än till ett par specialfall för exponenten n. Tyvärr förekommer i avhandlingen inga illustrationer för att belysa teoremet. Palander uppger heller inga källor. Han kan ha blivit uppmärksam på detta teorem genom Immanuel Kants bok *Prolegomena till varje framtida metafysik* (1783, §38), där Euklides' teorem berörs i en diskussion om en geometrisk tolkning av Newtons gravitationslag. Troligare är ändå att han funnit teoremet i något av den franske matematikern, fysikern och politikern Lazare Carnots (1753–1823) verk om projektiv geometri (t.ex. *La Géométrie de position*, 1803). Palanders teorem är helt liktydigt med ett av Carnots teorem, som också kan uppfattas som en generalisering av greken Menelaus' teorem.

Innan Palander ägnade sig fullt åt logiken och filosofin utgav han år 1810 två talteoretiska dissertationer, *Theoremata exhibens generalia inveniendis residuis, ex divisione numerorum oriundis, inservientia* (Teorem som tjänar till att finna resten vid division av tal; respondent Fredrik Elfgren) samt *Specimen continens methodi residua, ex divisione numerorum oriunda, investigandi* (Specimen innehållande en undersökning av restmetoden som uppstår vid division av tal; respondent Christoffer Conrad Fischer). Det senare arbetet bygger på Eulers artikel *Theoremata arithmetica nova methodo demonstrata* (utgiven i Petersburgakademiens *Novi Commentarii*, Tom. VIII). I artikeln generaliserar Euler bl.a. Fermats "lilla sats", enligt vilken formen $a^{p-1}-1$ är divisibel med p, om p är ett primtal och a ett heltal som inte är delbart med p. Palander undersöker det generaliserade teoremet numeriskt i fallet $a = 10$ (se fig. 6.16).

Av ovanstående arbeten att döma var Palander en omsorgsfull och vidsynt matematiker. Han insats, ehuru mager den kan förefalla, har nästan helt ignorerats i vår matematikhistoria, kanske för att han uppfattas mer som filosof. Han dog ogift i Åbo, endast 45 år gammal. Dödsorsaken var vattusot.

Konklusion av åbomatematiken under 1700-talet

Efter stora ofredens förödande år i början av 1700-talet blåste det upp nya förligare vindar i undervisningen. Experiment och matematisk naturvetenskap gjorde entré. Då började innovationernas och moderniseringens tidevarv också



	m					
r	1	2	3	4	5	.. α
0.	2.5	$2^2.5^2$	$2^3.5^3$	$2^4.5^4$	$2^5.5^5$	.. $2^\alpha.5^\alpha$
+ 1.	3^2.	3^2. 11.	33. 37	3^2.11.101	3^2.11111	.. $10^\alpha - 1$
− 1.	11	101	7.11.13	10001	11.9091	.. $10^\alpha + 1$
+ 2.	2^3	2.7^2	2.499	2.4999	2.49999	.. $10^\alpha - 2$
− 2.	$2^2.3$	2.3.17	2.3.167	2.3.1667	2.3.16667	.. $10^\alpha + 2$
+ 3.	7	97	997	9997	99997	.. $10^\alpha - 3$
− 3	13	103	17.59	10003	100003	.. $10^\alpha + 3$
+ 4.	2.3	$2^5.3$	2^2.3.83	$2^2.3.7^2.17$	2^2.3.8333	.. $10^\alpha - 4$
− 4.	2.7.	2^3.13	2^2.251	2^2.2501	2^2.25001	.. $10^\alpha + 4$
+ 5.	5	5.19	5.199	5.19999	5.19999	.. $10^\alpha - 5$
− 5.	3.5	3.5.7.	3.5.67	3.5.23.29	3.5.6667	.. $10^\alpha + 5$

Fig. 6.16: Resultattabell i Palanders/Fischers talteoretiska avhandling *Methodi residua, ...*, som uppräknar alla faktorer av $10^m - r$, där r står för divisionsresten.

i Åbo, då naturvetenskapliga upptäckter förändrade synen på människan och världen. Under 1600-talet hade tanken om att matematiska lagar rår överallt i skapelsen, från materiens minsta byggstenar till de ofantligt avlägsna himlakropparna, fått större genomslag. Den ”högre matematiken” betraktades följaktligen som en gudagiven konst. Det var emellertid först under 1700-talet som den naturvetenskapliga forskningen skildes från sina teologiska fjättrar. Då kunde matematisk-naturvetenskaplig forskning bedrivas utan metafysiska brasklappar och auktoriteters medgivande.

Den svensk-finska upplysningen, om man så kunde kalla den, var jämförelsevis moderat. Den var styrd uppifrån genom statlig censur och kyrkans inseende, och tonvikten låg på den nytta som vetenskapen kunde tänkas medföra samhället. Även matematiken skulle tjäna ändamål som uppfattades som nyttiga, sådana som navigation, geografisk ortsbestämning, optiska instrument, ballistik, fortifikation, byggnadskonst m.m. ”Nyttans tidevarv” uppmuntrade de lärda på en bred front till att forska och att aktivt expandera vetandets gränser. Till vissa delar, särskilt inom naturalhistorien, gick jakten på nytta till överdrift, men inom den matematiska forskningen hade nyttotänkandet en odelat positiv verkan. Astronomin sågs som en nyttig vetenskap, eftersom den var erkänt betydelsefull inom navigation och kartografi, och den sporrade till jakt på effektiva och noggranna beräkningsmetoder.

Under mitten av 1700-talet, det man kallar nyttans tidevarv, upplevde man i Åbo en liten glansperiod för naturvetenskapens och matematikens del. Namn som Martin Johan Wallenius, Anders Johan Lexell och Anders Planman gav åbomatematiken internationell synlighet. De knappa resurserna kunde emellertid inte länge upprätthålla en så hög nivå, i synnerhet när det allmänna intresset under den gustavianska eran, de tre sista årtiondena av 1700-talet, riktades på vitterhet och konst. Nyttans tid var förbi i Sverige. Kungliga Vetenskapsakademiens storhetstid tog slut i och med Pehr Wargentins död 1783. Trots vetenskapernas tillbakagång på ett nationellt plan upprätthölls den matematiska forskningen i Åbo på en skälig nivå tack vare Johan Henrik Lindquist, en duglig efterträdare till Lexell. Professorn i matematik Johan Fredrik Ahlstedt och den hittills mindre kände Gabriel Palander, professorn i fysik Gustaf Gabriel Hällström samt den begåvade astronomen Henrik Johan Walbeck höll traditionen levande. I Åbo följde man nogsamt med matematikens utveckling internationellt och var inte sen att tillämpa nya metoder och resultat.

De yttre förhållandena för den vetenskapliga forskningen förändrades definitivt genom det krig 1808–1809, varigenom Finland rycktes loss från moderlandet och de sekellånga naturliga banden kapades, om inte fullständigt, så åtminstone på symbolisk nivå. En ny kungadynasti etablerades i det stympade svenska riket, medan den östliga riksdelen Finland samtidigt lärde sig att anpassa sig till en ny verklighet med en kejserlig överhet i öst.

7

Meteorologiska observationer

Tidiga iakttagelser

Människan har alltid vetat att naturkrafterna är starkare än hon själv. Därför har vädrets makter också fascinerat henne, dels av ren nyfikenhet, dels av rädsla och dels av försök att rida ut deras verkan då hon utsatts för dem. Speciellt intresserad har människan varit av vädrets växlingar, av vilka hon ständigt varit beroende. René Descartes hade i verket *Les Météores* (1637) försäkrat, att alla väderfenomen (t.ex. regnbågen) kan förstås vetenskapligt med hjälp av observationer och matematisk analys. Redan tidigt har man samlat in meteorologiska data och sammanställt det i försök att göra pålitliga prognoser. Därmed var grunden lagd för den moderna meteorologin.

Att man särskilt i det agrara Finland varit intresserad av väderleken hade sin naturliga orsak i att lantbruket på denna nordliga breddgrad var ytterst känsligt för vädrets växlingar. I synnerhet var det frostnätterna som hotade jordbruket, och råkade dessa nätter infalla under olämplig tidpunkt, då grödan eller skörden var speciellt utsatt, kunde skörden slå fel och landet drabbas av hungersnöd. Därför är det inte heller överraskande att nattfrosterna, deras förekomst och eventuella metoder att förhindra deras verkningar, varit föremål för vetenskaplig forskning. För lantbrukarna var kunskap om detta viktig då deras utkomst berodde på hur de kunde gå till väga för att minska de skador som sommarnattfroster åstadkom. Vid landets universitet ägnade man sig därför åt detta fenomen, som var så viktigt för hela samhället. Det här var ett exempel på den nytta som vetenskapen väntades frambringa.

Vid Kungliga Akademien i Åbo tillföll meteorologiska frågor professorns i fysik gebit. Den första professorn som ägnade meteorologin större uppmärksamhet var Johan Browallius, den empiriska naturvetenskapens pionjär i Finland. I avhandlingen *De caussis frigoris hiemalis* (Om orsakerna till vinterkylan, 1741) gjorde han ett första teoretiskt försök att förstå temperaturens växlingar. Han konstaterar till en början att luftens värme härstammar från Solen, som likväl skiner lika starkt sommar som vinter. Det har också påvisats att Solen under sommaren (på norra halvklotet) är lite mer fjärran från Jorden än under vintern. Solfläckarnas inverkan på temperaturen hade även undersökts av andra forskare, men än så länge hade man inte kunnat finna ett tydligt samband mellan vinterkylan och fläckarnas förekomst. Således beror Solens värme på den kraft som solstrålarna utsätter kropparna för, och denna kraft är mindre på vintern än på sommaren, beroende på att strålarna under vintern infaller i en brantare vinkel och därmed fördelas på en större yta. Dessutom verkar strålarna en kortare tid under vintern än under sommaren. Kropparna avger värme ifrån sig långsamt, vilket gör att dagens varmaste stund infaller i medeltal några timmar efter middagstiden, och i större skala infaller den kallaste tiden på året oftast några månader efter vintersolståndet. Vindarnas och molnens roll dryftades också grundligt. Browallius' meteorologiska resonemang förefaller på det hela taget förnuftiga och väl motiverade.

Browallius' efterträdare Carl Fredrik Mennander betonade i avhandlingen *De utilitate observationum meteorologicarum in Physica* (1751) den nytta som anställandet av meteorologiska observationer har medfört fysiken. Bland annat nämns uppfinningen av termometern och barometern, samt luftens elasticitet och fuktighet. Mennander skrev även fysikaliska avhandlingar om luften, molnen, vinden och elden och deras verkan och eventuella nytta. Den praktiska frågan om nattfrosterna, vilken sedermera utvecklades till en akademisk tradition i Finland, hade Mennander berört i sitt introduktionstal till Vetenskapsakademien (1743). Gustaf Gabriel Hällström samlade i början av 1800-talet beaktansvärda mängder observationsresultat och sammanställde dem. Denna verksamhet fortsattes av Adolf Moberg under mitten av 1800-talet och som vi skall se i fortsättningen förde professorerna Selim Lemström och Theodor Homén denna traditionsrika fråga vidare in på 1900-talet.

Meteorologi som ett vetenskapligt forskningsämne kom till Finland indirekt genom Sverige, där de första mätningarna av lufttryck och temperatur utfördes 1722 av Eric Burman (1692–1729), organist i Uppsala domkyrka. Då Burman år 1724 blev professor i astronomi vid Uppsala universitet, intresserade sig hans elev Anders Celsius (1701–1744) för dessa mätningar. Celsius första naturvetenskapliga artikel utgiven 1724 kom följaktligen att handla om barometerns stigande i Sala silvergruva.

I Finland torde de första observationerna av lufttrycket ha gjorts av medicine professorn i Åbo Herman Diedrich Spöring d.ä. (1701–1747). Vid den här tiden var Akademien i Åbo slätt försedd med vetenskapliga instrument, och de som var bäst utrustade var oftast läkare. Hur Spöring fått tag på mätare är obekant, men han var utbildad i Uppsala och vidare skolad i Holland, varifrån hans kännedom om barometrar och termometrar sannolikt härstammar. Han var bland de mest belästa inom naturvetenskaperna i Åbo, och i hans grundliga fysikalisk-medicinska avhandling *De aqua* (1729), som bl.a. handlar om olika sätt att mäta vattnets specifika vikt, omtalas för första gången i ett Åbo-tryck Isaac Newton, Robert Boyle och Edme Mariotte mycket uppskattande.

En sammanfattning av Spörings iakttagelser av barometerns höjd 1730–1731 i Åbo ingick i en jämförelsetabell mellan många andra europeiska orter publicerad i *Philosophical Transactions of the Royal Society* (Hadley, 1738, 1743). Också den månatliga medeltemperaturen för år 1731 registrerades av Spöring med följande resultat:

1731	Åbo
January	93,3
February	98,5
March	91,5
April	82
May	68
June	50,5
July	50
August	49
September	61,5
October	73
November	83
December	90
Mean of the whole year	74,1
Thermom. lowest highest Difference	 20 June 21 120 Jan. 31 100

Skalan som användes är förmodligen den engelske experimentalfysikern Francis Hauksbee den yngres (1687–1763) omvända skala, där vattnets fryspunkt är +65° och ”det hetaste vädret” i London −5°. På grund av obestämdheten kan man inte ge en helt tillförlitlig omvandlingsformel till Celsiusgrader, men formeln $H = -\frac{5}{2}C + 65$ är riktgivande. För $C = +18$ får man den lägsta temperaturen 20° Hauksbee, som registrerats den 21 juni och för $C = -22$ den högsta 120° Hauksbee, som registrerats den 31 januari. Huruvida medelvärdet som Spöring registrerat baserar sig på mätningar en viss tid på dygnet, eller på mer eller mindre slumpmässiga avläsningar, kan vi inte veta. Årets medeltemperatur blir, omräknad till grader Celsius, −3, vilket är ett exceptionellt lågt värde. Numera är temperaturens långtidsmedelvärde i Åbo ca +5°C. Vi kan å andra sidan använda Spörings lägsta och högsta registrerade temperatur i den allmänna omvandlingsformeln $H = 20 + 100(C_{max} - C)/(C_{max} - C_{min})$. För $C_{max} = +28$ och $C_{min} = -18$ fås medeltemperaturen +3, för $C_{min} = -20$ är medeltemperaturen en grad lägre.

Då Anders Celsius under åren 1736–1737 deltog i den franska gradmätningsexpeditionen i Tornedalen utförde han allehanda mätningar, bland annat av lufttrycket och temperaturen. I sina mätningar på Aavasaksa fjäll i nuvarande Ylitornio kommun använde han en termometer som tillverkats av Hendrik Prins, en holländsk adept till Daniel Fahrenheit (1686–1736). De temperaturer Celsius registrerat i sin journal i grader Fahrenheit är följande, omvandlade till grader Celsius i spalten till höger (Pekonen & Vasak, 2014):

Datum och tid	°F	°C
24 juli 1736 kl. 9	60	15,6
31 juli 1736 kl. 22	52	11,1
4 aug. 1736 kl. 9	56	13,3
4 aug. 1736 kl. 16	69	20,6
4 aug. 1736 kl. 22	56	13,3

Efter Spörings medeltemperaturer är dessa förmodligen de tidigaste i nuvarande Finland registrerade temperaturerna. Mätningarnas tillförlitlighet är av många orsaker mycket osäker, men åtminstone är skalan känd och tidpunkten uppgiven.

Skolmästaren Johan Wegelius (1693–1768) i Torneå, som varit Maupertuis’ expedition behjälplig, påbörjade sina meteorologiska observationer i Torneå 1737. Hans observationsjournal bevaras vid Uppsala universitetsbibliotek. Det samma gäller konrektorn i Åbo katedralskola Lars Johan Stenbäcks (1710–1742) observationer från 1741 i Åbo samt kollegan i Vasa trivialskola, Israel Björcks (1716–1782) observationer i Vasa.

Den allmänt använda termometermodell som baserar sig på temperaturberoendet hos vätskors volymer hade utvecklats i Florens i mitten av 1600-talet. Kvicksilver och sprit befanns ha stora värmeutvidgningskoefficienter, och deras respektive fryspunkter låg långt under vattnets. Dessa ämnen var därmed de lämpligaste termometervätskorna. Att framställa ett tunt glasrör var emellertid inte det lättaste, kvicksilver var dyrt och tillgången på det var begränsat. Till en början importerades färdiga mätare till Sverige och Finland från Tyskland och de tjänade närmast som prydnadsföremål i överklasshem. De saknade vanligen gradering och var därmed obrukliga som vetenskapliga instrument; och även om de hade varit graderade kunde man inte vara säker på om andra mätare var graderade på exakt samma sätt.

I den franska skalan som bar namnet av René Antoine Ferchault de Réaumur (1683–1757) är mellanrummet mellan vattnets fryspunkt och kokpunkt jämnt indelat i 80 grader. I den tyska Fahrenheit-skalan är fixpunkten människans kroppstemperatur ungefär 96°F. Den lägsta temperatur som uppnåddes i en nedkyld saltlösning var 0°F (ca −18°C), och därmed blev vattnets kokpunkt 212°F. Kalibrering av termometrar enligt sådana skalor var ytterst osäker och mödosam.

I sina första meteorologiska artiklar utgivna 1739–1741 i Kungl. Vetenskapsakademiens *Handlingar* använde sig Celsius av den engelska skalan, där nollpunkten motsvarade den högsta i London uppmätta temperatur i solsken, medan vattnets fryspunkt betecknades med 65 grader. Uppenbarligen upplevde Celsius också denna skala som otillfredsställande, eftersom han i 1742 års *Handlingar* presenterade sin hundragradiga skala i artikeln med rubriken ”Observationer om twänne beständiga grader på en thermometer”. Han hade till en början iakttagit, att en termometer som begravts i kramsnö gav samma utslag oberoende av väderlek och lufttryck. Likaså var utslaget detsamma i Torneå och Uppsala, vilket visar att breddgraden inte hade något inflytande på utslaget. Det var ingen självklarhet *a priori*. Å andra sidan visade Celsius, att vattnets kokpunkt i normallufttryck alltid är densamma oberoende av vattnets kvalitet eller ursprung. Dessa två beständiga grader utgjorde utgångspunkterna för Celsius’ nya termometerskala, dock med den skillnaden mot den nuvarande Celsius-skalan, att vattnets fryspunkt betecknades med 100 grader och kokpunkt med 0 grader.

Skalor med omvänd riktning användes av bland andra Francis Hauksbee d.y. i England och Joseph-Nicolas Delisle (1688–1768) i Frankrike. Då nollpunkten lades tillräckligt ”högt upp” blev alla vardagliga temperaturer positiva, vilket var en fördel när man räknade medelvärden och andra statistiska mått. Den celsianska skalan kändes naturlig och togs snabbt i bruk, och nästan oförmärkt byttes skalans riktning till den nuvarande, där noll grader motsvaras av vattnets fryspunkt. Vetenskapsakademiens instrumentmakare Daniel Ekström (1711–1755) brukar nämnas som upphovet till den nuvarande skalan. Alla de nämnda termometerskalorna är relativa: den absoluta nollpunktens existens upptäcktes mer än ett sekel senare.

Meteorologiskt observationsmaterial från äldre tider i Finland har sammanställts i en serie artiklar av Oscar V. Johansson. Han inledde sin serie med orterna Laihela (Stierwald), Malax (Klingius), Birkala (Hall) och Lovisa (Röngren) (Johansson, 1913a). De äldsta observationerna i denna serie kom från Laihela, där Carl Fredrik Stierwald verkade. Han var född år 1721 i Östergötland och hörde till den grupp av lantmätare som sändes över från Sverige till Finland för att utföra noggranna geografiska mätningar. Stierwald arbetade i Österbotten och hade i Laihela samlat material till en sockenbeskrivning där också klimat och väderlek beskrevs för åren 1751–1754. I mycket påminner hans uppställningar om dem Johan Leche publicerade några år senare. Hans temperaturmätningar blev dock snart värdelösa då han använt sig av en termometer med en för eftervärlden okänd gradering.

> ”Det var alltså en ganska egendomligt graderad termometer utan motsvarighet bland dem man känner. Närmast skulle den likna en Celsii termometer där fundamentalafståndet vore deladt i 200 i st. f. 100 delar och som dessutom hade en nollpunktskorrektion om +2°C. Det är klart att man med en dylik ofullständig kännedom om instrumentet ej skall hafva någon användning för observationerna med detsamma” (Johansson, 1913).

Johanssons bedömning kan förefalla väl drastisk. Den period som mätningarna omspände var dock så kort, att det blir svårt att anknyta till andra observationer. Stierwalds temperaturmätningar kan dock användas ”internt” vid jämförelse mellan olika tidpunkter i Stierwalds egna mätserier.

Stierwald insamlade samtidigt uppgifter om nattfroster. Han konstaterade att man under detta århundrade kunde ”räkna åtskilliga svåra tider, då brödkorgen varit ganska högt uppsatt” och nämnde speciellt åren 1709 och 1710 som ganska svåra, 1726 med stor missväxt och perioden 1739–1743 med endast obetydlig avkastning från åkrarna. Dessa svårigheter förorsakades av frost. Stierwald granskade därefter de områden som blivit skonade från frost och konstaterade att dimma från en fors hade egenskap att fördela och förjaga kölden. Även ur sjöar, företrädesvis sådana med sand- eller stenbotten, steg värme upp. Dimma från mossar, kärr och sanka skogsmarker gav däremot upphov till frost. Stierwald noterade att låglänt mark, lättare än höglänt och torr, angreps av frost. Ett öppet fält var inte heller lika frostkänsligt som ett mindre, inneslutet sådant. Johansson noterade:

> ”Alla dessa af S[tierwald] uttalade åsikter angående nattfrosternas uppträdande och deras motarbetande vittna om en synnerligen god iakttagelseförmåga och i allmänhet gälla samma åsikter ännu såsom riktiga. Man har väl att tänka sig att en stor del af dessa rön blifvit gjorda af andra och att S[tierwald] endast samlat och framfört desamma. I alla fall är det intressant att se, att en väsentlig del af de satser Hällström sedermera i sin berömda afhandling om nattfrosterna i Finland uttalat och sökt vetenskapligt bevisa och förklara redan ungefär ett halft sekel tidigare varit bekanta i vårt land, ehuru de tyvärr ej offentliggjorts”.

Ungefär vid samma tid verkade i Malax, grannsocken till Laihela, lantmätaren Erik Klingius. Också han härstammade från svenska sidan av riket och fick 1750 i uppdrag att uppmäta Malax socken och där förbereda storskiftet. Samtidigt insamlade han uppgifter om väderleken. Liksom Stierwald var Klingius dåligt utrustad då det gällde att göra temperaturobservationer och under de fyra åren 1763–1766 försökte han komma till rätta med känsel och allmänna kännetecken för att beskriva temperaturförhållandena under sommar och vinter. Klingius noterade även vindar, molnighet och nederbörd och gjorde ytterligare diverse spridda observationer. Bland det sistnämnda materialet kan nämnas islossning i Malax å samt några fågelarters ankomst till orten.

Klingius hade år 1755 inhuggit ett vattenmärke vid Munkhusskatan på Bergö, ett annat på en klippa på Rönnskär. Han var sannolikt påverkad av den pågående diskussionen om den så kallade vattuminskningen, som långt senare fick sin förklaring som landhöjning. Hundra år senare berättas Klingius' vattenmärke ha stått 52 tum (ca 1,3 m) över vattenytan.

Ytterligare en lantmätare, Daniel Hall, förrättade meteorologiska observationer i Birkala åren 1761–1770. I sin presentation av mätresultaten skrev Oscar V. Johansson att Halls temperaturmedelanden ”visa sig redan vid en flyktig granskning mycket egendomliga och äro tydligen alldeles otillförlitliga”. Vindar, molnighet och nederbörd var däremot lättare att bemästra och bland diverse data fanns angivet islossning och nedfrysning samt lärkans, svalans och gökens ankomster.

I Lovisa förrättade proviantmästaren Isaac Röngren observationer under tiden 1758–1765. Också i Lovisa hade man svårigheter att erhålla tillförlitliga mätresultat, dock använde sig Röngren av termometrar med Celsius-skala (en av mätarna hade tillhört Celsius efterträdare i Uppsala, Mårten Strömer). Bekymmer med skadade termometrar och termometrarnas upphängning tillstötte och gjorde resultaten osäkra. Han tycks inte heller ha insett, att termometern måste skyddas för värmande solljus.

Röngren noterade även vindar, molnighet och nederbörd samt vissa andra naturföreteelser rörande isförhållanden och fenologin. Lärkan, svalan och göken antecknades under åren 1759–1765. Väderleken varierade naturligtvis mellan olika år, men t.ex. 1760 kom våren sent, ännu den 22 april använde man släde, den 17 maj fanns is på stadens gator och det sista snöfallet inträffade den 9 maj. Snöfall förekom ganska sent under de olika åren, 1763 snöade det den 24 maj och därpå följande år ännu den 5 juni. Den 4 oktober 1759 inhögg Röngren också ett vattenståndsmärke i klippan på Brädholmen och hänvisade med detta att det kan användas ”i framtiden om Vatuminsknings satsens richtighet”.

Hovrättsrådet i Åbo Simon Paulin, adlad Lindheim (1686–1760), måste också nämnas som en flitig amatörvetenskapsman som gjorde både astronomiska och meteorologiska iakttagelser. Paulin tilhörde en lärd släkt med rötter i Raumo kallad Raumannus. Två av släktens medlemmar hade även adlats för sina förtjänster (med namnen Lillienstedt och Lagerflycht), så ock Simon Paulin. Han blev inkallad i armén under Stora nordiska kriget som krigsdomare och blev tillfångatagen vid slaget i Poltava 1709.

Simon Paulin använde sitt fångenskap i Moskva och Sankt Petersburg till nyttiga studier, och efter krigsslutet medförde han en ansenlig mängd historiska dokument och krönikor om Ryssland till Finland. Materialet har sedermera förkommit, men en förteckning därav föreligger i Uppsala universitetsbibliotek. Lindheim lärde sig också att anställa meteorologiska mätningar, vilka han fortsatte att göra efter återkomsten till Finland år 1722. En serie mätningar gjorde han även på sitt gods i Steninge, Sagu socken, på 1750-talet. Hans franskspråkiga meteorologiska journaler uppbevaras i Uppsala universitetsbibliotek.

År 1736 observerade Lindheim en månförmörkelse, vilken Anders Celsius sedermera jämförde med sin observation av samma förmörkelse i London, och bestämde därmed för första gången longituden för Åbo astronomiskt.[1] Lindheim hade också ett rykte om sig som lärd och språkkunnig, vilket bekräftades i hans postumt utkomna artikel ”De diversa origine Finlandorum et Lapponum observationes” i Kungl. Vetenskaps-Societetens i Uppsala *Nova Acta*, Vol. 2 (1775), s. 1-39. Där ställde han sig dock kritisk mot påståenden om lapparnas och finnarnas språkliga släktskap.

[1]Celsius' resultat för Åbos del var i tid 1 h 26′ 28″ ost från Greenwich (*Acta Literaria Sueciae*, 1737, s. 175-177), vilket skiljer sig från sanningen med ungefär en halv grad.

En systematisk metod för meteorologiska iakttagelser framlades i Åbo-avhandlingen *Oförgripeliga tanckar om sättet at anställa meteorologiska observationer, och theras nytta i oeconomien*, som ventilerades den 22 juni 1754. Respondent var Anders Gudseus och preses Pehr Kalm. Avhandlingen beskrev noggrant olika observationer och instruerade hur de skulle genomföras. Om temperaturmätningar nämndes:

> ”The Termom: som hitföres af Tyskar, äro sällan at lita på. Then så kallade Swenska, är then bästa. The giöras förträffliga af H. Profess. Leche här i Åbo”.

I avhandlingen ingår en kort tabell över väderleken i Åbo under en vecka i juni månad 1754. Man får anta att detta utgör ett exempel på hur observationer skulle göras och antecknas. Man noterar att av de elva spalter som angav olika observationer endast tre utgjorde egentliga instrumentavläsningar (temperatur, barometerstånd och vattnets nivå) medan resten är skriftliga anteckningar (figur 7.1). Barometerståndet angavs i tum och linjer och vattnets nivå i fot, tum och linjer. Temperaturen angavs i grader, men inte hur dessa grader definierades (möjligen är det fråga om omvända Celsius-grader). Så t.ex. noterades för

– den 3 juni 1754 kl. 6:30 fm. 89,5 grader,
– ... kl. 3 em. 83,5 och
– ... kl. 10 em. 91,5 grader.

Bland de ”fysikaliska och naturhistoriska” d.v.s. fenologiska observationerna för denna vecka noterades att plommonträn blommade och äppelträn började att blomma. Liljekonvaljen blommade också som bäst. Bland de ekonomiska iakttagelserna noteras diverse nytto- och medicinalväxters såtider och att potatisen som sattes den 8 maj redan stuckit upp ur jorden.

Anders Gudseus, som försvarade sin avhandling 1754, härstammade från en gammal prästsläkt som under flera generationer verkat i Lappträsk och Fredrikshamn. Han föddes 1731 och blev 1749 elev i katedralskolan i Åbo och inskriven som studerande vid Kungl. Akademien i Åbo 1750. Han var respondent 1754 pro exercitio om naturrättens principer med Jacob Gadolin som preses och ännu samma år med ovanstående magistersavhandling med Pehr Kalm som preses. Efter detta ägnade sig Anders Gudseus åt juridiken och verkade under en lång följd av år som häradsdomare i östra Finland. Han dog i Lappvesi 1782.

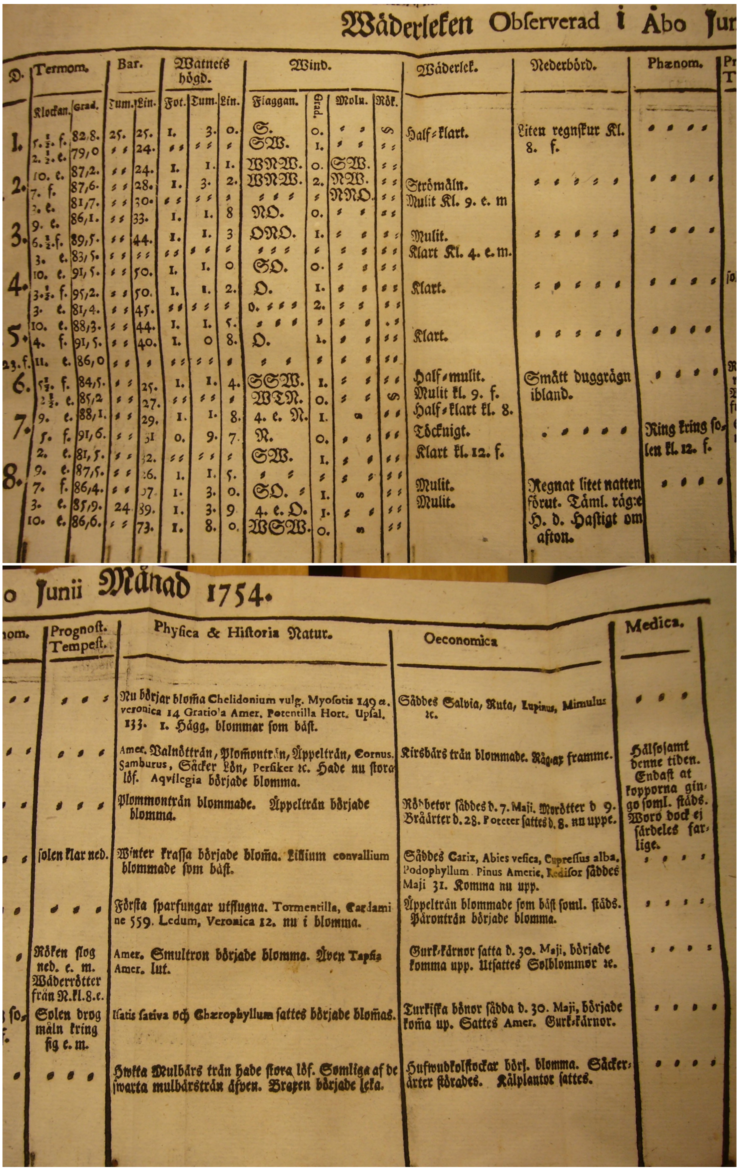


Fig. 7.1: Utviksblad innehållande olika aspekter av väderleken observerad i Åbo under den första veckan i juni 1754 (Gudseus & Kalm, 1754). Foto: J.S.

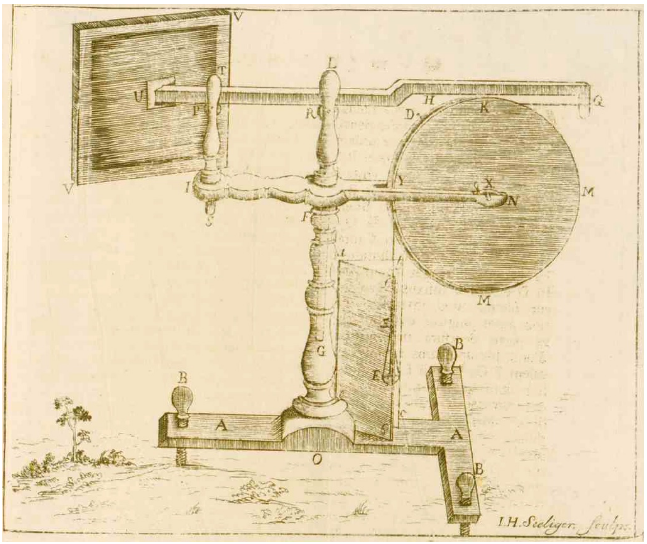


Fig. 7.2: Hielts/Gadolins anemometer eller vindmätare.

I avhandlingen *Anemometrum novum* (1760) presenterade Jacob Gadolin och respondenten Niklas Hielt principen av en vindmätare (anemometer), framställd i figur 7.2. Ursprunget till designen framgår inte ur texten. Konstruktionen är följande: Den rörliga plattan VV är fäst i stång UQ och en tråd från Q löper runt hjulet MM och slutar i en tyngd i E. Vindens hastighet mäts således genom vägning: ju hårdare vind, desto mer avlänkas anemometern runt sin rörliga axel GF. Det kan tilläggas att Niklas Hielt, som senare riktade sig in på prästbanan, var son av en svarvare med samma namn. Av denna ritning att döma är det inte otänkbart att fadern tillverkat apparatens trädelar och stativ.

Läkaren Johan Leches observationer

Till de tidigaste systematiska klimatologiska observationerna i Finland måste Johan Leches 12-åriga observationer från Åbo inräknas. Johan Leche föddes den 22 september 1704 i Skåne i en prästfamilj (Martin, 1765; Railo, 1996; Holmberg, 2012). Han gick i trivialskola i Helsingborg och fortsatte därefter att studera vid

Lunds universitet. Han var en flitig och framgångsrik student och kom reden tidigt i åtnjutande av ett litet årligt 20 plåtars stipendium. Han studerade till en början teologi i likhet med de flesta studenter på den tiden, men då han som informator lärde ut naturkunnighet åt minderåriga barn blev han samtidigt allt mer intresserad av ämnet. Han började samla på naturalier och blev tack vare sin idoghet anställd som amanuens hos arkiatern Kilian Stobaeus i Lund. Stobaeus led ofta av huvudvärk som hade samband med en viss väderlek, och med hjälp av en tryckmätare kunde han förutse de dagar när värken inträffade. Detta instrument fick också Leche bekatnta sig med. Läkekonsten blev sedermera Leches huvudämne och han disputerade 1739 med en avhandling om egyptiska mumier med medicine professor J. J. von Döbeln[2] som preses.

Efter sin disputation fortsatte Leche att arbeta flitigt och han började att korrespondera med bl.a. Linné. Han blev känd i vetenskapliga kretsar med sina naturvetenskapliga uppsatser och i november 1744 blev han av sekreteraren vid Kungl. Vetenskapsakademien uppställd på förslag till ledamot. Vid voteringen den 8 december var 3 personer på förslag och 11 röster avgavs och "... för H:r Doct. Leche 3 ney och 8 ja ... de övriga fick endast 7 ja och 4 ney ... fördenskull blefwo de ei för denna gången antagna". Våren 1745 uppställdes Leche ånyo på förslag. Av 17 angivna röster var 16 ja och 1 nej-röst. Sålunda blev Leche invald.

Redan före sitt val till professor i Åbo hade Leche haft en viss framgång då han sökt akademiska tjänster. Ingenting hade han emellertid fått, men i några fall hade han blivit uppställd på förslag, vilket redan räknades som en merit. Leche blickade hela tiden mot nya tjänster och därmed högre inkomster, och då läkaren Herman Diedrich Spöring d.ä. avlidit 1747 och den ledigblivna medicineprofessuren i Åbo skulle besättas skickade Leche in sin ansökan. Vid konsistoriets möte den 1 augusti 1747 noterades att hans ansökan hade anlänt, och den 10 augusti 1747 noterades att medicinelicentiaterna Barthold Rudolph Hast, Eric Elff och Johan Leche inkommit med sina ansökningar. Då konsistoriet den 19 december 1747 behandlade besättandet hade ytterligare tre ansökningar skickats in. Sedan man diskuterat de sökandes meriter uppgjordes följande förslagsrum: 1° assessorn och medicine adjunkten i Uppsala, doktor Johan Gottschalk Wallerius, 2° assessorn i *Collegium Medicum*, doktor Abraham Bäck samt 3° provincialmedicus i Göteborg, doktor Johan Leche. Man ansåg att de tre övriga sökandena inte kunde tävla med dessa tre, de var alla unga män, med bristfälliga akademiska examina och okända av konsistoriet och kunde därför inte komma i fråga.

[2] Johan Jacob Döbelius, adlad von Döbeln, var grundare av Ramlösa hälsobrunn. Han var farfars far till den kända hjälten från Finska kriget, general Georg Carl von Döbeln.

Vid den här tiden hade greve Carl Gustaf Tessin som Akademiens kansler hos Kungl. Maj:t lyckats framhålla vikten av ett ett anatomi- och dissektionshus skulle uppföras vid Akademien. Förslaget godkändes och 6000 daler kopparmynt beviljades för projektet, men utbetalningen kunde ske tidigast år 1750. Nu behövdes en lämplig professor för att övervaka projektet och blickarna föll på Johan Leche. Hans erfarenheter från Lunds universitet vägde tungt vid detta val och han lyftes således upp från tredje förslagsrum. Det gick ännu ett halvt år innan Leche infann sig i Åbo. Vid konsistoriemötet den 26 september 1748 lyckönskades han av ”Rector Magnificus ... så wäl til sielwa ämbetet, som des lyckel. ankomst hit å orten”.

Några egentliga medicinska avhandlingar skrev Leche inte under sin tid som professor i medicin vid Åbo Akademi, bortsett från det tal han höll då han nedlade rektoratet 1761. Detta anförande handlade om luftens beskaffenhet i Åbo och hur politiker och medicinare bäst kunde förekomma sjukdomar (Leche, 1761). Då Leche etablerat sig i Åbo påbörjade han ett omfattande program av väderleksobservationer. Han gjorde anteckningar om:

blåsväder,
klara och mulna dagar,
nederbörd och uppehållsdagar,
regnmängd,
barometerstånd och temperatur,
islossning, flyttfåglarnas ankomst, blomningstider,
norrskensobservationer

Observationerna sträckte sig över åren 1750–1761 och sammanställningarna av dessa publicerades i en serie artiklar i Kungl. Vetenskapsakademiens *Handlingar* (Leche, 1762, 1762a, 1763, 1763a, 1763b, 1763c). För att uppnå tillförlitliga resultat gjorde Leche själv sina termometrar, barometrar och regnmätare. Det var viktigt att känna till kvicksilvrets volymutvidgningskoefficient då detta ämne allmänt används i både termometrar och barometrar. Leche gjorde därför försök att bestämma denna koefficient (Leche, 1758). Senare ville han dela med sig av sin kunskap och i en uppsats som upptog 31 punkter beskrev han noggrant hur barometrar tillverkades (Leche, 1763d).

Den första artikeln (Leche, 1762), ”Utdrag af väderleks journalen”, som han kallade ”Första stycket, Om blås-vädren”, inleddes med 19 tabeller som angav förekomsten av helt lugna dagar, dagar med halv-storm, starkare blåst, svagare blåst och hel-stormar, fördelade på år och månader samt riktning. Vindens styrka kunde inte mätas exakt, men den uppskattades enligt följande iakttagelser: svag blåst får endast de tunnaste kvistarna på träden att röra sig, stark blåst får väderkvarnarna i Åbo att mala, och halv-storm sådan, som sjömännen ännu kan regera sina fartyg. Artikeln avslutades med ett textavsnitt där Leche kommenterade tabellerna. Han gjorde också ett försök att gå utanför landets gränser och nämnde grannländer och hur stormar nådde Sverige.

> ”Til ex. Jag tycker mig funnit, at Vestan-storm yppar sig förr i Muscou, än hos oss, och förr i Finland, än i Sverige. . . . 1752 den 25 Octob. var en ganska häftig och långvarig storm från V. som for ganska illa med våra Väder-qvarnar, Tak och Plank; men hotade Petersburg med det högt up på gatorna updrifna vatnet. Jag mins allenast en dess like, nämligen 1726, som hof omkull många hus på Skånska slätten. Men huru vida de äro periodiska, och infalla hvart 26 år, skal tiden lära oss”.

Andra stycket i artikelserien (Leche, 1762a), som inleddes med ett flertal tabeller, behandlade förekomsten av regn och avslutades med några anmärkningar om regnvädrens ankomstväderstreck. I det tredje stycket (Leche, 1763) behandlades mängden nederbörd. Vid dessa observationer beskrev Leche först en hemgjord ombrometer (nederbördsmätare), som han använt. Den var en kubformad låda med sidan 4,3 tum, gjord av bleckplåt (förtennat järn). Dess övre del är öppen och dess undre del försedd med lutande plan för att leda regnvattnet i en flaska ställd under om. Mätaren ställdes på en stolpe mitt i trädgården. När det snöade bars mätaren in, snön smältes och vattenmängden uppmättes.

Nederbörden befanns variera storligen under årets månader – mest regnade det som väntat i november – ”hvilket är en synnerligen Guds nåd och skickelse”. Om mycken nederbörd föll under hela året blev jordbruket lidande. Också vägarna skulle vara i dåligt skick och försvåra resor. Nu föreföll allting följa en större plan. Att känna till hur nederbörden varierade under längre tider var viktigt. Leche diskuterade också möjligheten att förebåda regniga år.

> ”Sådan kunskap, om den någonsin blir möjelig, kan ej erhållas, förrän vi fått långt flera års oafbrutne Observationer på väderleken, än dem vi ännu äge. Dock torde någon underrättelse därom kunna vinnas genom en genväg, nämligen, om man frågar gamla träd til råds”.

Leche diskuterade sedan vad årsringarna i olika träslag avslöjade. Enligt Leche åstadkommer våta somrar en tjock savring i träden, speciellt i sådana träd som växer i torr jordmån, såsom furor. Speciellt nämnde han en fura som vuxit i Etseri kommun i Österbotten som hade konstaterats ha 320 savringar och som således med stor sannolikhet hade börjat växa år 1444. Sav- eller årsringarnas tjocklek växlade storligen – med undantag av de yttersta och innersta, som var jämntjocka – vilket gav en hänvisning om växtperiodens fuktighet. Speciellt försökte Leche utläsa huruvida de regniga somrarna följer en viss periodicitet, dock utan att finna någon.

Det fjärde stycket (Leche, 1763b) handlar om förändringar i barometerståndet. Artikeln följde det tidigare mönstret. Den inleddes med sex tabeller över barometerns högsta och lägsta stånd för varje månad under åren 1750–1761, varefter Leche kommenterade mätningarna. Det högsta utslaget som noterats under elva år var 26,42 tum och det lägsta – mätt under en oktoberstorm – 24,14 tum. Vi noterar att det här var frågan om decimaltum om 29,6904 mm, alltså en tiondels fot, och inte det vanliga måttet verktum, som är en tolvtedels fot. En 25,6 tum hög kvicksilverpelare motsvarar då normalatmosfärens tryck 760 mmHg. Ökat tryck förebådar enligt Leche vackert väder och minskande tryck regnväder, men speciellt intressant var det att notera hur snabbt eller långsamt trycket förändrades. Till slut anmärker Leche i egenskap av läkare sig ha märkt att ”blodstörtning” (blodiga upphostningar) förekommer oftare under lågtryck, då också migrän- och giktpatienterna fick mer problem.

Artikelseriens femte stycke behandlade den under 12 år uppmätta temperaturen i Åbo (Leche, 1763c). Leche konstaterade:

> ”Min Thermometer är af samma beskaffenhet som de nu allmänt i Sverige brukeliga. At vara viss, det han ej undergår någon ändring, pröfvar jag honom alla år i kram snö, hvarefter han alltid stannat på 0. I sjudande vatten stiger han till 100, i synnerhet, om Barometern, då försöket anställes, är vid sin medelhögd”.

Artikeln börjar med att i tabellform ange månatligen och för varje år det antal dagar som temperaturen varit åtminstone några timmar ovanför respektive under nollstrecket, samt de högsta och lägsta temperaturerna samt medeltemperaturen för varje månad. Mätningarna utfördes tre gånger dagligen: mellan 4 och 6 om morgonen, mellan 12 och 2 om dagen och mellan 10 och 11 om kvällen. Medeltemperaturen i Åbo uppskattades enligt dessa mätningar till mellan 4 och 5 grader ovanför fryspunkten. Leches mätningar har på senare tid jämförts med data från Stockholm och Sankt Petersburg från samma tid och befunnits trovärdiga (Vesajoki & Holopainen, 1995).

I det avslutande arbetet (”sjette och sista stycket”) skrev Leche om meteorologiska observationer (Leche, 1763c). Han noterade islossningen i Pemar och Åbo samt flyttfåglarnas ankomst och blomningstider för några träd. Då Leche diskuterade sina iakttagelser dröjde han speciellt vid svalornas ankomst och granskade olika arter av svalor. Svalornas ankomst och bortflyttning behandlades noggrannare vid en disputation 1764 där Johan Grysselius var respondent och Leche preses. Man gick där stick i stäv med den vidskepliga uppfattningen om att svalorna skulle övervintra i sjöarnas botten, som självaste Linné understödde. Åskmuller noterades under 12 år 120 gånger, mestadels i juli.

Leches sista artiklar om förekommandet av missväxt p.g.a. väta under såningstiden (Leche, 1764) samt den rätta skördetiden av råg (Leche, 1764a) utkom under hans sista levnadsår, 1764. Då Leche dog den 17 juni 1764 var han svårt skuldsatt och lämnade efter sig maka med flera barn i armod. Akademien tog följakligen beslutet att stöda familjen med åtta tunnor säd per år.

Leches observationer fortsattes av hans vän, ekonomie professor Pehr Kalm. Dessa mätserier är inte kompletta, och det är inte alltid säkert vem som egentligen utförde dem (Norrgård, 2017). Kalm skrev längre översikter över vädret i Åbo i den nygrundade *Tidningar utgifne af et sällskap i Åbo* från och med år 1772. Han redogjorde utförligt för den senaste månadens högsta och lägsta temperatur samt för lufttryck, mängden nederbörd och antalet nederbördsdagar, samt klart eller mulet väder. Vindens riktning noterades och dess styrka sammanställdes på en femgradig skala varierande från ”helstorm” till ”lugnt”.

Efter Kalm fortsatte trädgårdsmästare Peter Blomberg mätningarna 1779–1786 och därefter fysikprofessorn Anders Planman fram till år 1790. Sporadiska väderobservationer gjordes naturligtvis hela tiden runt om i landet, och temperaturmätningar allt eftersom termometrar blev allmännare.

En meteorologisk pionjärinsats mycket lik Leches i Åbo gjordes dock av den naturintresserade apotekaren och folkupplysaren i Uleåborg Johan Julin (1752–1820). Han var född i Västerås och hade verkat på åtskilliga orter som apotekare. Ett sammandrag av hans väderobservationer för åren 1776–1787 utkom i Kungl. Vetenskapsakademiens *Handlingar* för år 1789 och för åren 1788–1797 år 1800. Julin var allmänt naturintresserad och han var troligtvis den första i hela Norden att få en obemannad varmluftsballong att lyfta, vilket skedde under en festsammankomst till Gustav III:s ära i Uleåborg i augusti 1784.

Gustaf Gabriel Hällströms insatser

Sällskapet *Pro natura* var ett hemligt studentsällskap i Åbo som verkade åren 1792–1796 (Johansson, 1913a). Dess medlemmar intresserade sig allmänt för natur- och väderfenomen och samlade rön som kunde vara till nytta för lantbrukarna. Många av dessa ”väderleksmärken” känner man igen från den s.k. *Bondepraktikan*, men dessa var mer allmängiltiga.

En stadigare organisation grundades år 1797 i form av Kungliga (sedermera Kejserliga) Finska Hushållningssällskapet, som starkt ivrade för ett insamlande av observationer. Precis i denna anda arbetade även professorn i fysik, Gustaf Gabriel Hällström. Sällskapet utlyste den 2 november 1801 en uppsatstävling med temat nattfroster. Senare belönades Hällströms bidrag med rubriken *Om nattfrosterna i Finland* med stora priset i denna tävling. Hällström inledde sin uppsats med orden:

> ”I ett land, sådant som vårt, der åkerbruket tyckes vara det naturligaste och derföre också redan det allmännast idkade näringssättet, är det en vigtig och upplysta Patrioter egnande omtanke, att undanrödja de hinder, som emotstå dess uppbringande till den största möjliga fullkomlighet. Ibland dessa hinder anser man vanligen klimatets hårdhet vara ett af de största och svåraste” (Hällström, 1851).

Hällström konstaterade att nattfrosten kunde omintetgöra jordbrukarens alla ansträngningar, varför den med alla medel måste bekämpas. Uppgiften var stor men inte oövervinnerlig och Hällström skrev:

> ”Jemförelsen emellan Tysklands nuvarande klimat och bördighet, samt dess beskaffenhet för några hundrade år sedan, då det besväradt af alla ett hårdt klimats olägenheter, knappt kunde bebos, bör i denna del tjena oss till särdeles uppmuntran, och öka vårt hopp om möjligheten att en dag kunna erfara, att Finland icke mera har olägenheter af nattfroster”.

Att göra en fullständig sammanställning för Finlands del var dock svårt, emedan

> ”Meteorologien, dit ämnet hörer, på långt när icke uppnått den fullkomlighet och absoluta visshet, som man af nyare kemiens tillämpning dertill och tidehvarfvets Naturkunnigas experimental-nit haft anledning att vänta”.

Hällström konstaterade att Finland var välbevattnat, ja rent av ”vattensjukt”, och utnyttjade sedan lantmäteriresultat från medlet av 1700-talet för att beräkna andelen vatten och mossar i några län. Ytterligare gav kartstudier en antydan om andelen fuktiga områden i övriga län och slutkonklusionen var att en tredjedel av hela Finlands areal utgjordes av sjöar och mossar. Det var utan tvivel detta som bidrog till de hårda frostnätterna emedan ”. . . fuktiga kroppar i allmänhet, genom sin utdunstning åstadkommer den ifrågavarande kylan”. Hällström visade sedan, genom att utgå från specifik värme för vatten och vattenånga och hur denna värme förändrades med temperaturen, att stora mängder värme krävdes för utdunstning och att detta ledde till en temperatursänkning i luften. ”Man må då ej undra att vattenutdunstningen åstadkommer frost, utan hellre att den ej gör det oftare och häftigare”.

Hällström beräknade därefter den mängd vatten som utdunstade från vattenytor och konstaterade ”att Finlands 220 qvadrat mils vattenyta hvart dygn om sommaren utdunstar tillsammans 28,512,000,000 kannor vatten”. Genom experiment i liten skala (vattendränkta mossor i skålar) kunde Hällström därtill beräkna utdunstningen från mossar och konstaterade att ”ifrån Finlands 473 qvadratmil (mossar och kärr utdunstade) 67,167,286,560 kannor i dygnet”.

Många omständigheter inverkade på frostömheten i ett visst område, däribland områdets höjd, om det var fråga om öppna ytor eller små gläntor, växtlighetens beskaffenhet o.s.v. Hällström diskuterade ingående de olika möjligheterna. På frågan om när frostnätter inträffade sade Hällström:

> ”Ibland de svåraste omständigheter vid undersökningen om nattfrosterna är väl den, att fullkomligen utreda, hvarföre de vanligen inträffa på så bestämda tider, nemligen i medlet af Juni och början af Augusti månad, af hvilka de förra skada höstsädet, och de senare vårsädet”.

En förklaring som angavs var att växligheten vid dessa tidpunkter befann sig i ett bestämt utvecklingsskede och att detta påverkade den omgivande luftens temperatur. För att vinna klarhet i detta var Hällström tvungen att föranstalta egna försök med olika växter. Dessa experiment var i allmänhet småskaliga, men styrkte dock hans framställning.

Hällström gav också anvisningar för bekämpning av nattfrostens förödelse:

> ”Då det är otvifvelaktigt, att nattfrosterna hos oss hafva sin orsak i våra många och vidlyftiga kärr och mossar, så är det lika säkert, att de skola försvinna, om kärren blifva upptorkade och odlade”.

Att åstadkomma öppnare områden ansågs även viktigt:

> ”Äfven tjenar skogens afrödjning eller åtminstone uthuggning till glesare, att skaffa luftdrag och blåst, hvarigenom frostskada i det längsta indvikes”.

Det fanns också andra metoder att tillgå:

> ”I detta afseende rekommenderas af somliga rökning, af andra åter tågs släpning öfver den frostskadade sädesåkern. Hvad rökning beträffar, så är den icke utan sina olägenheter, om den ock stundom kan gagna”.

Hällström ställde sig emellertid skeptisk till möjligheten att åstadkomma rök i tillräcklig mängd och nämnde som ett alternativ:

> ”Säkrare anser jag det sätt vara att förekomma skada af en redan påkommen nattfrost, att en karl i hvardera ändan af ett tåg släpar det öfver den rimmiga sädesvexten. Afsigten dermed är att nedskaka rimmet och snön ifrån sädesaxen, på det ingen smältning på dem må ske, och smältnings-värmet icke må tagas ifrån dem”.

Parallellt med den konkreta frostbekämpningen bedrev Hällström forskning i teoretiska klimatfrågor. Han var mycket bevandrad i nya numeriska metoder och därmed väl skickad att undersöka meteorologiska data. Som en av de första i Finland att behärska minsta kvadratmetoden och harmoniska funktioner kunde han undersöka numeriskt lufttryckets och temperaturens variationer samt diverse fenologiska data. Hällström insåg att sättet att beräkna medeltemperaturer på basen av varierande antal mätningar om dagen kunde ge mycket olika resultat. Att bestämma medeltemperaturen från dygnets högsta och lägsta utslag ansåg han vara tillförlitligast, men därtill måste man infoga jämkningstermer som bestämdes empiriskt för varje ort (Hällström, 1824). För Åbos del härledde han sålunda uttrycket $\frac{1}{2}(T_{\mathrm{max}} + T_{\mathrm{min}}) + 0,31$ °C.

Vidare undersökte Hällström hur olika fenomen, såsom snögränsen och vårens ankomst, beror av ortens latitud. För detta utsåg han olika trigonometriska uttryck som han med hjälp av minsta kvadratmetoden anpassade med tillgängligt data från olika håll i världen. Dessa undersökningar sysselsatte Hällström under flera årtionden (Kajander, 1986; Holmberg, 2012a).

Sommarnattfroster och frostfacklor

I Selim Lemström möter vi en fysikprofessor som såg som sin främsta uppgift att tackla praktiska problem. Som uppvuxen på landsbygden kände Lemström väl till nattfrosterna. Han visste att den farligaste tiden var då den första grödan började spira i början av sommaren och då frukten mognade på hösten. Det fanns visserligen allmänna meteorologiska tecken som gav en antydan om när nattfrost var i antågande, men de till buds stående metoderna att skydda sig för den var inte många och långt ifrån effektiva. Lemström gav en mycket saklig och koncis beskrivning av dessa fenomen:

> ”Efter en allmän sänkning af värmegraden, åtföljd af torr och kylig blåst, som fortfar två a tre dagar, inträffar frosten. Om himmeln är

> klar och vinden afstannar, redan på andra natten, men skadar vanligen då ännu ej i nämvärd grad. Fortfar därimot blåsten ännu under tredje dagen, så inträffar frosten med säkerhet på tredje natten, om vinden afstannar och himmelen är klar" (Lemström, 1885).

Statistiken utvisade att vissa tider av sommaren frekventerades särskilt rikligt av frostnätter och Lemström angav även dem:

> "början af Juni, midsommartiden, tiden omkring den 10 Juli, den 22 Juli, den 10 Augusti, 25 Augusti och början af September".

År 1879 gav sig Lemström första gången i kast med problemet kring sommarnattfrosterna (Lemström, 1880, 1885, 1893). Det var inte ovanligt att dessa kunde förstöra stora delar av skörden under ett år och därigenom åstadkomma plötslig hungersnöd i landet. Jordbrukarna var därför beredda på stora ansträngningar för att gå säkra för denna fara. Tidigare hade man försökt skydda grödan och åkerfälten från frosten genom att tända frosteldar. Till dessa brasor hade man samlat torv och ris på förhand och då vädret såg hotfullt ut tände man dem. Avsikten var att det från dem skulle utbreda sig ett skyddande och värmande röktäcke över åkrarna.

Lemströms strävanden gick ut på att effektivera denna teknik. I stället för att använda sig av de stora rishögarna konstruerade Lemström en frostfackla, tillverkad av torv och dyjord, med en speciell tändcylinder. På detta sätt blev metoden mera lätthanterlig då de små facklorna behändigt kunde utplaceras där de behövdes och också flyttas. De var även lätta att antända. I gengäld behövdes ett stort antal av dessa små facklor för att uppnå önskad effekt.

Lemströms frostfackla var gjord av dyjord (väl förmultnad kärrtorv) och hade formen av en cylinder med längden 20 cm och diametern 15 cm. I centrum var ett hål med diametern 5 cm. In i detta hål stacks en konformad tändsats gjord av en blandning av harts, kol, torv och tjära. Sedan den doppats i petroleum och antänts utvecklade den så hög värme att dyjorden i den egentliga facklan började förkolna, dock utan att direkt fatta eld.

Facklorna utvecklade under $1\frac{1}{2}$-2 timmar rök och vattenånga, som gav det eftertraktade skyddet åt växterna. Därefter utvecklade de ännu värme under en längre tid. För att öka avdunstningen av vattenånga kunde man ytterligare, medan facklorna glödde, täcka in dem med fuktig vitmossa. För att nå önskad skyddande effekt krävdes många facklor på ett fält. Lemström beräknade att behovet uppgick till 600-660 facklor för ett fält om 5 ha. För att i tid hinna antända denna mängd facklor då frost hotade behövdes två män – en som stack in de petroleumdränkta tändsatserna i torvcylindrarna och en som med ett brinnande bloss antände facklorna. Ungefär $1\frac{1}{2}$ timme gick åt till detta arbete då facklorna på förhand var utplacerade. Skulle facklorna samtidigt ställas upp krävdes dubbelt längre tid. Kostnaderna för att skydda 5 ha åker beräknades uppgå till 18 finska mark för torvcylindrarna om de tillverkades hemma. Till detta skulle ytterligare läggas männens lön om 3 Fmk för fyra timmars arbete och de totala kostnaderna blev sålunda 21 Fmk. Detta belopp skall ställas i relation till skördens värde (råg) om 1200-1400 Fmk. Skyddsåtgärderna med frostfacklorna krävde således endast en ringa del av vinsten, omkring 2 %.

Lemström gav en noggrann beskrivning av hur frostfacklorna skulle tillverkas. Med en enkel mekanisk anordning och metallcylindrar gavs facklorna en önskad form:

> ”För rörslagningen behöfves följande personal och dragare: en häst med körare för kranen, en häst och karl för att köra till dyjorden, en matare af kranen, två karlar som slå rören och en person, som bär rören till torkplatsen, hvilken bör vara i närheten, antingen en jämn bergplan eller en torr backe utan träd och buskar. Här utläggas rören först stående i rader, 4 st. i bredd med en gång imellen. Fyra dagar efter slagningen äro rören så torra att de kunna läggas i lutande ställning och efter ytterligare en vecka vändas. Efter 3 veckor inalles äro de färdiga att användas. Rörslagningen bör verkställas på våren i slutet af Maj och intill 20 Juni, ty eljes torka rören icke bra. En karl slår mellan 400 och 500 rör om dagen. Af verktygen behöfves två uppsättningar; (de erhållas till ett pris af 3 Fmk paret hos plåtslagaren Kastén, Helsingfors, Högbergsgatan 33). . . . Tändcylindrarne, hvilkas tillverkning är temligen invecklad, köpes lämpligast. De erhållas på reqvisition hos professor S. Lemström, Helsingfors, Elisabethsgatan 19. De kosta 2 penni stycke och då de hvarken väga mycket ej heller skrymma, så blifver transporten billig”.

De första försöken med frostfacklor gjordes på Notsjö gård i Urdiala, som ägdes av Lemströms svåger Torsten Costiander. I början av sommaren 1880 befann sig Lemström på Notsjö. Han hade dock glömt några termometrar i Helsingfors och bad sin vän Nils Karl Nordenskiöld om hjälp: ”. . . vill Du hafva godheten taga dem ifrån öfversta lådan till höger af den byrå, som står på bordet i tamburen till kemiska auditoriet och försända dem åt mig i pakett till Urdiala i Notsjö”. Några dagar senare, den 8 juni 1880 skrev Lemström igen till Nordenskiöld: ”. . . men ännu har jag ej kunnat annat än pröfva frostfacklorna, som brinner bra”. Han tackade även för termometrarna, som kommit fram i gott skick. Resultaten av försöken var lovande och på sitt vanliga entusiastiska sätt skrev Lemström en artikel om saken som publicerades i *Finsk Tidskrift*. Han lyckades också entusiasmera senator Oscar Norrmén, som kunde styra allmänna medel för fortsatta försök. Dessa utföll även positivt. Efter denna inledning påbörjade man tillverkning av frostfacklor i större skala.

Som så ofta med nya idéer mottas de ibland med misstroende, de feltolkas eller rent av motarbetas. Så var fallet även med Lemströms projekt med frostfacklor. I ett brev till lektor Arthur Rindell försökte Lemström förtydliga en del frågor som redan tidigare kannstöpts i offentligheten:

> ”Aldrig har det varit meningen med frostfacklorna att fritaga jordbrukarna från att förbättra sin jord. Säkert är dock att motarbetandet af frosten ingalunda ligger däri, som gubben B. trott, utan hufvudsakligen i dikningen. Det är fast otroligt, med hvilken hastighet den kalla luften rinner bort från ett fält, om tillräckligt aflopp finnes. Jordens egen värme, som ju blott kan variera, såsom Du visat några tiondedelar af en grad, spelar här en mycket underordnad rol och behöfver ej tagas i betraktande” (Lemström till Rindell, 1885a).

För Lemström var det viktigt att få pröva frostfacklorna i praktiken och under olika förhållanden. Lektor Rindell fick därför även ett förslag:

> ”Kunde Du ej nu ställa så till att Du i sommar finge försöka på ett fält i Mustiala t.ex. en 6 à 7 tunnland. Du behöfver därtill ett tusental facklor och tändcylindrar, några termometrar à 150 per styck och Du skall med dessa enkla medel göra saken en stor tjenst, om det som jag tror blifver frost i sommar. Det vore synd om man skulle fästa sig vid K. Nordenskiölds ensidiga och på fullkomligt oriktig uppfattning beroende funderingar . . . En hygrometer vore ej oäven att ha till hands, men den kan vara af enklaste slag” (*ibid.*).

Efter mycket arbete och åtskilliga brev erhöll Lemström några beställningar av frostfacklor. Men nu mötte nya svårigheter. Tillverkningen av frostfacklorna försenades. Lemström var igen tvungen att fatta pennan och i slutet av augusti 1885 erhöll Rindell ett kort meddelande:

> ”Genom ett tillfälligt missöde, kom tillverkningen af frostfacklor att försenas 11 dagar och detta gjorde att de ej torkade nog hastigt för att kunna försändas till vederbörande reqvisenter i tid. De äro nu visserligen färdiga men Öller på Riihimäki, hvarest tillverkningen skett, säger at de ej ännu äro tillr. torra. Det torde därför vara bäst att bereda sig för nästa år” (Lemström till Rindell, 1885b).

Problemet med tillverkningen av frostfacklorna förföljde Lemström en lång tid, men i februari 1886 kunde han äntligen pusta ut och konstaterade: ”Facklorna borde komma just dessa dagar alla reqvisenter tillhanda” (Lemström, 1886). Emellertid fortsatte motgångarna. I ett brev från slutet av mars 1886 bifogade Lemström följande förklaring då han sände ut rekvisitionsblanketter:

> ”På blanketten står lådor à 300, men de sist tillverkade facklorna äro ej så torra att 300 gå i lådan utan endast 250. Bäst är att reqvirera jämna antal av 250, men glöm ej att i medlet av Maj utlägga dem till torkning samt att hålla tändcylindrarna på torrt ställe” (Lemström till Rindell, 1886a).

Nils Karl Nordenskiöld (1837–1889) växte upp på Frugård i Mäntsälä. Hans far var mineralogen och statsrådet Nils Gustaf Nordenskiöld (1792–1866). Karl, som han kallades, visade liksom sin äldre bror Adolf Erik tidigt intresse för naturen, och tillsammans samlade de växter och insekter. Karl blev student i Helsingfors 1854, fil. kand. 1859 och promoverad magister 1860. Han innehade till en början flera kortvariga tjänster: en tid som lärare i matematik och naturkunnighet vid Tekniska realskolan i Helsingfors, som nivellör vid Helsingfors-Tavastehus järnvägsbygge, föreståndare av lektorstjänsten i matematik och fysik vid Evois forstinstitut, till vilken tjänst han utnämndes 1864. År 1880 blev han t.f. föreståndare för Magnetiska och meteorologiska observatoriet vid Finska Vetenskaps-Societeten, och senare, då observatoriet 1881 ombildades till en meteorologisk centralanstalt blev han dess direktor. Som direktor avgav han årliga rapporter till Vetenskaps-Societeten och startade utgivandet av månadsöversikter av väderleksförhållandena i Finland. Denna verksamhet upphörde dock inom kort. År 1884 verkställde han en avvägning av Åbo slotts höjd över havet, vilken jämförd med föregående mätningar gjorda av Jacob Gadolin gav en sekulär höjning av 2,11 fot och tycktes utvisa att stigningen inte försiggått likformigt som bl.a. G. G. Hällström tidigare antagit (Nordenskiöld, 1886). Nordenskiöld deltog i de internationella meteorologiska kongresserna i Wien 1873 och Sankt Petersburg 1881. Han tog också del i grundandet av livförsäkringsbolaget Kaleva 1874 och var dess aktuarie till utgången av 1878. Han blev ledamot av Finska Vetenskaps-Societeten 1883. Han avled den 21 maj 1889.

Lemström var märkbart irriterad över den negativa uppmärksamhet som kom hans försök med frostfacklor till del och då namn och redogörelser började synas i tidningspressen såg han sig tvungen att gripa till pennan (Lemström till Åbo Tidning, 1886b):

> ”Helsingfors den 21 Maj 1886 – Till Redaktionen af Åbo Tidning – Med detta bref följer ett korsband innehållande: 1. ”Om sommarnattfrosterna och medlen att förekomma dessa härjningar”, aftr. ur Finsk Tidskrift. Det näst sista exemplaret, som jag äger! 2. ”Om sättet at förekomma sommarnattfroster genom facklor”. 3. Prof på reqvisitionsblanketter med ”kort anvisning för facklornas användning”, och ber jag förbindligast anhålla att Redaktionen ville tillställa dessa skrifter sign. ”Jo”, som i Åbo Tidning publicerat en uppsats angående frosten och undersökning af densamma. Det är i synnerhet den första uppsatsen, som sign ”Jo” ej synes hafva sig bekant. Jag har en afgjord motvilja för polemik i frågor af denna art i den dagliga pressen, men kommer dock snart att publicera en längre uppsats i våra dagliga tidningar angående denna sak, och hoppas då att Åbo Tidning i sina spalter intager densamma.
>
> Högaktningsfullt Selim Lemström”.

Lemströms ansträngningar ledde inte till önskat resultat. Hans envishet att genomföra experiment fick ständig kritik. Till och med hans vänner och gynnare ställde sig undrande, och Lemström kom igen med sina förklaringar:

> ”Din motivering är sådan att, som jag redan sade, frågan om vår kännedom om nattfr. och medel mot den står på samma punkt som den befann sig hos de gamla Egypten. För att taga ett exempel. Du sade i telefon att mitt antagande om luftombytet 100 ggr är godtyckligt. Ja väl emedan det är ett utrop, ty ombytet till 10 m höjd eller 10 ggr till 1 meters höjd behöfver ju ej ske mer än en enda gång förutsatt att ombytet går jämt under hela natten för att det för frostskadorna förekommande nödiga värmet skall tillföras växterna! Och detta redan i öfverflöd!” (Lemström till Rindell, 1893b).

Ovanstående rader skrev Lemström i mars 1893. Litet senare samma år såg sig Lemström ånyo föranledd att komma med ett tillrättaläggande:

> ”Emedan det i frostkommisionens betänkande blifvit infördt ett omnämnande om de misslyckade försök, som anställts af personer under Finska Hushållningssällskapets auspicier, så anhåller jag att i Nya

> red. af bet. sid 35 få införa följande not: Professor Lemström, som af tjänsteåligganden hindrades att öfvervara justeringen af slutet af betänkandet, har senare anhållit att få meddela följande upplysning: Genom ett ledsamt förbiseende af den person, som hade sig ombetrodt facklornas expedierande till resp. reqvisenter, afsändes till några orter dels halfvåta, dels af köld förderfvade torfrör, utan att detta fel sedan blef rättadt. Det var med dylika facklor som de af Hushållningssällskapet föranstaltade försök utfördes och de kunna således ingenting bevisa mot facklornas användbarhet. Var nu så vänlig och svara med omgående huruvida Du medgifver att en dylik not får ingå” (Lemström till Rindell, 1893c).

I ungefär femton år kämpade Lemström med frostfacklorna. Själv kände han tillfredsställelse över att syssla med något intressant och betydelsefullt. Han utsattes dock hela tiden för ett tryck utifrån och kritiken mot arbetet kom i vågor. Frostfacklorna blev inte den framgång han från början drömt om.

Kritik och polemik – Theodor Homéns arbeten

Följande att ta i tu med nattfrostproblematiken var Theodor Homén (1858–1923), som i likhet med sin lärare Lemtröm hade växt upp i en landsbygdsmiljö. Det var på prästgården i Pieksämäki han tillbringade sina första år och det var där hans känsla för och kärlek till naturen växte fram. Detta förhållande stärktes ytterligare under de dryga trettio år Homén vistades om somrarna på Vikkarais hemman i Karislojo med sina systrar.

Theodor Homén blev tidigt intresserad av nattfrostfenomenet. Som student deltog han i professor Lemströms försök på Notsjö gård, men fortsatte sedan mätningarna på egen hand. Under sina vistelser i Karislojo forskade han i frostfenomenet och gjorde temperaturmätningar och bestämde fukthalten i luft och jord. Dessa mätningar gjordes på olika områden: sank mark, åkrar och skog. Redan under sommaren och hösten 1880 ställde han upp termometrar på olika höjd över marken och på olika markunderlag och han följde noga med hur temperaturen förändrades under klara sommar- och höstnätter. Några år senare, 1883, gav han ut avhandlingen *Bidrag till kännedom av nattfrostfenomenet* i Finska Vetenskaps-Societetens *Bidrag*-serie. Då Lemström var den ledande forskaren inom området är det inte förvånande, att Homén och Lemström kom i konflikt med varandra. De omdömen och uttalanden Homén kom fram med i denna fråga ansågs av Lemström vara i högsta grad subjektiva, och i en kommentar över Homéns arbeten flera år senare skrev Hjalmar Tallqvist:

> ”På samma forskningsområde hade prof. Lemström redan en tid arbetat och som vi veta, särskilt låtit tala om sig på grund av sina försök att förekomma nattfrosten medelst särskilda frostfacklor, vilka skulle sprida en tjock rök, som lägger sig över fältet och hindrar utstrålningen och avkylningen. Prof. Lemström hade också inlett Homén på detta arbetsområde och uppmuntrat honom till de nämnda försökens anställande. Inom jordfysiken skulle Homén emellertid komma att gå längre än sin lärare, för övrigt utvecklingens mestadels naturliga och nödvändiga förlopp, trots att ju ingalunda alltid lärjungen överträffar mästaren eller sonen fadren” (Tallqvist, 1924).

Under nästan tio års tid arbetade Homén med att insamla mera resultat från mätningar ute i naturen. År 1893 utgav han sina rön i boken *Om nattfroster* (Homén, 1893), som omfattade 208 sidor i den svenska versionen (även en tysk upplaga kom ut). Boken var uppdelad i sex kapitel som var för sig behandlade: 1. Jordtemperaturens bestämningar, 2. Det dagliga värmeutbytet mellan marken och atmosfären, 3. Daggbildning och avdunstning, 4. Nattfrosterna, 5. Förutsägelse av frost, 6. Medel att förekomma frostskada. Hela arbetet byggde på Homéns egna mätningar. Temperaturmätningarna utfördes under perioder av flera dygn, dag och natt. Homén hade antagligen hjälp av sina systrar, som också om somrarna vistades på Vikkarais. De deltog både i temperaturmätningarna och behandlingen av materialet. Arbetet var mycket omfattande och Homén kände sig nu säker på sin sak. I januari 1894 skrev han till sin kollega Svante Arrhenius, tackade för de avhandlingar denne skickat honom och var glad över att kunna återgälda detta.

> ”Härmed är jag likväl i tillfälle att slutligen sända dig ett opus jag troget arbetat i halfannat år, nämligen mitt arbete om nattfrosten. Det är resultat af tämligen vidlyftiga undersökningar både i naturen sjelf samt i den vetenskapliga litteraturen inom meteorologins område. Jag smickrar mig med att detta är ganska bra. Du förvånar dig kanske hvarför jag kastat mig på en så meteorologisk fråga, om du för öfvrigt bryr dig om att utkrystallicera en tanke beträffande en gammal vän med hvilken umgänget så temligen rostat bort. Orsaken dertill är i hufuvudsak den att fosterlandet behöfde mig och min forskningsförmåga (eller öfverhufvudtaget en vetenskaplig utredning) på detta gebit. Lemström hade nemligen i tiden sökt vetenskapligt utreda dessa förhållanden men ej kommit långt så de visade nödigt att något allvarsammare taga i med saken. Då jag sommaren

> 1892 tog ihop med saken kastade äfven han sig på nytt på densamma men lyckades ej åstadkomma stort annat än fantasier hvarför mitt opus fick lof att blifva allvarsammare och mera omfattande än jag från början tänkt så det nu först blifvit slutligen färdigt" (Homén till Arrhenius, 1894).

Homén såg gärna att Arrhenius hade tid att läsa igenom artikeln för att kanske komma med synpunkter, ty som Homén uttryckte saken:

> "Lemström och jag komma att stå stick i stäf mot hvarandra. Då Lemström genom sin professors plats så temligen beherrskar situationen och t.ex. karrieren för yngre vetenskapsidkare har jag svårt att erhålla kritik från något sånär kompetenta håll här hemma som kunna komma i fråga. Ifrig medlem af det svekomanska partiet vilja äfven de svenskspråkiga tidningar i längsta möjliga hålla på honom så omdömet der icke blifvit just opartiskt. Det vore därför af synnerligen intresse om från Sverige som ju har många framstående meteorologer något fackmannaomdöme skulle uttalas det må utfalla i hurudan riktning som helst" (Homén till Arrhenius, 1894).

Ungefär en månad senare återkom Homén till samma frågeställning. Brevet till Arrhenius inleddes i en något dyster tongång och Homén fortsatte:

> "Dessa utgjutelser med anledning af ett fall som jag just har under näsan nämligen Lemströms uppträdande i frostfrågan. Då jag med bästa vilja icke kunde låta bli att vidröra hans fånerier i frostfrågan, särdeles som han upprepadt påminde mig att icke förbise hans inlägg i frågan, var det ju naturligt att vi skulle stöta ihop. Just nu fick jag en liten polemisk uppsats af honom, den värsta smörja jag någonsin sett. Så fort jag kan få något exemplar till deraf skall jag sända dig den. Emellertid ville jag bedja dig att om du på något sätt kan, försöka åstadkomma en kritik af min bok der, antingen du sjelf eller någon annan kompetant person. Du skulle dermed göra icke endast mig utan äfven hela vårt land en stor tjenst, ty Lemström har här fått frågan jämmerligen bortblandad, och ett uttalande från opartiskt håll skulle verka mycket godt. Aftonbladet är här mycket läst och värderadt så en saklig kritik der vore utmärkt" (Homén till Arrhenius, 1894a).

Nästan en månad gick. Den 22 mars 1894 kunde Homén i Aftonbladet äntligen läsa den artikel han väntat på. Arrhenius hade själv recenserat Homéns bok.

Nattfrostfenomenet var av stort ekonomiskt intresse för de Nordiska länderna och i Finland uppskattade Lemström att nattfrostens skadeverkningar kunde innebära en förlust på upp till 2-3 miljoner kronor. Skäl förelåg därför att forska i detta område. Homén hade gjort temperaturmätningar på olika markdjup (0, 2, 5, 10, 20 och 40 cm) och genom att följa med hur temperaturerna förändrades kunde värmeväxlingen mellan mark och luft bestämmas. Lemström hade i sina arbeten föreslagit användandet av frostfacklor, för att sätta luftlagren i cirkulation eller för att producera rök och göra luften mindre genomskinlig. Homén kritiserade i sin bok vardera metoden ”och finner dem på, såsom det synes, goda grunder vara af tvifvelaktigt praktiskt värde, särskild hvad den förstnämnda metoden beträffar”, skrev Arrhenius i sin anmälan och fortsatte:

> ”författarens såväl genom egna vidsträckta undersökningar som genom en utförlig kritisk granskning af andra forskares rön synnerligt saklika utredning af frostfenomenets orsaker ha vunnit ett välförtjänt beaktande i Finland, i det hans resultat blifvit lagda till grund för en för frostfrågans utredande tillsatt kommissions betänkande. Äfven i vårt land borde hans förtjenstfulla arbete ha att påräkna ett lifligt intresse, ty säkert är, att landtmannen genom att taga kännedom derom kan undvika mången dyrköpt erfarenhet och mången bitter missräkning”.

Polemiken mellan Lemström och Homén tog sig olustiga former då den även fördes offentligt. Med anledning av Homéns bok *Om nattfroster* skrev Lemström ett längre inlägg i Finska Vetenskaps-Societetens *Öfversigt*-serie (Lemström, 1894). Han bemötte där Homéns kritik av sina metoder och resultat och hänvisade bl.a. till sina egna arbeten, som utkommit 1893, *On night frost and the means of preventing their ravages* samt *I frågan om nattfrosterna: med anledning af Hr Homéns arbete ”Om nattfroster”*. Bland annat skrev Lemström:

> ”I sin ifver att nedsätta betydelsen af dessa metoder, har Herr Homén missuppfattat eller misstydt min framställning, på omotiveradt sätt bortresonerat mina observationsdata och slutligen oriktigt tillämpat kända naturlagar. Med anledning häraf anser jag mig böra närmare utlägga några områden i mitt arbete om »Nattfrosterna» för att sätta läsaren i tillfälle att bättre bedöma den betydelse, som kan tillmätas Hr H:s invändningar”.

Svaret lät inte länge vänta på sig (Homén, 1894b). Homén inledde:

> ”Jag skall härvid söka hålla mig blott till sak. De många häftiga, rent personliga utfallen mot mig ernar jag ej bemöta, lika litet som

> jag kan förstå att jag på något sätt gifvit anledning till desamma. Herr Lemströms arbeten har jag så litet velat förringa, ehuruväl jag nog ofta kommit till konträrt motsatta resultat mot hans, att jag tvärtom särskildt bemödat mig om att icke förbise något i hans undersökningar som berörde mitt ämne”.

Därefter gick han över till att granska Lemströms arbeten i detalj, särskilt frågan om värmestrålning och temperaturförhållanden. Det var uppenbart att denna polemik inte kunde avslutas i ett ömsesidigt omfattande av vardera parternas insatser.

Svante August Arrhenius (1859–1927) föddes på Vik i Balingsta socken och gick i skola i Uppsala. Efter avlagd fil. kand. -examen 1878 vid Uppsala universitet påbörjade Arrhenius ett arbete i Erik Edlunds (1819–1888) fysikaliska laboratorium angående elektrolyters elektriska ledningsförmåga. Inom några år resulterade detta i Arrhenius’ doktorsavhandling *Recherches sur la conductibilité galvanique des électrolytes* (1884), i vilken grundtankarna till den elektrolytiska dissociationsteorin formulerades. Arbetet fick inte idel beröm, och då Arrhenius senare sökte docentur beviljades denna icke genast. Det var först sedan fysikern Wilhelm Ostwald besökt Uppsala hösten 1884 och prisat avhandlingen som Arrhenius erhöll sin docentur i fysikalisk kemi. Med stöd av det Letterstedtska resestipendiet besökte Arrhenius därefter Ostwald i Riga 1886 och fortsatte därifrån till Würzburg. Graz besökte Arrhenius 1887 och Amsterdam 1888. Samtidigt fortsatte han sina dissociationsexperiment som slutligen belönades med Nobelpriset i kemi 1903. Arrhenius bidrog också till bl.a. meteorologi, geofysik och kosmisk fysik. Redan 1896 försökte han beräkna styrkan av koldioxidens växthuseffekt. Vidare upptäckte han en period av 25,93 dygn för luftelektricitet och norrsken. Denna period sammanföll med den synodiska omloppstiden för solfläckar vid Solens ekvator. År 1900 uppställde Arrhenius en norrskensteori enligt vilken ljustrycket från Solen förde partiklar till Jordens atmosfär och gav där upphov till en katodstråle-effekt. Partiklarna rörde sig i spiralformiga banor kring de jordmagnetiska kraftlinjerna och vid polerna nåddes de lägre luftlagren, som bringades att lysa.

Meteorologin under Finska Vetenskaps-Societetens regi

På förslag av femton framsynta vetenskapsmän i Helsingfors stadfäste Nikolaj I grundandet av Finska Vetenskaps-Societeten 1838. Societeten indelades i tre sektioner, den matematisk-fysiska, den naturhistoriska och den historisk-filologiska, som alla hade ett bestämt antal ledamöter. Senare har den samhällsvetenskapliga sektionen tillkommit. Ledamöterna invaldes i allmänhet på basen av vetenskapliga meriter och Societeten bestod följaktligen genast från början till största delen av professorer vid Kejserliga Alexanders Universitetet i Finland. Bland de stiftande medlemmarna fanns dåvarande professorn i fysik Gustaf Gabriel Hällström och Johan Jakob Nervander, som just vid denna tid utnämndes till e.o. professor i fysik och föreståndare för universitetets magnetiska observatorium. Hällström valdes till Societetens första ordförande, en post som han innehade under Societetens första verksamhetsår. Vid valet av ständige sekreterare förlorade Nervander, efter omröstning, mot matematikern Nathanaël Gerhard af Schultén. Nervander var senare Societetens ordförande under verksamhetsåret 1847–1848. Ordförande valdes för ett år i taget och det kan noteras att samtliga fysikprofessorer vid Kejserl. Alexanders Universitetet i något skede innehaft denna post, Adolf Moberg två gånger (Elfving, 1938).

Redan under långa tider hade klimatologiska observationer gjorts i Finland, men dessa hade varit spridda i tid och rum och i allmänhet berott på enskilda personers initiativ. Ett mera omfattande program hade lanserats av professor Adolphe Quetelet (1796–1874) i Bryssel, som omfattades av många länder. Finska Vetenskaps-Societeten beslöt att genast från sina första år arbeta enligt detta program och J. J. Nervander utarbetade ett formulär för allmänt bruk i vilket meteorologiska och naturhistoriska observationer antecknades. I formuläret antecknades ”105 olika vextarters löf- eller bladbildning, blomning, frö- eller fruktbildning, samt löf- eller bladfällning” samt ”36 arter flyttfoglars ankomst och bortfärd, . . . , strödda iakttagelser på åtskilliga djur, isynnerhet foglar, några kulturvexters sådd eller plantering samt ängsslåtter”. Därtill noterades ”islossning och isläggning, nattfroster samt källans djup om våren och hösten” och ”för hvarje dag af året upptecknades vattnets höjd, nederbörd, åska, norrsken, himlahvalvets utseende samt vindens styrka och riktning”.

I början av år 1846 trycktes en första upplaga av formuläret om 2000 exemplar och ungefär hälften sändes ut till landets kontraktprostar, som man tänkte sig kunna ha intresse och förmåga för saken. Första året hade nymodighetens behag men sedan avtog intresset och formulären strömmade in i ett alltmera minskande antal enligt följande:

1846	105	1851	27
1847	94	1852	24
1848	55	1853	25
1849	41	1854	23
1850	30	1855	45

Då minimum nåddes 1854 gjorde Finska Vetenskaps-Societeten nya ansträngningar för att öka antalet inkommande formulär. Mera formulär spriddes ut genom Finska Läkaresällskapets och Sällskapets pro Fauna et Flora försorg och också många lotsstationer kom med tack vare överstelöjtnant A. Stjerncreutz' insats. Därpå följande år, 1855, mottog Societeten 45 formulär i retur.

Det är tänkbart att det vidlyftiga formuläret skrämde bort mången observatör från uppgiften. Det var ej heller motiverande att år efter år sända in omsorgsfulla anteckningar då man inte såg några resultat av dem. Få insåg det omöjliga i att efter bara något års insamlande göra en vetenskaplig bestämning av Finlands klimatförhållanden. För att delvis råda bot på ovannämnda missförhållanden började man 1856 använda ett nytt förenklat formulär och Adolf Moberg påbörjade en preliminär sammanställning, täckande de tio första årens observationer.

Redan i ett tidigt skede av sin verksamhet hade Societeten bedrivit insamlandet av meteorologiska observationer från olika orter av landet. Den tidigare meteorologiska forskningen strävade till att ”statistiskt utreda enskilda orters lokala klimat och geografiska faktorers inverkan på detsamma”. Så småningom började man dock sträva till att ställa in de enskilda resultaten i större sammanhang. Dessa strävanden fick kraftigt understöd speciellt efter den våldsamma ”Balaklava”-stormen, som 1855 härjade i mellersta och västra Europa och åstadkom bl.a. stora skador på den fransk-engelska Svartahavsflottan.

Det blev nu viktigt att snabbt kunna samla in meteorologiska mätresultat, sammanställa dem och meddela resultaten till meteorologiska centralanstalter, som övervakade stora områden. Sålunda kunde centralobservatoriet i Sankt Petersburg telegrafiskt sända rapporter om väderleken till Paris. Den 10 januari 1859 anhöll Finska Vetenskaps-Societeten om att få förfara på samma sätt. Av svaret framgick att

> ”endast observatorierna i S:t Petersburg, Warschau, Moskwa och Nikolajeff förunnats rättighet att kostnadsfritt utbyta telegram med observatoriet i Paris, vareom telegrammen från Reval, Riga, Kiew och Odessa befordrades till Paris med posten från S:t Petersburg”.

Magnetisk-meteorologiska observatoriet i Helsingfors fick dock rätt att ”en gång varje morgon begagna telegraflinjen S:t Petersburg-Helsingfors för utväxling av meteorologiska observationer med centralobservatoriet”. För Finland var det en avgjord fördel att kunna upprätthålla förbindelser med Sankt Petersburg. Det ryska centralobservatoriet hade inrättats redan 1833 och underställts Kejserliga Vetenskapsakademien. Institutionen hade en modern utrustning, jämförbar med de främsta i Europa. Finland drog således nytta av denna centralanstalts närhet, fina utrustning och höga kunskapsnivå.

Det meteorologiska material som samlades in var digert, men som det ofta visade sig var det nästan övermänskligt att sammanställa och överblicka detsamma. Man hade tillgång till dagliga observationer beträffande barometerstånd, temperatur, relativ fuktighet, vindens riktning och styrka, himlavalvets utseende samt nederbörd, enligt observationer kl. 7 på morgonen.

Det var naturligtvis nödvändigt att de enskilda stationerna gav pålitliga och med varandra jämförbara resultat. I detta skede kom Selim Lemström med i bilden. Societeten hade fått en påstöt att omorganisera observationsnätet i Finland på så sätt att det anpassades till det stora ryska meteorologiska systemet. Det blev därför nödvändigt med en kontroll av observationsorternas utrustning, för vilken uppgift Societeten ställde 1500 finska mark till förfogande.

> ”Docenten Lemström vidtalades att utföra inspektionen och förklarade sig villig, under det villkor att han därmed finge förena vissa forskningar, nämligen såväl magnetiska som astronomiska ortsbestämningar ävensom undersökningar av polarljuset och den så kallade jordströmmen. Till medhjälpare vid expeditionen antogs studeranden Arthur Wallenius, vilken härför erhöll ett anslag på 500 :– mk av universitetet”.

En vetenskaplig expedition hösten 1871

Finska Vetenskaps-Societeten bedrev sedan 1846 regelbundna meteorologiska observationer vid flera stationer i Finland. Då redan åtskilliga år gått sedan de flesta av stationerna grundats blev det i början av 1870-talet aktuellt att granska och kontrollmäta de instrument som användes. Några av stationerna med ursprungliga instrumentinstallationer började bli gamla, snart 25 år. Adolf Moberg, som vid denna tid var ordförande för Finska Vetenskaps-Societeten föreslog tillsammans med dess sekreterare, statsrådet L. L. Lindelöf, att Selim Lemström skulle företa en resa till samtliga observationsstationer och där genomföra behörig kontroll och kalibrering av mätapparaturen. Att valet föll på

Lemström var ganska naturligt. Som fysiker med elektricitet och magnetism som specialitet hade han dessutom erfarenhet av mätningar ute i naturen under svåra förhållanden. Dessa erfarenheter hade han införskaffat under en expedition till Spetsbergen tre år tidigare.

Sammanlagt hade Finska Vetenskaps-Societeten 22 stationer utplacerade runt hela landet. Arbetet förväntades bli omfattande och resan lång. Societeten ville därför att expeditionen skulle kombineras med andra vetenskapliga uppgifter. Verksamheten skulle, förutom inspektion av de meteorologiska stationerna, omfatta även magnetiska ortsbestämningar och astronomiska orts- och tidsbestämningar, forskning angående jordströmmen (d.v.s. den svaga induktionsström som kretsar kring Jorden) och mätning av luftelektriciteten och iakttagelser av polarljuset d.v.s. norrsken.

På detta sätt blev arbetsuppgifterna många och man ansåg dem vara alltför betungande för en enda man. Det ordnades därför så att universitetet stödde expeditionen med ett anslag om 500 Fmk, vilket skulle utgöra avlöning av en assistent. Med detta arrangemang tog Lemström med studenten Arthur Wallenius (1851–1873) på färden runt Finland. Arthur Wallenius hade blivit student från Åbo gymnasium och inskriven vid universitetet i Helsingfors 1868. Han var då endast 16 år gammal, men fyllde en månad senare 17 år. Fadern Karl Gustaf Wallenius (1808–1856) hade studerat vid Akademien i Åbo och blivit lantmätare. Sonen Arthur var endast fem år då fadern dog och änkan Hilma Kristina Limon (d. 1902) fick försörja familjen.

Behövliga instrument erhöll Lemström från universitetets fysikaliska kabinett och astronomiska observatorium samt från den magnetiska och meteorologiska stationen i Kajsaniemi, som upprätthölls av Finska Vetenskaps-Societeten. För övrigt bestreds kostnaderna för expeditionen till största delen av Finska Vetenskaps-Societeten med ett belopp av 1500 Fmk. Universitetet deltog med en assistent och av kanslern erhölls ytterligare 1000 Fmk, inalles 3000 Fmk. ”Omkring 175 Fmk har jag tillsatt af egna medel”, avslutade Lemström den ekonomiska redogörelsen efter hemkomsten från expeditionen (Lemström, 1871, 1871a).

Den 12 augusti 1871 började Lemström och Wallenius sin resa som gick från Helsingfors till Wiborg och vidare norrut genom östra Finland till Kajana och därifrån till Uleåborg, Torneå och Rovaniemi. Därifrån fortsatte man vidare över Kittilä till Enare. Resan mot sydligare trakter skedde över Sodankylä, Kemi träsk och Kuusamo tillbaka till Uleåborg, och vidare till Vasa och via Jyväskylä, Tammerfors m.fl. orter tillbaka till Helsingfors. Resan blev såsom antaget både lång och tung. Det gällde att upprepade gånger omsorgsfullt nedpacka instrumenten, göra ett par dagars resa med hästfora, därefter packa upp igen och ställa upp instrumenten samt göra mätningar på den nya orten. Proceduren upprepades och man förflyttade sig till nästa station.

Den meteorologiska forskningsmetodiken gick under 1800-talets senare hälft fram längs två linjer. Sedan gammalt ägnade man sig åt att samla in ett stort observationsmaterial, vilket därefter sammanställdes till ett studium av de klimatologiska förhållandena i ett land. En nyare riktning inom meteorologin försökte att ur observationer från skilda orter av ett land eller från ett större område, där flera länder samarbetade, dra slutsatser om hur väderleken skulle gestalta sig inom den närmaste framtiden. Lemström konstaterade emellertid att

> ”de observationer, som utföras för Societetens räkning, kunna endast tjena till material för den förra riktningen eller studiet af de allmänt klimatologiska förhållandena; för den senare riktningen äro de både ofullständiga och otillräckliga, så att i detta hänseende intet uti vårt land blifvit gjordt, med undantag deraf att några observationsdata per telegraf afsändas till andra orter.”

Vid kontrollmätningarna av instrumenten på de olika stationerna visade det sig att barometrarna genomgående var i gott skick och Lemström uppnådde en noggrannhet av omkring 0,1 mm vid sina mätningar. Temperaturmätningarna på stationerna lämnade dock mycket övrigt att önska. Det allvarligaste uppdagade felet var att glasrören satt löst i ett flertal termometrar och detta kunde föranleda ett fel av upp till 0,5 °C vid avläsningen. Lemström noterade vidare att termometrarna ofta var uppmonterade utanför fönstren med alltför korta stativ och termometrarna kunde därför vara känsliga för den värme som väggarna utstrålade. Vid stationerna observerades även vindens riktning och styrka. Eftersom dessa observationer måste utföras ute i det fria var det insamlade materialet i detta hänseende bristfälligt. Många gånger satte mörkret hinder i vägen och kvällsmätningarna blev således ofta ogjorda.

Magnetiska och meteorologiska observationer

Från och med 1841 verkade i Helsingfors ett magnetiskt observatorium, där också meteorologiska observationer och sammanställningar gjordes. Ledningen för observatoriet omhänderhades från dess start av Johan Jakob Nervander. Denne hade i unga år ägnat sig i sina studier inledningsvis åt elektricitetsläran men kom under en utrikesresa på 1830-talet i kontakt med Carl Friedrich Gauss’ (1777–1855) och Wilhelm Webers (1804–1891) läror om magnetismen. Efter detta vände Nervander sitt intresse mot detta nya forskningsfält och ägnade sig där speciellt åt jordmagnetismen. Han arbetade ihärdigt för att grunda ett observatorium i Helsingfors. Detta lyckades honom slutligen och vid Kejserl. Alexanders Universitetet inrättades det meteorologiska och magnetiska observatoriet. Observatoriet hade genast från början en fin utrustning och de resultat man nådde där väckte berättigad uppmärksamhet även utomlands. Nervander sammanställde inledningsvis observationsmaterialet till ett omfattande verk i fyra band, som prisbelönades bl.a. av Vetenskapsakademien i Sankt Petersburg.

Då Nervander vid endast 43 års ålder plötsligt avled år 1848 övertogs observatorieledningen av Henrik Gustaf Borenius, Nervanders svärson och närmaste man. Observatoriets verksamhet fortskred därefter lugnt i de fåror som Nervander långt tidigare stakat ut och Borenius fortsatte att sammanställa redogörelser t.ex. för nederbörden åren 1848–1877 och medeltemperaturen åren 1869–1878 i Helsingfors (Borenius, 1848; Honkanen, 1986; Keränen, 1955; Steinby, 1988, 1991).

År 1841 var 12 assistenter verksamma vid det magnetiska observatoriet. Det stora antalet assistenter var nödvändigt, ty då Nervander inledde observationerna av verkliga mätningar nedtecknade man i journalerna instrumentavläsningarna var tionde minut. Detta krävande program följde man under åren 1844–1856. Därefter, åren 1855–1897 gjordes avläsningarna en gång i timmen och slutligen 1895–1911 endast tre gånger i dygnet. Under det sista året nöjde man sig med en gång i dygnet. Efter detta störde den elektriska spårvagnstrafiken i närheten av det gamla observatoriet mätningarna i så hög grad att avläsningarna blev opålitliga och därför avbröts.

Man noterade den magnetiska deklinationen (D), intensiteten hos magnetfältets horisontella komponent (H), likasom i början dess vertikala komponent (Z). Johan Jakob Nervanders samling av magnetiska och meteorologiska observationer från perioden 1844–1848 publicerades postumt 1850. De ursprungliga mätresultaten finns fortfarande bevarade i talrika stora volymer på bokhyllorna i dagens moderna meteorologiska institut. Heikki Nevanlinna med medarbetare har omsorgsfullt analyserat detta material med datorer och publicerat det i elektronisk form för hela mätperioden 1844–1911. Sålunda har det strävsamma arbete Nervander påbörjade för 160 år sedan äntligen fått ett värdigt slut. Mätningarna av deklinationen (ungefär 1 010 000 observationer) omspänner en tid av fem solfläckscykler och lägger därmed till nästan två perioder till den hittills längsta serien av data över aktivitetsindex (aa) för perioden 1868–1991 (Menvielle och Berthelier, 1991; Nevanlinna *et al.*, 1992a, 1992b, 1993, 1994)

I samband med en omfattande omorganisering av det meteorologiska observationsnätet i Finland överfördes den magnetisk-meteorologiska anstalten från att ha stått under Universitetets ledning nu till Finska Vetenskaps-Societeten.

Borenius hade chefskapet för institutet sedan 1848, men då han erhöll begärt avsked den 15 juni 1880, befanns detta vara en lämplig tidpunkt för omorganiseringen. Finska Vetenskaps-Societetens matematisk-fysiska sektion utsåg på sommaren 1880 Nils Karl Nordenskiöld, som vid denna tidpunkt var lektor i matematik och fysik vid Evois forstinstitut, till t.f. ledare för observatoriet: ”Det intresse för meteorologin och den handlingskraft lektor Nordenskiöld visat läto honom framstå som en lovande framtidsman”. På hösten, då Societeten sammanträdde fick denna utnämning officiellare status och en kommitté tillsattes, bestående av Lindelöf, Moberg och Lemström, att ”foga anstalt om av- och tillträdessyn av observatoriets byggnader och inventarier samt föreslå, huru vid besättandet av föreståndarbefattningen borde förfaras. . . ”.

Då väl denna besiktning kom i gång löpte allting undan med fart. I ett brev daterat den 13 oktober 1880 blev Nordenskiöld förvarnad av Lemström om att utsatt datum närmade sig. Men trots det skede allting mycket snabbt. Tisdagen den 19 oktober 1880 granskades magnetiska observatoriet. Arkitekt Wilenius som av Byggnadsstyrelsen hade utnämnts att närvara vid tillfället hade framställt en önskan, att kartor och ritningar skulle finnas till handa. Då blev det bråttom. Lemström skrev till Wilhelm Lagus och bad om dennes hjälp, dels att närvara vid förrättningen, dels att bistå Nordenskiöld med att skaffa fram det önskade materialet. Brevet skrevs på måndag och mötet skulle äga rum redan följande dag kl. 10:30!

Tillsynen inleddes på tisdag såsom planerat, men en enda dag var inte tillräcklig. En vecka senare fortsatte man. Det var nu närmast fråga om byggnadernas skick, och man hoppades kunna avsluta arbetet med denna sista uppsikt. Sedan återstod inventarierna. Att göra upp en noggrann inventarieförteckning visade sig vara svårt och Nordenskiöld beklagade de oklara listorna i ett brev till Lemström:

> ”Gamla Gubben Borenius och jag har till Vetenskaps Societeten afgifvit vederbörliga inventarieförteckningar öfver Observatoriets tillhörigheter. Jag har flera gånger uppmanat unga B. att vara sin far behjelplig vid denna inventering, och jag har uppdragit åt honom att under sina observationstimmar förteckna de äldre observationsjournalerna och biblioteket, men detta arbete har dock framskridit ytterst lalligt. Lika lalligt besvaras begärda upplysningar rörande instrumentsamlingen. Än kryper en upplysning fram än en annan. I Vetenskaps Societetens intresse måste jag derföre på det enträgnaste bedja dig instämma uti min förklaring att Stenobservatoriet ej kan på ifrågavarande sätt upplåtas förr än inventari-

> eförteckningarna kommit till stånd”.

Den sista meningen syftar på de studentarbeten som Lemström önskade få utförda på observatoriet. Senare samma månad tog Lemström upp instrumentfrågan på nytt. Den hade med säkerhet diskuterats vid de tillfällen då Lemström och Nordenskiöld träffats i andra sammanhang, men med tiden blev en slutlig utredning nödvändig. Att kontakten nu skedde skriftligt var helt naturligt, ty ännu år 1880 fanns inte telefoner i allmänt bruk. Kommunikationen skedde genom stadsbud. Om detta bruk vittnar otaliga korta brev med brådskande uppgifter och svarsbrev, som skrevs ännu samma dag. Alltnog hade Lemström i instrumentfrågan gått igenom gamla handlingar.

> ”För att rätt öfvertyga mig om hvart det elektro-magnetiska instrumentet (så heter det i räkningen) hörer, så såg jag efter Magnetiska observatorie-fonds räkenskaper och fann att det förskott af 150 rub. silf., som Weten. den 25 Nov. 1846 erhållit, blifvit i Februari 1848 återbetaladt och finnes i fondens räkenskaper observeradt ; det är således fys.kab.s fonden, som betalat hela instrumentet. Att något annat sätt att här se saken än att instrumentet tillhör fys.kab. kan jag ej inse och måste så mycket mera hålla därpå som det är ett elektromagnetiskt instrument och alla af Nervander konstruerade instrumenter af detta slag finnes på fys. kabinettet”.

Lektor Nils Karl Nordenskiöld verkade som t.f. föreståndare för observatoriet ända tills han den 2 februari 1882 utnämndes till direktor vid Finska Vetenskaps-Societetens Meteorologiska Centralanstalt, såsom det kom att heta efter omorganisationen. Direktorn åtnjöt fri bostad, hade en fast lön av 5 500 mk, ett arvode å 1 000 mk samt 750 marks förhöjning efter fem och tio års tjänstgöring, delaktighet i civilstatens änke- och pupillkassa samt rättighet till pension vid avskedstagandet.

Under Nils Karl Nordenskiölds sista levnadsår åtog sig Selim Lemström att tillfälligt sköta direktorsbefattningen tills Societeten fattade slutligt beslut i saken. Senare på hösten utsåg Societeten August Fredrik Sundell (1843–1924), som vid denna tidpunkt var e.o. professor i fysik, till dess ordinarie direktor. Att A. F. Sundell ställde sig till förfogande för direktorsbefattningen kom som total överraskning för Lemström: ”Att Sundell ville hafva direktors platsen visste jag ej förr än samma dag frågan afgjordes”. Sundells utnämning gick emellertid inte igenom i Senaten, som konstaterade att Sundell inte uppvisat föreskrivna språkkrav, nämligen förmåga att i tal och skrift kunna begagna svenska och finska språken. Tjänsten lediganslogs därför på nytt och söktes av docenten

Theodor Homén, biträdande lektorn doktor R. F. Rancken samt assistenten vid fysikaliska kabinettet, filosofie kandidat Ernst Biese.

Den invecklade utnämningsproceduren var minnesvärd:

> ”Societeten beslöt att uppföra endast en sökande å förslaget samt att sig till ledning inhämta vederbörande sektions utlåtande. Inom sektionen voro meningarna delade därom, huruvida Biese eller Homén främst borde rekommenderas; flertalet förordade dock den förre. Sekreteraren uttalade önskvärdheten av att Societeten, för vinnande av ytterligare utredning i saken, ville hos sin hedersledamot direktor Wild[3] i S:t Petersburg anhålla om dennes yttrande beträffande det relativa värdet av bägges vetenskapliga arbeten, särskilt med hänsyn till den av dem sökta tjänsten. Med nio röster mot nio, varvid ordförandes röst fällde utslaget, omfattade Societeten detta förslag. Wild understödde Bieses kandidatur. Vid den slutliga omröstningen inom Societeten tillföllo lika många röster, eller åtta, vardera sökanden, men då ordförande röstat på Homén, hade alltså denne av Societeten föreslagits till direktor. Även detta förslag återvisades emellertid av Senaten till Societeten, som ålades att, då alla tre sökande förklarats kompetenta, inkomma med ett nytt, fullständigt förslag. Vid uppgörandet av detta erhöll Homén 12 och Biese 7 röster. De rekommenderades alltså i denna ordning, med Rancken som tredje man. Följande höst meddelades att H.K.M. den 23 maj 1890 utnämnt Biese till direktor” (Elfving, 1938).

Frans Carl Otto August *Ernst* Biese föddes den 3 december 1856 i Kalmar (Johansson, 1928). Hans föräldrar var födda i Tyskland men kom via Sverige upp till nordliga Finland och familjen slog sig ned i Uleåborg.[4] Det var i Uleåborg Ernst Biese genomgick sin skola och blev student den 3 juni 1876 från Uleåborgs svenska lyceum. Då för tiden ägde den egentliga studentexamen rum i Helsingfors och den lilla skaran av förväntansfulla studentkandidater från Uleåborg åkte därför först med hästskjuts till Tammerfors, därifrån man fortsatte med tåg till Helsingfors.

---

[3]Heinrich von Wild (1833–1902) var en schweizisk meteorolog som åren 1868–1895 var föreståndare för det fysikaliska centralobservatoriet i Ryssland.

[4]Ernst Bieses far, August Biese (1833–1889) var född i storhertigdömet Mecklenburg Strelitz. Han studerade vid Akademien i Rostock och flyttade år 1855 till Sverige, där han undervisade i språk och handelsvetenskap i Kalmar och Norrköping. Han hade i sitt äktenskap med Amanda Gustava Dorothea Paris åtta barn. År 1868 blev han rektor för Handelsskolan i Uleåborg, då undervisningsspråket där ännu var svenska.

Hösten 1876 inledde Biese sina studier i fysik och matematik vid Kejserl. Alexanders Universitetet. I likhet med mången annan hade även Biese ekonomiska bekymmer att kämpa med. Sin kassa måste han dryga ut med privatlektioner åt kamrater och under studietiden verkade han samtidigt två år som hemlärare. Den hårt ansträngda ekonomin tvingade honom senare att ta anställning som lärare, först i Viborg och senare i Helsingfors. Lemström var hela tiden medveten om de slumrande anlagen för forskning hos Biese och då lämpligt tillfälle kom knöts Biese 1881 som assistent till fysiska laboratoriet. Sedan föll det sig naturligt att Lemström övertalade Biese att ta del i den geofysiska expeditionen i Sodankylä. Därmed inledde Biese en vetenskaplig verksamhet som skulle uppta 25 år av hans liv. Början var mödosam då allt nytt för Sodankyläresan skulle inläras på kort tid och Biese reste därför i Lemströms sällskap till den magnetisk-meteorologiska centralanstalten i Pavlovsk (invid Sankt Petersburg). Sedan följde den tvååriga expeditionen till Lappland, där Biese enligt sin lärare Lemström deltog flitigt i den arbetsdryga bearbetningen av observationsmaterialet:

> ”allt detta arbete utförde han sålunda som student och först samma år (1886), då hans namn redan gick ut till den vetenskapliga världen på titelbladet till den första stora volymen av polarverket, fick han tid och tillfälle att avlägga sin kandidatexamen” (Johansson, 1928).

Bieses pro gradu- avhandling *Das Verticalvariometer mit Verticalen Magneten: ein neues Instrument zur Messung der Variationen der Verticalen Erdmagnetischen Kraft* (1890) bedömdes med vitsordet laudatur, vilket var mycket sällsynt. Under senare år ägnade han hela sitt intresse åt det meteorologiska institutet, vars direktor han blev. Under hela sin verksamhet stod han Lemström mycket nära och hade dennes fulla stöd. Lemström uttryckte sin erkänsla över Bieses insatser under de geofysiska åren:

> ”Främst uttalar jag min tacksamhet för Hr. Assistenten E. Biese; hans varma vetenskapliga intresse, outtröttliga flit och samvetsgranna omsorg samt hans humana, blida väsende hava i mycket hög grad bidragit till den lyckliga utgången av företaget”.

Direktorskapet för meteorologiska centralanstalten visade sig dock bli ett övermäktigt uppdrag för Biese, som formligen drunknade i inströmmande observationsrapporter. Bearbetningen av dem var tidskrävande och tärde både på krafter och tålamod. Då 1901 kritik från officiellt håll hördes angående arbetstakt och resultat och Bieses hälsa samtidigt vacklade orkade han inte längre kämpa utan lämnade något bitter sin tjänst. Familjen flyttade nu till Kuopio där Biese övertog ledningen av sin hustrus släktfirma.

Då Biese senare blickade tillbaka på sina vetenskapliga insatser glimtade nog bitterheten fram ännu i ett brev daterat 1918 citerat i (Johansson, 1928):

> ”Ett märkvärdigt öde har följt vår meteorologiska institution. Grundad av Nervander, poeten och de stora ideernas man, har den aldrig blivit det den ämnat var. Kanske låg där redan något fel hos Nervander. Tidens patriotiska uppvaknande drev de få men remarkabla männen till att envar söka åstadkomma något till fosterlandets väl, och envar följde då de impulser, som lågo närmast. Nervanders intresse eller väl än mera hans begåvning och geni drev honom till fysiken och genom att inrätta den meteorologiska anstalten ville han för sin del lägga grunden till något, som även det skulle bli en grundsten för en framtida byggnad. Men ... några impulser utåt gav han ej och ingen enda lärljunge lämnade han efter sig. När han och Hällström gått bort, blevo vi för decennier utan fysiker. Moberg var ju kemist, Lemström en himmelstormande entusiast, men ytlig och utan begåvning. Borenius tog arvet efter Nervander, och under årtionden blev anstalten stående såsom Nervander lämnat den. Höjden av förtjänst var att bibehålla allt orubbat, om utveckling inget tal. Kom så Nordenskiöld, icke utan förutsättningar att göra något men ouppfostrad för sitt kall och delvis mycket sjuklig, otillgänglig och ömtålig om sin auktoritet, som ej tillät några inflytanden utifrån”.

Här klarade sig ingen undan Bieses kritik. Även Lemström, som städse hjälpt och talat varmt för Biese, fick en släng av sleven. Biese var intelligent, men ändå innerst varmhjärtad och vänlig. Många uttalanden av Lemström vittnar om detta, liksom även Johanssons uppskattande minnesteckning.

Meteorologiska Centralanstalten fram till 1918

År 1881 ombildades universitetets Magnetisk-meteorologiska observatorium till en centralanstalt för den meteorologiska forskningen i Finland och samtidigt byttes dess namn till Finska Vetenskaps-Societetens Meteorologiska Centralanstalt. Bland de senare direktorerna har vi redan följt Nils Karl Nordenskiöld och Ernst Biese i deras arbete. Då Biese på grund av vacklande hälsa var sjukskriven i flera perioder åren 1906–1907 omhänderhades direktorsbefattningen av centralanstaltens assistent Oscar V. Johansson. Efter det att Biese definitivt dragit sig tillbaka lediganslogs direktorsbefattningen ånyo. Tre sökande anmälde sig till den lediga tjänsten, nämligen docenten Gustaf Melander, t.f. direktorn Johansson och fil. dr Hugo Karsten. I december 1907 utnämndes Gustaf Melander till direktor för Meteorologiska Centralanstalten och följande år erhöll han professors namn och värdighet.

Gustaf Melander föddes den 9 januari 1861 i Kuopio (Carpelan & Tudeer, 1925; Lunelund, 1940). Hans föräldrar var överläraren Henrik Leopold Melander och Elise Leontine Enwald. Familjen flyttade i ett tidigt skede till Helsingfors och Gustaf Melander inskrevs 1871 som elev i första klassen i Svenska Normallyceum. Fadern var då överlärare vid detta lyceum i de historiska vetenskaperna, från 1864 fram till sin död 1890 (Rosenqvist, 1915).

Gustaf Melander blev student år 1879 och inskrevs därefter vid universitetet i Helsingfors. Han studerade först matematik för professor Magnus Gustaf (Gösta) Mittag-Leffler och senare fysik för bl.a. A. F. Sundell. Fysik blev därefter Melanders huvudämne, i vilket han avlade filosofie kandidatexamen 1885. Efter detta skötte han som t.f. en assistentbefattning vid universitetets fysikaliska laboratorium. Melander disputerade 1889 för vinnande av licentiatgrad och nästa år utnämndes han redan till docent i fysik. Han var aktivt finsksinnad och var den första fysiklärare som föreläste på finska. Melander blev utnämnd till en ordinarie assistentbefattning i december 1890, men stannade inte länge kvar på denna tjänst, då många andra uppdrag tog hans tid i anspråk. Han var medlem av studentexamensutskottet, fysiklärare vid olika skolor i Helsingfors, lärare i fysik vid universitetets farmaceutiska inrättning, t.f. professor i fysik m.m.

Denna period, som sträckte sig från 1890 till 1907, utgjorde samtidigt en vetenskapligt aktiv period för Melander. Det var då han skaffade sig den erfarenhet och skicklighet som var avgörande vid besättandet av direktorsbefattningen vid Meteorologiska Centralanstalten. Före denna utnämning hade Melander dock prövat sina krafter vid besättandet av några universitetstjänster. Då den Pippingsköldska professuren i tillämpad fysik ledigförklarades var Melander en av de sökande. Som medtävlare hade han Hjalmar Tallqvist och Theodor Homén. Den senare fick tjänsten. Några år senare sökte Melander professuren efter Lemström, men denna gång utnämndes Hjalmar Tallqvist.

Nu vidtog ett omfattande arbete för Melander. Framför allt gällde det att utvidga stationsnätet. Några av de gamla observationsstationerna var olämpligt placerade och nya stationer tillkom även av denna anledning. Samtidigt började man göra aerologiska undersökningar, vilka gällde atmosfärens högre lager. Helsingfors stads utveckling gjorde emellertid drakförsök otänkbara på Centralanstaltens område. Melander förhandlade därför om anläggandet av en dylik drakstation på Fredriksbergs hemman, och då han erhållit positivt besked om dessa planer meddelade han Finska Vetenskaps-Societeten härom. Därigenom hade Melander överträtt sina befogenheter (Elfving, 1938). Sommaren 1910 blev Ilmola station färdig och drakförsöken kunde inledas, men dessa kunde pågå bara under fyra år. Första världskriget och oroligheterna i Finland ledde till att försöken måste inställas. Som chef för den aerologiska avdelningen verkade Vilho Väisälä (1889–1969), den äldste av tre matematikerbröder från Joensuu (Lehto, 2005),[5] och ryktbar framför allt för sin radiosond, som sedermera kommersialiserats och som marknadsförs av det internationellt kända företaget och varumärket Vaisala. Också i övrigt var den meteorologiska verksamheten försvårad. De internationella kontakterna kunde endast med svårighet upprätthållas och ej heller kunde man trycka de meteorologiska årsrapporterna. Mycket material samlades därför under krigsåren och då världen slutligen fick fred vidtog ett stort arbete.

Sedan Helsingfors under frihetskriget 1918 intagits av den vita armén framfördes från tyskt håll en önskan om att den meteorologiska verksamheten skulle moderniseras och utvidgas ytterligare. Direktor Melander skickade nu in en skrivelse till Senaten där han understödde dessa planer, men samtidigt framhöll han det viktiga i att Meteorologiska Centralanstalten skulle ombildas till ett statligt ämbetsverk och inte längre stå under Societetens överinseende. Societeten fick givetvis uttala sig i denna fråga och härom kan man läsa i Societetens historik:

> ”Då efter direktors uttalanden ett förtoendefullt samarbete icke vidare föreföll möjligt, och då Meteorologiska Centralanstalten under årens lopp genom en naturlig utveckling vunnit den stadga och omfattning, att det stöd anstalten hittills haft av Societeten och dess meteorologiska utskott syntes umbärligt, föreslog kommittén enhälligt att Societeten skulle giva sitt samtycke till den föreslagna skilsmässan” (Elfving, 1938).

Den 15 november 1918 ombildades Meteorologiska Centralanstalten till en självständig, statlig inrättning.

[5]Vilho Väisälä (ursprungligen Veisell) disputerade 1917 med en matematisk avhandling om entydgheten av inversfunktionen av den elliptiska integralen av första slaget. Hans broder Yrjö (1891–1971) var geodet och astronom, medan brodern Kalle (1893–1968) var professor i matematik vid Turun yliopisto och en flitig läroboksförfattare. Den sistnämndes son Jussi Väisälä (f. 1935) verkade som professor i matematik vid Helsingfors universitet.

8

Jordens form

Från meridianbåge till normalmeter

Våra dagars höga kunskapsnivå i kombination med datorer, radiopejling, laserutrustning och satellitnavigering gör att mången tar för givet att jordklotet omspänns av ett ytterst noggrant gradnät. För inte så länge sedan fanns dessa hjälpmedel inte att tillgå och mätningen av avstånden på jordklotet var en stor teknisk-vetenskaplig utmaning. Det mest stabila man hade som utgångspunkt var att observera himlakropparnas lägen. Genom att på ett skickligt sätt jämföra iakttagelserna kunde många olika resultat härledas.

Redan antikens stora kulturfolk visste att Jorden är rund. Det kunde man inse när man reste till havs och såg skeppen försvinna bakom horisonten. Under längre färder på olika breddgrader kunde man också se olika delar av stjärnhimlen. Jordens storlek blev så vitt man vet för första gången bestämd av greken Eratosthenes, som levde i Egypten på tvåhundratalet före vår tideräkning. Det berättas att då han en gång vid tiden för sommarsolståndet befann sig i Syene (nära nutida Assuan) såg han Solen speglas i vattenytan långt nere i en djup brunn. Solen stod då rakt i zenit ovanför brunnen. Ett annat år under sommarsolståndet befann han sig i Alexandria, där Solen inte riktigt nådde upp till zenit. Genom att mäta skuggans längd vid middagstid kunde han uppskatta solstrålarnas infallsvinkel till ungefär en femtiondedel av en full cirkel. Han visste att Alexandria och Syene låg i nordsydlig riktning från varandra, d.v.s. ungefär på samma meridian. Det betydde också att dessa orter och Jordens medelpunkt befann sig vid middagstid i samma plan med Solen.

Dessutom antog han att Solen var mycket avlägsen från Jorden, vilket innebar att solstrålarna var så gott som parallella på alla ställen på Jorden. För att mäta avståndet mellan orterna bestämde Eratosthenes först hur lång sträcka en karavan färdades per dag och multiplicerade sedan detta avstånd med antalet dagar det tog för den att färdas hela sträckan. Avståndet mellan Syene och Alexandria blev därmed 5 000 olympiska stadier, och eftersom bågen mellan dessa orter var beräknad till en femtiondedel av hela meridianen blev Jordens omkrets ungefär 250 000 stadier. Det är svårt att säga exakt hur lång en grekisk olympisk stadium är, ty måttet varierade i olika sammanhang mellan 176 och 184 meter. Oavsett denna osäkerhet var Eratosthenes uppskattning av Jordens omkrets tämligen nära det korrekta 40 000 km.

Jordes rundhet glömdes ingalunda bort under medeltiden. Filosofen Thomas av Aquino konstaterar i sin *Summa theologicae* (1279), bok 1 (fråga 1, art. 1) som ett faktum att Jorden är rund. Under början av Nya tiden, då Columbus upptäckte Amerika, Vasco da Gama seglade runt Godahoppsudden till Indien och Magellan seglade runt Jorden, började kartografer och kosmografer på nytt intressera sig för jordklotets dimensioner. En del av dessa var förmodligen okunniga om Eratosthenes' resultat. Enligt den aristoteliska världsbilden, som var förhärskande i Europa under medeltiden, var Jorden perfekt klotformig, lika som de andra himlakropparna, i synnerhet Solen och Månen. För att bestämma Jordens storlek gällde det bara att mäta en viss sträcka på detta klot och samtidigt bestämma höjden av en avlägsen himlakropp, t.ex. Solen, från sträckans ändpunkter. Metoden var i princip densamma som Eratosthenes använt. Ur dessa mätningar var det sedan möjligt att räkna ut Jordens dimensioner. Sträckorna man till en början uppmätte var drygt etthundra km långa, vilket motsvarar ungefär en grad av en meridianbåge.

Grunduppgiften vid all kartografi är att klarlägga orternas inbördes avstånd och riktningar inom ett visst område. Dessutom skall man inordna det punktnät man uppmätt i det geografiska koordinatsystemet. Då det är frågan om ett litet område, t.ex. en åker, klarar man sig med ett måttband och en enkel apparat för mätning av vinklar, kanske bara en kompass. Då man kartlägger stora områden, såsom hela riken eller världsdelar, krävs i regel triangelmätningar. Att känna till Jordens form är då av stor betydelse.

Principen för triangelmätningar är följande (figur 8.1): I terrängen uppmäts en rät baslinje med måttband eller måttstockar. Sträckans längd är från en kilometer upp till ca tio kilometer. Därefter väljer man lämpliga, vanligtvis högt belägna punkter, mellan vilka ett nät av trianglar belägna intill varandra, uppstår. Trianglarna väljs så att baslinjen utgör sidan i åtminstone en triangel. Alla vinklar i trianglarna uppmäts. Genom vinkelmätningar från baslinjens

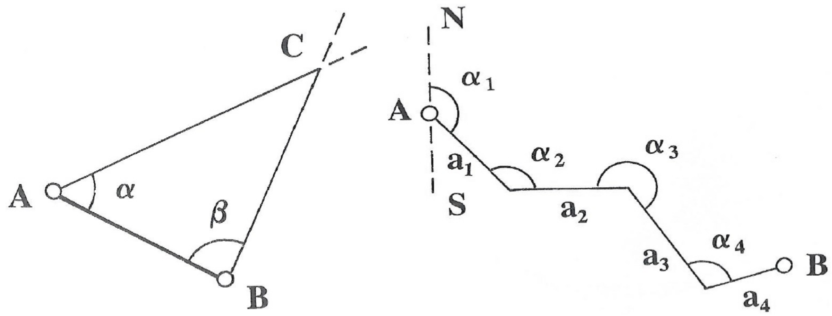


Fig. 8.1: Triangelmätningens princip: (till vänster) Då sidan AB är känd i triangeln ABC kan man med hjälp av vinklarna α och β bestämma punken C:s läge. (till höger) Vid kedjemätning bestäms längden av de enskilda sträckorna a_1, a_2, a_3, a_4 och vinklarna α_1, α_2, α_3, α_4, varmed den totala sträckan AB kan fastställas.

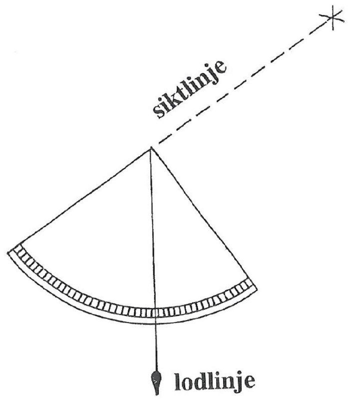
ändpunkter kan varje triangels sidor bestämmas steg för steg, eftersom sidornas längder och motstående vinklar i varje triangel knyts samman med sinussatsen. Ett sådant trianguleringsnät kan sträcka sig över långa avstånd, till och med hundratals kilometer. I sådana fall kan flera bassträckor begagnas för att garantera noggrannheten. På detta sätt kan man beräkna avståndet mellan spetsarna av kedjans yttersta trianglar.

Ännu återstår två uppgifter, nämligen att bestämma kedjans riktning, t.ex. i förhållande till nordriktningen, samt några punkters, vanligtvis kedjans ändpunkters, geografiska koordinater, bredd och längd. Dessa bestäms genom astronomiska observationer. För att finna latituden för en ort räcker det med att uppmäta ortens polhöjd. För att finna longituden behövs i praktiken samordnade mätningar med en referensort, vars position anses känd. Ännu på 1700-talet var kronometrarna i allmänhet inte tillräckligt pålitliga för att kunna transporteras till avlägsna orter. Därför behövdes en universell ”tidssignal”, eller ett astronomiskt fenomen som uppfattas ungefär samtidigt överallt på Jorden, såsom t.ex. Jupiters månars förmörkelser (deras immersioner och emersioner). Om det gällde att bestämma Jordens form räckte det i allmänhet att bestämma latitudskillnaden mellan ändpunkterna i triangelkedjan. Detta gjordes genom att uppmäta höjden (i grader, minuter och sekunder) av en stjärna nära zenit. Mätningarna skulle i så fall göras i båda ändpunkterna vid samma tid om året för att eliminera ljusets aberration, som beror på Jordens banrörelse. Med den härmed erhållna bågvinkeln samt bågens längd kunde krökningsradien beräknas.

Triangelmätningarnas historia är lång. De tidigaste kända kartografiska metoderna utvecklades redan under antiken, men regelrätta triangelmätningar påträffas första gången på 1000-talet i den arabiska astronomen Ibn al-Saffars arbeten. Under samma århundrade utnyttjade en annan arabisk matematiker, Abu Rayhan al-Biruni, triangelmätning för att bestämma det geografiska avståndet mellan orter långt ifrån varandra, och till och med för att bestämma Jordens storlek. Många århundraden senare, år 1533, utgav Gemma Frisius (1508–1555), som var professor vid universitetet i Leuven (Louvain), en ny upplaga av Petrus Apianus' välkända *Cosmographia* (1524). Han bifogade till detta arbete en liten skrift *Libellus de locorum describendorum ratione* (En liten bok om hur man kan beskriva orters lägen), i vilket han föreslog att bestämma avstånd med hjälp av triangelmätningar. I en figur visade Gemma hur en triangelkedja uppstod bl.a. mellan Bryssel, Gent, Seeland, Middelburg, Antwerpen och Liège.

Den danska astronomen Tycho Brahe (1546–1601), som byggde sitt stora observatorium på ön Ven i Öresund, kände till trianguleringsmetoden. År 1579 bestämde han öns avstånd till Skåne och Själland med hjälp av triangelmätningar. Även andra tog efter dessa bestämningar. Den första mer omfattande triangelmätningskedjan utfördes av holländaren Willebrord Snell (Snellius; 1580–1626). Han uppmätte det 110 kilometer långa avståndet mellan Alkmaar och Bergen-op-Zoom. Det motsvarade en grad längs en meridian och i kedjan ingick 33 trianglar. Då städerna befann sig nästan på samma meridian, var det samtidigt frågan om en gradmätning som gav uppgift om jordklotets omkrets. Snell publicerade 1617 resultaten i boken *Eratosthenes Batavus* (Hollands Eratosthenes), vars titel hedrar den lärde astronomen i Alexandria. Snells triangelkedja var redan så lång, att han måste beakta jordytans krökning vid sina beräkningar. I efterhand är det naturligt att förstå att de första försöken med triangelmätningar utfördes just i Nederländerna. I den jämna terrängen var det inte nödvändigt att uppföra höga torn för triangelmätningarna. Kyrktornen i närbelägna städer och byar utgjorde utmärkta mätpunkter. Områdena som uppmättes växte efterhand och triangelnätverket blev allt större.

I mer kuperad terräng och ute i ödemarken måste tydliga mätpunkter, signaler, uppföras på höga platser i terrängen. Siktlinjen mellan angränsande punkter skall då vara fri från sikthinder. Som signaler kunde avbarkade trädstammar, uppresta i form av en kon, användas. Före de optiska teleskopens tidevarv kunde mätavstånden inte vara särskilt långa. De mätmetoder man på 1600-talet hade att tillgå för bestämning av avståndet mellan två punkter på jordytan var triangelmätningar och kedjemätningar, samt astronomisk bestämning av en himlakropps höjd med hjälp av en sektor eller en kvadrant. Dessa mätinstrument



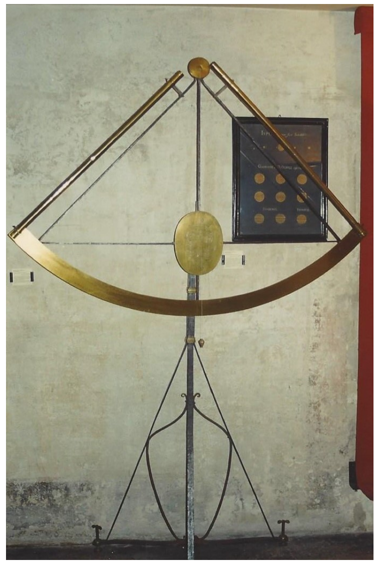


Fig. 8.2: Med en kvadrant görs vinkelmätningar till en himlakropp. Bestämmer man t.ex. polstjärnans höjd erhåller man ortens latitud. I bilden t.h. är en 1700-talskvadrant i Bolognas astronomiska observatorium. Foto: P.H.

var stora gradskivor som enligt teknikens medgivande kunde utrustas med riktinstrument och kikare. Metoden förblev i princip densamma fram till 1900-talet, då mätinstrumentens utveckling tillsammans med nya teoretiska metoder hade fört med sig en högre precision.

Baslinjens längd utgjorde den referens på vilken hela nätets noggrannhet ytterst vilade, och således måste den bestämmas med synnerlig noggrannhet. Detta genomfördes med kedjemätning så att baslinjen delades i kortare delsträckor och varje sådan delsträcka uppmättes separat, ävensom dess riktning. Resultatet verifierades med upprepade kontrollmätningar. Sålunda blev det möjligt att fastställa avståndet mellan begynnelse- och slutpunkt för hela baslinjen. Kedjemätningen var betydligt mer arbetsdryg än triangelmätningen, om man beaktar de uppmätta delsträckornas längd. Kedjemätningen kunde dessutom användas endast i sådana områden som i sin helhet var tillgängliga. Höjdmätningarna utfördes med hjälp av sektor eller kvadrant.

Efterhand blev mätmetoderna och instrumenten noggrannare, och då nya teorier angående Jordens exakta form lades fram framstod triangelmätning som en reell möjlighet att lösa problemet. Misstankar om att Jorden inte är en perfekt klot fick man dels av sjöfarare som upptäckte felaktigheter i sjökartorna uppe i norr, dels av tidmätningar på olika breddgrader, som visade att pendeluret går en smula långsammare närmare ekvatorn än i Europa. Denna iakttagelse fäste också Isaac Newtons uppmärksamhet. Han berörde frågan om Jordens form i sitt år 1687 utkomna huvudarbete *Philosophiae naturalis principia mathematica*, som bl.a. innehöll den allmänna gravitationslagen, men också teorin om centrifugalkraftens verkan. Centrifugalkraften strävar att slunga föremål, som befinner sig i rotationsrörelse, utåt. Enligt Newtons resonemang var Jorden till följd av centrifugalkraften inte helt klotformad, utan man kunde vänta sig att den var något uppsvullen vid ekvatorn och tillplattad vid polerna. Genom att betrakta Jorden som ett roterande vätskeklot som påverkas av gravitationen och centrifugalkraften beräknade Newton teoretiskt Jordens tillplattningsförhållande som 1:230, vilket betydde att förhållandet mellan polradien och ekvatorradien var 229:230. Enligt nuvarande kunskap är tillplattningsförhållandet en aning mindre, omkring 1:298.

Newtons beräkningar var helt teoretiska. Än så länge saknades empiriska belägg för att Jorden verkligen var tillplattad, men också Newtons gravitationsteori var länge overifierad. Att resa till Månen för att därifrån iaktta och mäta Jordens form skulle ha varit idealiskt, men på den tiden var tanken helt orealistisk. En metod fanns emellertid att tillgå: dels måste man mäta en given meridianbåges längd på jordytan, dels uppmäta den centrumvinkel som motsvarar denna båge. Om Jorden är lika rund vid ekvatorn som vid polerna motsvaras en lika stor centrumvinkel av ett lika långt avstånd på markytan. Om Jorden är tillplattad vid polerna är meridianbågen närmare polerna längre än vid ekvatorn, om Jorden är utdragen vid polerna är bågen tvärtom kortare.

Om Newtons teori stämde hade det varit meningslöst att göra en enda gradmätning för att bestämma jordklotets dimensioner. Men av allt att döma varierade meridiangradens längd på jordklotet och enligt centrifugalkraftsteorin skulle den vara kortast vid ekvatorn och längst vid polerna. I Frankrike beslöt man att kontrollera saken. Jean Dominique Cassini och Jacques Cassini, far och son, två ypperliga astronomer, utförde triangelmätningar från Dunkerque till Pyreneerna. Mätningarna slutfördes 1718 av Jacques Cassini då fadern tidigare dött. Den uppmätta bågen omfattade totalt $9^\circ\ 4'\ 37''$ eller ungefär en tiondel av meridiankvadranten. Sträckan delades i två delar och man fann att 1° motsvarade 56 950 toiser i norra delen av sträckan medan motsvarande tal i den södra delen var 57 097 toiser (*toise* är ett gammalt franskt längdmått $\approx$ 1,949 meter). Detta resultat tydde på att Jorden snarare var citronformig d.v.s. utdragen vid polerna.

Resultatet utlöste naturligtvis en livlig debatt mellan engelska och franska vetenskapsmän. Man hade nu att välja mellan Newtons teori, som sade att jordklotet var tillplattat vid polerna som en mandarin, eller Cassinis mätningar, som tycktes utvisa att Jorden tvärtom var något utdragen vid polerna som en citron. Dessa fruktanalogier användes faktiskt i debatten under 1700-talet. Som en svag konkurrent till dessa moderna tankegångar kvarstod tanken på en idealisk klotform, som man tidigare hade utgått ifrån.

Kungliga Franska Vetenskapsakademien beslöt att finna ett slutgiltigt svar på frågan och utsände därför två expeditioner. Den första expeditionen, som i början leddes av Louis Godin (1704–1760) men senare av Charles-Marie de La Condamine (1701–1774), reste 1735 till Peru vid ekvatorn. Den andra startade på våren 1736 under ledning av Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698–1759) med destination Bottniska viken. I Maupertuis' expedition deltog också professorn i astronomi i Uppsala Anders Celsius, som råkade vara på studiebesök i Paris just då debatten om Jordens form gick som hetast. Det var han som lyckades övertyga Maupertuis om att norra Sverige var en idealisk plats för dessa mätningar. Mätkedjan sträckte sig från Torneå kyrktorn till Kittisvaara i Pello kommun. Expeditionen hade att kämpa mot svåra naturförhållanden då vinterkylan satte in. Baslinjen uppmättes med hjälp av trästavar på den frusna älven i beckmörker och sträng midvinterkyla. Befolkningen var dock välvillig till projektet, och lokala soldater kommenderades att fälla träd längs siktlinjerna och resa signaler på fjälltopparna. För att mäta vinklarna mellan signalerna användes en kvadrant av Claude Langlois, medan en sektor av George Graham med ca 3 meters radie användes för att bestämma polhöjden vid ändpunkterna. Alla instrument transporterades med små båtar längs älven.

Expeditionen blev en succé inte bara vetenskapligt sett. Genom expeditionens resebeskrivningar kom denna exotiska del av Europa på allas läppar. Varje fjälltopp som begagnades som hörnpunkt i trianguleringen tillägnades en egen artikel i den stora franska Encyklopedin. Ett år efter avresan kunde Maupertuis i Paris presentera resultatet av sin resa. Meridianbågen omfattade $0^\circ\ 57'\ 28{,}5''$ och genom långa uträkningar kom man till att 1° på meridianen strax under polcirkeln motsvarade 57 438 toiser, ungefär 111,95 kilometer. Tillplattningsförhållandet beräknades därmed till 1:205, vilket var rent av något större än det som Newton hade förutspått (Terrall, 2002; Pekonen & Vasak, 2014). I en artikel i Vetenskapsakademiens *Handlingar* (Celsius, 1741) motiverade Celsius nyttan att känna till ”Jordens figur” med navigationssäkerheten.

De vedermödor som expeditionen till Torne-älvdal fick utstå var dock ingenting jämfört med dem som det andra företaget, som gick till Sydamerika, mötte.

Redan 1735 hade expeditionen startat till Quito i Peru. Förutom att man måste kämpa mot svårforcerad terräng, kyla och tunn luft på höga höjder i Andernas bergsmassiv, möttes expeditionen av misstänksamhet hos lokalbefolkningen. Dessutom uppstod svåra stridigheter inom expeditionen. Först efter nio år lyckades expeditionen återkomma till Paris, undantaget de medlemmar som dukat under. Man hade då uppmätt en båge på hela $3° \ 7' \ 4''$. Fortsatta beräkningar utvisade att en båge på $1°$ längs meridianen i dessa trakter motsvarar en sträcka på ungefär 110,66 km.

Enligt dessa mätningar hade Newton alltså haft rätt i sin teori. Voltaire diktade en strof där han satiriskt kommenterade hela den långa och mödosamma operationen:

> *Vous avez confirmé dans ces lieux pleins d'ennui,*
> *ce que Newton connut sans sortir de chez lui.*
> I dessa svårtillgängliga trakter har ni bekräftat
> det som Newton redan visste utan att lämna sitt hus.

Efter Maupertuis' framgångar ville fransmännen naturligtvis fullborda triumfen. De uppmätte därför på kort tid en meridianbåge om hela $9° \ 40' \ 25{,}9''$. Expeditionens nordliga del ($50°$ N lat.) leddes av astronomen Jean-Baptiste Delambre (1749–1822), medan den sydliga delen ($41°$ N lat.) omhänderhades av Pierre Méchain (1744–1804). De tidigare observationerna bekräftades, men samtidigt fann man att en grad på meridianen inte förändrades med den regelbundenhet som man tänkt sig. Med andra ord uppfyllde Jordens form inte ekvationen av en tillplattad ellipsoid. Det egentliga problemet var därför fortfarande olöst. Man beslöt i detta läge att utgå från bågen om $9° \ 40'$ och tillsammans med observationerna i Peru beräkna längden för en ”medelmeridian”. Längdenheten, som fick namnet meter (*mètre*) definierades härefter som 5 130 738,62 toiser/10 000 000. En platinastång, som vid temperaturen 0°C har denna längd, förvaras sedan den 29 juni 1799 i *Archives Nationales* tillsammans med standardkilogrammet. Senare mätningar, där bl.a. finländaren Henrik Johan Walbeck gjorde en insats, har visat att meridiankvadranten inte är exakt 10 000 000 meter utan något längre, 10 000 855,76 meter. Detta sätt att definiera grundstorheten längd visar hur svårt det är att genom mätningar komma fram till ett entydigt resultat då de erhållna siffrorna hela tiden ändras, efterhand som mätnoggrannheten ökar.

Det nya metersystemet var i princip lika bra som något annat definitionsmässigt system utan naturlig grundenhet. Den verkliga styrkan i systemet låg i användningen av decimalsystemet, d.v.s. användning av basen 10. Trots detta vann metersystemet endast långsamt spridning och drevs igenom t.ex. i Frankrike med en lag så sent som den 4 juli 1837. Så småningom blev emellertid fördelarna kända och prövade över hela världen och flera länders regeringar inledde förhandlingar om att bygga upp ett internationellt system som baserade sig på längdenheten meter och dess decimalindelning. Den 15 april 1875 fick man en överenskommelse till stånd som den 20 december samma år ratificerades av följande stater: Belgien, Danmark, Italien, Förenta staterna, Frankrike, Peru, Ryssland (och därmed även Finland), Sverige-Norge, Spanien, Schweiz och Turkiet. Länder som senare slöt sig till fördraget var Österrike-Ungern, Portugal, Argentina och Venezuela. Enligt den gemensamma konventionen skulle en internationell kommission tillsättas med säte i Paris. I Paris skulle man även uppbevara prototyperna, samt där med all den vetenskapliga finess som fanns att tillgå, bistå vid tillverkningen av normalmått för de övriga länderna, samt anställa komparationer. Man gjorde även nya prototyper av iridium-platina och normallängdmåttet fick ökad stadga genom att utformas som en I-balk. I staven inristades två fina streck och avståndet mellan dem var 1 meter vid 0°C. På grund av det dyra materialet blev det kostsamt att göra en uppsättning normaler. Priset i Finland för en dylik normal var omkring 7000 dåtida mark.

I takt med att de områden som omfattades av triangelmätningar blev större växte också den matematiska utmaningen. För varje ny triangel ökar antalet trigonometriska ekvationer som bör satisfieras samtidigt. Någon exakt lösning på problemet kan man inte tala om, utan det är frågan om ett numeriskt optimeringsproblem. På 1700-talet använde man olika *ad hoc* -anpassningsmetoder för att hitta den bästa lösningen på ekvationssystemet. Utan en konsistent metod var lösningarna dock inte entydiga.

Under åren 1820–1825 ledde Carl Friedrich Gauss vid universitetet i Göttingen triangelmätningen av hela kungariket Hannover. Den stora mängden mätresultat gav upphov till ett omfattande ekvationssystem, där ekvationerna skulle gälla på bästa möjliga sätt. För att behandla detta numeriska problem använde Gauss minsta kvadratmetoden, som han tillämpat redan 1809 i astronomiska beräkningar av asteroiden Ceres' bana.[1] Idén med minsta kvadratmetoden är att anpassa observerad data i en funktion eller ett polynom och genom att minimera (kvadraten på) avvikelserna bestämma diverse parametrar. Med denna metod kan man ur ett stort empiriskt material bestämma den funktion som satisfierar ekvationssystemet så nära som möjligt. Metoden har haft stor betydelse inte bara inom fysiken och astronomin, utan nästan alla branscher av empirisk vetenskap.

[1]Den första tillämpningen av minsta kvadratmetoden finner man i ett appendix till Adrien-Marie Legendres arbete *Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes* (1805).

Triangelmätningar som grund för Finlands karta

Efter att Maupertuis' expedition 1736–1737 hade fastställt Jordens dimensioner fortsatte Jacques Cassinis son César-François Cassini arbetet att kartlägga hela Frankrike. Cassinis första landkarta baserad på triangelmätningar utgavs mellan 1744 och 1793. Detta arbete torde ha varit förebilden för den svenska kartläggningen av riket som vidtog 1743 efter lilla ofreden. Den växande ekonomiska aktiviteten krävde allt noggrannare kartor även över rikets östra del, Finland. Som grund för kartläggningen behövde man ett tillräckligt antal mätpunkter i terrängen vars läge och inbördes avstånd var kända. Därför grundades 1748 en geografisk mätningskommission i Finland och en observatorsbefattning tillkom (Huhtamies, 2008). Till denna utnämndes docenten i matematik vid Akademien i Åbo Jacob Gadolin (Donner, 1907). Han förordnades också att utan ersättning vara observator och e.o. professor i matematik vid akademien. För de praktiska arbetena fick han av Lantmäteristyrelsen i Stockholm en kvadrant gjord av fransmannen Langlois, som Maupertuis' gradmätningsexpedition haft med sig i Tornedalen. Även andra apparater fick han till låns (Holmberg, 1992; Holmberg & Markkanen, 2010).

Gadolin uppmätte åren 1748–1750 och 1752–1753 en triangelkedja från Åbo över Åland till Stacksten i Sverige (figur 8.3). Gadolin utförde inte de omfattande räkneoperationerna i samband med triangelmätningarna och kunde således inte publicera dem. Beräkningarna utfördes av överstelöjtnant Carl Peter Hällström,[2] men de föll i glömska och publicerades först hundrafyrtio år senare (Hällström, 1895; Ekman, 2009).

Den plats vars geografiska läge bestämdes med astronomiska mätningar var Åbo domkyrka (Gadolin, 1753). Observationer gjordes också i en trädgård vid Stora Klöstergatan. I dessa mätningar användes samma franska kvadrant om 3,25 fots radie, som gradmätningsexpeditionen haft med sig i Lappland (Hällström, 1895). Den geografiska bredden för Åbo bestämde Gadolin med hjälp av Solens middagshöjd, och resultatet blev $60^\circ\ 27'\ 7''$ nordlig. Den geografiska längden öster om Uppsala bestämdes genom observationer av Jupiters månars förmörkelser (Gadolin, 1753). Resultatet var $18'\ 4''$ i tid. Tidigare observationer av hovrättsrådet Simon Paulin Lindheim av månförmörkelsen den 15 mars 1736 utnyttjades av Celsius och man uppskattade därigenom tidsdifferensen mellan Uppsala och Åbo till $14'\ 41''$.

Själva triangelnätverkets orientering uppmättes mot en av trianglarnas sidor som sträckte sig från Signilskär till Högsten. Assistenten Johan Justander

[2]Carl Peter Hällström var äldre bror till professorn i fysik Gustaf Gabriel Hällström.

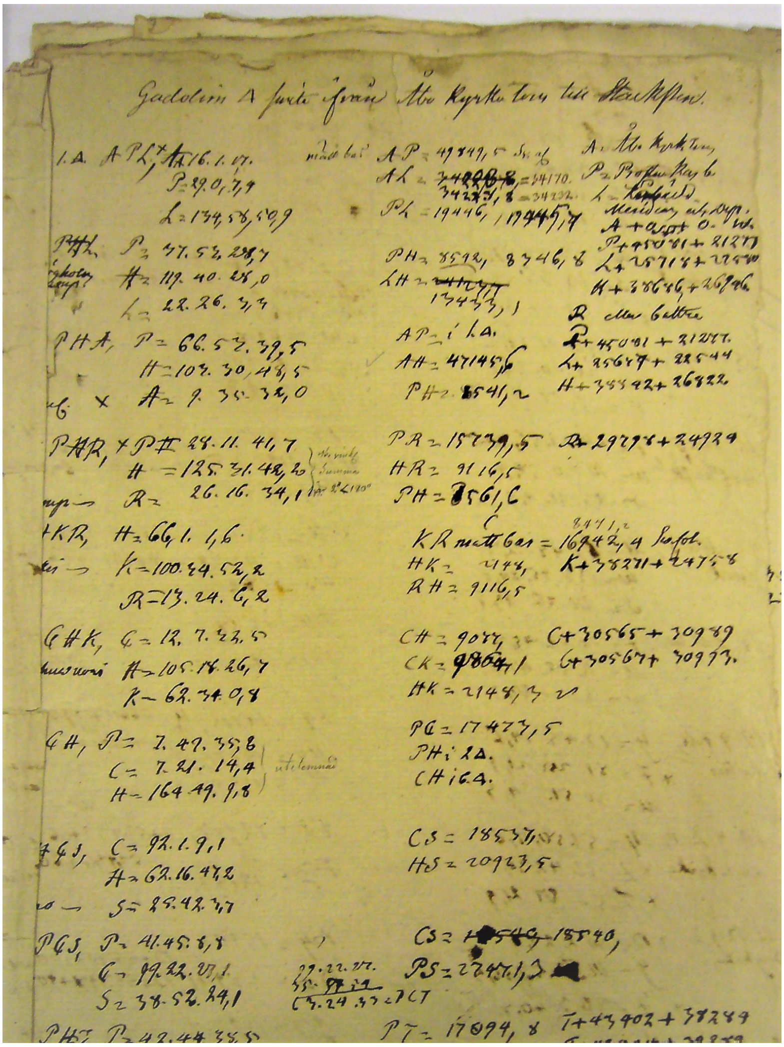


Fig. 8.3: Jacob Gadolins triangelmätningsdata från Åbo domkyrkas torn västerut. Handstilen är inte Gadolins, möjligen C. P. Hällströms (N. G. af Schulténs manuskriptarkiv, Coll. 334, Nationalbiblioteket). Foto: J.S.

(1713–1774) svarade för mätningen av den omkring en mil långa baslinjens längd på den frusna Lumparn. En annan kortare kontrollinje mättes även på Erstan. Justander tycks ha ägt det rätta anlaget för dylika mätningar och han ville gärna visa sin duglighet. Han gjorde ett gott intryck på överdirektören för lantmäteriet Jacob Faggot (1699–1777), som följaktligen utnämnde honom 1754 till Gadolins efterträdare som Finska geografiska mätningskommissionens astronomiae observator. Vetenskapsakademiens sekreterare Pehr Wargentin gjorde nya uppskattningar av longituden för Åbo stad och kom fram till ett något större värde än det Jacob Gadolin tidigare rapporterat ($+12''$). Också solförmörkelserna 1764 och 1769 utnyttjades och man kom då fram till värdena Uppsala–Åbo $4° \, 38' \, 15''$, eller i tid $18' \, 38''$, och Stockholm–Åbo $16' \, 54''$ i tid.

Gadolin avvägde på samma gång Åbo slotts höjd över havet (Gadolin, 1751), se figur 4.1 i föregående kapitel. Därmed kom han att indirekt delta i frågan om vattuminskningen d.v.s. landhöjningen och hur snabb den var (Simojoki, 1978).

Johan Justander utnämndes till observator vid Finska lantmäterikommissionen efter Gadolin och fortsatte triangelmätningarna från Åbo till Helsingfors omkring år 1757 (Donner, 1907; Holmberg & Markkanen, 2010; Holmberg & Stén, 2018a). Han utmärkte triangelpunkterna synligt på strandklippor och skär. Dessa har senare blivit återfunna och publicerade (Donner & Petrelius, 1889). Däremot har Justanders triangelmätningar inte publicerats och det är oklart om och i så fall var observationsmaterialet finns bevarat.

Kartläggningsarbetet väckte intresse bland de högsta politiska beslutsfattarna då Sveriges regering tillsatte en kommitté 1753 som skulle ge ett betänkande om Finlands utvecklande. En person som i detta projekt utmärkte sig till sin fördel var direktören för lantmäteriet Jacob Faggot. För den merkantila handelspolitiken var produktion och industri viktiga, då exporten berodde av dessa. Faggot tolkade kraven så att det uppblomstrande jordbruket möjliggjorde en folkökning och på detta sätt utvecklade hantverksyrkena. I sitt arbete *Svenska lantbrukets hinder och hjälp*, som utkom 1746, beskrev han den stora landreformen, storskiftet. Avsikten med storskiftet var att samla tidigare små, spridda åkerområden till större enheter kring gårdarna. Det skulle göra jordbrukarna mera oberoende och redo att ta emot nya lantbruksmetoder och andra nyheter. I Finland kunde storskiftet förverkligas efter att en förordning om detta gavs 1757. För att lantmätare skulle vara tillgängliga för detta arbete indrog Faggot Kartverkets verksamhet i Finland 1764. Storskiftet blev emellertid en utdragen affär, som på vissa håll fortsatte ända in på 1900-talet.

Kartläggningen av rikets kuster låg i synnerhet i Sveriges Amiralitetskollegiums intresse. Då det kostsamma befästandet av Sveaborg utanför Helsingfors hade pågått i ett decennium, hade behovet av bättre sjökort för att säkra arméns transporter till havs blivit uppenbart. Varje år förliste tiotals fartyg längs Finlands kuster på grund av otydliga farleder. Ett beslut om att verkställa planen togs äntligen 1757, samma år som Pommerska kriget utbröt. Arbetet bestod såväl i ortsbestämning som i ”pliktning och pejling”, d.v.s. lodning av farledernas djup (Dahlgren & Richter, 1944). Det var ett stort projekt som beräknades kosta inalles 172 000 daler silvermynt, vilket omfattade anskaffandet av instrument samt anställande av arbetskraft under flera års tid. Projektet leddes av en av Anders Celsius' tidigare elever, professor Mårten Strömer, medan Vetenskapsakademiens sekreterare Pehr Wargentin hade ansvar för förvärvandet av de erforderliga instrumenten. Observatorn i Åbo Johan Justander fick i uppgift att kartlägga kusten från Barösund till Åland, därifrån till Gävle och upp mot Torneå, samt tillbaka ner mot Åbo. Uppgiften var tydligt överdimensionerad, vilket visar hur orealistiska förväntningar som ställdes på de anställda. Trianguleringen av den österbottniska kusten och dess förenande med den svenska kusten över Kvarken hann Justander aldrig ens påbörja. I stället anmodades observatorn i Uppsala Fredrik Mallet, som av Vetenskapsakademien beordrats till Torneå för att observera Venuspassagen 1769, att samtidigt anställa astronomiska observationer från olika orter i Bottniska viken.

I kartläggningsarbetet utnyttjades alla tillgängliga kartor och tidigare mätningar, och från Lantmäteriverket beställdes en kopia av Jacob Gadolins tidigare triangelmätningar över Ålands hav. Justander arbetade oförtröttligt och befann sig 1760 i skären runt Helsingfors. Under sommarmånaderna hade han en eller två studenter från Akademien i Åbo som hjälp. Lokala lantmätare hade också skyldighet att bistå i mätningarna. För att ta sig fram i skärgården använde sig Justander av ett fartyg ”försedt med jaktsegel at lovera med samt däck och joll” jämte sex båtsmän och en kunnig styrman (Dahlgren & Richter, 1944). Kostnaderna för dessa var han troligen tvungen att själv bestå av sin ringa lön.

Under vintern 1753 företog Justander – på egen bekostnad – en resa till Österbotten för att där bestämma latituden av de mest centrala orterna (Holmbrinck, 1902). Dessa var lantmätare Jakob Johan Wikars hus i Gamlakarleby, Tysks gästgiveri i Jakobstad, Nykarleby prästgård, Korsholms landshövdingsresidens i Vasa, Närpes prästgård samt kaplan Aspegrens hus i Kristinestad invid kyrkan (Gustafsson, 1933). Resultaten sände Justander till direktören för Finska geografiska mätningskommissionen Ephraim Otto Runeberg (farbror till skaldens far), som i sin tur distribuerade dem vidare till de österbottniska lantmätarna. Justander bestämde även polhöjden för Raumo och Nystad (Holmbrinck, 1902) och var hugad att resa ända till gränstrakterna i Kajana för att bestämma olika orters positioner. Denna resa kunde dock inte förverkligas. I stället blev det professorn i fysik Anders Planman, som med uppgift att obser-

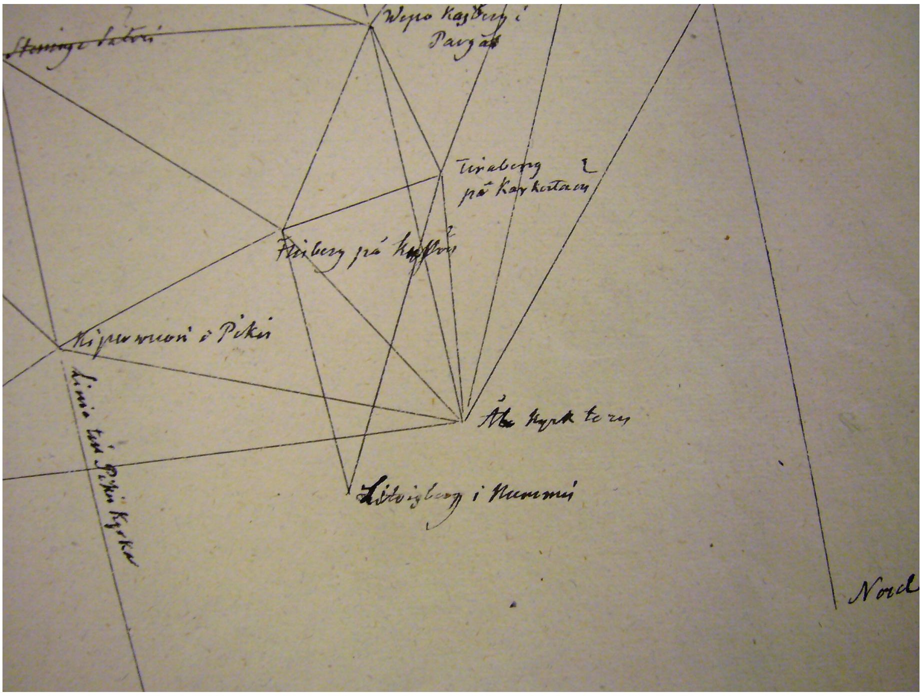


Fig. 8.4: Detalj ur Johan Justanders triangelmätningar från Åbo till Porkala. Norr är nedåt. Åbo domkyrkas torn fungerar som spets för ett stort antal trianglar. Övriga synliga orter är Kustö, Kaxkertaön, Kipervuori i Pikis, Pargas och Littois i Nummi. Handstilen är inte Justanders (N. G. af Schulténs manuskriptarkiv, Coll. 334, Nationalbiblioteket). Foto: J.S.

vera Venuspassagen 1761 uppe i norra Finland, stannade i Kajana och bestämde Kajaneborgs och många andra inlandsorters positioner.

Efter Pommerska krigets slut 1762 hade alla medel redan använts för projektet. Tack vare extra anslag från Kungl. Maj:t kunde Justander emellertid fortsätta arbetet på avsnittet mellan Hangö och den ryska gränsen, som då låg vid Abborrfors. År 1765 befann han sig i Ingåskären. Resursbristen orsakade dock ständiga avbrott. Lönen om 600 daler silvermynt indrogs genom det kungliga brevet den 15 december 1767 (Ekstrand, 1896). Justander fortfor dock med sitt arbete oavlönad, men någon utomstående hjälp kunde han inte längre vänta sig. Den 22 december bestämde Kungl. Maj:t att Justander skulle slutföra mätningarna längs den Nyländska kusten ända till Sveaborg (figur 8.4). En osignerad lodningskarta, som kan vara Justanders, över Sveaborgs belägenhet uppritades 1771. Han hade då, enligt två brev till Wargentin, varit upptagen med att iaktta Jupiters månars förmörkelser från Sveaborg. De sista triangelmätningarna ost om Porkala gjorde Justander år 1774. Hela triangelkedjan från Helsingfors till Grisslehamn blev således färdig. Den var ca 340 km lång, antalet triangelsidor var 121, och den längsta sidan var 44,5 km. Dess mätningsprecision imponerar lantmätare även i modern tid (Gustafsson, 1933).

Venuspassagerna 1761 och 1769

De vetenskapliga kontakterna mellan Sverige och Frankrike på 1730-talet fortsatte och drog med även finländska forskare i ett av vetenskapshistoriens första internationella samarbetsprojekt. Kungliga Franska Vetenskapsakademien sände år 1750 astronomen Nicolas-Louis de La Caille till Godahoppsudden för att där kartlägga den södra stjärnhimlen och som ett internationellt samarbete mäta Månens och Solens avstånd till Jorden. För att bestämma Solens avstånd utnyttjade man Mars, vars avstånd skulle bestämmas genom triangelmätningar där kedjans ändpunkter skulle vara på största möjliga avstånd från varandra, den ena i Sydafrika och den andra uppe i Norden (Donner, 1907). För att kunna delta i detta arbete fick Gadolin 1751 ett års ledighet från observatorsbefattningen. Den nordliga delen av arbetet organiserades av Pehr Wilhelm Wargentin, Kungl. Vetenskapsakademiens ständige sekreterare sedan 1749. Samtidigt pågick för fullt konstruktionen av Vetenskapsakademiens observatorium på Brunkebergsåsen. Det blev färdigt 1753.

I detta samarbete mellan Frankrike och Sverige gjorde Wargentin observationer i Stockholm, Gadolin i Åbo, Anders Hellant i sitt privata observatorium i Torneå och Nils Schenmark i Härnösand. Att delta i detta projekt motiverades av Akademien i Åbo med den nytta sjöfarten hade av att noggrant känna avståndet till Månen (Konsistoriets protokoll 15.4.1751). Att bestämma Solens avstånd lyckades inte fullt tillfredsställande. Värdet på Solens medelparallax, d.v.s. den vinkel som motsvarar Jordens radie sedd från Solens genomsnittliga avstånd, uppskattades till ungefär 10 bågsekunder (nuvarande värdet är ca $8,79''$). Det internationella samarbetet gav ändå värdefulla erfarenheter.

En ny ansats till att bestämma solsystemets dimensioner började på 1760-talet tack vare planeten Venus' passager över solskivan åren 1761 och 1769. Regelbundet men mycket sällan – med drygt hundra års intervaller – passerar Venus exakt i linje mellan Solen och Jorden och kan då med lämplig utrustning observeras som en liten svart skiva på Solens klara yta. Att detta är så sällsynt beror på att Venus' och Jordens banplan lutar drygt 3 grader mot varandra. Venus och Jorden måste alltså samtidigt befinna sig på banplanens skärningslinje på samma sida av Solen. Venuspassagerna inträffar fyra gånger på 243 år så att intervallen är 8 år, sedan 121,5 år, sedan igen 8 år och därefter 105,5 år. Cykeln fortsätter på samma sätt.

Johannes Kepler hade 1619 lagt fram sin tredje lag om planeternas rörelser, som binder samman planeternas omloppstider och avstånd från Solen (banornas storaxlar). Planeternas omloppstider får man enkelt genom observationer. Problemet är att man på detta sätt endast får fram de relativa avstånden mellan banorna. Men om man på något sätt lyckas mäta ett av avstånden – t.ex. Jordens avstånd från Solen – kan de övriga planeternas avstånd till Solen beräknas med hjälp av Keplers tredje lag.

Den engelska astronomen Edmond Halley (1656–1742) observerade på ön Saint Helena år 1716 Merkurius gång framför Solen. Då insåg han att man genom att observera en inre planets passage över solskivan kunde geometriskt sluta sig till avståndet mellan Jorden och Solen. Detta fenomen måste observeras noggrant på minst två olika orter på Jorden för att åstadkomma en vinkel, den så kallade parallaxvinkeln. Första gången man kunde göra ett sådant försök var åren 1761 och 1769 då Venus gick över solskivan.

Pehr Wargentin tog igen ansvaret för mätningarna i Sverige. Vid tidpunkten för den första passagen 1761 var Jacob Gadolin Kungl. Vetenskapsakademiens preses och bidrog därigenom till att genomföra projektet då vetenskapsakademien kraftigt stödde företaget. För att kunna göra observationer i Finland fick man låna instrument av vetenskapsakademien i Stockholm. Venuspassagen 1761 observerades på nio orter i Sverige och 1769 på sex. Den andra passagen observerades av ett hundrafemtiotal forskare på olika orter av Jorden. Justander gjorde observationer vardera gången i Åbo med ett 20 fots teleskop. År 1761 deltog matematikprofessorn Wallenius i observationerna i Åbo, vid det senare tillfället 1769 var Gadolin med (Donner, 1907). Anders Johan Lexell som vid Venuspassagen år 1769 befann sig i ryska Sankt Petersburg hade en viktig roll i beräkningarna av solparallaxen därstädes. Han observerade passagen med många andra astronomer från tornet i *Kunstammer*-byggnaden i Sankt Petersburg (Stén, 2014).

Anders Planman intog en framskjuten plats vid observationerna av bägge Venuspassagerna. Han gjorde observationerna i Kajana och vardera gången använde han sig av ett 21 fots teleskop, ett pendelur och annan apparatur (Holmberg, 2008; Markkanen *et al.*, 1984). Han bestämde den geografiska bredden för Kajana genom solobservationer och den geografiska längden med hjälp av den månförmörkelse som skedde den 18 maj 1761 samt solförmörkelsen den 3 juni samma år, samt genom observationer av Jupiters innersta månes, Ios, ockultationer.

1700-talets två Venuspassager ägde rum den 6 juni 1761 respektive 3 juni 1769. Planman lyckades observera alla fyra kontakter år 1761. Kontaktmomenten är de ögonblick då Venus berör solskivan inifrån och utifrån. Dessa moment observerade Planman fullständigt, d.v.s. såväl vid inträdet som vid utträdet. Den senare passagen år 1769 syntes från den västra delen av jordklotet, då det rådde natt i Europa. Planman utnyttjade Kajanas höga nordliga bredd och observerade kontakterna nära den nordliga horisonten då Venus kom in på Solens skiva vid solnedgången. Solen hann igen gå upp innan de två sista kontakterna noterades. Under sin första resa till Kajana bestämde Planman också den geografiska bredden för Kajaneborg (Kajana), Jämsjö prästgård (Jämsä), Sotkamo prästgård, Säräisniemi (Vaala), Limingo prästgård, Uleåborg, Paldamo prästgård, Nurmes kyrka, Pielisjärvi prästgård, Libelits (Liperi), Sankt Michels kyrka, Sysmä prästgård, Rahkoila by (Hattula) och Tavastehus. För några av dessa orter bestämdes också längdskillnaden till Stockholm (Planman, 1767). Resultaten utgjorde stödpunkter för kartläggningen av Finland.

Planman, som var en erkänt skicklig matematiker, gjorde en sammanställning av Venus-observationerna i Sverige och också från många andra platser på Jorden. På basen av dessa skrev han flera artiklar som berörde avståndet mellan Jorden och Solen (eller Solens parallax). För Solens parallax rapporterade han 8,2 bågsekunder. Senare forskare, speciellt fransmannen Joseph-Jérôme de Lalande (1732–1807), fäste stor vikt vid Planmans resultat från år 1769 (de Lalande, 1772). Orsaken var förutom Planmans behandling av observationsmaterialet också Kajanas höga nordliga bredd. Emellertid kritiserades Planman skarpt av Lexell i Sankt Petersburg för att alltför mycket förlita sig på sina egna mätningars riktighet. Såsom Lexell påpekade begår alla observatörer mätfel av olika orsaker, och det riktiga värdet på parallaxen måste sökas genom att

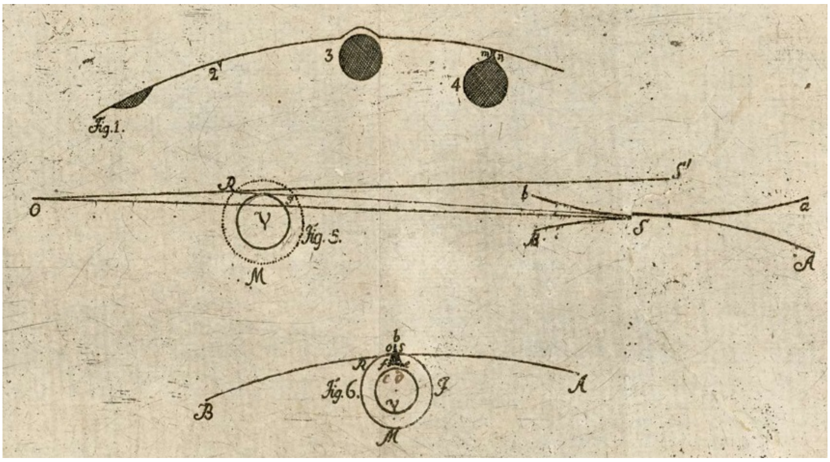


Fig. 8.5: Fenomenet ”Den svarta droppen” vid solens rand och Venus’ förmodade atmosfär illustrerade i Planmans dissertation *De atmosphaera Veneris*, första delen (1770).

anpassa det globalt tillgängliga observationsmaterialet i ett trigonometriskt ekvationssystem. Ändå måste man beundra den precision som under dessa enkla omständigheter uppnåddes, då de värden på Solens medelparallax i allmänhet rörde sig kring 8″,5 och medelvärdet enligt dagens kunskap är ca 8″,79.

Orsakerna till att observationerna av Venuspassagerna inte gav den önskade noggrannheten var bl.a. klockornas ojämna gång och osäkerheten i observationsortens geografiska läge. Dels visade det sig också svårt att fastslå de yttre kontaktögonblicken tillräckligt exakt, vilket man antog bero på att Venus’ atmosfär bröt Solens strålar så att Venus såg ut att ”suga sig fast” i Solens yta. Härav drog Planman slutsatsen att Venus måste vara omgiven av en atmosfär som bryter och reflekterar solstrålarna. Fenomenet kallades ”den svarta droppen”, på latin *gutta nigra* (figur 8.5). I den tvådelade dissertationen *De atmosphaera Veneris* (1770 och 1771) argumenterar Planman för sitt antagande. En internationell debatt utbröt angående Venus’ påstådda atmosfär, men de säkra bevisen var få. Den första som omtalade fenomenet var ryssen Mikhail Lomonosov (1711–1765) i samband med den tidigare passagen 1761. Det skulle dröja flera sekel innan frågan om Venus’ atmosfär kunde avgöras på ett pålitligt sätt.

Astronomin i Åbo under slutet av 1700-talet

Även om astronomin i Finland inte haft en egen professur eller ens en egentlig observatorsbefattning före början av 1800-talet hade främst matematikerna och fysikerna sedan länge ägnat sig åt astronomiska observationer och beräkningar. Helt rutinmässiga beräkningar gjordes tidigt då det gällde att ge ut almanackor, som bl.a. skulle tjäna firandet av de kyrkliga högtiderna. Som en föregångare på detta område kan Sigfrid Aron Forsius nämnas. Född omkring 1550 i Helsingfors gjorde han snabb karriär som astronom och verkade en tid som professor i detta ämne vid Uppsala universitet. Senare fick han i egenskap av kunglig astronom ett privilegium att sammanställa almanackor för svensk horisont. Den första *Almanach eller Dagharäkning* utkom 1608 och var beräknad *Til Stockholms Horizont.* Totalt hann Forsius ge ut ett trettiotal almanackor och prognostica. Almanackan för 1623 gällde för Åbo ty i den stod omnämnt: *Til Åbo Horizont. Til Wijborg lägg til 1. Tima / 34 min. Til Refle och Helsingfors / 50 min. Til Stockholm dragh aff 43. min. Til Elffsborgh / tagh aff 52. min.* Forsius levde ett skiftande liv där framgångar och stormar växlade med mera rofyllda perioder. Han avled 1624 då han var kyrkoherde i Ekenäs.

Förutom mer eller mindre rutinmässiga kalenderräkningar gjordes även tidiga astronomiska observationer i Finland. Vanligtvis var det då fråga om någon större, märkvärdig händelse som väckte uppmärksamhet. Bland dylika tidiga observationer kan vi nämna Andreas Thuronius kometobservationer åren 1644–1665 och Anders Planmans observationer av Venuspassagerna 1761 och 1769. Från senare tid kan nämnas fysikprofessorn Gustaf Gabriel Hällströms observationer av solförmörkelserna 1802, 1803 och 1804 samt Merkuriuspassagen 1802. Utav dessa observationer, som utkom i form av korta rapporter i Vetenskapsakademiens *Handlingar*, kunde Hällström beräkna longituden för Åbo till 1 h $19' \ 51''$ ost från observatoriet i Paris.[3] Latituden för Åbo hade 1750 bestämts av Gadolin ($60° \ 27'$) samt av Hällström ($60° \ 27' \ 11,3''$).

De tidiga vinkelmätningarna och positionsberäkningarna av himlakropparnas gång över himlavalvet hade en viktig praktisk anknytning. De mest grundläggande är naturligtvis bestämningen av middagstid och väderstreck. Genom mer avancerade mätningar hoppades man kunna göra exakta avstånds- och positionsbestämningar (latitud och longitud), vilket speciellt inom sjöfarten hade stor betydelse. Man tillämpade också tekniken inom lantmäteriet och det gjordes omfattande triangelmätningar. Ännu mera storstilade projekt var de omfattan-

[3] Paris och Greenwich meridianer användes parallellt som referenser fram till meridiankonferensen i Washington år 1884, då den senare blev vald till internationell standardmeridian.

de gradmätningar som utfördes enligt samma metoder över stora distanser längs en meridian och med vilkas hjälp man strävade att bestämma Jordens storlek och form.

Anders Planman utnämndes till professor i fysik vid Kungl. Akademien i Åbo år 1763. Hans verksamhet återspeglar förändringarna i naturvetenskapernas ställning och anseende vid denna tid. Hittills hade filosofiska fakultetens professorer, såsom Planmans företrädare Jacob Gadolin, strävat efter tjänster vid den teologiska fakulteten, men Planman förblev professor i fysik ända till slutet av sin karriär 1801. Han blev visserligen prästvigd och fick en prästgård som prebende. Om Planmans synnerliga intresse för sitt ämne vittnar bl.a. det faktum att det första kända exemplaret av Newtons *Principia* i Finland – en tilläggsupplaga tagen 1714 av verkets andra upplaga (1713) – torde ha varit i hans privata ägo (Markkanen, 2004).

I Finland hade Gadolin, Justander och Planman vid sina observationer för första gången kunnat utnyttja mycket god apparatur. Största delen hade kommit via Lantmäterikommissionen. Då Justander dog 1774 måste denna apparatur emellertid returneras till Lantmäterikontoret i Stockholm. Den astronomiska utrustningen i Åbo krympte därmed ihop till nästan ingenting och observationer kunde inte längre göras. Planman framställde för universitetets konsistorium den 27 februari 1776 att man av ärkebiskop Mennander, tidigare fysikprofessor vid Åbo Akademi, skulle inköpa för 300 koppardaler en refraktor tillverkad av John Dollond, för att avhjälpa denna brist (Konsistoriets protokoll 27.2.1776).

> ”Anmälte Professor Planman huruledes Herr Ärkebiskopen m. m. Mennander emot dess eget inköp 300 D:r kpmt ville till Kongl. Academien afstå en Dollonds refractions tub; och som ett dylikt instrument vid Academien vore undgängligt, hälst här nu för tiden icke något enda Telescop finnes, så hemstälde Professorn om icke förenämde tub, såsom till de flesta observationers verkställande tillräcklig, till Academien kunde inlösas. Härtill fan Consistorium för godt att bifalla”.

Av allt att döma genomfördes affären då en förteckning över instrument som användes av professorerna i matematik och fysik enligt Matthias Calonius hade följande lydelse (Tengström, 1845):

> ”Af de till denne [Mathematum Professionen] och Physices Professionens tillbörliga skötsel, nödvändige instrumenter, äger Academien icke fler än
> 1:o en Achromatisk Tub af vid pass 4 fots längd, med tvänne oculair

> stycken,
> 2:o en annan dito med en quadrant af en half fots radius, hvilken dock ännu är qvar i Petersburg, hos Professorn Lexell därstädes, som densamma från England beställt och förskaffat, för en summa af vidpass Ett hundrade Rdr,
> 3:o en Luftpump med 2:ne stöflar och 2:n recipientes,
> 4:o Electricitets-machine, förfärdigad i England och inköpt för Fyra hundrade D.r Kopp:mt".

Den första apparaten som nämns är av allt att döma det teleskop som anskaffats av Mennander. Den andra apparatens härkomst är något osäker. I Helsingfors universitets observatorium finns en kvadrant gjord av den kände engelske instrumentbyggaren John Bird. Dess radie är dock en fot och är antagligen anskaffad av Lexell under hans vistelse i England 1781. I ovanstående förteckning kan naturligtvis ett fel ingå. Det är inte helt säkert om det är fråga om samma apparat. När Birds kvadrant kom till observatoriet är inte känt, men åtminstone 1816 har man gjort observationer med den.

Astronomin i Åbo, som tidigare gjort sig internationellt känd på hög nivå, utvecklades knappast alls under 1700-talets par sista och 1800-talets första decennium. Trots flera försök från universitetets håll kunde man inte bevara och säkerställa astronomins självständiga ställning. Problemet var som alltid statens knappa resurser. Efter Justanders död 1774 sändes den tidigare beskrivna kvadranten på 3 fot till Stockholm.[4] Då konsistoriet vid Akademien i Åbo 1777 begärde att observatorsbefattningen skulle få kvarstå, fick man till svar att tjänsten redan var indragen.

Något egentligt observatorium fanns inte i Åbo under hela 1700-talet. Man begagnade kända observationsplatser, såsom domkyrkans trappa eller Vanhalinna berg i Lundo utanför Åbo. Röken från skorstenarna i staden störde observationerna, och utsikten till horistonten var inte den bästa i staden med flera berg och kullar. Fysikprofessorn Gustaf Gabriel Hällström vid Kungliga, sedermera Kejserliga Akademien i Åbo var i början av 1800-talet en varm talesman för uppförandet av ett astronomiskt observatorium och inrättandet av en observatorsbefattning i anknytning till Akademien.

År 1817 kröntes ansträngningarna med framgång då det stadgades att ett observatorium skulle uppföras och en observatorsbefattning inrättas. Ytterligare sades det att observatorn skulle vara föreståndare för observatoriet samt att denne hade samma värdighet som Akademiens adjunkter, fria boningsrum i ob-

[4]Efter att ha återbördats till Stockholm användes kvadranten inte överhuvudtaget, utan förvarades och såldes till slut som metallskrot. Inte ens en bild av den har bevarats.

servatoriet och 120 silverrubel indelt lön. En adjunkt hade lönen 96 silverrubel. Att observatorn hade något högre lön berodde på att han även hade skyldighet att utföra beräkningar för den årliga almanackan som Akademien i Åbo gav ut. Tidigare hade Akademien betalat 200 silverrubel separat för denna uppgift, men då den nu gavs åt observatorn gjorde Akademien i själva verket en rejäl inbesparing, trots att observatorns lön var något högre än adjunkternas.

En viss förvirring uppstod då observatoriebyggnaden skulle uppföras. Platsen på Vårdberget var redan vald, men plötsligt hade man flera ritningar att tillgå. Konsistoriet hade antagit en plan som inskickats till kanslersämbetet av den svensk-italienska arkitekten Charles Bassi. Under tiden hade arkitekt Carl Ludvig Engel skickat in ett eget förslag som sedan blev godkänt till Bassis besvikelse. En hel del underhandlingar och preciseringar måste därför göras innan arbetet kunde påbörjas. Hällström deltog aktivt i planerandet och uppförandet av observatoriebyggnaden. Genom egna studier och en omfattande brevväxling skapade han sig en uppfattning om vilka krav som ställdes på en modern observatoriebyggnad. Han gjorde även upp en förteckning över instrument som borde anskaffas. Preliminärt godkändes förslaget och Hällström gavs i uppdrag att förbereda anskaffningen av instrumenten från England. Senare tillsattes en kommitté bestående av professorerna G. G. Hällström, Gabriel Palander och Johan Fredrik Ahlstedt, samt observator Walbeck och adjunkten i matematik N. G. af Schultén d.y., för att handha ärendet. Denna kommitté föreslog i februari 1818 anskaffandet av ett passageinstrument (6-8 fot), en meridiancirkel (2 fot), en teodolit (8 tum), en spegelsextant (12 tum), ett pendelur, en kometsökare m.m., och man frångick även den ursprungliga planen att inköpa instrumenten från England.

Henrik Johan Walbeck

Astronomiska forskningen i Finland fick ett plötsligt lyft av Henrik Johan Walbeck (1793–1822), som blev den första observatorn vid det nyinrättade astronomiska observatoriet i Åbo. Hans fader var klockaren Erik Gabriel Walbeck. Henrik Johan blev student 1808 och började studera vid Akademien i sin hemstad. Den 20 september 1815 disputerade han för magistergraden med en avhandling om de formler som tidigare getts av Johann Gottlieb Friedrich Bohnenberger och Heinrich Wilhelm Olbers för beräkning av en orts longitud genom observationer av förmörkelser och stjärnpassager. I dessa formler ingick konstanter som berodde av ekliptikans lutning, den geocentriska latituden och jordradiens längd. Walbeck beräknade dessa konstanter för 56 orter i Europa och sammanställde dem i avhandlingen *Quantitates quasdam pro locis quibusdam et speculis astronomicis constantes, ad computandas occultationes stellarum et eclipses solis idoneas* (Några för en viss ort och astronomiskt observatorium konstanta storheter, som är lämpliga för beräkning av stjärnors ockultationer och solförmörkelser, 1815). Disputationen ägde rum under professorn i matematik Johan Fredrik Ahlstedts presidium. Walbeck promoverades den 13 oktober 1815. Studiekamraten Carl Gustaf Ottelin var utsedd till gratist och kunde därför inte samtidigt få äran att vara talare. Denna ära tillföll därför Walbeck, ”det yppersta matematiska snille, klockarens son”.

Senare på hösten samma år disputerade Walbeck ännu en gång med en avhandling om den kommande solförmörkelsen 1816, *De eclipsi solis anno 1816 die 19 Novembris Aboae apparitura.* Som respondent vid detta tillfälle den 18 november 1815 var Anders Johan Chydenius. I avhandlingen beräknades den exakta tidpunkten för den solförmörkelse som skulle inträffa i Åbo ett år senare. Den 2 mars 1816 disputerade Walbeck med avhandlingen *Comparationem diversorum experimentorum ad definiendam densitatem et volumen aquae pro diversa caloris temperie* (Jämförelser av olika experiment för att fastställa vattnets densitet och volym vid olika temperatur; respondent Carl Erik Hällfors). I detta arbete presenterades den då ganska nya minsta kvadratmetoden och tillämpades på engelsmannen George Gilpins (ca 1755–1810) mätningar av vattnets specifika vikt vid olika temperaturer. Arbetet är ofullständigt bevarat eftersom bara dess första del utkom. Det kan vara intressant att notera att Gustaf Gabriel Hällström några år senare beskrev samma fenomen och detta med sådan framgång att arbetet prisbelönades av Kungl. Vetenskapsakademien.

Walbecks avhandling gällde för vinnandet av docentur i tillämpad matematik. Samtidigt disputerade också Nathanaël Gerhard af Schultén d.y. med samma mål. Professorerna J. F. Ahlstedt och G. G. Hällström, som presiderade vid dessa tillfällen, kunde inte enas i anciennitetsfrågan rörande sina respektive adepter. Vardera hade disputerat samma dag och erhållit vitsordet laudatur. Den allt häftigare debatten framstod i en löjlig dager och slutade med att frågan avgjordes med lottdragning. Tjänstefrågan löstes då Walbeck erhöll observatorsbefattningen och af Schultén adjunktbefattningen i matematik och fysik.

I en serie på två avhandlingar från år 1817 redogjorde Walbeck för en metod att bestämma en orts longitud med hjälp av en serie observationer av Månens avstånd till någon stjärna (metoden förutsatte att man kände till ett närmevärde för ortens longitud). Walbeck beräknade därefter longituden för Åbo och fick som resultat 1 h $19' \ 31,84''$ ost från Paris (44 observationer av Månens avstånd från stjärnan Spica) samt 1 h $19' \ 37,86''$ (15 observationer). Såsom antaget värde användes 1 h $19' \ 48,4''$, erhållet ur andra observationer. Intressant är att bägge avhandlingarna försvarades samma dag, den 11 juni 1817. I den första (*pars prior*) figurerade Johan Tulindberg som respondent och vid den andra (*pars posterior*) Henrik Johan Lindström. Flera av de avhandlingar som skrevs under början av 1800-talet var tänkta som en del av en större helhet och den sista sidan i en avhandling upptog vanligtvis fortsättningens första ord. Det var inte ovanligt, såsom i det aktuella fallet, att texten helt plötsligt avbröts (då tryckarket var fyllt) och fortsatte i följande del.

Walbecks mest betydelsefulla arbete var *De forma et magnitudine telluris, ex dimensis arcubus meridiani, definiendis* (1819; respondent Fredrik Wilhelm Brummer). I detta ofullbordade arbete beräknade Walbeck Jordens form och dimensioner. Han baserade sig på sex omfattande gradmätningar från olika delar av Jorden, nämligen *Mensura Peruviana* (uppmätt av Bouguer och La Condamine, 1742–1743), *Mensura Indica major et minor* (Lambton, 1805–1811), *Mensura Gallica* (Méchain, Delambre, Biot och Arago), *Mensura Anglica* (Mudge, 1800–1802) och *Mensura Lapponica* (J. Svanberg, J. Öfverbom, G. Palander & D. E. Holmquist, 1801–1803). Vid beräkningarna använde sig Walbeck av minsta kvadratmetoden och angav längden av meridiankvadranten och Jordens tillplattning. För dessa rapporterade han 57 009,76 toiser respektive 1:302,78. Detta var första gången som Jordens dimensioner beräknades genom att utnyttja flera oberoende gradmätningar och arbetet väckte därför uppmärksamhet och de angivna värdena utnyttjades genast av andra forskare, bl.a. Gauss. Detta arbete gavs stor betydelse i den biografi över Walbeck som Anders Donner, dåvarande professor i astronomi i Helsingfors, författade (Donner, 1884). Ett ytterligare bevis för Donners beundran av detta arbete var att det med en kort introduktion av Donner trycktes ånyo år 1892 (Donner, 1892).

Walbeck publicerade ytterligare några uppsatser i Kungl. Vetenskapsakademiens *Handlingar* åren 1816–1818 som berörde sol-, mån- och stjärnförmörkelser som observerats i Åbo eller Sverige. Särskilt kan här noteras arbetet ”Stjernans ζ i Oxen bortskymning af Månen den 5 nov. (n. st.) 1751, obs. i Stockholm, Upsala och Hernösand” från 1816, som av Akademien belönades med Ferrnerska priset. Walbeck översatte också till svenska en lärobok i trigonometri, *Grunddragen af plana och spheriska trigonometrin*, av Christian Ludwig Gerling, som utkom 1821 i Åbo. Walbecks arbeten noterades även utomlands och han kallades till ledamot av *Royal Astronomical Society* i London 1820 och till hedersledamot av Hamburgska sällskapet för utbredande av de matematiska vetenskaperna samma år.[5]

[5]Den anrika föreningen *Kunst-Rechnungs liebenden Societät* (grundad 1690) hette under Walbecks tid *Gesellschaft zur Verbreitung der mathematischen Wissenschaften* och sedan 1877 *Matemathische Gesellschaft in Hamburg.*

Walbeck skickade ett exemplar av ovannämnda avhandling till Wilhelm Struve i Dorpat. Denne blev påverkad av metodiken i arbetet och av de erhållna resultaten och inbjöd Walbeck till Dorpat. Vid denna tid var Struve sysselsatt med triangelmätningar i Estland. Struve utförde dessa mätningar i Livland 1816–1818 och kunde upprätta en triangelkedja från den lettiska staden Jēkabpils till ön Hogland i Finska viken omfattande en båglängd av 3° 35′. Samtidigt planerade han en omfattande triangelmätning längs en meridian (genom Dorpat) och Struves önskan var att Finland skulle delta i detta projekt.

Sommaren 1819, innan Walbeck reste till Dorpat för att träffa Struve, företog han en resa i södra Finland på universitetets bekostnad för att förbereda, d.v.s. utse triangelpunkter, för den gradmätning Struve påbörjat och önskade att den även skulle gå norrut genom Finland. På hösten 1819 reste Walbeck till Dorpat och planerade projektet med Struve. Framtiden såg nu ljus ut för den unge flitige astronomen. På observatoriet i Åbo samlades fina instrument för olika slag av observationer och själv var Walbeck engagerad i det stora gradmätningsprojektet. Sommaren 1822 reste han igen omkring i Finland och utsåg lämpliga punkter för triangelmätningar i trakten av Padasjoki och Saimen. Det sägs att han under detta arbete var med om en olycka vid vilken han våldsamt slog sitt huvud. Alltnog, Walbecks annars ljusa och glada lynne drevs nu av depressionens maror och bara några veckor efter hemkomsten tog han den 23 oktober 1822 sitt eget liv då han i mellersta våningens sal i observatoriet med rakkniv skar upp halsen. I ett brev till Anders Johan Sjögren daterat den 27 oktober skrev Alexander Blomqvist (vardera var studiekamrater med Walbeck och promoverade samma år): ”. . . Han hade redan på sensommaren visat tecken till vansinnighet och vurmat starkt af för mycket supa och debaucher”. Vid sin bortgång var Walbeck endast 29 år gammal. Händelsen väckte bestörtning bland hans vänner och uppslutningen vid den stilla jordfästningen var stor.

Struves meridianbåge

Friedrich Georg Wilhelm Struve (1793–1864; från och med 1831 von Struve) föddes i Altona, Holstein, som vid denna tid var en del av kungariket Danmark-Norge. Familjen flyttade till Dorpat och den unge Struve började 1808 studera vid Kejserliga universitetet i Dorpat, där astronomi blev hans huvudämne. Wilhelm Struves forskning omfattade dubbelstjärnor och geodesi. Hans arbeten väckte uppmärksamhet och 1820 blev han professor och direktor för observatoriet i Dorpat. På denna post stannade han till 1839, då fick han motsvarande befattning vid Pulkovo observatoriet utanför Sankt Petersburg. År 1843 blev han formellt rysk undersåte. Han lämnade tjänsten vid Pulkovo 1862 då hans hälsa svek.

Inom geodesin blev Wilhelm Struve känd för planering och uppmätning av det som i dag går under namnet Struves meridianbåge (figur 8.6). Denna båge uppmättes enligt den klassiska metoden med triangelmätningar. Det var ett jätteprojekt som fortgick under åren 1816–1855. Bågens längd var 2822 km och den bestod av 265 huvudpunkter och en ked av 258 trianglar. Triangelkedjans huvudpunkt låg i det gamla observatoriet i Dorpat, där en platta i golvet i dag utmärker mätpunkten och anger den meridian som går genom denna punkt. Struves meridianbåge börjar dock nere i Staro-Nekrasivka vid Izmail (45° 19′ 54″ N, 28° 55′ 41″ E) vid Svarta havets kust och den slutar uppe i Fuglenes (70° 40′ 12″ N, 23° 39′ 48″ E) nära Hammerfest i nordligaste Norge. Vid vägen upp genom Europa uppmättes totalt tio baslinjer. Mätningarna producerade ett enormt experimentellt material, som därefter mödosamt behandlades vid observatoriet i Pulkovo. Den uppmätta meridianbågen (28° 21′) beräknades ha en längd av 2821853,7 meter (Struve, 1857, 1860; Lindelöf, 1862).

Alla mätpunkter var i tiderna noggrant utmärkta i naturen, men i dag är endast ett trettiotal noggrant dokumenterade. De flesta kända mätpunkter är omsorgsfullt utmärkta med pelare, järnkors eller stenrösen med minnesplaketter, och 34 av dem upptogs 2005 på UNESCO:s världsarvlista. Sex av dessa punkter finns i Finland: Svartviran (Pyttis), Porlom (Lappträsk), Oravivuori (Korpilahti), Nedertorneå kyrka, Aavasaksa (Ylitornio) och Stuor-Oivi (Enontekis). Inget annat land antecknad i detta världsarv uppvisar lika många bevarade punkter. Det är intressant att notera att Struvekedjan ursprungligen gick genom Ryssland, med korta sträckor i Sverige och Norge (Svensk-norska unionen) i den nordligaste delen. I dag går kedjan genom tio länder.

Struve ledde mätningarna genom Livland (Estland) medan general Carl Friedrich Tenner (1783–1859) fortsatte att mäta söderut. Struve önskade diskutera planerna med Walbeck så att kedjan också kunde gå norrut genom Finland. Walbeck var entusiastisk och hans uppgift blev att planera triangelnätet i södra Finland under Struves ledning. Arbetet drog emellertid ut på tiden och merparten av mätningarna i Finland utfördes av Fredrik Woldstedt (1813–1861). Största delen av Struves kedja bestod av en enkel räcka trianglar (figur 8.7). Hogland i mitten av Finska viken utgjorde en singelpunkt, men där gjordes också astronomiska mätningar. Nils Haqvin Selander från Sverige mätte i Torneå älvdal norrut till den finsk-norska gränsen varifrån Christopher Hansteen från Norge fortsatte och uppmätte de 12 nordligaste trianglarna med slutpunkt i Fuglenes. Därmed var den rysk-skandinaviska gradmätningen genomförd 1816–1852.

Sedan det stora arbetet med meridianbågen var fullbordat skrev Struve en

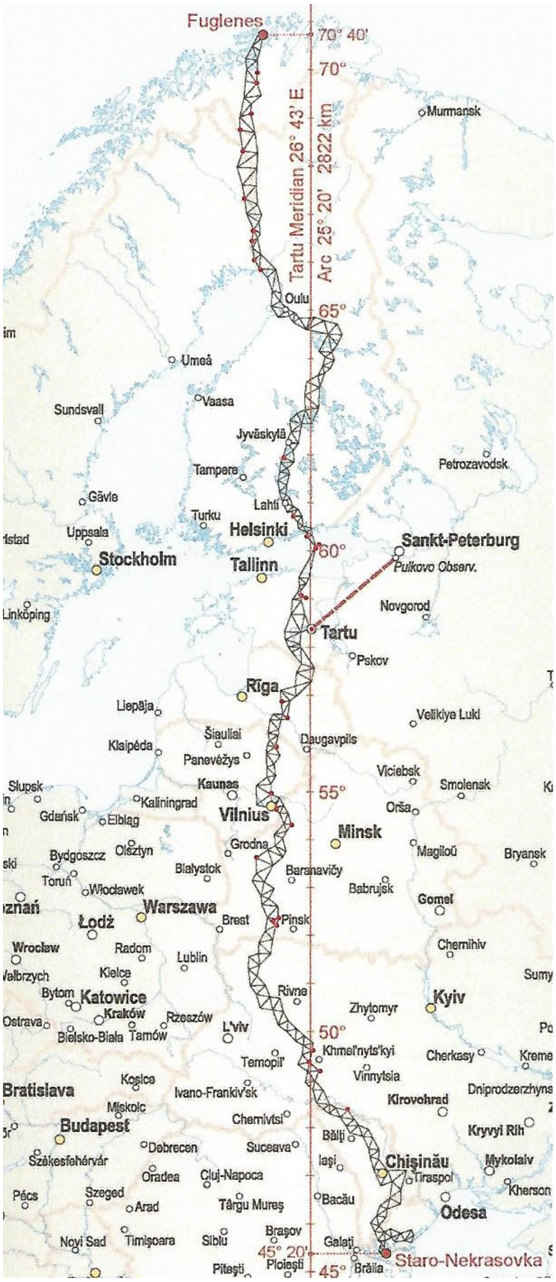


Fig. 8.6: Hela Struvekedjan från Svarta havet till Ishavet. Referensmeridianen $26^\circ\ 43'\ 12{,}61''$ E går genom Dorpats observatorium (Tartu).

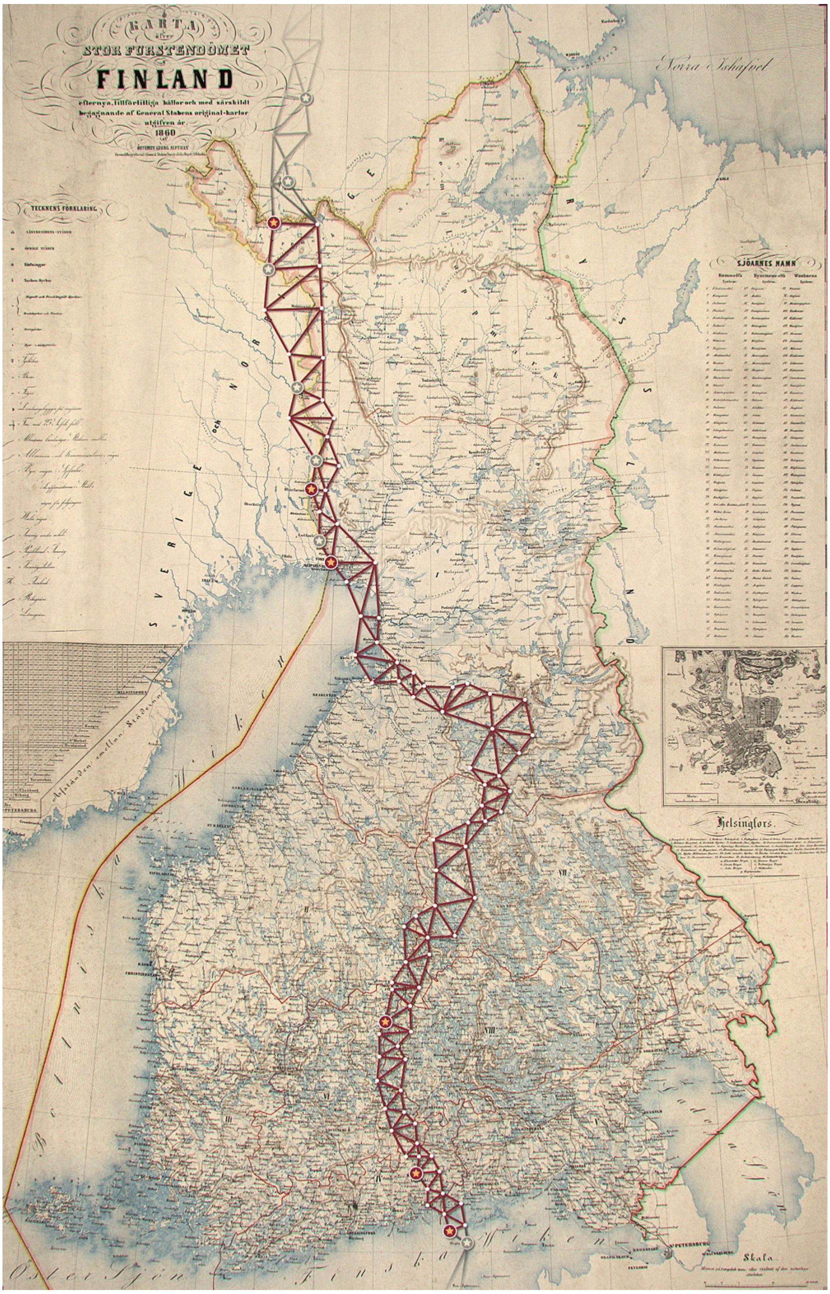


Fig. 8.7: Struves meridianbåges triangelmätningspunkter i Finland utsatta på Läntmäteristyrelsens karta 1860. Den sydligaste punkten ligger på Hogland.

omfattande beskrivning av projektet som utkom i två band med nära 500 sidor. (Struve, 1857, 1860). Lorenz Lindelöf anmälde detta arbete vid ett möte i Finska Vetenskaps-Societeten. Det väckte stort intresse då ett långt stycke av triangelkedjan gick genom Finland och finländska vetenskapsmän hade bidragit till dess fullbordan. Arbetena påbörjades 1830 och leddes då av tre generalstabsofficerare, Rosenius, Oberg och Melan, fram till 1835. Det fortsatta arbetet leddes av Woldstedt fram till 1844.

Av Struvekedjans tio baslinjer låg sex mellan Svarta havet och Finska viken, två i Finland, vid Elimä och Uleåborg, samt två i Sverige och Norge (Övertorneå och Alten). Att uppmäta en baslinje var ett precisionsarbete. Järnstänger placerades i rad efter varandra i samma riktning och deras kontakt med varandra kontrollerades med mikroskop. Järnstängerna var nedpackade i trälådor med vattenpass och termometrar. Med dessa kontrollerade man att de låg i samma horisontalplan och en värmeutvidgning korrigerades. Då baslinjen i Övertorneå med längden omkring 3 verst uppmättes två gånger fick man en skillnad mellan de två mätningarna av 1,1 linje eller 1/9 tum (omkring 2 mm).

Vid triangelmätningarna gjorde man alltid flera mätningar än nödvändigt. På detta sätt ville man säkerställa resultatens pålitlighet. Samtidigt uppstod frågan hur mätningarna förhöll sig till varandra och en fördelning beräknades med ett stort antal ekvationer. Lindelöf nämner som exempel att ett ekvationssystem med 36 ekvationer av första graden med lika många okända skulle behandlas och lösas. Lindelöf besökte Pulkovo och deltog under tre månaders tid i detta tidskrävande arbete.

Geografiska ortsbestämningar i arktiska områden

De tidigare gradmätningarna hade inte fullständigt löst problematiken kring jordklotets exakta form och dimensioner, ehuru man hade den stora bilden klar. Det gällde härnäst att ta reda på hur mycket gradens längd varierade på olika avstånd från ekvatorn. Resultatet blev att det inom kort existerade flera noggranna, men korta, mätningar från olika ställen av Jorden. Den franske matematikern Pierre Simon de Laplace hade gjort en sammanställning av sju mätningar enligt en metod som förebådar den moderna minsta kvadratmetoden. Han utnyttjade mätningar som hade gjorts av La Caille vid Godahoppsudden, Joseph Liesganig i Österrike-Ungern, Charles Mason och Jeremiah Dixon i Pennsylvania, Nordamerika, Roger Boscovich och Christopher Maire i Italien och Jean-Baptiste Delambre och Pierre Méchain i Frankrike, samt de tidigare nämnda mätningarna av Maupertuis samt La Condamine och Bouguer.

Idealet hade varit att få hela Jorden täckt av ett triangelmönster. Detta var naturligtvis omöjligt. Man kunde endast tänka sig ett dylikt nät på fastlandet, där man kunde resa riktmärken, så kallade signaler. Hela tiden gjordes dock små framsteg. Den preussiska generalen Johann Jacob Baeyer (1794–1885) tog 1862 initiativet till ett europeiskt gradmätningsnät. I Nordamerika gjordes triangelmätningar från San Fransisco till Chesapeakeviken och engelsmännen uppmätte Indien. Ett väldigt projekt genomfördes då man från Godahoppsudden kom upp genom Afrika och Egypten och via Palestina sammankopplade mätningarna med den grekiska och rysk-skandinaviska bågen. Den rysk-skandinaviska sträckan gick från Svarta havet till Norges Ishavskust och mätte $25° \ 21'$. Totalt mätte detta projekt en båge på hela $109°$.

År 1826 väckte den engelske fysikern Edward Sabine (1788–1883) tanken på en gradmätning på Spetsbergen. Bågens beräknade längd om $4° \ 20'$ kunde förefalla obetydlig, men fördelen var att den låg långt mot norr. Planerna framskred sakta mak och först år 1861 tog svensken Otto Torell (1828–1900) upp frågan på nytt då en svensk expedition till Spetsbergen företogs. Under denna expedition utstakades triangelnätets nordliga del av finländaren Karl Chydenius (1833–1864). Chydenius följde med på expeditionen som fysiker och han var väl skickad för att planera triangelnätet. Isförhållandena var emellertid svåra och arbetet kunde inte slutföras. År 1864 togs det upp på nytt, nu under ledning av Adolf Erik Nordenskiöld, men inte heller denna gång kunde uppgiften lösas. Det skulle gå inemot trettio år innan man ånyo befattade sig med problemet. En kommitté tillsattes, bestående av A. E. Nordenskiöld, C. Skogman och P. G. Rosén, som 1893 kom med sitt betänkande. Nu inleddes ett samarbete med ryska vetenskapsmän och flera expeditioner företogs för att rekognoscera, utplacera signaler och mäta bassträckor, vilket tog drygt fem år i anspråk. I början av 1900-talet hade man äntligen gjort omsorgsfulla mätningar från detta svårforcerade område.

De arktiska områdenas utforskare var mångsidiga och hängivna sin sak. Just hemkomna från en expedition, var de genast beredda att planera nästa. Framstegen kom långsamt eftersom förhållandena var svåra. Förutom ortsbestämning, kartografi och lodning av havsdjupen utforskade man trakternas fauna och flora, och med bottenskrapor hämtade man upp från havsdjupen organismer, som tidigare varit helt okända. Man rekognoscerade packisens gränser och dess lägesförändringar under årstiderna, och gjorde ständiga försök att tränga norrut in genom isen mot det hägrande målet, nordpolen.

Under den svenska polarexpeditionen år 1861, som leddes av Torell och i vilken Nordenskiöld deltog, gjordes talrika geografiska ortsbestämningar på de nordliga delarna av Spetsbergen. Utrustningen för detta ändamål var följande

(Holmberg, 1998):

– en 6 tums prismacirkel från Pistor
– en lådkronometer No 3194 och två fick-kronometrar No 8872 och No 8873 (alla från Frodsham)
– en kvicksilverbarometer graderad i engelska tum och en aneroidbarometer graderad i millimeter
– flera kvicksilverhorisonter och termometrar.

Lådkronometern och kvicksilverbarometern hölls hela tiden ombord på det ena av expeditionens två fartyg. Dessa instrument utgjorde därför normalinstrument till vilka de transportabla mätapparaterna korrigerades.

Adolf Erik Nordenskiöld (1832–1901) föddes i Helsingfors och växte upp på Frugård i Mäntsälä. Efter skolan i Borgå bedrev han naturvetenskapliga studier vid universitetet i Helsingfors med specialämnet geologi. Ärlig och rättrådig till sin natur hade Nordenskiöld svårigheter att i alla avseenden underordna sig skolans och universitetets disciplin. Då han vid en promotionsfest höll ett, som det tolkades, frispråkigt tal, ådrog han sig de ryska myndigheternas starka misshag. Som en följd av detta blev han med kort varsel utvisad från Finland år 1858. Han kunde emellertid snabbt etablera sig vid det svenska Naturhistoriska riksmuseets mineralogiska avdelning och blev sedermera dess chef och professor. Som svensk undersåte utförde han också sin vetenskapliga gärning och blev berömd som utforskare av de arktiska regionerna. Han företog sammanlagt tio resor till arktiska områden, särskilt Grönland, Spetsbergen och nordostpassagen.

Den första observationen gjordes den 7 juni 1861 vid Aeoli kors, som befann sig på västra sidan av Treurenberg Bay, eller Sorgfjorden. Man gjorde en serie observationer av såväl Solens övre rand som dess undre rand. Samtidigt mättes tidpunkterna med fick-kronometer. Med beaktande av prismacirkelns indexfel, barometerstånd och lufttemperatur kunde korrektioner göras och latitud och longitud beräknas. Sammanlagt gjorde man sex mätningar under juni månad vid Aeoli kors. Efter detta började expeditionen röra på sig. Man mätte ännu i juni vid Parrys flaggstång på östra sidan av Treurenberg Bay och på Fosters udde på New Friesland, men härefter drog expeditionen vidare. De sista observationerna under denna Spetsbergen-resa gjordes i slutet av augusti. Under expeditionen gjordes astronomiska ortsbestämningar på sammanlagt 29 platser. Samtidigt försökte man noggrant beskriva observationsplatsen:

1) Aeoli kors, å vestra sidan af Treurenberg Bay; observationsstället var en stor flat stenhäll mellan korset och stranden.
2) Parry's flaggstång, å östra sidan af Treurenberg Bay.
...
8) Kalkredden å Nordostlandet. Observationsstället låg tätt invid stranden.
...
11) Stranden vid Svarta berget å Nordostlandet.
12) Wahlbergs ö. Norra stranden.
13) Lovéns berg. Stranden nära norra delen af berget.
...
24) Prins Oscars land, första ankarplatsen, å vestra stranden.
...
29) Moffen. Vestra stranden af ön.

Observationerna gjordes av Nordenskiöld och uträkningarna av Daniel Georg Lindhagen (1819–1906) (Nordenskiöld, 1863). De ursprungliga anteckningarna var ibland svårtolkade och talrika fotnoter i Lindhagens artikel visar att han varit tvungen att korrigera solrandens läge. Korrigeringarna var vanligen av storleksordningen $\pm 1'$. Lindhagen ägnade stort utrymme åt att granska fick-kronometrarnas tillförlitlighet då tidsbestämningen var helt avgörande för bestämningen av den geografiska orten. Härvid kunde han konstatera t.ex. att kronometern N:o 8872 den 8 augusti rubbats med flera sekunder och att kronometern N:o 8873 den 10 augusti, till följd av otillräcklig uppdragning, blivit stående under en kort tid. Dessa svårigheter, tillika med en viss drift i kronometrarnas gång gjorde att omfattande komparationer och beräkningar var nödvändiga. Lindhagen kom dock fram till ett godtagbart resultat, och den geografiska orten (latitud och longitud) för 29 platser kunde anges i den slutliga sammanställningen.

Under den följande av Nordenskiöld ledda Spetsbergen-expeditionen år 1868 gjordes ytterligare flera noggranna ortsbestämningar. Utrustningen var densamma som under 1861-års expedition. Vissa observationer antyder dock att lådkronometerns tider denna gång inte var helt tillförlitliga. Nordenskiöld uppställde därför en korrektionsformel, som hade formen:

$$\text{korr. till GMT} = -[1 \text{ h } 11'54,7'' + 1,744''d - 0,0135''d^2],$$

där d angav antalet dagar efter den 19 juni.

På femton platser uppmättes timvinklar, varvid man noterade såväl övre kanten som undre kanten av Solen i två serier om vanligtvis fem observationer vardera. Observationerna kunde göras snabbt på varandra och timvinkelmätningarna tog ungefär tio minuter i anspråk, medan middagshöjden krävde 10-30 minuter. Till dessa egentliga observationstider bör man naturligtvis tillägga den tid som åtgick till uppställandet av prismacirkel, samt inriktning och finjustering av instrumenten, vilket allt krävde betydligt längre tider.

Då man uppmäter den nordliga bredden med $1''$ noggrannhet motsvarar detta ca 30 meter i terrängen ($0,1''$ motsvarar 3 m). Man måste därför beskriva observationspunktens läge i terrängen mycket omsorgsfullt. De ortbeskrivningar Nordenskiöld och hans kolleger hade gjort saknar i många fall denna exakthet. Sålunda förefaller det svårt att hitta rastställlet mellan Kap Thordsen och Kap Wijk (ort nr 1) med den noggrannhet som krävs, liksom också Kap Wijk (nr 4), Södra udden av Charles Foreland (nr 5), första rastplatsen på fasta landet söder om St. Johns bay (nr 6), ön söder om ankarplatsen i Liefdefjorden (nr 12) och så vidare.

Även inom de enskilda mätserierna kunde kasten vara rätt så stora. Som exempel kan nämnas mätning nr 12, där nordliga bredden från de enskilda observationerna varierade mellan $79° \ 40' \ 55''$ och $79° \ 40' \ 30''$ (Solens övre kant, fem mätningar) och $79° \ 40' \ 54''$ och $79° \ 40' \ 30''$ (Solens undre kant, fem mätningar). Totalt bestämde man koordinaterna för 15 platser. De uppmätta orternas latitudvärden låg mellan $78° \ 12'$ och $79° \ 41'$ nordlig bredd och longituderna mellan $11° \ 01'$ och $15° \ 26'$ ostlig längd. Två av observationspunkterna låg på Beeren Eiland (74° N, 19° E).

Expeditionen hade som mål att nå så långt norrut som möjligt. Besättningen var erfaren och i den vetenskapliga staben ingick också fysikern Selim Lemström. Den 18 september 1868 nådde expeditionen sin nordligaste position under resan och uppmätte då $81° \ 32'$ nordlig bredd. Därmed hade man slagit den gamla rekordnoteringen: inget annat fartyg hade nått så långt norrut. Detta firades med svensk lösen (två kanonskott) och flaggan i topp.

Expeditionen höll dock på att sluta med katastrof. Medan expeditionsfartyget, ångaren Sofia, gjorde upprepade nya försök att tränga norrut blev hon den 4 oktober svårt trängd i packisen. Under den storm som samtidigt rasade, slängdes fartyget mot ett isflak och sprang läck. Nu följde en kamp för livet, under elva timmar arbetade alle man vid pumpar och langningskedjor. Utan mat, vadande i kallt vatten, då temperaturen var $-6°$C, slängde männen ut vatten i samma takt det forsade in. Så småningom nådde man Amsterdamön och räddningen. Där krängdes Sofia på stranden och läckan kunde provisoriskt tätas, varefter man kunde återvända hem.

I den beskrivning av den svenska polarexpeditionen år 1868, som Theodor Magnus Fries och Carl Nyström sammanfattat ingår ett bihang: ”Förteckning på den literatur, i hvilken resultat af svenska polarfärderna meddelas”. I denna förteckning redovisades de tryckta uppsatserna hänförande sig till expeditionerna 1861, 1864 och 1868, i den mån dessa redan hunnit utkomma i tryck. Förteckningen bestod av sex olika avdelningar:

1. Geografi, geodesi, fysik och meteorologi med åtta nummer (författare A. E. Nordenskiöld, Karl Chydenius, Selim Lemström och D. G. Lindhagen).
2. Geologi och mineralogi omfattade numren 9-17 (författare A. E. Nordenskiöld och Oswald Heer).
3. Zoologi upptog numren 18-38 (förf. Anders Johan Malmgren).
4. Botanik, som omfattade numren 39-51.
5. Hygieniska förhållanden med två arbeten (52-53) av expeditionsläkare Carl Nyström.
6. Resebeskrivningar och allmänna översikter (numren 54-59), bland vilka återfanns Chydenius' beskrivning av expeditionen 1861 på hela 484 sidor.

Till dessa publikationer bidrog totalt 24 personer. Dessa vetenskapsmän fick härigenom möjlighet att förkovra sina akademiska meriter och många av dem nådde bemärkta positioner både i universitetsvärlden och samhället senare i livet.

9

Geomagnetism och norrsken

Jordmagnetism och norrsken

Man vet än i denna dag rätt litet om Jordens inre. Temperaturen har visat sig stiga ju djupare ner man tränger i jordskorpan, och vid tillräckligt djup är temperaturen så hög att materien befinner sig i ett trögflytande tillstånd. Jordens innersta del har länge ansetts bestå av en fast järn-nickel kärna, men det kan också vara frågan om plasma med tätheten av ett fast ämne. Uppe på ytan flyter kontinenterna på det tjocka mantelskiktet och i Jordens inre rör sig den upphettade massan långsamt. De konvektionsströmmar som härvid förekommer ger bland annat upphov till kontinentaldriften och förorsakar en viss oro i jordskorpan med bergveckning, vulkanisk aktivitet och jordbävningar som följd.

Konvektionsströmmarna i Jordens inre ger upphov till det magnetfält som omger Jorden. Vårt jordklot uppträder därför som en väldig stavmagnet som omges av ett magnetfält. I detta magnetfält orienterar sig en kompassnål så att dess nordända ungefärligen pekar mot den geografiska nordpolen. Eftersom en magnets nordpol dras mot en annan magnets sydpol, innebär kompassnålens orientering att Jordens magnetiska sydpol i själva verket befinner sig på norra halvklotet, i Arktis. Jordens magnetiska nordpol ligger följaktligen i Antarktis. I dagligt tal kallar vi dock den magnetiska pol som ligger i Arktis för den magnetiska nordpolen, medan den magnetiska sydpolen befinner sig i Antarktis.

Här har alltså fysikaliska fakta fått ge vika för vardagligt språkbruk, som är mera logiskt och lättillgängligt för allmänheten.

Ett magnetfält kan åskådliggöras med så kallade fältlinjer som anger fältets riktning. Fältlinjerna utgår från den magnetiska nordpolen och går mot den magnetiska sydpolen. På detta sätt får man alltid en entydigt definierad riktning för magnetfältet. Antalet fältlinjer per ytenhet är ett mått på fältets styrka. Den anges med den magnetiska flödestätheten, som är en vektorstorhet, d.v.s. den har både storlek och riktning och riktningen sammanfaller med fältlinjernas riktning. Då Jordens magnetfält avslutas i den magnetiska nordpolen, som för närvarande befinner sig i norra Kanada, går fältlinjerna där in i Jorden. Riktningen hos flödestäthetsvektorn eller fältlinjerna ändras kontinuerligt från ort till ort, d.v.s. magnetfältets riktning varierar. Vid magnetiska observationer kan man därför mäta den totala flödestätheten samt dess två komponenter, horisontalkomponenten och vertikalkomponenten. Därtill kan inklinationsvinkeln, som anger lutningen av fältlinjerna mot horisontalplanet bestämmas. Alla dessa storheter behöver dock inte nödvändigtvis mätas separat. Känner man till t.ex. flödestätheten och inklinationsvinkeln från observationer kan de andra komponenterna beräknas. En kompassnål pekar naturligtvis mot den magnetiska polen och inte mot den geografiska, och eftersom dessa poler inte sammanfaller uppstår en avvikelse som kallas missvisning eller deklinationsvinkel som är olika på olika orter och varierar långsamt med tiden. Redan 1701 konstruerade den engelske astronomen Edmond Halley en deklinationskarta som på ett ungefär uppgav kompassens missvisning nästan överallt på Jorden. Kartan kunde i bästa fall användas som hjälp vid navigering.

Då laddade partiklar kommer med den kosmiska strålningen in i magnetfältet kring Jorden avlänkas de i magnetfältet. Är partiklarnas infallsvinkel och hastighet lämpliga kan de ”fångas upp” av magnetfältet varvid de börjar röra sig i en spiralbana vars huvudriktning sammanfaller med fältlinjernas riktning. Vissa banområden är speciellt fördelaktiga för partiklarna att röra sig i och de så kallade Van Allen-bältena uppstår bl.a. på detta sätt. I dessa bälten är partikeltätheten mycket hög.

Då Jordens magnetfält går in vid polerna innebär detta att flödeslinjernas täthet är större i polartrakterna. Antalet laddade partiklar som i sina spiralbanor i stort följer dessa linjer kommer av denna anledning även att öka i polarområdena. Dessutom kommer partiklarna tidvis att röra sig i atmosfärens övre skikt. Här stöter de samman med luftens atomer och molekyler och norrsken uppkommer.

Norrskenet, på latin *aurora borealis*, detta fantastiska, färgrika och levande ljusfenomen på den norra stjärnhimlen har i alla tider fascinerat människan. Det uppträder av ovanstående orsaker främst i nordliga trakter (kring sydpolen med namnet *aurora australis*), men kan under gynnsamma förhållanden ses också i de sydliga delarna av Finland och t.o.m. ännu längre söderut i Europa. Vanligtvis uppträder norrskenet på en höjd av ungefär 100 km, men observationer av detsamma har gjorts på 60 km höjd och ända upp till 1000 km. Norrskenet uppstår då partikelstrålning – främst elektroner och protoner från Solen – kommer in i Jordens magnetfält i polarområdet. Härvid stöter partiklarna samman med molekyler och atomer i de övre luftlagren och så kallade förbjudna tillstånd uppstår i dessa. Då dessa exciterade molekyler och atomer därefter omedelbart återgår till sitt normaltillstånd utsänds ljus. Det är detta ljus vi kallar norrsken.

Den dominerande färgen i norrsken är en gröngul nyans med våglängden 558 nm. Tillsammans med en röd lyster (våglängderna 630 nm och 636 nm) kommer detta ljus från syre. Blått och violett har sitt ursprung i kväve och i de nedre delarna av norrsken kan man ibland se en röd färgton, som härrör sig från kväve- och syremolekyler. Ibland kan man rent av urskilja Balmerserien (som härrör sig från väte) i norrskensspektra.

Tidig norrskenshistoria – Pehr Wargentin

Pehr Wilhelm Wargentin hör till norrskensforskningens pionjärer i Sverige. Han föddes den 22 september 1717 i Sunne prästgård i Jämtland där hans fader var kyrkoherde. Pehr Wargentin inledde sin lärda bana i Frösö trivialskola och fortsatte därefter i Härnösands gymnasium. Student vid Uppsala universitet blev han 1735. Han inriktade sig på studier i astronomi och matematik, men disputerade också i klassiska ämnen. I astronomi och matematik hade han som lärare Anders Celsius respektive Samuel Klingenstierna. På Celsius' inrådan studerade Wargentin Jupiters galileiska månar och lade fram teorin om deras banor i avhandlingen *De satellitibus Jovis* (1741). Eftersom dessa månar är så nära jätteplaneten kan deras banor inte anpassas i vanliga Keplerellipser. Därför behövdes också empiriskt betingade statistiska korrigeringar som Wargentin behärskade. Detta arbete gjorde Wargentin världskänd i forskarkretsar, i synnerhet bland dem som strävade att bestämma orters longitud genom att iaktta de galileiska månarnas förmörkelser. Filosofie magister blev Wargentin 1743, docent i astronomi 1746 och adjunkt vid filosofiska fakulteten 1748.

Då Pehr Wargentin år 1748 invaldes i Kungl. Vetenskapsakademien i Stockholm var Pehr Elvius d.y. dess sekreterare. Efter Elvius plötsliga död valdes Pehr Wargentin till hans efterträdare som sekreterare 1749, och han kvarstod på denna post till sin död 1783. Under sin 34 år långa period som sekreterare satte Wargentin sin prägel på Akademiens verksamhet samt på den vetenskapliga utvecklingen i Sverige. Wargentins arbetsbörda var stor, han fortsatte sina astronomiska arbeten som Akademiens astronom vid observatoriet i Stockholm och hans intresse för matematik ledde honom in på statistikens område och han deltog i grundandet av Tabellverket i Stockholm 1748, som sedan utvecklades till dagens Statistiska Centralbyrån (motsvarande Statistikcentralen i Finland).

Pehr Wargentins (1717–1783) släktrötter går till Finland, eller om man går tillräckligt långt bakåt, till Lübeck (Holmberg, 2017). Pehr Wargentins farfarsfar, köpmannen Joachim Wargentin, kom i slutet av 1630-talet till Åbo där han gifte sig och bildade en familj. Hans barnbarn, Wilhelm, som var fader till Pehr Wargentin, föddes år 1670. Han började studera vid Åbo Akademi 1684 just fyllda 14 år. Åren 1691–1692 antecknades han som stipendiat. År 1692 studerade han i Uppsala och år 1696 i Lund, men kom sedan tillbaka till Åbo. Den 30 oktober 1697 kunde han lägga fram sin pro gradu -avhandling under professor Petter Hahns presidium. Samma år promoverades han till magister för att året därpå få tjänsten som Akademiens vicebibliotekarie. År 1700 blev Wilhelm Wargentin prästvigd och kaplan i Åbo svenska församling. Därifrån flyttade han 1711 som kyrkoherde till Jomala församling på Åland, men efter bara tre år på denna post, år 1714, måste han fly med sin familj till Sverige undan de ryska härjningarna på Åland. Med Karl XII:s fullmakt verkade han som kyrkoherde i Sunne församling 1716 och blev prost där 1720. Wilhelm Wargentin hade 1703 ingått äktenskap med Susanna Flachsenius, dotter till teologie professorn Jakob Flachsenius, i vilket äktenskap föddes två barn. Susanna Flachsenius dog emellertid redan 1713 på Åland. Wilhelm Wargentin gifte senare om sig 1716 med Kristina Arosell, som var född 1689 i en prästfamilj i Sala. Hon hade i sitt första äktenskap varit gift med kyrkoherden i Sunne, Petrus Bozaeus, som dött 1715. I detta andra gifte föddes Pehr Wilhelm Wargentin den 11 september 1717 i Sunne. Han gifte sig 1756 med Christina Magdalena Raab. De fick tillsammans sex barn av vilka två söner och en dotter dog i späd ålder.

Wargentin utgav flera artiklar om vetenskapernas historia, av vilka två handlade om norrsken (1752 och 1753). I det första arbetet ”Om Nord-skenet” hade Wargentin tillgång till Anders Celsius’ observationer av 224 norrsken under åren 1716–1732. Wargentins lärare Celsius hörde till de första att ha iakttagit sambandet mellan norrsken och störningar i Jordens magnetfält. Efter Celsius' död 1744 fortsattes de magnetiska observationerna i Uppsala av hans elev Olof Hjorter. Av det insamlande data såg man att norrskenen oftast förekom i nordliga trakter; mera sällan noterades de längre söderut, men också då på den norra delen av himlen, varav namnet norrsken (ty: Nordlicht, eng: northern lights, fr: aurore boréale). När observationer av norrsken sammanställdes globalt fann man att deras förekomstområde utgjorde en ring kring nordpolen, dock ej symmetriskt utan förskjuten från den geografiska nordriktningen.

Pehr Kalm blev under sin resa i Amerika 1748–1751 bekant med norrskensfenomenet. Det fanns redan tabellverk att tillgå, och många beskrivningar av starka norrsken med angivande av datum. Kalm gjorde också egna observationer. Han beskrev noga hur några norrsken såg ut och han noterade också huruvida kompassnålen gjorde utslag då norrsken uppträdde. Ibland avvek den klart från nordlig riktning, ibland inte alls. Intressant är att jämföra förekomsten av norrsken i Nordamerika med förekomsten i Sverige. Det visade sig då att i många fall kunde norrsken uppträda samtidigt i vartdera landet. Detta kunde man givetvis upptäcka först lång efteråt.

Det visade sig också att förekomsten av norrsken varierade med en årsrytm och också under en längre period. Wargentin skrev (Wargentin, 1752):

> ”Vi vete ej ännu, om de, efter et vist antal af år, uphöra och åter utbrista. deras perioder tyckas vara oordenteliga; och lärer förmodeligen ännu komma den tid, at efterkommanderna förgäfves längta at se et så märkeligt Phænomenon. Hvad tiden vidare angår, är ingen årstid aldeles för dem undantagen, dock infinna de sig oftast om Hösten. Vi se dem allenast om nätterna, och, det som är nog besynnerligt, hälst förr midnatt, men af observationer på Magnetnålen, hvars gemenskap med Nord-skenet nyligen blifvit uptäkt av Celsius och Hjorter, blifve vi öfertygade, at det ock ofta är i luften om dagarna, fastän det då ej kan ses. Det påstår under tiden allenast en liten stund i sänder; men håller ock ofta uti flera dagar å rad, nästan utan uppehåll. Månens af- eller tiltagande tyckes ej eller göra mera til saken, än at skenet vid Ny-tänningarna mera lyser, då det ej af något annat sken fördunklas”.

Angående frågan, på vilken höjd norrskenet uppträdde, skrev Wargentin:

> ”Vid jämförande af flera observationer på et och samma Nord-sken, hållne tillika på långt ifrån hvar annan belägna orter, är ock nog bevisligt, at skenet hafver sit tilhåll ganska högt uppe i luften. Molnen hinna nästan aldrig till en svensk mils högd öfver jord-brynet.

> Af Qvicksilfrets högd i barometrar, sedan jämväl några andra rön blifvit tagne til hjelp, är uträknadt, at luft-kretsens egen högd ej lärer gå öfver 9 Svenska mil; åtminstone är luften vid den högden så fin och utspänd, at des tryckning på Qvicksilfret i Barometern ej mera är märkelig. Et annat sätt at utröna luftens högd, som stöder sig på afton- och morgon-skymningarnas längd, i det man funnit, at ej mer något dags-ljus synes vid horizonten, sedan Solen kommit 18 grader under horizonten; instämmer ock med det förra, at luften redan vid 7 mils högd är så tunn och fin, at den ej mera förmår gifva något märkeligt sken ifrån sig, af det Solen på honom kastar. deremot vil H. Mairan, af Nord-skenets parallaxis bevisa, at det gemenligen är öfver 100 Svenska mil högt. Det är sant, at Nord-skenets parallaxis är svår at observera, emedan observatorerne sällan kunna vara rätt visse, om det just är samma Nord-skens punkt, hvars högd de på båda sidor anmärkt: men så medgifva dock alle, at deras högd måtte vara rätt ansenlig . . . ”

Ett år efter denna artikel skrev Wargentin: ”Fortsättning af historien om norrskenet”[1] och återkommer där till frågan om dess höjd (Wargentin, 1753):

> ”Det märkvärdigaste deruti är, at ehuruväl Norr-skenet merendels tyckes vara ganska högt uppe i luften, åtminstone långt öfver de vanliga molnen; har han dock sett nog öfvertygande prof, at det likväl hafver menskap med luft-kretsen, och ofta sänker sig til mycket lågt neder deruti, ja så lågt, at det stundom tyckes röra sjelfva marken: at det på högsta fjäll-ryggen ofta plägar fläckta omkring ansigtet på de resande; at han sjelf, så väl som andre trovärdige Män, vid vissa tilfällen hört dess susande, såsom af et starkt väder, fastän det varit lugnt, eller såsom det fräsande, som spärjes, då vissa Chymiska saker sammanblandas. Han har ock då tyckt sig känna lukt, lika som af rök eller förbrända saker”.

I arbetet ”Om magnet-nålens missvisnig i Stockholm” i Kungl. Vetenskapsakademiens *Handlingar* för 1817 skrev astronomen och geodeten Simon Anders Cronstrand (1784–1850) om magnetnålens riktning under åren 1786–1815. En orolig magnetnåls samband med norrsken togs även upp:

> ”Sluteligen må nämnas, att här allenast en gång blifvit observeradt, at magnet-nålen oroats af påstående norrsken. Detta hände om natten den 4 Febr. 1759, då en annars trög nål i hast drog sig 45′

[1] Vi noterar här en språklig evolution från *nord*-sken till *norr*-sken.

> vestligare än förut. Norrskenet var ock ett bland de märkvärdigaste Wargentin sjelf sett. Hela himmelen hade en purpur-röd färg och ifrån zenith utgingo röda och lysande strålar, hvilkas riktning i söder sträckte sig under constellationen Lilla hund”.

Dessa arbeten uppvisar, då det gäller förekomsten av norrsken, i vissa fall helt moderna tolkningar, men samtidigt ger de prov på sinsemellan motstridiga uppfattningar. Den stora frågan om vad norrsken är, kvarstår emellertid. Arbetena utgör därför enbart observationer, vilket är första steget mot en förståelse av ett fenomen. Efter detta kommer antaganden och teorier, men det skulle ännu gå hundra år från Wargentins arbeten innan man kommit så långt.

Tidiga norrskensobservationer i Finland

Norrskenet har ett samband med förekomsten av solfläckar, som påverkar partikelströmmen från Solen (solvinden) och ger upphov till ”magnetiska stormar” på Jorden. Man har därför tyckt sig finna att uppträdande av norrsken följer 11-års perioden för Solens aktivitet.[2] Också en månatlig variation under året förekommer; de flesta norrskenstillfällen uppträder under vår och höst. Dessa resultat har långsamt vuxit fram då norrskensobservationer har utförts på flera orter i Europa under långa perioder.

De tidigaste vetenskapliga iakttagelserna av norrsken gjordes i Finland av hovrättsrådet Simon Paulin Lindheim i Björneborg och medicine professorn Herman Diedrich Spöring i Åbo.[3] Spörings efterträdare Johan Leche utgav i en artikel i Kungl. Vetenskapsakademiens *Handlingar* (Leche, 1763c) bland sina meteorologiska observationer en tabell (figur 9.1) om förekomsten av norrsken. Enligt Leche syntes norrsken inte alls i juni månad.

Efter Leches pionjärinsats fick man vänta länge på systematiska norrskensiakttagelser i Finland. Visserligen rapporterades enstaka observationer av norrsken av apotekaren Johan Julin i Uleåborg: den 4 april 1791 hade han iakttagit norrsken samtidigt som kompassnålen vred sig oroligt (Julin, 1793).

Johan Henrik Eklöf, en ung studerande vid Kejserliga Alexanders Universitetet i Helsingfors, höll den 5 december 1842 ett föredrag inför Finska Vetenskaps-

---

[2] Därtill kommer en ännu långsammare sekulär variation av solaktivitet. Under åren 1645–1715, det så kallade Maunders minimum, var solfläckarna ytterst få. Perioden sammanfaller med tillfälligt kallare klimat, ”lilla istiden”. Även norrskenen var då mer sällsynta.

[3] Lindheims och Spörings norrskensobservationer ingick i Anders Celsius’ verk *CCCXVI observationes de lumini boreali* ... utgiven i Nürnberg, 1733.

5:0 Om Norrſken.

År.	Jan.	Febr.	Mart.	Apr.	Maj.	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Summa
1749	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	4
1750	0	2	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	7
1751	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
1752	1	2	1	1	0	0	0	1	3	5	1	0	15
1753	0	1	1	3	1	0	0	0	3	1	0	0	10
1754	0	1	1	0	0	0	0	0	2	5	1	0	10
1755	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3
1756	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
1757	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	1	0	5
1758	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1	2	7
1759	3	1	1	2	0	0	0	0	2	1	0	1	11
1760	0	3	0	3	0	0	0	1	1	0	1	0	9
1761	1	2	2	1	0	0	1	0	3	2	2	1	15
1762	3	0	5	2	0	0	0	3	4	2	0	1	20
Sum.	9	14	14	14	1	0	1	6	24	21	8	7	119

Fig. 9.1: Leches tabell över antalet norrsken åren 1749–1762 (Leche, 1763c).

Societeten angående norrskenets årliga periodicitet på olika orter i Europa (Eklöf, 1847). Om denna undersökning säger Eklöf:

> ”Utan att inlåta mig i uppräknandet af de många hypotheser, som blifvit framkallade att förklara detta Fenomens Natur, anmärker jag blott, att det synes vara en af solvärmen beroende Elektromagnetisk företeelse, emedan, såsom nedanföre skall visas, dess periodiska återkomst är en funktion af Solens Longitud”.

I ett försök att bevisa denna hypotes utgick Eklöf från material om norrskensförekomst på tolv orter i Europa. Observatörerna hade angett förekomsten av norrsken per månad under flera års tid. Då dessa siffror inte direkt kunde jämföras på grund av olika långa observationstider, ljusa sommarnätter i norr m.m. omräknade Eklöf det absoluta antalet till en procentuell månatlig förekomst. Genom att utgå från dessa procenttal blev det möjligt att

> ”utesluta alla möjliga förekommande Irregulariteter samt derigenom noggrannare utpeka den periodiska gången af Norrskenskurvan, underkastade jag dem kalkyl efter minsta qvadratmethoden”.

Den funktion Eklöf anpassade till observationsmaterialet var

$$\begin{aligned}P &= 8,33 + u' \sin(m \times 30^\circ + U') + u'' \sin(m \times 60^\circ + U'') + \\ &\quad u''' \sin(m \times 90^\circ + U'''),\end{aligned}$$

där P anger den procentuella förekomsten av norrsken i m:te månaden med början från januari. Anpassningarna för de olika orterna utvisade att maxima i allmänhet inträffade vid ekvinoktierna och minima vid solstånden.

Det är inte mycket man vet om Henrik Eklöfs liv och verksamhet (Humo, 2005). Han föddes den 22.5.1819 i Kumo (Kokemäki), där fadern Samuel Hyyti var en välbeställd bonde. Tack vare detta kunde Henrik Eklöf gå i skola och han blev student från gymnasiet i Åbo den 21 juni 1839. Därefter inledde han sina studier vid universitetet i Helsingfors. Han blev amanuens vid Astronomiska observatoriet i Helsingfors den 14 juni 1843. Vid astronomiprofessor Gustaf Lundahls förtidiga död den 28 december 1844 – han var endast trettio år vid sin bortgång – utsågs Eklöf, då endast 25 år gammal, till t.f. direktor för observatoriet under perioden december 1844 till maj 1846. Åren 1845–1846 var Eklöf lärare vid ett privat gymnasium i Helsingfors. Han fick sin kandidatgrad den 20 maj 1847 och deltog i promotionsfestligheterna 1850. Han lämnade amanuenstjänsten redan 1847 och blev lärare i matematik och bokföring vid Tekniska realskolan i Åbo. Henrik Eklöf dog ogift i Helsingfors den 5.9.1854, 35 år gammal.

Eklöf var intresserad av kalendrar och skrev boken *Almanach för 200 år*, vari han beräknade den gregorianska kalendern för åren 0–3200 f.Kr. Han svarade även för de svenska och finska kalendrarna för Helsingfors horisont under åren 1844–1848 samt motsvarande finska upplagan för Uleåborgs horisont. År 1848 utkom Eklöfs första lärobok i trigonometri på finska: *Kolmiomittaviivain merkillisimmät yhtisoudet ynnä tasannes-kolmiomitanto* (De viktigaste triangelekvationerna samt plan trigonometri).[4] Eklöf förnyade den svenske läroboksförfattaren Per Anton von Zweigbergks (1811–1862) räknelära, *Lärobok i räknekonsten*, som även utkom på finska med titeln *Luvunlaskun oppikirja, monilukuisin harjoitus-esimerkein. Sovitettu metrijärjestelmän mukaan.* Boken var anpassad efter metersystemet och de finländska mynten och den användes i skolorna under en lång tid. Ännu en nionde upplaga av boken utkom 1892.

[4] Om Johan Henrik Eklöfs bidrag till den finska matematikterminologin, se Huumo (2005) och Paloposki & Riikonen (2013).

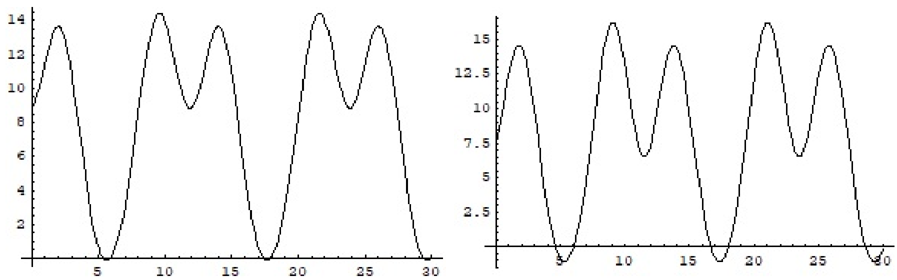


Fig. 9.2: Procentuella fördelningen av norrsken som funktion av m (månad) enligt Eklöf (t.v.) och Hällström (t.h.). Perioden på ca 11 år är distinkt i bägge kurvor, men Hällströms kurva uppvisar ställvis negativa procenttal.

Den 3 april 1843 presenterade professor Gustaf Gabriel Hällström för Finska Vetenskaps-Societeten en fortsättning på Eklöfs arbete (Hällström, 1847). Hällström redogjorde för den månatliga förekomsten av norrsken vid Åbos horisont under tiden 1748–1828 och för Helsingfors del under tiden 1829–1843. Det totala antalet observerade norrsken var 682. Hällström beräknade, liksom Eklöf tidigare, den procentuella fördelningen och anpassade därefter den periodiska funktionen P. Hällström gjorde även en förnyad kalkyl av resultaten för Uppsala. Dessa sträckte sig nu över åren 1723–1756 och upptog sammanlagt 646 observationer. De observationer Eklöf utnyttjat sträckte sig över åren 1716–1733. Det kan vara belysande att jämföra grafiskt deras resultat för Uppsalas del. Då m är månaden gäller enligt Eklöf:

$$\begin{aligned} P &= 8,33 + 5,42\sin(m \times 30^\circ + 101^\circ, 48') + 3,94\sin(m \times 60^\circ + 283^\circ, 24') + \\ &\quad 0,94\sin(m \times 90^\circ + 281^\circ, 22'), \end{aligned}$$

medan enligt Hällström:

$$\begin{aligned} P &= 8,33 + 5,126\sin(m \times 30^\circ + 116^\circ, 31') + 5,580\sin(m \times 60^\circ + 303^\circ, 12') + \\ &\quad 11,242\sin(m \times 90^\circ + 319^\circ, 15'). \end{aligned}$$

Fastän dessa funktioner är likartade (fig. 9.2) i sin fördelning visar de beräknade konstanterna att redan en liten förändring i utgångsdata, såsom i detta fall olika långa observationstider för Uppsala med något varierande antal norrsken, genast åstadkom en förändring i siffervärdena. En noggrannare analys av materialet förefaller därför att vara ogörlig. Norrskensfenomenet var dock hela tiden aktuellt, därom vittnar de talrika artiklarna i Finska Vetenskaps-Societetens *Förhandlingar* (Krueger, 1872; Levänen, 1873; Fellman, 1874).

”Ett utomordentligt praktfullt och flammande norrsken” hade observerats av matematikern Sakris Levänen den 14 augusti 1872 på Helsinge prästgård, 11 verst från Helsingfors (Levänen, 1873). Levänen nämnde också ett mycket ljusstarkt norrsken natten mellan den 25 och 26 augusti samma år.

Kyrkoherde Jakob Fellman inkom i Finska Vetenskaps-Societetens publikationsserier med en förteckning över norrsken som observerats på Eriksnäs prästgård i Lappajärvi i Österbotten (Fellman, 1874). Förteckningen upptog åren 1862–1973 och angav datum för totalt 520 norrsken. Norrskenet den 14 augusti 1872 fanns dock inte antecknat, däremot nog det ljusstarka norrskenet den 25 augusti, som också omnämndes av Levänen. I Helsingfors uppgav astronomiprofessor Adalbert Krueger (1832–1896) antalet observerade norrsken under tiden 18 februari 1866 till 17 december 1871 som 125 (Krueger, 1872).

Jakob Fellman (1795–1875) verkade som kyrkoherde, först i Utsjoki och Enare, samt från 1832 i Lappajärvi. Fellman var intresserad av naturen och under den tid han var i Lappland började han samla växter och insekter. Fellman skickade till en början insekter till greve Carl Gustaf Mannerheim i Sankt Petersburg, och senare, sedan kontakter knutits, också till Vetenskapsakademien i Sankt Petersburg och Naturforskande sällskapet i Moskva. Hans insatser ansågs vara så stora att han fått ge namn åt två arter: *Bembidium Fellmanni Zett.* och *Staphylinus Fellmanni Zett.* (Hjelt, 1896).

Greve Carl Gustaf Mannerheim (1795–1854) blev student vid Åbo Akademi 1810, endast femton år vid inskrivningen. Han studerade juridik och avlade domarexamen 1819. Genast därefter blev han sekreterare för finländska ärenden i Sankt Petersburg. År 1833 blev han guvernör för Vasa län och 1839 var han president vid hovrätten i Viborg. Han dog 1854 under en resa till Stockholm. Hans stora intresse var entomologi och han skrev några uppskattade uppsatser i detta ämne. Redan 1827 hade han invalts i Vetenskapsakademien i Sankt Petersburg, år 1852 blev han utländsk ledamot i Kungl. Vetenskapsakademien i Stockholm. I Finska Vetenskaps-Societeten invaldes han 1838, samma år som Societeten grundades, men hörde inte till dess stiftande medlemmar. Mannerheims dotter, friherrinnan Anna Maria var gift med forskningsresanden Adolf Erik Nordenskiöld.

Johan Jakob Nervander

Under första hälften av 1800-talet var den mångsidigt begåvade Johan Jakob Nervander (1805–1848) verksam i Finland. Han föddes den 23 februari 1805 i Nystad där fadern Johan Nervander var apotekare och gift med Beata Bergbom. Släkten Nervander kom ursprungligen från Närva gård i Kulla kapell i Satakunda och släktnamnet togs efter hemgården. I Nystad upplevde Johan Nervander ett ekonomiskt uppsving: han var stadens första apotekare, ägde flera gårdar och hade andel i segelfartyg. Affärer och spekulationer slog dock fel in och ekonomisk ruin väntade. Johan Nervander var rent av tvungen att år 1813 sälja sitt apotek, varefter familjen flyttade till Uleåborg. Där dog Johan Nervander 1816 och lämnade familjen i armod.

Trots fattigdomen kunde sonen Johan Jakob Nervander besöka först trivialskolan i Uleåborg och därefter katedralskolan i Åbo. I Åbo tog hans morbror, adjunkten i filosofi Fredrik Bergbom, sig an den unge gossen som fick bo och leva i dennes hem. Som femtonåring blev Johan Jakob inskriven vid Åbo Kungl. Akademi, där han antecknades i den Österbottniska nationens matrikel med tillägget *rarioris spei adolescentulus* (en sällsynt hoppingivande yngling). Redan efter två års studier disputerade Nervander pro exercitio under sin morbrors presidium. Kandidatexamen avlade han 1827 och samma år framlade han sin pro gradu -avhandling för offentlig granskning. Vid promotionen samma år, för övrigt den sista som hölls vid den gamla Åbo Akademi, promoverades han som primus magister. Enligt fordringarna skulle tolv ämnen ingå i fil. kand. -examen. Nervander presterade 30 röster av 33 möjliga och han hade högsta vitsord i åtta ämnen. Det var den bästa prestationen i universitetets historia. Han kunde med skäl titulera sig *primus primorum.*

Det ekonomiska trångmål fadern lämnat familjen i följde Johan Jakob Nervander praktiskt taget hela hans liv. Det innebar också att han tidigt och under hela studietiden var tvungen att försörja sig själv. Detta gjorde han som informator under sammanlagt åtta år, varav sista tiden hos teologie professor Jakob Bonsdorff. Förutom professor var Bonsdorff också kyrkoherde i Masku. På Masku prästgård levde vid denna tid också Agata Emerentia, dotter till lagman Abraham Öhmann och dennes maka Eva Helena Strandheim. Efter lagmannens död hade Bonsdorff, tidigare gift med Eva Helenas syster, tagit sig an den faderlösa flickan. Om detta har Arvid Hultin skrivit (Hultin, 1906):

> ”. . . Agata Emerentia, en vacker späd flicka med fina grekiska anletsdrag, svärmisk till sin natur och med ett öfvermått af ömhet och behag, men (född 1798) sju år äldre än Nervander. Mellan hen-

> ne och den ännu tjugoåriga studenten-informatorn i huset uppstod kärlek, som ledde till en äktenskaplig förbindelse, känd endast af de närmaste af hennes anhöriga och som, enligt förmodan, genom medverkan af professor Bonsdorff bestyrkts medels något slags civil vigsel i hemmet."

Som en följd av denna förbindelse föddes dottern Augusta Matilda den 13 augusti 1825 i Kyrkslätt. Förhållandet mellan Johan Jakob Nervander och Agata Emerentia hölls hemligt och inte ens Nervanders nära vän Johan Vilhelm Snellman, som sedermera blev känd filosof och politiker, hade kännedom om saken. En kyrklig vigsel ägde rum den 26 augusti 1827 i Gävle, under den tid Agata Emerentia vistades där hos sin broder. Det andra barnet i denna familj, sonen Johan Hugo Emmerick, hade fötts redan den 22 april samma år under denna vistelse i Gävle.

Det har antytts att äktenskapet inte blev lyckligt, trots att någon brytning inte uppstod och åtta barn föddes, varav tre dog redan i unga år (Hultin, 1906):

> "Redan vid nitton års ålder var Nervander bunden för lifvet och det var bokstavligen sant, hvad han själf en gång med vemodig humor yttrade, att han nästan från sin barndom haft den lyckan att se sig omgifven af hustru och barn".

Då Nervander promoverades till magister hade han varit student i sju år. Studieresultatet var lysande, men man bör samtidigt notera att Nervander under nästan hela denna tid fungerat som informator. Härtill var han så illa nödd av ekonomiska skäl. Också längre fram var han tvungen att föra ett sparsamt liv. För att balansera ekonomin verkade Nervander vårterminen 1832 som lärare vid Helsingfors lyceum, och ännu efter hemkomsten från sin långa utrikesresa var han lärare där under vårterminen 1836.

I maj 1829 skrev Nervander ett specimen för en docentur i fysik, *In doctrinam electro-magnetismi momenta* ("Ingivelser till studiet av elektromagnetismen") År 1820 hade dansken Hans Christian Ørsted (1777–1851) som den första iakttagit elektriska strömmars inverkan på magneter. Nervander försökte nu i sitt arbete mäta strömstyrkor genom att observera denna inverkan på en magnet i närheten av en strömslinga. Avhandlingen blev godkänd och Nervander utnämndes den 1 juni samma år till docent. Vid samma tid skötte Nervander även professuren i fysik (1829–1832), under den tid Gustaf Gabriel Hällström handhade rektorsuppgifterna vid universitetet och därmed var befriad från föreläsningsskyldighet.

Fastän Nervanders vetenskapliga bana nu kan förefalla väl utstakad var den ingalunda så klar för honom själv då han inledde sina universitetsstudier i Åbo.

Nervander hade många strängar på sin lyra: till en början var han intresserad av de klassiska språken, den hebreiska grundtexten till Bibeln, samt av filosofi och historia. Det litterära intresset hade vaknat under hans tid som informator i den Bonsdorffska familjen och han studerade då humanistiska ämnen med stor framgång. Bland hans verk finns t.ex. *Jephtas bok*, som utgjorde en poetisk bearbetning av texten i Domarboken. Nervanders framställning ägde sådana förtjänster att verket belönades med andra priset av Svenska Akademien år 1832. Många av hans litterära alster kom i tryck vid universitetets högtidsfester. Måhända Nervander, trots all framgång, insåg en viss begränsning i sin litterära produktion och man har lagt följande ord i hans mun: ”Finland är för fattigt att på en gång hafva mer än en skald”. Här hade Nervander den finska nationalskalden Johan Ludvig Runeberg i tankarna. Runeberg var studiekamrat, avlade examen samma dag som Nervander och var i övrigt hans förtrogne. Tillsammans skrev de texter och ”tävlade” med varandra.

Tidigt var Nervander inriktad på att söka en professur vid universitetet i Helsingfors, dit den högsta utbildningen hade flyttats efter branden i Åbo. Man kan dock skönja en viss tvekan vid Nervanders val av huvudämne. Mångsidig som han var ägnade han sig med intresse åt matematik, fysik och kemi. Den 22 februari 1832 publicerade han överraskande en tvådelad avhandling som speciemen i matematik, *De curvarum in genere tertii ordinis osculatrice* (Om tredjegradskurvors krökning; del I, respondent Alexander Fredrik Laurell; del II, respondent Lars Josef Achrén). Arbetet är en tillämpning av J. L. Lagranges *Leçons sur le calcul des fonctions* (1800) nionde *Leçon* om ett förfarande för att bestämma gränser för olika serieutvecklingars konvergens. Trots en hel del slarv- och tryckfel blev arbetet godkänt, och den 19 maj samma år blev Nervander utnämnd till adjunkt i matematik och fysik. Senare samma år anträdde han en lång utlandsresa och lämnade matematiken bakom sig.

Efter att professorn i kemi Pehr Adolf von Bonsdorff avlidit den 11 januari 1839 och professuren lediganslagits var Nervander den enda sökande. Specimenstid för ämbetet beviljades till oktober månads utgång. I oktober anhöll han, med hänvisning till att han vistats två månader i Sankt Petersburg för utgivandet av ett omfattande vetenskapligt verk, om två månader mera tid för sitt specimen. Konsistorium fann inte detta skäl nog och avslog ansökan och tjänsten lediganslogs därför på nytt. I ett brev till astronomen Gustav Svanberg, daterat den 4 april 1840, avslöjade Nervander något om sina tankar (Nervander, 1840):

> ”Efter Prof. v. Bonsdorffs död, funderade jag en tid att söka mig öfver till Chemien, tills Hällström en gång funne för godt att taga afsked, men nu har jag slagit den planen ur hågen. Chemiae Profes-

sionen torde väl en tid komma att stå ledig, emedan nuvarande Ch. Docenten ännu anses för alltför ung och omogen”.

Den unge docenten som åsyftades i brevet var Adolf Moberg, endast 26 år vid tillfället och utnämnd till docent två år tidigare. Måhända tjänsten lediganslogs tidigare än Nervander kunnat ana, eller kanske han tänkte om för eget vidkommande. Alltnog då kemiprofessuren återigen lediganslogs och dess besättande behandlades i konsistorium den 20 juni 1840 hade både Nervander och Moberg sökt tjänsten. Ingendera av dem kunde dock inkomma med behövligt specimen inom utsatt tid och tjänsten förblev därför ännu en gång obesatt. Moberg inriktade sig efter detta på fysiken och efter Nervanders död 1848 blev Moberg utnämnd till professor i fysik.

Det magnetiska observatoriet i Helsingfors

Sedan man observerat att elektriska strömmar avlänkade en magnet ur den magnetiska meridianen försökte man dra nytta av detta fenomen för att bestämma strömstyrkor. Detta ämne behandlades redan i Nervanders specimen för en docentur i fysik. Exempelvis Schweigger och Poggendorff hade konstruerat en apparat för ändamålet, en s.k. multiplikator. Den bestod av en träram med formen av en parallellepiped kring vilken ledningstråden virades flera varv för att ge större effekt. I träramens mitt upphängdes magnetnålen. Konstruktionen var tämligen okänslig och flera förbättringar gjordes för att man skulle få ett känsligare och mera exakt instrument. Det var här Nervander kom in i bilden och han byggde en egen multiplikator med vilken han utförde experiment. Han använde flera Volta-batterier och fann att gradtalet för magnetnålens avlänkning inte ökade i samma mån som den ström som gick i kretsen. Det behövdes t.ex. tre gånger mera ström för att vrida magnetnålen från 19° till 20° än från 0° till 1°. Nervander fann att strömstyrkan och tangenten för deklinationsvinkeln var relaterade. Av denna orsak kom instrumentet även att gå under namnet ”tangentbussol”[5]. Då Nervander senare gjorde noggranna experiment fann han emellertid att den teoretiska förutsägelsen inte stämde helt och mätningarna måste begränsas till små vinklar. Samtidigt försökte han hela tiden förbättra instrumentet och i stället för en parallellepiped lindade han strömslingan kring en cylinder. Lindningens koppartråd ersatte han med silvertråd för att undvika eventuella föroreningar av järn i koppartråden, som kunde inverka på magnetfälten. För att tråden, som magnetnålen var upphängd i, skulle vrida sig

[5] *Boussole* är det franska ordet för kompass.

likformigt, oberoende av vinkel, upphängdes den i en speciell torsionstråd av silke, som Nervander gav en speciell behandling. På allt sätt försökte han eliminera eventuella felkällor.

I början av 1830-talet instiftades vid universitetet det stora ”reseunderstödet å stat” och Nervander var den första som kom i åtnjutande av detta. Stipendiet gjorde det möjligt för honom att åren 1832–1836 företa en omfattande resa till viktiga forskningscentra i Europa. Hösten 1832 begav sig Nervander ut på sin långa resa, vars första etappmål var Stockholm. I Uppsala träffade Nervander många svenska fysiker, bl.a. professorn i fysik Fredrik Rudberg (1800–1839), som bott i Paris 1824–1825 och träffat sin tids främsta fysiker. Nervanders intresse för jordmagnetismen kan ha väckts genom dessa kontakter. Nervander kom också i förbindelse med Jöns Jacob Berzelius (1779–1848). Denne, vid den tiden redan världsberömd kemist och vetenskapsman, höll regelbundna måndagssymposier, och Nervander var inbjuden till dem. Berzelius gav ut en serie årligen utkommande uppsatser som behandlade vetenskapens framsteg under det gångna året. Nervander blev senare omnämnd i en sådan uppsats, där hans galvanometer beskrevs. Detta gjorde Nervander med ett slag känd i vida kretsar. Från Stockholm gick resan vidare till Köpenhamn, där Nervander träffade Hans Christian Ørsted. Därifrån tog sig Nervander till Göttingen, där Weber och Gauss arbetade, och slutligen till Paris sommaren 1833. Där träffade han bl.a. Antoine César Becquerel,[6] som gjort viktiga upptäckter inom elektricitet och magnetism och även skrivit en lärobok i ämnet. Nervander var mån om att knyta kontakt med alla kända fysiker i denna världsstad och namnlistan blev både lång och imponerande: Ampère, Arago, Gay-Lussac, Poisson.

År 1834 utkom en artikel av Nervander i den ansedda tidskriften *Annales de Chimie et de Physique*, som redigerades av Gay-Lussac och Arago. Artikeln hade som rubrik *Mémoire sur un Galvanomètre à châssis cylindrique par lequel on obtient immédiatement et sans calcul la mesure de l'intensité du courant électrique qui produit la déviation de l'aiguille aimantée.* I detta arbete (Nervander, 1834) framlägger Nervander en galvanometer där den strömförande ledningen för första gången lindas i form av en cirkulär cylinder. Tidigare hade lindningen formats som en parallellepiped, men dess nackdel är att det alstrade magnetfältet inte är lika homogent och kan inte heller uttryckas lika exakt som fältet i en cirkulär cylinder. Idén med apparaten var således att utläsa strömstyrkan utan beräkningar och dessutom exaktare än förut. Strömmen var enligt Nervander proportionell mot tangenten av magnetens avlänkningsvinkel.[7]

[6] Antoine Henri Becquerel, en av radioaktivitetens upptäckare, var Antoine César Becquerels sonson.

[7] För att mäta styrkan av Jordens magnetfält inställs lindningen så, att det alstrade mag-

Senare förbättrades apparaten av Claude Pouillet, som 1837 gjorde den känd i vida kretsar. Denna galvanometerkonstruktion är känd under namnet tangentbussol (Lemström, 1889; Honkanen, 1986). En rekonstruktion av tangentbussolen har rätt nyligen gjorts som ett diplomarbete (Venermo, 2007).

Efter att ha vistats en tid i Paris reste Nervander vidare till Italien, där han hösten 1834 bekantade sig med det magnetiska observatoriet i Milano. Under sin vistelse i Wien, nästa anhalt på resan, blev Nervander erbjuden en professorstjänst i Jena, som han dock artigt avböjde. År 1835 vistades Nervander huvudsakligen i Wien, fortfarande arbetande på sin tangentbussol och görande förbättringar på den. Bland annat bytte han ut lindningens koppartråd mot en silvertråd. Det var nämligen svårt att få helt järnfri koppar och järnets egen magnetisering störde de noggranna mätningarna.

Med Wien som huvudsäte företog Nervander föredragsresor. Han deltog i naturforskarmötet i Bonn och i München övervakade han själv tillverkningen av tangentbussolen. I Berlin lärde han sig meteorologisk metodik av fysikprofessorn Heinrich Wilhelm Dove. Hemresan i början av år 1836 var tänkt att gå via Stockholm. Vintern var dock sträng och resans sista avsnitt från Stockholm till Helsingfors såg ut att bli besvärlig p.g.a. svåra ishinder. Nervander valde då i stället rutten över Sankt Petersburg. Under sitt uppehåll i den ryska metropolen bekantade han sig med observatoriet där och knöt nära kontakter med Struve, Jacobi, Lenz och Hess. Äntligen hemkommen från sin långa resa framlade Nervander planerna för att ett magnetiskt observatorium skulle upprättas i Helsingfors. Dessa planer visade sig finna god grogrund i Sankt Petersburg.

Nervander började nu målmedvetet arbeta för sin akademiska karriär. Han ansåg sig vara kompetent för en professur, bl.a. i fysik, och han var otålig då gamle professor Gustaf Gabriel Hällström inte visade några tecken på att dra sig tillbaka. Nervanders skrivelser och framkastade planer för hur frågan kunde lösas väckte på sina håll anstöt och han betraktades av mången som en obekväm person. Hällströms vetenskapliga kompetens och stora insatser för universitetet gjorde att ingenting kunde rubba honom. Nervanders ständiga försök att driva egna intressen stötte självfallet på motstånd. Han fick t.o.m. tillrättavisningar och en viss opposition inom universitetsvärlden i Helsingfors växte fram mot hans planer. I denna fråga kunde Nervander inte nå resultat.

Om Nervander hade svårigheter i Helsingfors, så fann han desto större förståelse inom det vetenskapliga samfundet i Sankt Petersburg. Han besökte ofta

netfältet är vinkelrätt mot Jordens magnetfält. Apparatens magnetnål avlänkas då i resultantfältets riktning, och tangenten av den uppmätta avlänkningsvinkeln är lika med kvoten mellan det alstrade magnetfältets styrka (proportionell mot strömstyrkan) och Jordens magnetfält.

denna metropol och publicerade sina resultat i Kejserliga Vetenskapsakademiens serier. Hans vetenskapliga anseende steg allt högre, samtidigt som han knöt viktiga kontakter. Exempel på detta är korrespondensen mellan honom och den balttyske fysikern och ledamoten vid Kejserliga Vetenskapsakademien Adolph Theodor Kupffer (Адольф Яковлевич Купфер). De utbytte erfarenheter och material rörande jordmagnetiska mätningar men samtidigt beklagade sig Nervander över att sakerna stod stilla i Helsingfors och han försökte förmå Kupffer att föra hans talan inför ministerstatssekreterare R. H. Rehbinder.

Under början av 1800-talet hade Kupffer studerat i Paris och där kommit i kontakt med François Arago (1786–1853) och Alexander von Humboldt (1769–1859). År 1823 erhöll han en professur i Kazan och arbetade vid det magnetiska observatoriet där. Åren 1825–1826 utförde han mätningar i samarbete med Arago. Under en resa till Ryssland och Sibirien år 1829 sammanträffade Alexander von Humboldt med kejsaren Nikolaj I och föreslog att ett nätverk av magnetiska observationer skulle upprättas i Ryssland. Professor Kupffer fick i uppdrag att organisera detta projekt. Vid denna tidpunkt var intresset för magnetiska observationer stort i Europa och *Der magnetische Verein* grundades 1834 med Gauss, Weber och Humboldt som de ledande medlemmarna. Nu ställde man upp ett internationellt program, som strävade till att koordinera magnetiska observationer globalt. Speciellt var man intresserad av de så kallade magnetiska stormarna, d.v.s. snabba förändringar i Jordens magnetfälts styrka och riktning, som samtidigt kunde uppträda över stora områden, speciellt i polartrakterna. Som en del av detta projekt hade man i Ryssland redan på 1820-talet upprättat en räcka av nio observatorier mellan Sankt Petersburg i väster ända till Sitka i Alaska i öster. År 1838 tillkom observatoriet i Helsingfors, som ytterligare förstorade det område man bevakade.

Nervanders intresse för jordmagnetismen växte samtidigt allt starkare och han arbetade för att ett magnetiskt observatorium skulle grundas i Helsingfors. Det skulle bli av samma typ som de redan i bruk varande i Ryssland och därigenom skulle det geografiska område som täcktes av dessa observatorier avsevärt förstoras då det västliga Helsingfors skulle komma med. Nervander drev även på frågan om att jordmagnetiska mätningar omedelbart skulle påbörjas i Helsingfors. Han hade redan konstruerat en apparat för ändamålet och önskade genast inleda mätningarna. Då Astronomiska observatoriet stod tomt efter professor Argelanders bortflyttande anhöll Nervander att få flytta in i observatoriet. Som ytterligare motivering angav han att det var nödvändigt för honom att öva sig i astronomisk ortbestämning då de magnetiska mätningarna kunde tänkas bli utförda på orter som saknade astronomiskt observatorium. Även en fast grund för instrumenten behövdes. Den 6 oktober 1837 behandlade universitetets konsistorium frågan men biföll inte ansökan. Därpå följande år, vid konsistoriemötet den 7 april, upplästes en från kanslern (kejsaren) ankommen så lydande skrivelse:

> ”. . . Då det öfverensstämmer med Hans Kejserliga Majestäts Nådiga afsigter, att allt, som kan befordra Vetenskapernas framsteg, icke bör vara främmande för Finlands högsta Läroanstalt har Hans Majestät i Nåder velat bifalla till inrättande vid Alexanders Universitetet af ett Magnetiskt Observatorium på den dertill såsom lämplig utsedda plats, i granskapet af Universitetets Astronomiska Observatorium; Och jemte det Hans Kejserliga Majestät i Nåder förordnat att den i härhos bilagda särskilta förslag upptagna kostnad, för uppförandet af sjelfva Observatorium, Boningshus och Uthus för Observatorn, som nödvändigt måste städse vistas å stället, platsens planering och inhägnad samt en vägs anläggning, må, till ett samanräknadt belopp af Tjugutvå Tusende Fyrahundrade åttiotvå Rubel 25 kopek Banco Assignationer, bestridas af Universitetets Nybyggnads Fond . . . I sammanhang härmed har Hans Kejserliga Majestät genom Nådigt Rescript, som blifvit till Kejserliga Senaten för Finland i vanlig ordning öfverlemnadt, funnit godt utnämna och förordna Adjunkten i Mathematiken och Physiken Johan Jacob Nervander att vara Extra ordinarie Professor vid Alexanders Universitetet och förestå dess Magnetiska Observatorium: Kommande Nervander, som äger bibehålla sin hittills innehafde Adjuncts lön, att utom redan omnämnda fria boningsrum vid Observatorium, personellt åtnjuta ett lönetillskott af Ett Tusende Femhundrade Rubel Banco Assignationer om året . . .

Skrivelsen var undertecknad i Sankt Petersburg den 31 (19) mars 1838 enligt kejsarens förordnande av Robet Rehbinder och Otto af Schultén.

Planeringen av det magnetiska observatoriet fortskred nu snabbt. Universitetet utlyste entreprenadauktion för uppförandet av observatoriet, boningshus i trä, nödvändiga uthus, planering av gårdsplan, anläggande av väg m.m. Byggnaderna skulle stå klara redan i oktober samma år. Problem uppstod då kommerseråden Gadd och Etholén jämte andra ägare till upplagsmagasinen vid ”Ulricas borgs quai” ansåg att det förelåg en uppenbar risk för storbrand om eldsvåda utbröt i det magnetiska observatoriet. Därför borde universitetet överväga att placera observatoriet på annan plats.

Det stod nu klart att förseningar vid uppförandet av observatoriet skulle uppträda. Nervander, otålig som han var, ansökte på nytt om att få flytta in i det tomma astronomiska observatoriet. Efter en viss tvekan gav konsistorium nu sitt bifall och i september kom slutligt positivt besked från Sankt Petersburg. I början av år 1839 kom nytt förslag till plats för observatoriet. Man hade nu övergett trakten vid Ulrikasborg och i stället

> ”. . . må i fråga varande Observatorium jemte bonings och uthus för Observatorn i de dertill såsom lämplige utsedde platser i Allmänna Promenaden [nuvarande Kajsaniemi] uppföras, med iakttagande af det af Stadens äldste och magistrat gjorda förbehåll, att någon körväg till Observatorium eller bonings och uthusen genom Promenaden icke finge inrättas, äfvensom att sådane Uthus, som medförde obehaglig lukt eller orenlighet, borde afsides sättas . . . ”.

Entrepenadauktion förrättades igen och kravet var att observatoriet skulle stå klart i november 1839. Murmästaren Adolf Lindfors fick uppdraget och i november kunde man besiktiga byggnaderna. Vissa brister påpekades och murmästaren gjorde korrigeringar som drog ut på tiden.

Trots att allt hade gått Nervander väl i händer vad gäller det magnetiska observatoriet var han otålig och önskade sig en professur. Han ville helt naturligt säkra det magnetiska observatoriets framtid genom att sammankoppla det med större internationella projekt. Hans planer fick godkännande i Sankt Petersburg och sålunda meddelades konsistorium 1841

> ”. . . att iakttagelserna å Jordmagnetismen skulle å det vid Universitetet inrättade Magnetiska Observatorium efter en bestämd plan med ökad verksamhet fortgå under den tid af tre år, som en i England utrustad Expedition till Sydpolen, i afseende å närmare utredande af lagarna för denna Magnetism, kommer att äga rum . . . att Tolf Studerande, i egenskap af Amanuenser vid Magnetiska Observatorium, skulle under förberörde tid tvänne timmar i dygnet få begagnas emot ett arfvode för en hvar, stort Sjuttio En Rubel fyratio kopek om året . . . Consistorium ansåg det böra till bemälde Professors godtfinnande öfverlämnas, att till Amanuenser vid Inrättningen antaga dem han finner vara för ändamålet tjenliga . . . ”.

Efter detta arbetade Nervander helt för observatoriet, några omvälvande planer framlades inte men nog skrivelser till konsistorium, som berörde verksamheten. Än var det fråga om löneökning för föreståndaren, än var det fråga om anslag för ved, värme och belysning i boningshuset, än anhöll Nervander om att universitetet skulle bekosta den doktorshatt han anskaffat för promotionen o.s.v.

Då professorn i fysik Gustaf Gabriel Hällström avled i juni 1844 lediganslogs tjänsten omedelbart, och då ärendet behandlas den 17 augusti vid konsistoriums möte var Nervander den enda sökanden. Senast onsdagen den 11 december 1844 skulle han framlägga specimen för tjänsten. I likhet med sökandet av kemiprofessuren hade Nervander även denna gång svårt att skriva ihop den erforderliga avhandlingen. Nervander kom dock med en överraskning: han anhöll om dispens för framläggandet av specimen och äskade att en artikel han publicerat i Kejserliga Vetenskapsakademiens *Bulletin* skulle gälla som en sådan då den utkommit samma år. Denna lösning var tänkbar enligt universitetets statuter, men en livlig diskussion vidtog i konsistorium. Känslorna svallade och man var tvungen att tillgripa röstning. Resultatet blev att nio konsistoriemedlemmar röstade för Nervanders ansökan, sex var emot samt ytterligare en som helt och hållet avstyrkte.

Följden blev att Nervander befriades från skyldighet att framlägga specimen i vanlig ordning och i stället godkändes hans skrift i Kejserliga Vetenskapsakademiens i Sankt Petersburg serie, dock med det villkor att den skulle granskas och godkännas av filosofiska fakulteten och konsistorium. Avhandlingen behandlade temperaturvariationer under tiden 1775–1828 (två gånger i dygnet, Innsbruck), och 1816–1839 (fyra gånger i dygnet, Paris). Variationerna tänktes bero av Solens rotation. Arbetet tillmättes stort vetenskapligt värde vid filosofiska fakultetens granskning och konsistorium höll med om detta. Därmed kunde Nervander enhälligt uppställas på förslag till fysikprofessuren.

Den 10 maj 1845 vid konsistoriums möte kunde Nervander inlämna fullmakt rörande professorsutnämningen ”äfvensom vederbörandes qvittencer öfver erlagde befordrings afgifter”. Efter antecknandet av detta ”förekom Professoren Nervander och aflade i föreskrifven ordning den fastställda embetseden, hvarå Professoren intog säte uti Consistorium”. Med denna professorsutnämning hade Nervander nått ett viktigt mål i sina strävanden. Han hade nått den akademiska ställning han eftersträvat under flera år, han var fortfarande föreståndare för det Magnetiska observatoriet med särskilt arvode och förmåner, och han hade sammanlagt 12 amanuenser som arbetade för honom. Men även bekymmer förekom. Den speciella byggnaden för magnetobservationer brann ned natten mot den 19 januari 1845 genom våldsverkan av två skarpskyttar från Livgardets Finska Skarpskyttebataljon. Myndigheternas förståelse för det skedda var nu enastående och medel beviljades för att en ny byggnad skulle kunna uppföras. Den nya byggnaden skulle uppföras av sten och placeras närmare boningshuset för att man lättare skulle kunna hålla den under uppsikt.

Nervanders vetenskapliga bana fick dock ett oväntat tidigt slut. Han insjuknade i smittkoppor, som inom kort visade sig vara ödesdigert. Den 15 mars 1848 avled han, nyss fyllda 43 år.

Som direktor för observatoriet hade Nervander en ekonomiskt god ställning. Han hade professorslön samt arvode för direktorskapet, fri bostad i observatoriet och rätt att hålla boskap i Kajsaniemi park. En genomläsning av bouppteckningen från år 1848 visar att han utnyttjat denna förmån: en ko, en gris och tolv hönor omnämns i bouppteckningen. Nervander som under hela sin barndom och studietid levt under mycket kärva ekonomiska förhållanden, hade som professor och direktor kommit på grön kvist. Eller var det så? Den relativt goda ekonomiska ställning den akademiska befattningen medförde innebar en klar lättnad för Nervander, men det blev inte mycket pengar över att spara. Det stora hushållet slukade tillgångar då Nervander, förutom hustru och fem barn, också tog hand om sin syster Flora, och då till husmoderns hjälp ytterligare fanns fyra pigor. Professors lön och direktors arvode förslog till att leva ett bekymmerslöst liv, men gamla skulder kunde inte regleras på annat sätt än genom att ta nya.

Av den bouppteckning som uppgjordes efter Nervanders död 1848, framgår att han var svårt skuldsatt. Skulderna hade han tecknat efter sin utnämning till direktor för observatoriet. Man kan i dag bara gissa vad dessa pengar använts till. Under sin fleråriga resa ute i Europa hade Nervander säkert varit tvungen att skuldsätta sig för att försörja sin familj hemma i Finland, samt späda ut sin egen reskassa. Dessa skulder hade sedan avbetalats med nya skuldebrev. Dessutom hade Nervander låtit uppföra en liten separat byggnad med tre kamrar på universitetets observatorietomt i Kajsaniemi. Även detta hade kostat pengar, men i bouppteckningen var huset närmast värdelöst. Skulderna översteg vida boets tillgångar och hustru och barn var helt medellösa. Johan Jakob Nervander lämnade sin familj i likadant armod som hans fader en gång i tiderna gjort.

Bouppteckningen efter Johan Jakob Nervander var mycket detaljerad. Förutom att stora poster naturligtvis upptogs omnämndes även minsta småsak. Exempelvis ingick det i förteckningen 1 st. tandborste, som värderades till en kopek (den minsta värdeenheten som användes i bouppteckningen). Bland Nervanders vetenskapliga kvarlåtenskap fanns 1 st. galvanometer av silver (20 rubel) och 1 st. elektromagnetisk teodolit (15 rubel). Boksamlingen uppskattades till 150 rubel enligt separat förteckning. Av mera privat natur omnämns kläder, husgeråd och dylikt. Också 2 st. sjöskumspipor, piphylla och tobaksask upptas i förteckningen, lika som även två par glasögon med stålinfattning.

Nervanders personlighet tecknades av Henrik Gustaf Borenius, svärson och Nervanders efterträdare som direktor för det magnetiska observatoriet:

> ”Af naturen begåfvad med vackra, ädla anletsdrag, hela hans yttre väsen vittnande om ungdomlig helsa och kraft, till lynnet öppen och glad, och af en stundom till lättsinne gränsande munterhet, saknade han likväl icke fasthet, allvar och värdighet, vid tillfällen, der dessa egenskaper togos i anspråk. Hvad som hufvudsakligen utmärkte Nervander var en utomordentlig mångsidighet i kunskaper och bildning, icke mindre sällsynt bland vetenskapsidkare, än bland andra samhällets medlemmar; och der en sådan mångsidighet förefinnes, är den i de flesta fall förvärfvad på bekostnad af grundlighet. Sådant var likväl icke förhållandet med Nervander; tvertom voro just en de minsta detaljerna genomletande grundlighet i förening med ett ovanligt snille och en outtröttelig arbetsförmåga hans mest framstående egenskaper” (Borenius, 1848).

Dagens Helsingforsbor påminns om Nervander genom den gata som namngivits efter honom. Nervandersgatan fick sitt namn 1906, men fanns upptagen i stadsplanen redan 1902.

Selim Lemström – norrskensforskare

Karl Selim Lemström föddes den 17 november 1838 i Ingå socken. Sin tidigaste barndom tillbringade Karl Selim i hemmet i Ingå, men då han uppnått skolålder inackorderades han tillsammans med sin fyra år äldre bror Fredrik i Helsingfors och besökte där Högre Elementarskolan. I denna skola inskrevs han som elvaåring direkt i andra klassen. Efter att med goda betyg ha klarat av de återstående klasserna i denna skola fortsatte han som gymnasist i Borgå gymnasium. Där hade han som lärare bl.a. Johan Ludvig Runeberg och Alexander Ferdinand Borenius (Sundell, 1907; Holmberg & Westerlund, 1988).

Selim Lemström blev student hösten 1857 och inskrevs därefter vid Kejserliga Alexanders Universitetet i Helsingfors och började studera vid dess fysisk-matematiska sektion. Han valde att läsa fysik som huvudämne för sin filosofie kandidatexamen. Det är mycket möjligt att hans lärare i Borgå, A. F. Borenius, hade inflytande på detta val. Borenius undervisade nämligen i matematik och fysik och var själv mycket intresserad av experimentalfysik och hade skaffat rikligt med apparatur till skolan. Att göra experiment och demonstrationer inför klass har i alla tider varit ägnat att väcka elevernas intresse för ämnet och detta slog inte heller fel för Lemströms del utan resulterade i ett livslångt intresse för fysiken. Efter att i Helsingfors ha levt ett normalt studentliv med många fester och måttligt läsande under några år tog Lemström sig samman på våren

1862 och tenterade ämnena fysik, matematik, kemi, zoologi och botanik för sin fil. kand. -examen och kunde den 31 maj samma år motta betyg över slutförda studier.

I och med kandidatexamen avslutades samtidigt ett kapitel i Lemströms liv. Studentens sorglösa tillvaro låg nu bakom honom och nya utmaningar väntade. För att försörja sig mottog han en lärarbefattning vid Helsingfors Lyceum och läste samtidigt på sin pedagogie -examen för att få yrkeskompetens som lärare. Han blev dock inte långvarig som lärare. Via mellanhänder hade han skrivit till Adolf Erik Nordenskiöld, som sedan ett tiotal år var verksam i Stockholm. Denna hade kontaktat fysikprofessorn Erik Edlund, verksam vid Vetenskapsakademien i Stockholm, och en plats hade ställts till Lemströms förfogande att bedriva studier i experimentalfysik vid det fysikaliska kabinettet.

I oktober 1867 reste Lemström till Stockholm, introducerade sig för A. E. Nordenskiöld och Erik Edlund och började omedelbart arbeta vid den senares laboratorium. Han undersökte de så kallade Volta-induktionsströmmarnas förlopp och hade i professor Edlund en god handledare. Också i övrigt tog Edlund väl hand om den unga finländaren, och många kvällar kunde Lemström tillbringa hemma hos denne, där man även diskuterade mycket annat än fysik.

År 1869 kunde Lemström framlägga sina resultat i uppsatsen *Om Volta-induktionsströmmars intensitetsförlopp.* Uppsatsen gällde som disputationsavhandling för en docentur vid universitetet i Helsingfors. Själva disputationstillfället gick av stapeln den 28 maj 1869 och Lemströms gamla lärare i fysik, Adolf Moberg, fungerade som ex officio -opponent och skrev ett positivt utlåtande.

Under sin tid i Stockholm träffade Lemström även med jämna mellanrum A. E. Nordenskiöld och detta ledde till att Lemström som fysiker kunde följa med på den svenska expeditionen till Spetsbergen 1868 under Nordenskiölds ledning. Lemström skulle under färden ha hand om den fysikaliska apparaturen och bl.a. göra magnetiska mätningar och norrskensobservationer. Denna resa till nordliga farvatten och iakttagande av det fascinerande färgspelet på himlavalvet väckte hos Lemström ett bestående intresse för detta fenomen (Fries & Nyström, 1869; Holmberg, 1989).

Efter åren i Stockholm reste Lemström till Paris för att där bekanta sig med undervisning och forskning i fysik. Som man kan läsa i Lemströms brev hem från utlandet var den unga resenären i allmänhet imponerad av de utländska laboratoriernas utrustning och han tyckte att man därhemma låg hopplöst efter. Med en känsla av modlöshet funderade han över hur man någonsin skulle kunna ta igen det enorma försprånget. Då tänkte han inte enbart på den ekonomiska sidan, om han överhuvudtaget ägnade den en tanke att döma av de långa rekvisitationslistor han presenterade för sin lärare Moberg. Det var snarare det enorma arbetet som erfordrades och som stod i kontrast till framför allt den knappa tid han hade till sitt förfogande, som gjorde honom förtvivlad. Moberg, som i sista hand hade ansvaret för det fysiska kabinettet i Helsingfors, var dock mera sansad i detta avseende och han försökte även uppfostra Lemström till måttlighet.

En av Lemström huvuduppgifter i Paris var att på uppdrag av finansexpeditionen i Kejserliga senaten förbereda införandet av metersystemet i Finland genom att hemföra normalmått och vikter från Frankrike. Det gällde att anskaffa två normalkilogram och två normalmetrar, samt att utföra noggranna jämförelser med de franska normalmåtten. De finländska normalkilogrammen förfärdigades av mekaniker Collot, som var känd som en skicklig instrumentmakare, efter anvisningar av fysikern Henri Édouard Tresca. Jämförande mätningar med ett platinakilogram utfördes vid *Conservatoire national des arts et métiers* och utföll väl. Under hela slutet av 1800-talet skulle sedan det ena kilogrammet användas som norm vid justeringsverket i Finland, medan det andra skulle tjäna vetenskapliga ändamål. Vid en senare förnyad jämförelse med kilogramprototypen av iridium-platina vid Internationella byrån för mått och vikt, visade det sig att vardera finländska kilogrammen var omkring 4 milligram för lätta. Detta retade Lemström mycket och ännu flera år senare kunde han tala om detta missförhållande, men nämnde samtidigt den brådska som vid tidpunkten för tillverkningen rådde i Paris, där allt intresse var riktat på det krig som just brutit ut mellan Frankrike och Tyskland (kriget 1870–1871).

Åren som nu följde var fyllda av arbete. Det gällde i första hand att sammanställa resultaten från resorna och att presentera dem för den vetenskapliga världen. Lemström företog också för Finska Vetenskaps-Societetens räkning år 1871 en resa till de meteorologiska stationerna i landet för att utföra kontrollmätningar. Härvid ökade mängden av insamlat material som senare skulle behandlas. Lemström hade även tid att fortsätta med sina vetenskapliga experiment, och bl.a. besökte han Sankt Petersburg där önskad apparatur fanns tillgänglig.

År 1878 utnämndes Selim Lemström till professor i fysik vid Kejserl. Alexanders Universitetet i Finland. Med denna utnämning fick hans förehavanden mera uppmärksamhet. Han var en utpräglad experimentalfysiker, som hyllade praktiska tillämpningar, och det här syntes genast i hans undervisning och i examensfordringarna. Norrskensforskning var ett av Lemströms stora intressen och då det internationella polaråret 1882–1883 planerades arbetade han ivrigt för att Finland skulle kunna delta i detta storstilade projekt. I detta värv var han framgångsrik och en observationsstation uppfördes i Sodankylä. Arbetet på stationen under det geofysiska året blev påfrestande för expeditionsdeltagarna då man normalt gjorde observationer en gång i timmen och insamlade totalt 743 avläsningar av olika slag under ett dygn. Ett hektiskt avbrott i rutinen utgjorde de så kallade terminsdagarna med intensifierad observation. Då gjorde man sammanlagt 4175 instrumentavläsningar under ett dygn.

För att effektivt kunna undersöka norrskensfenomenet konstruerade Lemström en så kallade utströmningsapparat, försedd med en känslig galvanometer. Denna jättelika elektriska ledningsslinga ställdes upp på fjälltoppar och man kunde med den följa med norrskenets urladdningar. Detta trodde man. Lemströms mätningar och tolkningar av resultaten väckte emellertid på sina håll kraftig kritik. Bland annat förhöll sig Adolf Erik Nordenskiöld skeptisk till alla de observationer Lemström rapporterade. Detta framgår ur deras korrespondens (Holmberg, 1995):

> ”Personligen är jag öfvertygad om, att alla observationer om verkligt norrsken nära jordytan bero på misstag. Hjertliga lyckönskningar till Eder internationella polarstation i Lappland” (Nordenskiöld till Lemström, 1882).

Lemström lät sig icke nedslås av detta (Lemström till Nordenskiöld, 1883b):

> ”På grund af den erfarenhet jag förvärfvat mig om jordfysiken i allmänhet, speciellt i elektriskt och magnetiskt hänseende, måste jag betrakta denna ström ifrån atmosferen till Jorden af utomordentligt stor betydelse och se här hvarför”.

Men Nordenskiöld var alltjämt skeptisk (Nordenskiöld till Lemström, 1883):

> ”Är du säker om att det ljusfenomen du såg var norrsken . . . Det egentliga norrskens bältet går ej öfver Lappland och man kan på fyra rader matematiskt bevisa att de vanliga skandinaviska norrskenen måste ligga på en höjd af 150 à 250 kilometer! öfver jordytan”,

samt litet senare: ”Ångström anser att den gula ’norrskens’ linien äfven tillkommer Zodiacalljuset” (Nordenskiöld till Lemström, 1883a).

Lemström försökte också simulera ett polarljusliknande fenomen genom att frambringa elektriska urladdningar i tio Geissler-rör, som var radiellt riktade från en elektrisk pol (Lemström, 1886; Akasofu, 1978; Simojoki, 1978). En viss upprättelse fick Lemström då han på en internationell geografisk kongess i Paris 1875 belönades för sin apparatkonstruktion (figur 9.3).

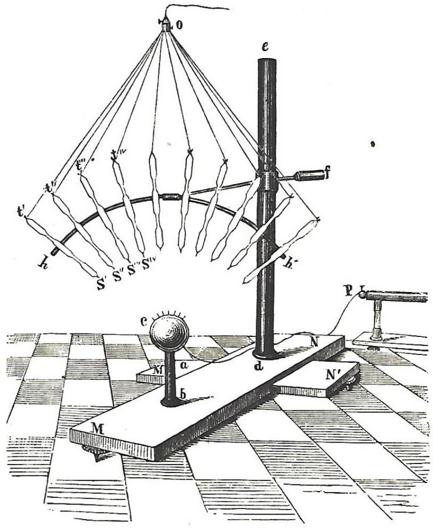


Fig. 13.

Fig. 9.3: Lemströms apparat för att alstra ”norrskensljus” i liten skala.

Rayon de lumière observé audessus d'un petit appareil d'écoulement
sur le Luosmavaara le 16 novembre 1871.

Fig. 9.4: Ljusstråle ovanför en liten utströmningsapparat vid Luosmavaara 16.11.1871 (Lemström, 1898).

Jordströmmar, elektriska urladdningar i atmosfären och jordmagnetism intresserade Lemström under hela hans verksamhet och han gjorde talrika sammanställningar om dessa fenomen. Då Theodor Homén i november 1898 tillträdde den Pippingsköldska professuren i tillämpad fysik skickade Lemström, som då var fysisk-matematiska sektionens dekanus, ut inbjudningsskriften till denna installation och Lemström redogjorde samtidigt i den för de observationer av norrsken, såväl naturligt som artificiellt, som gjorts vid stationerna i Sodankylä och Kultala. Observationerna gällde perioden september 1882–augusti 1884. Framställningen förtydligades med några färgbilder, som visade norrsken över fjälltoppar där utströmningsapparaturen ställts upp. Den äldsta bilden är från Luosmavaara den 16 november 1871, figur 9.4, medan de övriga bilderna var från ovannämnda tidsperiod (Lemström, 1898).

Ett år senare skickade Lemström, fortfarande dekanus, ut en inbjudan att åhöra professorn i mineralogi och geologi, Wilhelm Ramsays installationsföreläsning och utnyttjade återigen detta tillfälle till att redogöra för resultat erhållna under den finska polarstationens arbete i Sodankylä och Kultala åren 1882–1884. I denna uppsats behandlades främst jordströmmar och jordmagnetism (Lemström, 1899).

Tidvis besvärades Lemström av dålig hälsa, men trots det kom hans plötsliga bortgång på morgonen den 2 oktober 1904 som en överraskning. Lemström hade just avgått från sin professur, men hade ännu inte hunnit slutföra alla sina forskningsprogram. Trots att han emellanåt ansattes av sjukdomar var han fortfarande fullt sysselsatt med sin forskning. I ett brev, skrivet av en sjuksköterska på Kirurgiska sjukhuset i Helsingfors, berättas om Lemströms bortgång (Wegelius till Jaatinen, 1904):

> ”Men hastiga dödsfall äro ändå hemskare. I går afton kom Professor Lemström till sjukhuset till Selanders afd. Han kom med egna krafter promenerande. Professor Ali[8] var två gånger i natt och såg efter honom men ingen operation blef där af och i morse dog han med ens”.

En levnadsteckning över Selim Lemström avslutas med orden (Tallqvist, 1904):

> ”Ända från ungdomen till det sista strängt egnande hela sin tid i vetenskapens tjänst, skördade Lemström ej öfverhöfvan af denna världens materiella goda, men väl nådde hans rykte längre än flertalet nu lefvande finska vetenskapsmäns. Under senare år, då hans

[8]Kirurgie professor Ali Krogius (1864–1939).

hälsa tidtals visade tecken till vacklande, lefvde han ganska tillbakadraget i familjekretsen. Varmt intresserad för alla mänsklighetens ideella sträfvanden och det praktiska lifvet äfven på sådana områden, i hvilka han icke verksamt deltog, var Lemström, såsom i en tidning efter hans frånfälle lästes, flärdlös och barnafrom med en sant religiös läggning i sin af vetenskapen vidgade och fördjupade världsåskådning, af ett hjärtegodt värmande väsen, enkel och anspråkslös i sina vanor samt öfverseende, blid och varmhjärtad gentemot enhvar som kom i beröring med honom. Det stora deltagandet och massan af kransar och blommor vid den sista färden till fädernejorden i Ingå socken, som sluter hans stoft i sitt sköte, afgåfvo ett synligt vittnesbörd om huru uppburen Lemström i lifstiden varit. Heder och ära åt minnet af människan och vetenskapsmannen!”

Det internationella polaråret 1882–1883

Under den senare hälften av 1800-talet riktades många forskningsresor mot de arktiska områdena. Dessa expeditioner kom med värdefulla forskningsresultat om natur och klimatförhållanden. Samtidigt visade de allt tydligare, att det behövdes internationellt samarbete för att belysa de frågor man utforskade. Detta gällde i synnerhet meteorologi och geomagnetism, som berörde stora geografiska områden och ibland rent av hela Arktis. Mätningar under en enda expedition eller på en enda observationsstation var i dessa fall inte tillfyllest. Det gällde att kunna sammankoppla mätningarna från ett stort område, och för detta krävdes att mätningarna utfördes vid exakt samma tidpunkt på olika ställen. För detta behövdes ett nät av observationsstationer som samarbetade (Palmén, 1881; Lemström, 1882).

Redan långt tidigare hade naturforskare insett behovet av koordinerat internationellt samarbete. Pehr Kalm hade försökt sammankoppla starka norrsken i Amerika och Nordeuropa med störningar i magnetnålens riktning. Också Nervander var inne på samma linje då han i ett brev till konsistoriet hänvisade till James Clark Ross’ expedition till Antarktis och själv önskade inleda sina egna mätningar i Helsingfors så fort som möjligt. Det var först polarforskaren Karl Weyprecht som med kraft drev denna sak vidare. Han hade fört befälet över den österrikisk-ungerska nordpolsexpeditionen, som under två vintrar 1872–1873 och 1873–1874 tvingats övervintra i polarisen. Hemkommen föreslog Weyprecht 1875 vid ett tyskt naturforskarmöte i Graz att man skulle inleda ett internationellt samarbete för att systematiskt utforska polarområdet. Detta resulterade i det Internationella geofysiska året 1882–1883. Idén var inte ny, men nog den mest storstilade hittills. Redan på initiativ av Alexander von Humboldt hade man gjort koordinerade magnetiska mätningar på fem stationer allt sedan 1828, nämligen vid instituten i Berlin, Freiberg, Sankt Petersburg, Kazan och Nikolajeff. Antalet perioder för gemensamma observationer var 8 om året och utfördes under 44 timmar (Malin & Barraclough, 1991). Försöket var lovvärt, men man kan notera att ingen av stationerna låg särskilt långt ute i norr och att det geografiska område som de omfattade inte heller var stort.

Intresset för variationerna i Jordens magnetfält växte ständigt. I Göttingen ställde sig Gauss och Weber i spetsen för ett gemensamt företag och t.o.m. en förening bildades, *der Magnetische Verein*. Under åren 1836–1841 gjordes gemensamt planerade observationer och i detta arbete deltog redan 33 stationer som noterade deklinationen, och 25 stationer som även noterade horisontalintensiteten i Jordens magnetfält. Stationerna var utspridda över hela jordklotet och i Göttingen hade Gauss och Weber konstruerat bättre och känsligare instrument, som lämpade sig för dessa mätningar.

Långt tidigare hade man noterat att svängningar i en fritt upphängd magnetnål uppträdde både periodiskt och oregelbundet till synes helt utan orsak. Någon förklaring till detta fenomen hade man inte. År 1741 hade Celsius i Uppsala gjort iakttagelser som antydde att de oregelbundet förekommande svängningarna kunde ha samband med norrsken, som uppträdde samtidigt. Detta antagande utlöste en viss aktivitet i den vetenskapliga världen och flera expeditioner till nordliga trakter upptog därför på sitt vetenskapliga program också norrskensforskning. Men något avgörande bevis för den ena eller andra teorin kunde man inte erhålla, därtill var de enskilda fartygen och de enskilda forskarna alltför obetydliga i förhållande till vidden av det naturfenomen de utforskade. Också A. E. Nordenskiöld och med honom Selim Lemström, hade tagit upp detta problem i programmet för Spetsbergen-expeditionen år 1868, men något avgörande uppnåddes inte heller av dem.

Som ett resultat av detta arbete började man småningom skönja ett mönster i de magnetiska stormarna (perturbationerna, variationerna). Samtidigt bekräftades Celsius' upptäckt att det förekom ett samband mellan störningar i magnetfältet och norrsken. Det som har gjort all forskning, ända sedan tidernas begynnelse till våra dagar, så fascinerande, gällde också på 1800-talet:

> ”På samma gång man sålunda vunnit insigt om fenomenet, visade sig nya frågor uppstå, hvilka icke funno sin lösning, en regel, som gäller hvarje slag af naturforskning, ty oändlig som naturens mångfald är, oändlig blifver ock arbetet för dess utforskande” (Lemström, 1883a).

År 1838 utkom Gauss med sitt stora arbete om jordmagnetism och dess matematiska teori, *Allgemeine Theorie der Erdmagnetismus*, vilket var ägnat att ge intresset för fenomenet förlängt liv, också efter det att *der Magnetische Verein* upplösts. I Ryssland vaknade vid samma tidpunkt ett allvarligt intresse för saken och bl.a. i Helsingfors uppställdes ett magnetiskt observatorium. Detta i sin tur var till stor del professor J. J. Nervanders förtjänst.

Inom det meteorologiska området hade ett internationellt samarbete ägt rum sedan grundandet år 1780 av Palatinatets meteorologiska sällskap i Mannheim, *Societas Meteorologica Palatina.* Tiotals mätstationer runtom Europa anslöts till detta sällskap, men verksamheten tynade under följande decennium. Ett genombrott för den internationella meteorologin kan dateras till den 14 november 1854, då det orientaliska kriget pågick. Denna dag utbröt en hård storm, som förorsakade de engelska och franska flottorna svåra förluster på Svarta havet. Då det samtidigt hade rasat hårda stormar på andra orter fick den franske astronomen Urbain Le Verrier i uppdrag att noga analysera händelseförloppet. Han kunde i detalj följa stormens förlopp och han konstaterade att man med telegrafens hjälp hade kunnat varna flottan i tid, om man blott varit medveten om faran. Som ett resultat av detta uttalande upprättades i Frankrike ett nät av meteorologiska stationer som dagligen sände rapporter till Paris. Andra länder följde Frankrikes exempel och mycket snart märkte man den uppenbara nyttan av att samarbeta över nationsgränserna och att utföra observationerna på ett standardiserat sätt. Man höll därför ett förberedande möte i Leipzig i augusti 1872 och den första internationella meteorologiska kongressen hölls strax därpå, i augusti 1873 i Wien. Vid denna senare kongress deltog bl.a. Nils Karl Nordenskiöld såsom Finska Vetenskaps-Societetens representant.

Efter alla dessa förberedelser började Weyprechts förslag om samarbete i polartrakterna vinna gehör i allt vidare kretsar och då den andra internationella meteorologiska kongressen hölls 1879 i Rom togs frågan upp till behandling på nytt. De församlade vetenskapsmännen insåg klart behovet av gemensamma ansträngningar och kongressen förhöll sig positiv till saken. Ännu samma år anordnades därför i Hamburg en mindre ”nordpols”-kongress. I denna deltog Tyskland, Österrike, Ryssland, Frankrike, Holland, Sverige, Norge och Danmark. Dessutom hoppades man givetvis på att flera länder skulle ställa sig positiva då ett avgörande närmade sig. Förenta staterna och Storbritannien avvaktade ännu i detta skede. Till Finland hade även kommit inbjudan att delta, men Finska Vetenskaps-Societeten, som skulle handha ärendet ansåg sig inte i detta skede ha de erforderliga resurserna. Man avvaktade därför också i Finland.

De länder som deltog i ”nordpols”-mötet var entusiastiska och från Hamburg kom meddelandet att man redan 1881 skulle arrangera ett internationellt geofysiskt år. Detta innebar att man i nordliga trakter skulle ställa upp observationsstationer där samtidiga observationer kring meteorologi och jordmagnetism skulle göras. För att täcka ett så representativt område av nordkalotten som möjligt hoppades man att stationer skulle upprättas på följande orter: Spetsbergen, Finnmark, Novaja Zemlja, Lena-flodens mynning, Nysibiriska öarna, Berings sund, Nordamerikas kust samt på Väst- och Ost-Grönland. Också på det södra halvklotet i trakten av Antarktis skulle observationer utföras.

Efter den första entusiasmen för projektet svalnade intresset snabbt då man kom till penningfrågan. Många av de stora och, som man kunde tycka, rika staterna var inte villiga att omedelbart satsa betydande belopp på detta projekt. I Sverige drev A. E. Nordenskiöld saken till ett avgörande genom att hos konungen förklara det nödvändiga i att landet gick med. Efter det att en positiv inställning tagits i Sverige och pengar anvisats gick Ryssland, Danmark och Norge med i projektet. Efter det att det första motståndet, eller snarare den passiva inställningen, var bruten kom flera av de ”stora” staterna med och i augusti 1880 kunde man igen sammankalla till ett möte i Bern. Här fann man att den ursprungliga tidtabellen var alltför snäv och man beslöt att det gemensamma året skulle skjutas fram med ett år. Andan var dock positiv och åtta länder hade lovat deltaga. I Sankt Petersburg möttes man sedan på nytt i augusti 1881 för att besluta om detaljer och observationsstrategi. Ytterligare länder anslöt sig senare. Tolv stationer skulle upprättas på norra halvklotet. I allt deltog sålunda 11 länder och 14 speciella stationer ställdes upp plus ett antal ordinarie stationer, som under bestämda dagar utförde samma mätningar som de egentliga ”nordpols”-stationerna. Av de 14 stationerna låg 12 på det norra halvklotet, de två övriga på södra halvklotet.

Tolv nordliga observationsstationer ställdes upp, och man strävade att komma så långt norrut som möjligt, se figur 9.5. Det innebar också att det i många fall blev svårt att nå observationsorterna och att deltagarna på dem hade att kämpa mot kyla och mörker, proviantanskaffning och andra problem som vistelse i polartrakterna förde med sig. Speciellt ödesdigert blev deltagande för två stationer. Holland planerade en station på Dicksons ö i Karahavet. Fartyget Varna, som skulle föra expeditionsdeltagarna till stationen frös emellertid fast i isen i september 1882 och sjönk i juli 1883. Besättningen lyckades ta sig till fastlandet med båtar och slädar.

Förenta staterna satte upp en observationsstation vid Lady Franklin Bay på Ellesmereön under ledning av Adolphus Greely. Fartyget kunde år 1881 föra deltagarna till den nordliga positionen utan anmärkningsvärda ishinder. Deltagarna uppgick till 25 och deras verksamhet upptog förutom de planerade observationerna även en omfattande geografisk utforskning av trakterna kring

Fig. 9.5: De tolv nordliga stationerna under det internationella polaråret 1882–1883 (senare kallat geofysiska året).

stationen. Man kom längre norrut än någon annan tidigare lyckats göra och det nya ”rekordet” var 83° 24′. Under två år genomförde man framgångsrikt det utstakade programmet, trots att provianteringen stötte på stora hinder. Under tiden började Greely att söka sig söderut från Lady Franklin Bay. Han lyckades nå trakterna av Cape Sabine, där en tredje övervintring måste göras. Nu hade man inte att tillgå en välplanerad station. Denna vinter hade man att kämpa mot hunger och kyla under svåra förhållanden. Då undsättningsfartyget Thetis slutligen i juni 1884 lyckades nå fram till expeditionens övervintringsort fann man endast Greely och fem man i livet (Vaughan, 1994).

Det finländska deltagandet i samarbetet

Lemström, som var en av de drivande krafterna bakom Finlands delatagande i det internationella samarbetet kring Arktis, och som med entusiasm gick in för företaget, hade helt visst flera motiv för sitt handlande:

> ”Vid planläggningen av Sodankylä-expeditionen hade Lemström helt visst icke blott velat bereda Finland tillfälle att deltaga i det storartade internationella företaget, utan även varit betänkt på att personligen utnyttja den möjlighet som härvid erbjöd sig att utforska

> polarljuset, vars studium ingick i polarprogrammet som en fakultativ uppgift. Av denna företeelse hade han varit intresserad alltsedan sitt deltagande i Nordenskiölds expedition till Spetsbergen år 1868. Också under den inspektionsresa han 1871 på uppdrag av societeten utfört hade han i Lappland anordnat försök som tycktes tala för polarljusets elektriska natur".

Det gällde således att skaffa fram tillräckligt med pengar för att trygga deltagandet i det geofysiska året. Beloppet som behövdes var dock så stort att endast statsmedel kunde täcka utgifterna. Ecklesiastik-expeditionen[9] tillsköt resemedel så att direktor Nils Karl Nordenskiöld och Lemström kunde delta i polarkonferensen i Sankt Petersburg 1881. Efter konferensen införskaffade Lemström uppgifter om förhållandena i Lappland och om inrättandet av en magnetisk-meteorologisk station i Sodankylä och en mindre sådan i Kittilä. Han kunde nu göra upp ett grovt kostnadsförslag i en ansökan, i vilken det först redogjordes för de allmänna motiven för ett utvidgat internationellt samarbete i polartrakterna, varpå Finlands möjligheter att delta klarlades. Sammanlagt anhöll man om 77500 Fmk av finländska statsmedel. Ansökan till Hans Kejserliga Maj:t daterades i Helsingfors den 2 januari 1882 och undertecknades av Lemström. Finska Vetenskaps-Societeten hade redan den 19 december 1881 givit ett försiktigt utlåtande om Lemströms petition.

Den ekonomiska frågan behandlades därefter i laga ordning av ständerna. Den 24 februari 1882 inlämnade ridderskapet och adeln en petition till Hans Kejserliga Maj:t att statsmedel måtte utdelas till Finska Vetenskaps-Societeten på det att Societetens meteorologiska centralanstalt skulle ha möjlighet att delta i det internationella geofysiska året med stationer i Sodankylä och Kittilä. Det fanns dock reservanter, som ville ha programmets omfång ytterligare utredd, dock ej i negativ riktning. Förslaget gick härnäst till prästerståndet där en viss sparsamhet förordades, sedan till borgarståndet där efter omröstning reservanternas förslag vann 34-14. I bondeståndet vann reservanterna i en omröstning 25-15. Att utgången blev denna torde till en del bero på det utlåtande som A. E. Nordenskiöld telegrafiskt tillställt reservanterna och i vilken han tog deras ställning och förordade grundandet av en magnetisk station i Sodankylä. Ett nytt utlåtande från Societeten ingick till Hans Kejserliga Maj:t den 6 mars 1882, i vilken budgeten var något nedbantad till 63000 Fmk. Då Senaten beslutat att för Hans Kejserliga Maj:t förorda denna summa och även till Socie-

[9] Ecklesiastikexpeditionen var ursprungligen en år 1772 inrättad avdelning för kyrkliga och utbildningsärenden vid Sveriges Kanslikollegium. Här är det emellertid frågan om det autonoma Finlands ecklesiastikexpedition vid Kejserliga senatens ekonomiedepartement.

teten utbetalat 10000 Fmk började förberedelserna göras med all den kraft och målmedvetenhet som saken krävde.

Finska Vetenskaps-Societeten hade utsett Lemström till expeditionens ledare och övervakare. På kort tid gällde det nu att skola observatörer, att skaffa fram behövliga instrument samt att bygga själva stationen. Instrument rekvirerades från Sankt Petersburg, Berlin, Paris, London och Stockholm, och då dessa anlände var det nödvändigt att genast pröva och kalibrera dem. Genom Forststyrelsen fick man behövligt virke och kontraktsprosten Porthan fungerade som ombud på orten och ombesörjde att de fyra observationsbyggnaderna i Sodankylä uppfördes planenligt. I början av april inleddes arbetet och i slutet av juli hade man kommit så långt att instrumenten kunde inmonteras. Expeditionsdeltagarna som samtidigt övades i instrumentens bruk var assistenten Ernst Biese, som också skulle fungera som ledare för stationen i Sodankylä, ingenjören Karl Granit, studenterna Santeri Dahlström och Alfred Petrelius samt magister N. Sundman. Tidsprogrammet var mycket knappt tilltaget och alla gjorde långa dagar. Lemström konstaterade:

> ”I stor förbindelse står expeditionen till Universitetets vice Kansler, dess dåvarande Herr Rektor Statsrådet W. Lagus och Consistorium Academicum för beviljandet ej mindre af alla de vetenskapliga instrumenter, hvilka Astronomiska observatoriet och Fysiska laboratoriet utan olägenhet kunde undvara, och hvilka för expeditionen voro behöfliga, än ock förordnandet hos Hans Kejserliga Höghet Universitetets Höge kansler af ett anslag åt expeditionens medlemmar för resa till Petersburg och i synnerhet till den utmärkta meteorologiska centralstationen i Pawlowsk. För att de unge och delvis ännu oerfarne observatörerna skulle få ett riktigt begrepp om vigten och andsvaret i det åtagna hvärfvet, var det alldeles nödvändigt att följa och deltaga i observationerna på en meteorologisk central-anstalt. Då vår egen central-anstalt just var under omorganisation, så erbjöd sig själffallet meteorologiska central-anstalten i Pawlowsk såsom den lämpligaste, synnerhet som den utan tvifvel är en af de bäst utrustade och fullständigaste som finnes …
> Genom att tillåta det den finska expeditionens nya instrumenter, för absoluta magnetiska bestämningar, undersöktes och pröfvades på denna station, hvarest alla inrättningar finnas, hvilka behöfvas för att en dylik pröfning skall utfalla bra, satte han den finska expeditionen i tillfälle att utföra dessa bestämningar med den grad af noggranhet, som för närvarande fordras. Härjämte använde han

> sitt stora inflytande i utlandet för at påskynda utförandet af den finska expeditionens beställningar. Med ett ord: den finska polarexpeditionen står till Herr Direktor Wild uti den största förbindelse ... De många resorna till Petersburg underlättades i hög grad genom den välvilja, som chefen för jordbruksdepartementet visade expeditionen, i det att deltagarna erhöllo fribiljetter på järnvägen" (Om den finska polarexpeditionen, 1885).

Polarstationerna i Lappland var under polaråren 1882–1883 och 1883–1884 bemannade på följande sätt:

Ernst Biese	magnetiska apparaturen
Alfred Petrelius	jordströmsgalvanometern
Karl Granit	elektrometer
Santeri Dahlström	meteorologiska apparater
Erik William Blom	
Uno Brynolf Roos	
Axel Heinrichs	
N. Sundman	
E. Moberg	

Varje deltagare hade sitt eget ansvarsområde och de hade alla studerat ett lämpligt ämne vid universitetet. De var därmed kända av Lemström och "handplockade" för uppgiften.

Ernst Biese omtalade vi redan i kapitel 7. Han blev student från Uleåborgs lyceum 1876 och började studera vid universitetet i Helsingfors. Han blev filosofie kandidat 1886 och omnämndes då som assistent. Han promoverades till magister 1890. I hans fil. kand. -examen ingick ämnena fysik och matematik med bedömningen laudatur (3), samt astronomi, kemi och latin som approbatur (1). Pro gradu -arbetet bedömdes med laudatur (3) och det totala röstetalet blev således 12. Därmed var Biese en av de bättre studenterna, då mången nådde upp till endast 10 röster. Åren 1881–1890 var han assistent vid universitetets fysikaliska laboratorium. Han blev direktor för Meteorologiska Centralanstalten 1890. Han var gift med Alma Fredrika Ranin sedan 1891 och de fick åtta barn.

Alfred Gustaf Petrelius föddes den 26 juni 1863 i Nyslott. Hans föräldrar var färgaren Abraham Petrelius och dennes hustru Josefina Charlotta Lindholm. Han blev student i Kuopio 1881 och avlade fil. kand. -examen 1888 med astronomi som huvudämne. Ämneskombinationen var astronomi och fysik laudatur (3) och matematik cum laude (2) och botanik och latin approbatur (1). Pro gradun bedömdes laudatur (3) och totala röstetalet steg till 13. Två år senare var Petrelius filosofie magister. Han fungerade som assistent vid Polytekniska institutet 1890–1892 och lärare där 1892–1908. Då institutet omorganiserades till Tekniska högskolan blev han professor i geodesi 1908–1928. Alfred Petrelius ingick 1896 äktenskap med Anna Dolly Biese, syster till Ernst Biese.

Efter den finska polarexpeditionen återvände Petrelius ännu till de nordliga områdena då han deltog i den expedition som professor Johan Axel Palmén (1845–1919) ledde 1887 till Kolahalvön, och 1891 reste han till samma trakter tillsammans med geologen Wilhelm Ramsay (1865–1928). Under dessa färder gjorde Petrelius ett omfattande kartografiskt fältarbete och ritade kartor. Wilhelm Ramsay deltog i ett flertal forskningsfärder till Kolahalvön och bland dessa ingick också 1887 års expedition. Under denna färd blev Petrelius och Ramsay nära bekanta. Wilhelm Ramsay var professor i mineralogi och geologi 1899–1928 vid universitetet i Helsingfors.

Karl Granit föddes 1857 i Kuopio, där fadern August Fredrik Granit var kaplan och gift med Johanna Elisabet Sundman. Karl Granit blev student från Kuopio lyceum och började studera vid universitetet i Helsingfors och vid Polytekniska institutet. Han blev maskiningenjör 1880. Granits stora intresse var fotografering och han blev känd för sina landskapsvyer och personfoton. Under polarexpeditionen till Sodankylä deltog han i observationsarbetet, men han hade också hand om underhållet av apparatur och byggnader. Som kunnig i fotografering fick han i uppgift att fotografera norrsken. Detta misslyckades emellertid på grund av brister i den tekniska utrustningen. Efter denna expedition ägnade sig Karl Granit helt åt landskapsfotografering. Han dog 1894 i lungsjukdom.

Santeri Dahlström blev filosofie kandidat den 18 september 1885 med ämneskombinationen fysik och matematik laudatur (3) och astronomi, kemi och latin alla approbatur (1) samt pro gradu approbatur (1). Totala röstetalet var därmed 10. Santeri Dahlström valdes efter August Biese till ny rektor för Handelsskolan i Uleåborg. Under hans tid utvecklades handelsskolan och finska språket blev det dominerande i undervisningen. Han dog 1913. Tillsammans med August Ramsay[10] (1859–1943) skrev Dahlström läroboken *Luvunlaskun oppikirja* (1887).

Axel Ossian Andreas Heinrichs (1864–1936) blev student från Helsingfors reallyceum och började studera vid Kejserl. Alexanders Universitetet, där han blev filosofie kandidat 1887, filosofie magister 1890 och filosofie doktor 1907. För fil. kand. -examen läste han ämnena fysik, laudatur, matematik och botanik cum laude, samt kemi och nordisk historia approbatur. Pro gradu -avhandlingen fick vitsordet cum laude med röstetalet 11. Under långa tider var han lärare i fysik

[10] August Ramsay var bror till Wilhelm Ramsay och elev till Gösta Mittag-Leffler. Han disputerade år 1881 med en avhandling om binomialserien för komplexa exponenter. Han verkade sedermera inom affärslivet och politiken.

vid universitetet och forskare vid Meteorologiska observatoriet i Helsingfors. Axel Heinrichs var ännu ung studerande då han deltog i Sodankyläexpeditionen och denna resa hade stor betydelse för hans fortsatta verksamhet. Heinrichs var sedan 1889 gift med Johanna Matilda Rönnholm och hade med henne fyra söner, som alla nådde höga positioner i den finländska försvarsmakten.

Uno Brynolf Roos (1862–1923) blev student från Åbo lyceum och studerade vid universitetet i Helsingfors. Han avlade fil. kand. -examen 1887 och blev filosofie magister 1890. Ämneskombinationen var fysik och matematik laudatur, kemi cum laude, samt botanik och nordisk historia approbatur, pro gradu cum laude och totala röstetalet 12. Han verkade som lärare i matematik och naturvetenskap vid Åbo svenska lyceum. Han var ännu ung studerande då han deltog i Lemströms Lapplandsexpedition.

Slutligen nämner vi Erik William Blom (1857–1907), som blev student från Jyväskylän lyseo och fil. kand. 1885. Han läste följande ämnen: zoologi och botanik laudatur, fysik, kemi och latin approbatur samt pro gradu approbatur, röstetalet 10. Han undervisade i matematik och naturvetenskap i olika skolor. Han blev lärare vid Elisenvaara lantbruksskola 1897 samt lärare vid Verho skola i Padasjoki 1905. Han var i likhet med Roos fortfarande studerande då han blev antagen till assistent i Sodankylä.

Den finländska polarexpeditionerna 1882 och 1883

De sista instrumenten hade just anlänt och nedpackats då den finska polarexpeditionen den 21 juli 1882 gick ombord på ångaren Uleåborg för transport till Kemi (Lemström, 1882, 1882a, 1883, 1883a; Om den finska polarexpeditionen, 1885; Holmberg, 1989a). Den lilla grupp av vetenskapsmän som övervakade lastningen skulle själva följa med på färden och delta i det internationella geofysiska samarbetet. Lastningen av utrustningen tog sin rundliga tid, ty alla de 150 lådorna skulle vara säkert stuvade. Sedan blev det en välbehövlig vila för deltagarna under den fem dagar långa sjöfärden till Kemi. Guvernören för Uleåborgs län, statsrådet C. J. Jägerhorn, hade visat stor välvilja genom att se till att foror väntade i Kemi för transport av deltagare och utrustning vidare in i landet. Den 28 juli, en dag efter ankomsten till Kemi, kunde hästtransporten mot Sodankylä kyrkby starta.

Det var en lång karavan på 20 foror som nu satte sig i rörelse. Instrumentlådorna måste självfallet stuvas omsorgsfullt, för att instrumentena inte skulle gå sönder under den besvärliga färden. Sex gånger var man tvungen att stuva om allting då skjutskarlarna med sina foror byttes under den 300 km långa resan. I Rovaniemi fick man ett dygns vila, men sedan fortsatte färden mot Kemi träsk, därifrån man skulle fortsätta med båttransport längs älven. Men nu ökade besväret med skjuts- och båtkarlar. I dessa ödemarker ansåg man att expeditionen var rik, den hade råd att betala, och lokalbefolkningen försökte beskatta den efter bästa förmåga. Med lock och pock kom man dock hela tiden långsamt framåt, men på Sodankylä kommuns område körde man till en början helt fast. Det var med blandade känslor expeditionens medlemmar startade färden norrut in i ödemarken då de väntade sig att deras blivande övervintringsort skulle utgöras av ”en eländig lappby, hvari de flesta boningar skulle vara sotiga kotor, hvilkas innevånare skulle utgöras af små, fula, osnygga och snedögda lappar”. Förvånade blev resenärerna emellertid då de fann att ortsbefolkningen på intet sätt motsvarade dessa fantasier, utan i stället utgjordes av kraftfulla unga män med ”behagliga ansigten”. I alla fall om man fick döma av de tre män, som utgjorde båtbesättning och som med långa stakar drev båten uppför älven. Också omgivningen i övrigt var helt annorlunda än de föreställt sig.

> ”Gästgifvargårdarne äro ganska snygga och folket själft snyggt och städadt; allt minnen från den tid då de rika bönderna i Kemi dalen hade för sed att sända sina döttrar i pension till självfvaste Stockholm. Folket är i allmänhet högväxt med vacker ansigtstyp och qvinnorna ej sällan rigtiga skönheter” (Om den finska polarexpeditionen, 1885).

Själva ankomsten till Sodankylä beskrevs på följande sätt:

> ”Något längre framkomna se vi prestgården framför kyrkan och mellan dessa, dock lite åt sidan, fyra små byggnader. ’Det är stjärnherrarnes (tähtiherrojen) byggnader. Hvad i all verlden må der komma att göras, då de hafva ett högt torn och glastak’, utbrister styrmannen. Vi hafva icke tid att svara; byn som i aftonsolens glans utbreder sig för våra blickar, drar all vår uppmärksamhet åt sig. Bakom prestgården, bredvid kyrkan finnes några mindre hus. En smal gångbro förenar Kittinens stränder, af hvilka den östra ter sig mycket bra med sina många och prydliga, rödmålade gårdar. Nederst och närmast till oss framträder det rika Anneberg, hvarom vi hörde talas redan i Rovaniemi. Sedan följer en tvåvåningsbyggnad, gästgifveriet Hannus, med handelsbutik i nedre våningen och i den öfvre en märklig hyresgäst, en skotte, Mr. Key, hvars bekantskap vi gjort qvällen förut i Suvanto. Nära till Hannus, litet längre från stranden är Lauri gård, hvari en annan butik befinner sig. Kommer så en rad mindre byggnader, bland dem en tredje handelsbod,

> tills åter i byns öfra ända två större gårdar resa sig. Något längre från elfven finnes dessutom några gårdar, hvilka undanskymmas af en skogsbevuxen sandås. Bland dessa befinner sig Porvari hemman, som i expeditionens annaler innehar en betydande rol" (*ibid.*).

Expeditionsmedlemmarna var inhysta i olika gårdar i den geofysiska stationens närhet:

> "Expeditionens öfverledare, professor Lemström, bodde på Porvari hemman hos forstuppsyningsman Moberg, som var en gammal bekant till honom från hans resa i Lappland år 1871. Herrar Biese och Petrelius voro inackorderade på prostgården, der de hade till sin disposition en sal, som äfven tjenstgjorde som expeditionens kansli, samt en kammare; båda rummen voro försedda med snygga möbel. Herrar Blom, Dahlström, Granit och Sundman hade sitt qvarter på andra sidan om elfven, midtemot prostgården på Anneberg, der en stor och treflig sal jemte två mindre kamrar voro hyrda för deras räkning. Den ena af dessa kamrar begagnades ibland såsom mörkt rum för fotografiska ändamål" (*ibid.*).

För expeditionens räkning hade fyra små hus uppförts, i vilka instrumenten skulle ställas upp. Byggnaderna låg på några hundra meters avstånd från prästgården och man hade dragit telefonförbindelse till Anneberg. För att komma till stationen från Anneberg var man tvungen att ta sig över älven, men detta tog inte många minuter i anspråk om man använde båt (en bro låg på litet längre avstånd). Från Mobergs stuga, som låg mera avsides, var det tjugo minuters gångväg.

Efter ankomsten till Sodankylä blev vilan kort. Instrumenten måste omedelbart ställas upp och installeras. Vissa av instrumenten var känsliga för skakningar och måste vila på stadiga pelare av sten, så var det sagt i ritningar och instruktioner. Av någon anledning hade byggherrarna dock misstolkat de noggranna instruktionerna och

> "... man hade ansett det nog att öppna hål i golfvet, fylla det med grus och sten och derpå bygga en pelare af tegel, som kunde söndersmulas med fingrarna". Det var helt frustrerande att komma till ett sådant observatorium, men nu hjälpte ingenting annat än att bygga om. Den 22 augusti stod äntligen de viktigaste instrumenten uppställda såsom det var tänkt, "således 9 dagar tidigare än den sista, af den internationella kommissionen faststälda terminen" (*ibid.*).

Efter denna första hektiska period kunde man arbeta lugnare, kontrollmätningar utfördes med alla instrument och i medlet av november började man äntligen få observatoriet i förstklassigt skick. Men nu stötte nya svårigheter till. Här kan man igen citera Lemströms egen berättelse:

> ”Hösten hade varit blid och vacker så att eldningen så småningom hade börjats, men när temperaturen i slutet af November nedgick betydligt, så måste eldningen ske oftare och nu visade det sig att tegelugnarne, som kostat omkr. 230 Mk stycket, voro alldeles odugliga och måste ombyggas i två af husen. Att verkställa detta i en temperatur af −30° var ej någon lätt sak, men då hela expeditionens vara eller icke vara stod på spel, så måste äfven det, som syntes omöjligt, försökas. Tyvärr måste ock den omsorgsfullt utförda installationen af en del instrumenter rubbas och ett långvarigt mödosamt arbete omgöras. Jag förbigår denna dystra tid och vill blott tillägga att ingen må undra öfver att expeditionens medlemmar voro förbittrade på ombudet, som vare sig af oklokhet eller andra bevekelsegrunder beredt dem ytterst svåra arbeten” (*ibid.*).

Situationen var allvarlig. Stora summor hade ställts till förfogande och mycket hade redan förbrukats. Det vetenskapliga målet var högt uppsatt, men när kölden satte in och ugnarna eldades, började dessa vittra sönder. Hela företaget var hotat. Att man nu lyckades bygga om ugnarna och samtidigt utföra de nödvändiga mätningarna är bevis på expeditionsdeltagarnas viljestyrka och målmedvetenhet.

Expeditionen hade alldeles speciella uppgifter att fylla om vilka man kommit överens vid kongressen i Sankt Petersburg. Detta begränsade i viss mån observationernas mångfald, men i stället skulle dessa göras ofta, vilket återigen ökade antalet enskilda mätningar. Obligatoriska observationer var de meteorologiska: lufttemperatur, lufttryck och luftens fuktighet, vindens riktning och styrka, samt allmänna observationer av väderleken. Viktiga var även de jordmagnetiska observationerna samt registrering av polarljuset. Astronomiska ortsoch tidsbestämningar skulle också företas. Ytterligare kunde de meteorologiska mätningarna kompletteras med temperaturmätningar. Man följde även med vattnets avdunstning, liksom luftelektriciteten och de magnetiska störningarna med täta mätintervall. Galvaniska jordströmmar mättes och polarljusets höjd och spektra registrerades. Vid tillfälle skulle även zoologiska och botaniska undersökningar utföras.

Det fullspäckade programmet skulle fullföljas dygnet runt, en gång i timmen, vilket i längden blev påkostande. Redan att avläsa alla instrument och nedteckna resultaten i journalerna tog 25 minuter i anspråk av varje timme. På ett normalt observationsdygn samlades därför följande antal avläsningar: meteorologiska 271, elektrometriska 48, magnetiska 264, jordströmsmätningar 144, polarljus 16; således 743 avläsningar under ett dygn!

Då rutinen väl kommit igång fann man det lämpligast att ha vaktturerna ordnade så att en sträckte sig från klockan 9 på kvällen till klockan 6 på morgonen (natturen), sedan kom två sex timmars dagskift och slutligen ett tre timmars kvällsskift. Av de sammanlagt sex observatörerna skötte tre man om dessa vaktturer under en halv veckas tid i taget, medan de tre övriga under tiden var "lediga". Ordet ledig betydde i detta sammanhang att man inte behövde ha vaktturer. Biese skrev:

> "Sålunda anordnad blef vakthållningen ej alltför betungande. Medgifvas måste dock, att det enformiga upprepandet af samma syssla i längden tröttade. Svårast voro naturligtvis nattvakterna, som ofta kommo efter en arbetsdryg dag, icke minst emedan polarljusobservationerna till största delen föllo på dem och alla instrument i det fria den mörka tiden måste afläsas med lykta".

För övrigt löpte dagarna för den lediga besättningen enligt ett fastställt mönster: Kl. 6 morgonkaffe. Kl. $\frac{1}{2}$ 9 gemensam frukost för hela expeditionen på prästgården. Kl. 9-12 arbete (underhåll av instrument, uträkningar o.s.v.). Kl. 12–1 gymnastik på Anneberg och kaffe. Kl. $\frac{1}{2}$ 3 gemensam middag varefter resten av tiden under eftermiddagen användes till fria studier, utflykter med ren och dylikt. Kl. $\frac{1}{2}$ 9 var det kvällsvard, som vid högtidliga tillfällen föregicks "af ett upplifvande glas". Särskilda dagar i veckorutinen utgjorde torsdag, då man badade, fredag, då posten kom och lördag, då posten avgick. Rutinen avbröts av så kallade terminsdagar, som inföll den 1. och 15. varje månad. Under dessa dagar utfördes avläsningen av instrument med så täta intervall att tre observatörer var nödvändiga per vakttur; vissa avläsningar skedde med 5 minuters intervall. Under ett dygn gjordes följande antal mätningar: meteorologiska 271, elektrometriska 48, magnetiska 2496, jordströmsmätningar 1344 och polarljusobservationer 16; totalt 4175 avläsningar under varje terminsdygn. Observationsåret som sträckte sig från 22.8.1882 till 1.9.1883 resulterade i följande totalantal registreringar: under terminsdagarna 104375 st., under normala dagar 259307 st., totalt 363682 st.

Utöver det geofysiska mätprogrammet fanns många andra uppgifter:

> "Förutom den ordinarie vakthållningen hade hvarje observator dessutom sina bestämda åligganden, ty det var ej nog med att instrumenten en gång blifvit uppställda, de måste äfven öfvervakas och

> bibehållas i sådant skick, att afläsningarnes betydelse och absoluta värden voro fullkomligt kända. I detta afseende öfverlemnades den meteorologiska instrumentelen i hr Dahlströms vård, elektrometern i hr Granits, jordströmsgalvanometrarne med deras ledningar i hr Petrelii och den magnetiska appareljen öfvertogs af [Biese]. Likväl gjordes härvid ingen så markerad åtskilnad, utan togos medlemmarnes hjelp i anspråk alltefter tid och lägenhet. Vid kontrollbestämningarne fordrades för öfvrigt ofta fleras biträde på samma gång. – De astronomiska såväl ort- som tidsbestämningarne utfördes uteslutande af hr Petrelius. Ombesörjandet af de nödiga kronometerkomparationerna och korrektionerna var derför hans dagliga göra. Såväl hit hörande observationer som ock tidsbestämningarne erfordrade den största påpasslighet och månget nattvak. – Under den tid, som prof. Lemström vistades vid stationen, utfördes de absoluta magnetiska bestämningarne dels af honom, dels af [Biese], senare af [Biese] allena" (*ibid.*).

Det var självklart att Lemström följde med transporten till Sodankylä och där själv deltog i arbetet övervakande att allt fungerade och att man höll den uppgjorda tidtabellen. Dessutom hade han även ställt upp egna forskningsprogram:

> "Redan på förhand hade professor Lemström uppgjort en plan för fortsättandet af sina under en expedition till Lappland vintern 1871–72 påbörjade studier af polarljusets natur. I sammanhang härmed hade också jordströmsobservationerna blifvit anordnade, ehuru ingen af de öfvriga stationerna beslutat att studera dem. Det erbjöd sig ju ock ett tillfälle, som kanske ej så snart skulle återkomma" (*ibid.*).

Det var Lemströms avsikt att upprepa de snart tio år gamla försöken från Luosmavaara. Han hade nu konstruerat en större utströmningapparat och den ställdes upp på Oratunturi, som låg på 20 km avstånd från observationsstationen och 296 meter över kyrkbyn. Utströmningsapparaten bestod av en koppartråd, försedd med spetsar, som riktades uppåt. Denna koppartråd löpte i slingor och täckte ett 900 kvadratmeter stort område. Från denna slinga löpte en välisolerad tråd via en "riskoja" med galvanometern ned till foten av berget där en zinkskiva var nedsänkt i en källa. Om elektriska störningar och urladdningar förekom i atmosfären var det möjligt att koppartråden med sina spetsar skulle dra till sig dessa urladdningar och galvanometern ge utslag. Om resultaten berättade Lemström:

> "Ifrån den 5 December då apparaten blef färdig iakttogs oftast om

> aftonen och natten ett gulhvit ljus, som omgaf denna fjälltopp uder det att något ljus ej syntes från en annan närliggande. Ljuset var mycket varierande uti intensitet och ständigt rörligt liksom flammande. – Galvanometern gaf städse ett utslag för en positiv ström från utströmningsapparaten till Jorden. Utslaget var mycket varierande så att nålen var i ständig rörelse, under det strömmen var sluten" (*ibid.*).

Försöken upprepades flera gånger, men med samma resultat. Lemström ville också pröva apparaten på andra fjälltoppar och reste därför med Granit till kronostationen Kultala nära Ivalo. Då utströmningsapparaten ställdes upp där gav den igen samma resultat som vid Oratunturi. Resultaten överträffade förväntningarna ty

> "resenärerna lyckades t.o.m. att öfver utströmningsapparaten få se en hög ljusstråle och fingo således i rikaste mått ersättning för mödorna af sin i hög grad besvärliga resa" (*ibid.*).

Efter resan till Kultala hade Lemström inte mycket mera att uträtta i Sodankylä. Alla instrument fungerade och dygnsrutinen löpte. Därför kunde Lemström lugnt lämna stationen den 15 januari 1883 och återvända till Helsingfors. Den fortsatta vintern förlöpte utan allvarliga avbrott i mätningarna i Sodankylä. Då våren kom började zoologen och botanikern inleda sina specialprogram och arbetet intensifierades därigenom. Vid denna tid var Sundman tvungen att lämna stationen för enskilda angelägenheter. Den 1 september 1883 avslutades det internationella året med en terminsdag och därmed hade expeditionen fullföljt sitt värv.

Under våren 1883 då Lemström vistades i Helsingfors följde han hela tiden intresserat med vad som hände i Sodankylä. Han var belåten, eftersom året såg ut att bli framgångsrikt. Man hade lyckats fullfölja det internationellt uppgjorda programmet och dessutom hade man haft egna forskningsuppgifter. Inte bara fysiker, utan också botaniker och zoologer, hade dragit nytta av året. Lemström ville helst fortsätta sina experiment med artificiella "norrsken" ännu ett år. Tillsammans med sin tidigare lärare Adolf Moberg riktade han en skrivelse till kejsaren anhållande om ett tilläggsanslag om 36000 Fmk för ytterligare ett observationsår i Sodankylä. I denna ansökan redogjorde Lemström för sina tidigare mätningsresultat och för sina demonstrationer av artificiella norrsken samt räknade upp flera prominenta forskare, som uttryckte sin förhoppning om att observationerna skulle kunna fortsätta.

Också denna ansökning blev beviljad: Finska Vetenskaps-Societeten gav sitt stöd och kejsaren ställde de önskade statsmedlen till förfogande. Denna nya expedition hade inte lång tid på sig för planering och iordningställande av utrustning.

> ”Arbetsplanen upptog, utom Sodankylä station, som skulle fortsätta sin verksamhet ännu ett år, en bistation i Kultala, som skulle vara i verksamhet från November till medlet af Mars. Utom vanliga meteorologiska och magnetiska observationer skulle nu hufvudsaklig vigt fästas vid de elektriska strömmarne i Jorden och atmosferen”.

Återigen måste man arbeta dag och natt för att hinna få allting i ordning, men den 2 september 1883 kunde äntligen sällskapet gå ombord på ångaren Vega, som skulle föra dem till Uleåborg. Expeditionen bestod denna gång av Lemström, som åtföljdes av hustru och dotter, samt observatörerna, studenterna Roos och Heinrichs. I Uleåborg var man denna gång tvungen att byta båt för att komma vidare till Kemi, men annars var färden lik den förra ett år tidigare. I Kemi väntade foror som tog resenärerna och deras utrustning till Rovaniemi och Kemi träsk. Därifrån gick resan vidare, denna gång med egna båtar, då man ville undvika besväret med en ständigt stigande båthyra. Men de lejda båtkarlarna var fortfarande nödvändiga och ”äfven nu skulle färden längs elfven varit särdeles angenäm, om ej det ofta återkommande ackorderandet med båtkarlarna hunnit uttömma tålamodet på oss alla”. Den 16 september 1883 kom man slutligen fram till Sodankylä kyrkby.

Att få expeditionen fulltalig var denna gång svårare. En zoolog hade länge saknats och Lemström uttryckte sin oro över att platsen kanske inte alls skulle bli fylld. Det andra observationsåret skulle inte uppta ett lika digert program som det internationella geofysiska året. Man minskade antalet observationer och personalen kunde därför skäras ned i motsvarande grad. En parallellstation skulle man dock ha i Kultala. I Sodankylä var observatörerna Ernst Biese, Alfred Petrelius, E. Moberg och Axel Heinrichs, medan Karl Granit och Uno Roos verkade i Kultala. Året blev delvis en besvikelse då det som man egentligen var ute för att studera, norrskensfenomenet, till största delen uteblev.

> ”Vintern kom sent och med denna läto polarljusen äfven vänta på sig. Samma var förhållandet med öfriga under det förra året redan på hösten observerade egendomliga ljusföreteelser. I detta avseende företedde naturen detta år en påfallande olikhet mot det förra. Äfven sedan vintern på allvar kommit, ville likväl ej de företeelser, som vi på grund af förra iakttagelser väntat, uppträda med önskad intensitet. Visserligen gåfvos der tillfällen, då fjolårets iakttagelser till fullo bekräftades, men det var dock endast undantagsvis, en omständighet, så mycket mera nedslående, som expeditionen nu haft

> mera tillfälle att egna sin uppmärksamhet åt dem. Så fortfor det hela vintern igenom såväl i Sodankylä som i Kultala. Vi hade ovedersägligen haft otur, ty icke ens det vanliga polarljuset utvecklade någon större prakt”.

Den geofysikaliska verksamheten tystnade härefter i Sodankylä för flere decennier, tills ett nytt geofysiskt observatorium grundades 1913 i Tähtelä söder om Sodankylä centrum. Observatoriets grundare var Finska Vetenskapsakademien. Observatoriet förstördes av tyskarna under Lapplandskriget 1944, men återbyggdes och utgör numera en specialenhet av Uleåborgs universitet.

Som så ofta i världshistorien lägger krig och fientligheter hämsko på internationell vetenskaplig och allmänmänsklig verksamhet. Det andra internationella polaråret kunde organiseras femtio år efter det första, åren 1932–1933. I det tredje internationella polaråret 1957–1958, som gick under namnet Internationella geofysiska året och som omfattade nya aktivitetsformer, deltog 67 länder. Det fjärde och senaste polaråret sträckte sig från mars 2007 till mars 2009 och var den hittills mest omfattande satsningen på polarforskningen. Bland nya teman märks studier av klimatförändringen och hur den påverkar de särskilt utsatta polarområdena.

Sammandrag om norrskensforskningen på 1800-talet

Trots att vi i dag har en rätt god allmän bild av Jordens magnetfält och norrskensfenomenet finns det fortfarande olösta problem. Forskningsområdet har vuxit och omfattar inte enbart optiska observationer av norrsken utan kan i dag närmast karakteriseras som rymdforskning där data insamlas och satellitundersökningar av rymden närmast Jorden utförs i ett mycket brett perspektiv. Det är i ljuset av vår nuvarande kunskap vi kan förstå vilka enorma svårigheter forskarna ännu under slutet av 1800-talet hade att kämpa med då de skulle förklara det besynnerliga fenomenet *aurora borealis*. Då för tiden kände man t.ex. inte till positivt och negativt laddade elementarpartiklar i den bemärkelsen vi gör i dag. I stället omfattade mången finländsk forskare den hypotes om elektricitetens natur som den svenske professorn Erik Edlund förfäktade. Positiv elektricitet utgjordes enligt denna hyptes av ett överskott av laddningar jämfört med det neutrala medeltalet, medan negativ elektricitet uppvisade ett underskott. Utgående från detta försökte Edlund härleda kända lagar för elektriciteten. Han ansåg det som sannolikt att det elektriska ämnet var detsamma som ”ljusetern” och att det betedde sig som ett imponderabelt fluidum. Teorin var ingalunda unik eller ny, men den accepterades av bl.a. Selim Lemström, som studerade hos Edlund i Stockholm. Den kunde dock på intet sätt tävla med den Maxwellska teorin för elektromagnetiska fält, som växte fram vid ungefär samma tidpunkt.

På 1870-talet hade man redan vissa grundläggande fakta att arbeta med när det gällde norrsken. Man kände till de två slagen av elektricitet (+ och −), och man hade redan 1820 påvisat att all slags elektricitet i rörelse gav upphov till en magnetisk verkan. Sedan gammalt visste man att Jorden omges av ett magnetfält. Enligt den elektromagnetiska teorin kunde detta fält ha sitt ursprung i elektriska strömmar i Jordens inre, som kunde påvisas och uppmätas även vid jordytan med en känslig galvanometer. De magnetiska stormar man ibland noterade, d.v.s. snabba oregelbundna förändringar i Jordens magnetfält, tänktes bero på förändringar i dessa jordströmmars förlopp.

Enligt en teori på 1870-talet avdunstade havsvatten i de varma ekvatorialtrakterna och vattenångan blev vid denna process positivt laddad. Exakt hur denna uppladdningsprocess skedde var dock oklart: Jean Peltier (1785–1845) ansåg att det skedde självständigt medan schweizaren Auguste de la Rive (1801–1873) förfäktade att den elektronegativa Jorden inverkade på slutresultatet. Den laddade vattenångan fördes därefter av luftströmmarna upp mot polarområdet där luften sammanträngdes emedan parallellcirklarnas radier blev mindre. Samtidigt uppstod även större spänning i den sammanträngda luften och under gynnsamma förhållanden kunde luftens positiva laddning förenas med Jordens negativa och i samband med denna urladdning uppstod ett ljusfenomen.

Lemström försökte förklara sina observationer av Jordens magnetfält och norrskensfenomenet i polartrakterna utgående från ovan beskrivna hypoteser och antaganden. Han kunde t.o.m. lägga fram beräkningar som stödde hypoteserna. Han utgick vid sin presentation från att vattenånga avdunstade från jordytan. Jorden blev härvid negativ och positiv elektricitet steg uppåt i luftlagren. Denna elektricitet uppträdde som atmosfärisk elektricitet fördelad på luftmolekylerna. Detta noterades som molnelektricitet (kondenserad vattenånga) som gav upphov till åska och blixtar, eller som elektricitet i det förtunnade luftrummet, som gav upphov till kornblixtar och norrsken. På hög höjd var lufttrycket lågt (40 mmHg) och luften var en relativt god ledare. Lemströms resonemang löpte härifrån vidare. I polartrakterna var den elektriska tätheten ungefär 9 % högre än vid ekvatorn och dessutom låg det förtunnade rummet i polartrakterna lägre än vid ekvatorn. Därför blev kraftens verkan mellan positiv och negativ laddning omkring 20-30 % större vid polerna än vid ekvatorn. Den mellanliggande relativt torra luften isolerade, men om fuktighet uppträdde kunde ström gå genom detta skikt. Vid tillräckligt stark ström (urladdning) uppstod det ljusfenomen vi kallar norrsken. Som bevis åberopade Lemström sina spektakulära urladdningsexperiment på de lappska fjällen.

Lemströms norrskensteori (Lemström, 1886c) stämmer till en del med nutida förklaringen, men den är likafullt i grunden felaktig. Framför allt har Jordens magnetfält ingen väsentlig roll i denna teori. På 1880-talet kände man inte till elektronen, man visste inte att Solen sänder ut laddade partiklar som samlar sig vid de magnetiska polerna, man saknade kunskap om hur jordklotet såg ut i sitt inre, och man visste ingenting om excitering av ljuskvanta. Det är mot bakgrunden av denna allmänna brist i det fysikaliska vetandet man skall bedöma Lemströms insats. Det enorma observationsmaterial han under årens lopp samlade ihop var redan det ägnat att utvidga kunskapen om vår planets natur och fysikaliska egenskaper. Emellanåt var det som att stöta mot en vägg då ingen tillgänglig hypotes syntes lämplig att förklara observationerna. Ibland hittade Lemström en hypotes som gick att anpassa, och ibland öppnades helt nya spår med hisnande perspektiv för framtiden. Vi kan till slut notera Brekkes och Egelands (1979) ord om Lemströms arbeten: ”Når det gjelder Lemströms nordlys-teori for övrig må en kune si att han bokstavelig tald snudde problemet på hodet”.

För den nuvarande teorin om norrskenets ursprung har vi i huvudsak att tacka norrmannen Kristian Birkeland (1867–1917), som var en föregångare med sin forskning. Enligt Birkeland uppstår norrskenet av ett flöde av elektriskt laddade partiklar från Solen som följer Jordens magnetiska fältlinjer ner i atmosfären. Alla detaljer i uppkomstmekanismen var dock inte kända under Birkelands tid, och trots hans utförliga elektromagnetiska experiment med en *terrella* (miniatyrjord) under 1900-talets första decennium tog det länge innan teorin blev allmänt accepterad (Rypdal & Brundtland, 1997). Det var först med hjälp av satellitobservationer i slutet av 1960-talet som Birkelands norrskensteori fick sin slutliga bekräftelse.

10

Matematiken under autonomins tid

Efter 1700-talets ”nyttans tidsålder” förde den matematisk-naturvetenskapliga forskningen i Åbo en rätt så tynande tillvaro. De livliga internationella kontakter som hade upprätthållits av Lexell och Planman var ett minne blott. Matematiken och de exakta vetenskaperna hade förlorat sin charm hos de styrande, vilkas intresse riktades sig på det sköna, vittra och romantiska. Efter rikssprängningen 1809 knöts de finländska vetenskapsmännen närmare de ryska. Det gällde inte minst matematiker och astronomer, vilket gav astronomin i Finland ett nytt lyft som bar genom hela 1800-talet. Detta kapitel ger en översikt av matematikens historia i Finland under 1800-talet. Framställningen är mer summarisk än i de tidigare kapitlen, eftersom matematiken nu blir allt mer teknisk och specialiserad. En utmärkt helhetsbild av denna epok har tecknats av Elfving (1981), vars insats vi bara till vissa delar har kompletterat.

Nathanaël Gerhard af Schultén d.y.

Den sista matematikprofessorn vid Akademien i Åbo, och den första vid universitetet i Helsingfors, var Nathanaël Gerhard af Schultén d.y. (Stén & Holmberg, 2017). Han var född den 16 juni 1794 i Nagu i en akademisk släkt: hans farfader Samuel Schultén (1680–1752) var professor i juridik vid Akademien i Åbo och hans fader Nathanaël Gerhard af Schultén d.ä. (1750–1825) docent i astronomi (elev till Martin Johan Wallenius och Anders Planman). N. G. af Schultén d.ä. tävlade med J. H. Lindquist om professuren i matematik efter Lexell, men förlorade. I stället blev han lärare i den svenska Krigsakademien i Karlberg utanför Stockholm. Dessutom blev han överste i arméns flotta och överdirektör för lotsverket. Han deltog 1786 i en svensk expedition till Medelhavet som lärare i astronomi för unga sjökadetter (af Schultén/Mustelin, 1964).

Under sin tid som professor i Karlberg utgav Nathanaël Gerhard af Schultén d.ä. på eget namn följande läroböcker (översättningar undantagna):

1. *Spherisk trigonometrie i sammandrag.* Stockholm: Johan Pehr Lindh, 1795.

2. *Kårt underrättelse uti läran om globerna, och de första begrepp af astronomien, jämte anvisning at lära känna stjernorna.* Stockholm: Johan P. Lindh, 1796. (Andra tillökta upplagan: Stockholm: Joh. Sam. Ekmanson, 1798).

3. *De första grunderna til mechaniken, sammandragne at nyttjas vid föreläsningarne för de Kongl. cadetterne på Carlberg.* Stockholm: Johan P. Lindh, 1796.

4. *Logarithmiska taflor, och åtskilliga andra tabeller, som äro nyttiga uti astronomien, navigation och geographien.* Stockholm: Carl F. Marquard, 1802.

Att böckerna var skrivna på svenska visar att de inte företrädesvis var avsedda för universiteten, där undervisningsspråket (åtminstone disputationsspråket) fortfarande var latin. Icke desto mindre höll böckerna hög klass. Nathanaël Gerhard Schultén d.ä. invaldes i Kungl. Vetenskapsakademien och adlades 1809 med namnet af Schultén. Efter sin frivilliga återkomst till Finland 1813 utnämndes han till verkligt statsråd.

Nathanaël Gerhard af Schultén d.y. hade en naturlig fallenhet för de exakta vetenskaperna, och med honom tog matematiken i Åbo åter ett kliv mot den internationella topp, där endast Lexell av alla Åbo-matematiker tidigare befunnit sig, dock utan att fullt nå den. Han blev magister i Uppsala 1815 efter att under professorn i matematik Jöns Svanbergs (1771–1851) presidium ha försvarat två avhandlingar, den ena (1814) om ellipsoidens geometri och den andra (1815) om centralrörelse i elliptiska banor inom ramen för Newtons gravitationsteori. Därefter flyttade han till hemlandet Finland, dit även fadern återvänt 1813, och som under bortavaron hade blivit ett ryskt storfurstendöme. Även om storfurstendömets huvudstad flyttats till Helsingfors befann sig universitetet fortfarande i Åbo, men kallades nu Kejserliga Akademien i Åbo (*Imperialis Academia Aboensis*). År 1816 blev af Schultén utnämnd till docent i tillämpad matematik och adjunkt i matematik och fysik. Han konkurrerade om tjänsten med en annan ung vetenskapsman, astronomen Henrik Johan Walbeck (1793–1822). Bägge blev utnämnda till docenter, men i föreläsningskatalogens ordningsföljd gynnade lotten af Schultén. Professor i matematik blev af Schultén 1826 efter J. F. Ahlstedt. Han gick i pension 1855 och dog i Åbo 1860.

De första avhandlingarna som af Schultén utgav i Åbo handlade om teoretisk mekanik och fysik. Mellan 1815 och 1819 utkom en serie om fyra avhandlingar under rubriken *De motu corporum libero in medio resistente* (Om en kropps obundna rörelse i ett medium med motstånd). Den första delen av avhandlingen börjar med en formulering i skalärform av Newtons rörelselag enligt vilken tidsderivatan av en kropps rörelsemängd är lika stor och har samma riktning som den kraft som orsakar rörelsen. För kraftens x-komponent gäller rörelseekvationen

$$\frac{(v\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}s})\cdot\mathrm{d}(v\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}s})}{\mathrm{d}x} = L - R\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}s}$$

och för y och z -koordinaten gäller motsvarande ekvation. Till höger om likhetstecknet är L den i x-riktning verkande kraftkomponenten och R motståndet. Därtill förekommer i ekvationen storheterna $\mathrm{d}s = \sqrt{(\mathrm{d}x)^2 + (\mathrm{d}y)^2 + (\mathrm{d}z)^2}$ och hastighetens x-komponent $v = \mathrm{d}x/\mathrm{d}t$. Ekvationerna är alltså kopplade genom s. Efter partiell differentiering blir ekvationen för x-komponenten

$$\frac{v(\mathrm{d}s\cdot\mathrm{d}v + v\mathrm{d}s\cdot\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}x} - v\cdot\mathrm{d}^2s)}{\mathrm{d}s^3} = \frac{L}{\mathrm{d}x} - \frac{R}{\mathrm{d}s},$$

och motsvarande för y- och z-komponenten. Det här är första gången i en Åbodissertation som rörelseekvationerna formuleras så här generellt, skilt för varje teoretisk möjliga kraftkomponent. Genom att turvis subtrahera dessa ekvationer sinsemellan fås, i fallet med x- och y-variablerna, uttrycket

$$v^2 = \frac{(L\mathrm{d}y - M\mathrm{d}x)\mathrm{d}s^2}{\mathrm{d}y\mathrm{d}^2x - \mathrm{d}x\mathrm{d}^2y}.$$

Härefter härleds den allmänna differentialekvationen för partikelns rörelse. Emedan den visar sig vara mycket komplicerad i det mest generella fallet härleds i stället många begränsade specialfall. I den fjärde delen av avhandlingen behandlas fri fallrörelse i luft, då luftmotståndet betraktas som proportionellt mot hastigheten i kvadrat, $R = \alpha Dv^2$. Rörelsens differentialekvation lyder då $\alpha Dv^2\mathrm{d}x + v\mathrm{d}v = L\mathrm{d}x$, då motståndet αD (där D är luftens densitet) och kraften

L är funktioner av x. Differentialekvationen löses sedan med avseende å hastigheten, och i fall D antas vara oberoende av x, och L är lika med tyngdkraftens acceleration g, erhålls ett komplicerat uttryck för falltiden

$$t = \frac{1}{\sqrt{g\alpha D}} \arcsin\left(\frac{\sqrt{ge^{2\alpha Dx}}}{\sqrt{\alpha Dc^2 + g}} \right)$$

där c betecknar utgångshastigheten. Efter förenklingar i fallet $c = 0$ erhålls $t = (\alpha Dx + \ln 2)/\sqrt{\alpha Dg}$, vilket slutligen testas mot resultatet från ett experiment utfört i London 1710, då ett ihåligt glasklot på 5 tum släpptes ner från höjden 220 engelska fot (ca 66 m). Den uppmätta falltiden rapporterades som 8,2 sekunder, medan den som af Schultén uträknat teoretiskt var 8,0194 sekunder (vilket kan jämföras med falltiden 3,7 s utan luftmotstånd). Överensstämmelsen kan i varje fall anses tolerabel.

I Kungl. Vetenskapsakademiens *Handlingar* för år 1819 ingår en uppsats av af Schultén som belönades med Vetenskapsakademiens Fernerska pris. Uppsatsen med den långa och nästan obegripliga titeln ”Anmärkningar öfver allmänna termen och summan af serien $z_{1(-1)}z_{2(-1)}\cdots z_{m(-1)}z_{1(0)}z_{2(0)}\cdots z_{m(0)}z_{1(1)}z_{2(1)} \ldots z_{m(1)}\ldots$, *der* $z_1, z_2, \ldots z_m$ äro functioner utaf en gifven form” handlar i nutida terminologi om interpolering av en kontinuerlig funktion över ett givet intervall. Af Schulténs lösning utnyttjar trigonometriska polynom som genereras av rötterna av ekvationen $y^m - 1 = 0$. Rötterna skrivs i formen

$$\cos 0 \cdot \pi \pm \sqrt{-1} \sin 0 \cdot \pi, \qquad \cos \frac{2\pi}{m} \pm \sqrt{-1} \sin \frac{2\pi}{m}, \qquad \cos \frac{4\pi}{m} \pm \sqrt{-1} \frac{4\pi}{m},$$

eller mer allmänt $\cos \frac{n\pi}{m} \pm \sqrt{-1} \sin \frac{n\pi}{m}$, där n, m är heltal och $m \neq 0$. Trigonometrisk interpolation låg alldeles tydligt i luften, men af Schulténs lösning tycks vara oberoende av Friedrich Wilhelm Bessels (1784–1846) och Joseph Fouriers (1768–1830) ungefär samtida arbeten.

Efter J. F. Ahlstedts frånfälle 1823 förestod af Schultén professuren i matematik och utnämndes 1826 till ordinarie professor i ämnet. Han var den förste professorn i matematik i Åbo efter Lexell att ha rest utrikes. Hans första utlandsresa 1821 gick till Sankt Petersburg, där han bl.a. besökte Kejserliga Vetenskapsakademien. En del av de vetenskapsmän han mötte där hade verkat även på Lexells tid, 37 år tidigare. Han gjorde ett gott intryck med sina publikationer och blev strax invald som Vetenskapsakademiens korresponderande ledamot. År 1824 gjorde han en längre resa genom Stockholm, Göteborg och London till Paris, där han mottogs på Vetenskapsakademiens sammanträden och blev bekant med sin tids främsta matematiker. I Arcueil, som då låg utanför Paris, besökte han Pierre Simon de Laplace (1749–1827), vilken Lexell hade träffat i Paris över 40 år tidigare. Han inlämnade för Franska Vetenskapsakademien en avhandling i teoretisk mekanik, *Mémoire sur le choc des corps solides non libres*, för publicering. Granskarna berömde artikeln men ansåg att den inte var tillräckligt nyskapande för att publiceras. Af Schultén blev sålunda inte heller invald i Franska Vetenskapsakademien. Huruvida det var hans avsikt kan man inte veta. Senare refuserades ett annat manuskript inlämnat av af Schultén; denna gång var ämnet stråloptik.

En av af Schulténs talrika dissertationer om geometrisk optik, *In theoriam umbrae meditationes mathematicae* (Matematiska tankar om teorin om skuggan, 1826), berör frågar om skuggans och halvskuggans (penumbra) form då ljuskällans och hindrets former är förut givna. Respondenten Claes Albert Tulindberg (1802–1865) blev senare docent i matematik. Han föddes i Uleåborg som son till tonsättaren och ämbetsmannen Erik Tulindberg[1] och blev känd för sitt utmärkta minne och sina excentriska vanor (Elfving, 1981). Han var illa beryktad som angivare i samband med den ”polska skålen” som utbringades i en fest i Helsingfors 1830. Dock erkände han aldrig sin missgärning.

En annan docent i matematik under af Schulténs professur var Henrik Gustaf Borenius (1802–1892). Han var född i Nykyrka i nuvarande ryska Karelen och avlade sin examen vid Akademien i Åbo 1827 strax innan den stora branden. Han blev därpå amanuens vid det nybyggda astronomiska observatoriet i Åbo och prästvigdes 1829 i Borgå stift. År 1834 utnämndes han till docent i matematik och därpå följande år till lektor i tyska språket vid universitetet. Han verkade som adjunkt i matematik och fysik fram till 1852, då adjunkturerna enligt de nya statuterna avskaffades. Dessutom var han direktör för det magnetisk-meteorologiska observatoriet i Helsingfors efter sin svärfar J. J. Nervander (1805–1848). Borenius hade en bred palett av intressen, men hans rent matematiska alster är få. De gäller i synnerhet undersökning av generella plana kurvors egenskaper som härrör från stråloptiken. Denna analys leder till svårhanterliga partialdifferentialekvationer av första graden. I kapitel 12 berättar vi närmare om Henrik Gustaf Borenius och hans släkt.

Det sista akademiska alster som af Schultén skrivit och presiderat för i Åbo före den stora branden 1827 är en av allt att döma oavslutad svit på sju avhandlingar rubricerad *Theoria aequationum functionalium duarum variabilium eiusque in doctrina serierum usum exhibens* (Teori om funktionalekvationer av två variabler och dess användning i läran om serier, 1827). Arbetet handlar, såsom titeln förtäljer, om funktionaler, d.v.s. funktioner $F(y)$ av funktioner y

[1]Erik Tulindberg (1761–1814) föddes i Lillkyro och studerade i Åbo för H. G. Porthan. Han var violinist och komponist och valdes till ledamot i Kungl. Musikaliska Akademien 1797. Han var ämbetsman till yrket och verkade 1809–1812 som chef för senatens finansexpedition.

med vissa egenskaper. Genast i början anförs exempel på funktionalekvationer. Det första är $y_{u+1} \cdot y_{u-1} - u^2 + 1 = 0$, där y_z skall förstås som en funktion av z. En lösning är $y_z = z$, ty man har då $y_{u+1} = u+1$ och $y_{u-1} = u-1$ som identiskt satisfierar ekvationen för alla u. På samma sätt finner man för ekvationen

$$y_{\sqrt{u}} + 2u^2 y_{\sqrt[8]{u}} + 3u^3 y_{\sqrt[4]{u}} - 6u^6 = 0,$$

lösningen $y_z = z^{12}$ eftersom

$$(\sqrt{u})^{12} + 2u^2(\sqrt[8]{u})^{12} + 3u^3(\sqrt[4]{u})^{12} - 6u^6 = 0,$$

vilket gäller identiskt för alla u. Som sista exempel på en funktionalekvation ger författarna $y_{u+2} - 2y_{u+1} + 2y_u - u = 0$, som satisfieras av

$$y_z = 2^{z/2}\left(a \sin\frac{\pi z}{4} + b \cos\frac{\pi z}{4}\right) + z,$$

vilket lätt kan verifieras. Däremot är det redan svårare att finna lösningar på ekvationer av typ

$$F'(u, y_{\varphi u}, y_{\varphi_1 u}, y_{\varphi_2 u}, \ldots y_{\varphi_n u}) = 0.$$

Författarna föreslår här en transformation av variabeln u i en annan variabel x genom $\varphi u = x$, så att $u = \varphi' x$ och

$$F'(\varphi' x, y_x, y_{\varphi_1 \varphi' x}, y_{\varphi_2 \varphi' x}, \ldots y_{\varphi_n \varphi' x}) = 0.$$

En allmän funktionalekvation antar därför formen

$$F''(x, y_x, y_{f_1 x}, y_{f_2 x}, \ldots y_{f_n x}) = 0,$$

i vilken funktionerna F'', f_1, f_2, f_n är givna och y är den obekanta. Bland de mest allmänna fall som dittills behandlats nämns $f_2 x = f_1 f_1 x = f_1^2 x$, $f_3 x = f_1 f_2 x = f_1^3 x$ o.s.v., vilka undersöks i belysning av många specialfall och exempel.

En av sina få internationella stjärnstunder upplevde af Schultén genom en skriftlig debatt som fördes i tidskriften *Astronomische Nachrichten*. Den första artikeln, utgiven 1829, bar titeln *Remarque sur un passage de la Mécanique Analytique de Mr Lagrange* (s. 185-187) och den senare, utgiven 1831, *Note sur la tension des fils élastiques* (s. 21-24) (Stén & Holmberg, 2017). I den första artikeln granskar af Schultén kritiskt, men ändå i hovsam ton, en passus i J. L. Lagranges berömda verk *Mécanique analytique* (upplagan 1811–1815), där lösningen för jämvikten av en elastisk fiber under belastning härleds. Lagranges och Laplaces berömde elev Siméon Denis Poisson (1781–1840) besvarade i ett brev publicerat i samma årgång av tidskriften af Schulténs kritik. I den senare artikeln preciserar af Schultén sitt resonemang, på vilket Poisson åter svarade och gav honom delvis rätt. År 1833 gav ukrainaren Mikhail Ostrogradsky (1801–1862) en grundligare utredning för Lagranges förmodade misstag i Kejserliga Ryska Vetenskapsakademiens tidskrift.

Med tiden blev af Schultén allt mer intresserad av matematikens grundvalar, däribland det välkända parallellaxiomet samt differentialkalkylens grunder. Dessa undersökningar publicerade af Schultén på franska i den år 1838 grundade Finska Vetenskaps-Societetens *Acta*. Han studerade också begreppen irrationalitet, d.v.s. tal som inte låter sig uttryckas som ett heltalsbråk, samt transcendens, d.v.s. tal som inte satisfierar någon polynomekvation. I en uppsats rubricerad ”Détermination des polygones réguliers commensurables avec le carré du rayon du cercle y circonscrit” (1843) betraktade han arean av reguljära polygoner med antalet q sidor som inskrivs i en enhetscirkel, med andra ord uttrycket

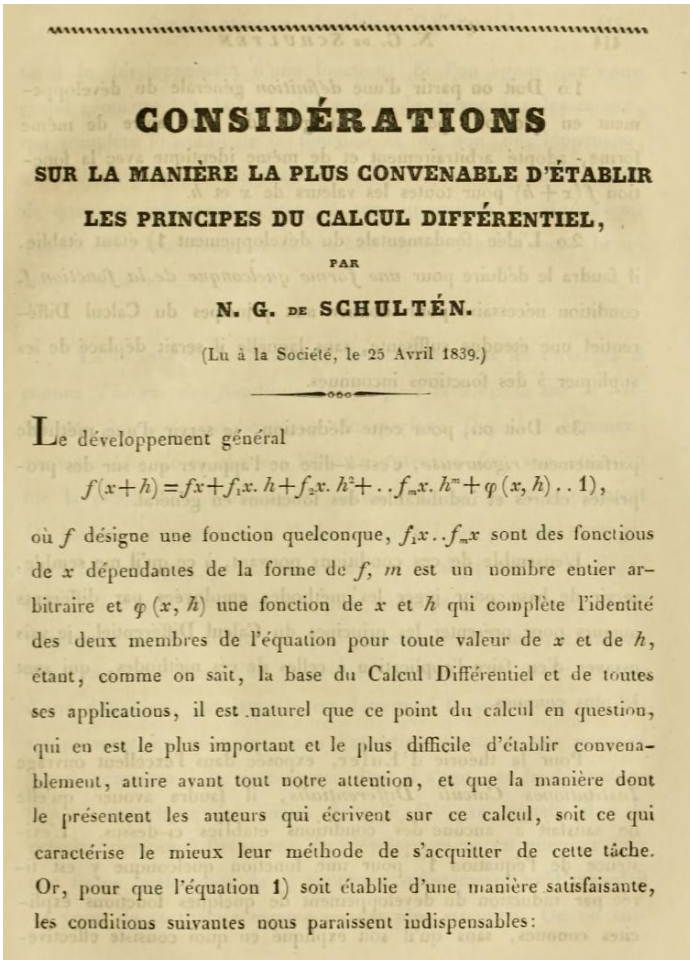
$$q\sqrt{\frac{1}{8}(1-\cos\frac{4\pi}{q})}.$$

Detta uttrycks värde konstateras vara irrationellt då $\cos\frac{4\pi}{q}$ är det (t.ex. i fallet $q = 3$), och undersökningen leder till slutsatsen, att kvadraten och dodekagonen är de enda reguljära polygoner inskrivna i en cirkel vilkas area är kommensurabel med cirkelns radie. Af Schultén bevisade även irrationaliteten av $e^{\sqrt{2}}$ och $e^{\sqrt{3}}$. Euler hade redan 1737 visat att talet e är irrationellt genom att uttrycka det som ett oändligt kedjebråk. Sedan gammalt var det också känt att det konvergerande kedjebråket

$$x = \cfrac{a_1}{b_1 + \cfrac{a_2}{b_2 + \cfrac{a_3}{b_2 + \dots}}},$$

med heltalskoefficienter a_i och b_i för vissa koefficientkombinationer alltid är irrationellt och ibland även transcendent. Af Schultén lyckades också finna enhetliga kriterier för dessa fall.

Till följd av försvagad hälsa avgick N. G. af Schultén i pension 1855 och han dog i Åbo den 5 augusti 1860. Sedan den tid han tillträdde tjänsten hade universitetet förändrats märkbart. Efter Åbo brand hade universitetet, Kejserliga Akademien, flyttat till Helsingfors 1828. Samma år hade astronomiae observatorns tjänst ombildats till en självständig lärostol för astronomi, vilket underlättade arbetsbördan för professorn i matematik. Nya statuter för universitetet utgavs 1828 och 1852 med förändrade examenskrav och -grader. Matematiken var inte längre en del av den filosofiska fakulteten utan av en ny



CONSIDÉRATIONS

SUR LA MANIÈRE LA PLUS CONVENABLE D'ÉTABLIR LES PRINCIPES DU CALCUL DIFFÉRENTIEL,

PAR

N. G. DE SCHULTÉN.

(Lu à la Société, le 25 Avril 1839.)

Le développement général

$$f(x+h) = fx + f_1x.\,h + f_2x.\,h^2 + \,.\,.\, f_mx.\,h^m + \varphi\,(x, h)\,.\,.\,1),$$

où f désigne une fonction quelconque, $f_1x\,.\,.\,f_mx$ sont des fonctions de x dépendantes de la forme de f, m est un nombre entier arbitraire et $\varphi\,(x, h)$ une fonction de x et h qui complète l'identité des deux membres de l'équation pour toute valeur de x et de h, étant, comme on sait, la base du Calcul Différentiel et de toutes ses applications, il est naturel que ce point du calcul en question, qui en est le plus important et le plus difficile d'établir convenablement, attire avant tout notre attention, et que la manière dont le présentent les auteurs qui écrivent sur ce calcul, soit ce qui caractérise le mieux leur méthode de s'acquitter de cette tâche. Or, pour que l'équation 1) soit établie d'une manière satisfaisante, les conditions suivantes nous paraissent indispensables:

Fig. 10.1: Finska Vetenskaps-Societetens *Acta*-volym nr 1 (1842) innehöll flera franskspråkiga artiklar av N. G. af Schultén om matematikens grunder, såsom denna om differentialkalkylen.

fakultet, den matematisk-naturvetenskapliga. Svenska språket blev ett officiellt examensspråk (förutom latinet), finska språket följde snart efter.

En av N. G. af Schulténs elever var Adolf Moberg (1813–1894), blivande kemiprofessor och fysiker samt rektor för Kejserl. Alexanders Universitetet. Han erinrade sig sin tentamen i matematik från 1836 och upptecknade den i sin *Autobiografi* (Moberg, 1927):

1. Att uträkna en sferisk triangel, hvilkens alla vinklar äro gifna.
2. Att upplösa eqvationen $x^3 - 7x^2 + 9x + 345 = 0$.
3. Att finna höjden af den största rektangel, som kan inskrifvas i ett paraboliskt segment.
4. Att utveckla de 3 första termerna af $\sin 2^x$ i uppgående serie.
5. Att examinera kroklinien $y = 1 - x^3$ och uträkna dess krökningsradie för $x = +1$.
6. Att integrera $\mathrm{d}x/(x + \sqrt{1 + 2x})$.
7. Att integrera $x^2\mathrm{d}x/\sqrt{x + \sqrt{x}}$.
8. Att integrera $\mathrm{d}x/(x^4 - 2x)$.
9. Att differentiera 2 ggr.: $x^2 + y^3 + xy^2$.
10. Att qvadrera $y = 1 - x^3$ för gränserna $x = 1/2$ och $x = 3/2$.

Enligt Moberg tog besvarandet flera dagar. Han löste de tre eller fyra första uppgifterna under en dag eftersom han i hemlighet måste bistå en kamrat i svårigheter. Moberg nämner att Euklides' *Elementa* ingick i undervisningen, även om tyngdpunkten låg på kalkylen.[a]

[a] Facit (enligt J.S.): 2) $x = -5,6 \pm i\sqrt{33}$. 3) Då det paraboliska segmentet betecknas $x^2 - a$ blir den största inskrivna rektangelns höjd $2a/3$. 4) $\sin 1 + x \cos 1 \ln(2) + x^2 \ln(2)^2 (\cos 1 - \sin 1)/2$. 5) Den sökta krökningsradien är $5\sqrt{10}/3$. 9) $2+4yy'+6yy'^2+3y^2y''+x(2y'^2+2yy'')$. 10) $-1/4$. Integreringsuppgifterna 6, 7, 8 – så vida de faktiskt är rätt ihågkomna och upptecknade – måste betraktas som mycket krävande. I den sista uppgiften noteras, att termen "kvadrera" fortfarande användes för areabestämning genom bestämd integral.

Den förste professorn i astronomi i Finland var Friedrich Wilhelm August Argelander (1799–1875), en tysk astronom av delvis finländsk börd som doktorerat i Königsberg i Ostpreussen. Argelander var en flitig observerande astronom: i Åbo gjorde han över 10 000 observationer rörande 560 stjärnors position på himlen. Då dessa positioner jämfördes med de noggrannaste tidigare gjorda observationerna fastställde han de små förändringar, egenrörelser, som under århundradens lopp hade skett. Av dessa egenrörelser var han i stånd att urskilja den rörelsekomponent som beror på Solens rörelse i förhållande till de omgivande stjärnorna. Således bidrog Argelander till kunskapen om strukturen av vår galax, Vintergatan, en bedrift som befäste hans ställning som en av sin tids ledande astronomer. Mellan 1834–2009 verkade astronomerna i den vackra, av arkitekt C. L. Engel planerade byggnaden på observatoriebacken i Helsingfors (Lehti & Markkanen, 2010). Argelander hade medverkat i att göra observatoriet så ändamålsenligt som möjligt. (Mer om astronomiprofessuren i kapitel 13).

Lorenz Leonard Lindelöf

År 1857 utnämndes Lorenz Lindelöf (1827–1908) till ordinarie professor i matematik vid Kejserliga Alexanders Universitetet. Hans fader var av mycket enkel börd som med begåvning, flit och uthållighet hade arbetat upp sig i samhället och blivit prästvigd. Lorenz var född i Karvia i Satakunda men sedermera uppvuxen i Jalasjärvi i Österbotten, där fadern arbetade som kyrkoherde. Sedermera gick han i skola i Vasa och avlade sin fil. kand. -examen vid universitetet i Helsingfors år 1852 (Elfving, 1981; Lehto, 2008). Lindelöfs stora intresse sedan barndomen var astronomi och hans pro exercitio -arbete 1849 gällde bestämningen av Helsingfors polhöjd d.v.s. latitud. Arbetet handleddes av professorn i astronomi, Fredrik Woldstedt (1813–1861) och ledde vidare till en serie geografiska koordinatbestämningar i östra Finland.

Genom läraren Woldstedt knöts Lindelöf i ett nära samarbete med astronomerna i Kejserliga Vetenskapsakademien i Sankt Petersburg. De verkade i det nybyggda observatoriet i Pulkovo under ledning av Friedrich Georg Wilhelm von Struve (1793–1864), stamfadern för astronomiätten Struve (Batten, 1988). Det huvudsakliga arbetsspråket i Pulkovo var tyska. Lindelöf besökte Pulkovo i två omgångar och arbetade där med såväl teoretiska som praktiska frågor. Han knöt vänskaplig förbindelse med direktörens son, Otto Wilhelm von Struve (1819–1905), som efter fadern blev chef för observatoriet. Lindelöfs doktorsavhandling (1854) handlade om bestämning av Halleys komets bana. I docentavhandlingen (skriven på svenska 1855) undersökte Lindelöf huruvida en år 1853 upptäckt komet kunde vara identisk med Halleys. Undersökningen gav ett nekande svar på frågan. Lindelöf var tillika knuten till det av von Struve ledda stora projektet att beräkna Jordens form, och han deltog i en av den brittiska regeringen bekostad expedition till norra Spanien med syfte att observera den totala solförmörkelsen den 18 juli 1860.

Lindelöfs bana såg redan ut att vara utstakad som astronom då professuren i matematik i Helsingfors lediganslogs 1855. För tjänsten tävlade fyra docenter, förutom Lindelöf den redan nämnda Claes Albert Tulindberg samt Wilhelm Engelbert Neovius (1823–1872) och Christian Gustaf Sucksdorff (1824–1880). Wilhelm Engelbert Neovius skötte den sökta professuren tillfälligt 1856–1857 men drog tillbaka sin ansökan om posten och nöjde sig med en trygg gymnasielärartjänst i Åbo (Elfving, 1981). Hans vetenskapligt sinnade tvillingbroder Edvard Engelbert Neovius (1823–1888) valde den militära banan. Efter kadettskolan i Fredrikshamn kommenderades han till militäringenjörsakademin i Sankt Petersburg för vidare utbildning och blev därefter lärare i matematik och topografi vid Finska kadettkåren. Han betraktas som stamfader för matematikerdynastin Neovius-Nevanlinna. Sucksdorff kom från en välbärgad familj i Lovisa och kunde således ägna sig åt sitt kall utan ekonomiska bekymmer. Han hade t.ex. råd att studera ett tag i Paris och Berlin. I sina fåtal artiklar behandlade han talteori, elliptiska integraler och ett isoperimetriskt problem, nämligen ”Hvilken ibland alla femplaniga figurer med lika volum har minsta yta?” Denna uppsats gällde som ett specimen för tjänsten. Efter att ha förlorat kampen om professuren mot Lindelöf drog han sig tillbaka till en gymnasielärartjänst i Tavastehus.

Att Lindelöf som var docent i astronomi skulle söka professuren i matematik var ingalunda självklart. Alla hans viktigaste medtävlande var äldre än han och hade publicerat matematiska arbeten, men han bedömde dem som mindre originella. Det gällde således att komma med ett nytt, banbrytande uppslag. Hans eget specimen *pro munere professoris* (för professorsämbetet) behandlade variationskalkylen, den gren inom matematiken där man söker extremvärden för en funktional (d.v.s. funktion av en funktion). Avhandlingen hade rubriken *Variationskalkylens theori och dess användning till bestämmande af multipla integralers maxima och minima* (1856). Man har inte kunnat fastställa ursprunget till Lindelöfs intresse för denna bransch av matematiken, som studerats så förtjänstfullt i Finland sedan dess. Lindelöf utnämndes till professuren 1857.

Med Lindelöf tog den matematiska forskningen vid universitetet åter en internationell inriktning. Lindelöf reste till Paris om somrarna 1858–1862 och knöt kontakter med sin tids toppmatematiker (Lehto, 2008). Hans viktigaste förbindelse där var François Napoléon Marie Moigno (1804–1884), känd som abbé Moigno. Han var en jesuitpräst som studerat för Cauchy och blivit lärare och författare till matematiska verk såsom *Leçons de calcul différentiel et de calcul intégral* (1840–1844). Lindelöfs och Moignos samarbete löpte inte alltid smärtfritt och i bästa sämja, men det höll alla prövningar och deras gemensamma verk *Leçons de calcul des variations* utkom i Paris 1861. Verket utvidgade Lindelöfs ovan nämnda professorsavhandling och gav variationskalkylen den stringens och enhetliga formalism den behövde. Däremot innehöll den inte resultat som kan anses nya. I den senare delen av *Leçons* behandlades tillämpning av nämnda formalism på en catenoid, d.v.s. en kropp som uppstår vid rotation runt sin axel av en kedjekurva (*catenaria*), vilken redan Euler studerat. En sammanfattning av Lindelöfs bok ges av Elfving (1981, s. 44-47).

Variationskalkylen har sin upprinnelse i isoperimetriska problem i vilka det gäller att maximera en yta eller volym av en kropp när en given storhet, t.ex. kroppens omkrets (perimeter) eller area är begränsad. Genom uppfinningen av kalkylen blev dessa problem underkastade matematisk analys. Till föregångarna inom området räknas Jacob och Johann Bernoulli, samt Euler, Lagrange och C. G. J. Jacobi. Variationskalkylens grundproblem består i att bestämma den funktion $y(x)$ som minimerar eller maximerar värdet av den bestämda integralen

$$S = \int_{x_1}^{x_2} V(x, y, y')dx$$

för givna randvärden $y(x_1) = y_1$ och $y(x_2) = y_2$. V är en funktion av y och dess derivata. Lindelöf introducerade en formalism som byggde på den eulerska idén att beskriva den obekanta funktionen med en godtycklig parameter, och att derivering av ett uttryck med avseende å denna parameter kallas för variation (betecknad med δ). För ovannämnda uttryck ger variationen $\delta S = 0$ ekvationen

$$\frac{\partial V}{\partial y} - \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x}\frac{\partial V}{\partial y'} = 0$$

för att S skall vara ett extremum. Denna s.k. Eulers-Lagranges ekvation leder till en differentialekvation för y.

Ett särskilt förhållande hade Lindelöf med den belgiska fysikern Joseph Plateau (1801–1883), som tog kontakt med Lindelöf efter att ha läst hans *Leçons* (1861). Lindelöf intresserade sig för Plateaus arbeten om minimalytor som påträffas rikligt i naturen – Plateau antog t.ex. att en såpvattenfilm i teorin alltid bildar en minimalyta – och utgav i Finska Vetenskaps-Societetens *Acta* för 1863 en studie om rotationskroppar med konstant medelkrökning. Sina främsta arbeten skrev Lindelöf på franska, vilket språk han efter många års vistelser i Frankrike behärskade utmärkt. Latinet var fortfarande ett skolämne och ett inträdeskrav till universitetet, men i praktiken hade det redan förlorat sin ställning som vetenskapens främsta språk.

I en biografi av Lindelöf (Lehto, 2008) nämns att Lindelöfs *Leçons* presenterades för hemmapubliken i *Litteraturbladet* av professor Johan Vilhelm Snellman. Presentationen var erkännsamt skriven, trots att recensenten inte förstod sig på ämnet. Herrarnas vänskapliga förhållande förbyttes dock mot ett offentligt käbbel kring ett valsystem som Lindelöf föreslagit och som Snellman inte kunde fördra. Det gällde poängsättningen av kandidaterna i ett personval, där Lindelöf på sannolikhetsteoretiska grunder argumenterade för fördelningen av 3 poäng för första plats, 2 för andra och 1 för tredje plats. Snellmans förslag gav den första platsen mer tyngd än Lindelöfs.

I sin professorstjänst i hemlandet arbetade Lindelöf länge ensam, eftersom docent- och assistenttjänsterna hade indragits. På hans lott föll därför föreläsningarna i algebra, analytisk geometri, differential- och integralkalkyl, samt plan och sfärisk geometri. Det blev således ringa tid för forskning. Lindelöfs specialitet, variationskalkylen, ingick inte i undervisningen, troligen eftersom den ansågs för krävande. Hans elever bildade inte heller en skola av disciplar. Som en orsak härtill anges att han ansågs kritisk, formell och något kylig. Lehto (2008) uppger också andra förklaringar, såsom dåliga utsikter för karriär inom facket. Att bli matematiker i Finland denna tid förutsatte förutom talang en järnhård vilja och egna resurser att resa och livnära sig. Den vanligaste karriären var att bli lärare i något läroverk eller gymnasium.

Sina följande arbeten inom variationskalkylen utgav Lindelöf i artikelform, först i den Franska Vetenskapsakademiens *Comptes rendus* -serie för 1860 med rubriken *Nouvelle démonstration d'un théorème fondamental du calcul de variations*, därefter i den Belgiska Vetenskapakademiens *Bulletin* för 1864 med rubriken *Examen critique d'une méthode récemment proposée pour distinguer le maximum et le minimum dans les problèmes du calcul de variations.* För avhandlingen *Propriétés générales des polyèdres qui, sous une étendue superficielle donnée, renferment le plus grand volume*, som utkom i Ryska Kejserliga Vetenskapsakademiens *Bulletin* år 1870 (s. 259-269),[2] blev han år 1880 belönad med den Preussiska Vetenskapsakademiens Steinerska pris. I denna uppsats ger Lindelöf nämligen en fullständig upplösning av en hypotes som den schweiziske geometern Jakob Steiner (1796–1863) redan 1842 framlagt i band XXIV av *Journal für die reine und angewandte Mathematik* (även kallad ”Crelles Journal”). Steiners hypotes lyder:

> Den polyeder med ett givet antal plan, en given sammanlagd yta och den största volymen har den egenskapen, att det i polyedern inskrivna klotet tangerar dess varje sida i respektive sidas tyngdpunkt.

[2]Artikeln utkom även i *Matematische Annalen* för år 1870 (s. 150-159), se figur 10.2.

I ett specialfall hade man redan iakttagit nämnda egenskap, men Lindelöf bevisade för första gången att ett nödvändigt villkor för att volymen av en generell polyeder maximeras är att ett däri inskrivet klot tangerar polyederns varje sida i respektive sidas tyngdpunkt. Prissumman var 1800 tyska mark, varav 1798 mark och 60 pfennig utbetalades efter att leveranskostnaderna avdragits (Lehto, 2008). Efter M. J. Wallenius' upptäckt av de fem kvadrerbara månskärorna och Lexells teorem för en sfärisk triangel kan detta resultat betraktas som den i ordningen tredje betydande enskilda upptäckten gjord av en finländsk matematiker.

Lindelöf författade även en synnerligen populär *Lärobok i analytisk geometri* (1864) som användes i undervisningen långt in på 1900-talet. Sedan Kexlerus och Laurbecchius på 1600-talet hade de finländska matematikprofessorerna i Åbo inte själva utgett läroböcker. Bokens finskspråkiga version *Oppikirja analyytillisessä geometriassa* (1876) innehåller också ett utkast till finsk matematikterminologi. Bland nyord som kom att stanna finns ordet *säde* för radie, medan t.ex. *pyöriö* för cirkel blev senare ersatt av *ympyrä*. Lindelöf förhöll sig generellt positiv till finskans stärkta ställning vid universitetet och i samhället. Han intresserade sig också för samhällsnyttig aktuariematematik och var en av grundarna för livförsäkringsbolaget Kaleva 1874. Då Matematiska Föreningen (senare ”Finlands matematiska förening”) grundades i november 1868 som en studieförening valdes Lorenz Lindelöf till dess första ordförande.

Lindelöf var likafullt en synnerligen aktiv ledamot av den år 1838 grundade Finska Vetenskaps-Societeten och han utsågs till dess ständiga sekreterare 1867. En stor del av hans artiklar publicerades i Societetens *Acta*-, *Öfversigt* och *Bidrag* -serier. År 1869 blev Lindelöf universitetets rektor och 1872 valdes han som en av universitetets två representanter i lantdagen. Efter förlorat rektorsval lämnade han universitetet 1874 och blev överdirektör på Överstyrelsen för skolväsendet i Finland, i vilken tjänst han stannade ända till 1902. Han upptogs i det adliga ståndet 1883 och erhöll 1886 titeln verkligt statsråd. Som lantmarskalk tjänade han år 1900. Av Lorenz Lindelöfs barn blev Ernst Lindelöf (1870–1946) sedermera en internationellt känd matematiker och ”Doktorvater” för en växande skara finländska matematiker och vetenskapsmän.

Ernst Bonsdorff och Gösta Mittag-Leffler

Efter Lindelöfs avgång från universitetet 1874 söktes professuren i matematik av sju personer, av vilka två drog tillbaka sin ansökan tidigt. Av de fem egentliga sökandena utmärkte sig Ernst Jakob Waldemar Bonsdorff (1842–1936) och

Propriétés générales des polyèdres qui, sous une étendue superficielle donnée, renferment le plus grand volume.

Par

L. Lindelöf à Helsingfors.

(Extrait d'un mémoire présenté à l'Académie Imp. des Sciences de St. Pétersbourg).

Soit U la surface et V le volume d'un polyèdre convexe. D'un point fixe O, pris dans son intérieur, abaissons des perpendiculaires $p, q, r, \ldots$ sur toutes les faces $A, B, C, \ldots$ du polyèdre. Désignons par $a_1, a_2, a_3, \ldots$ les arêtes qui forment le polygone A et par $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \ldots$ les angles dièdres correspondants. Pour la face B ces mêmes quantités seront désignées par $b_1, b_2, b_3, \ldots$ et $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \ldots$; pour la face C par $c_1, c_2, c_3, \ldots$ et $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \ldots$ et ainsi de suite. Cela posé, concevons que le plan du polygone A se déplace parallèlement à lui-même, de sorte que la distance p reçoive un accroissement infiniment petit dp; l'accroissement correspondant du volume V sera évidemment Adp et celui de la surface totale U

$$\left(a_1 \cot \frac{\alpha_1}{2} + a_2 \cot \frac{\alpha_2}{2} + a_3 \cot \frac{\alpha_3}{2} + \cdots\right) dp = dp \cdot \Sigma\, a \cot \frac{\alpha}{2}\,,$$

la sommation s'étendant au contour entier du polygone A. On trouve des expressions analogues pour les accroissements de V et U que produirait un déplacement parallèle et infiniment petit de la face B ou d'une autre face quelconque, de sorte que, si toutes les perpendiculaires $p, q, r, \ldots$ étaient variables de longueur, leurs directions étant constantes, les différentielles totales de V et U seraient

$$dV = Adp + Bdq + Cdr + \ldots \tag{1}$$

$$dU = dp \cdot \Sigma\, a \cot \frac{\alpha}{2} + dq \cdot \Sigma\, b \cot \frac{\beta}{2} + dr \cdot \Sigma\, c \cot \frac{\gamma}{2} + \cdots \tag{2}$$

Pour en tirer les valeurs de U et V en termes finis, on peut supposer la dilatation du polyèdre uniforme ou telle que les perpendiculaires $p, q, r, \ldots$ croissent toutes en même proportion. On aura alors

Fig. 10.2: Ett sammandrag av Lindelöfs bevis av Steiners teorem utkom på franska i *Matematische Annalen* 1870.

Gösta (Magnus Gustaf) Mittag-Leffler (1846–1927) som de mest kompetenta. Den nästan självlärda Bonsdorff hade disputerat för doktorsgraden 1870 och verkade som lärare i det finskspråkiga lärarseminariet i Jyväskylä. Han tillhörde en lärd släkt med många namnkunniga professorer. Hans fader var lärare i matematik och fäktning vid Finska kadettkåren i Fredrikshamn, medan hans bror Axel Bonsdorff genomgick kadettskolan, blev sedermera general i Rysslands armé, och var en framstående geodet.

Ernst Bonsdorff disputerade för Lindelöf med avhandlingen *Den geometriska theorin för complexa funktioner tillämpad på elliptiska integralen af första ordningen* (1870), som i nutida begrepp handlar om den inversa avbildningen (det man kallar elliptiska funktionen) av den elliptiska integralen

$$\int_0^x \frac{\mathrm{d}x}{2\sqrt{x(1-x)(1-k^2x)}}$$

för k mellan 0 och 1 på en Riemannyta. Avhandlingen var självständigt författad och på hög ambitionsnivå. Dess ämnesområde, komplex analys (funktionsteori), var ännu nytt i Finland, och den fick ingen direkt fortsättning. Som en bransch inom matematiken skulle den komplexa analysen bli en av den finländska matematikens största internationella framgångar någonsin, men Bonsdorff hade ingen del i denna utveckling.

År 1875 företog Bonsdorff en lång resa i Tyskland och fördjupade sig i teorin om invarianter, en bransch inom abstrakt algebra som hade utvecklats åtskilligt under de tre föregående decennierna. Lineäralgebrans terminologi med begrepp som matris, diskriminant, determinant och invariant härstammar från engelsmannen James Sylvester (1814–1897). Bonsdorff besökte bl.a. Erlangen, där Paul Gordan (1837–1912) föreläste om ämnet. Gordan hade 1868 lyckats visa, att det alltid finns en ändlig bas av oberoende invarianter för binära former av godtycklig grad, men det ännu mer komplicerade problemet att visa att det alltid finns en ändlig bas av invarianter, även för former innehållande fler än två variabler, undgick honom. Vissa specialfall av detta problem sysselsatte Bonsdorff. Det allmänna problemet löstes på ett formellt sätt av David Hilbert (1862–1943) år 1888.

Komplex analys eller funktionsteori handlar allmänt taget om analytiska funktioner, d.v.s. deriverbara komplexvärda funktioner (även kallade holomorfa funktioner) av komplexa variabler $z = x+iy$, då i är imaginärenheten $\sqrt{-1}$. En sådan funktion $w = f(z)$ utgör en konform avbildning av det komplexa z-talplanet till det komplexa w-planet. I en sådan transformation bibehålls geometrin lokalt oförändrad. Riemannytor har alltsedan Bernhard Riemann (1826–1866) introducerade idén i sin doktorsavhandling år 1851 varit ett centralt begrepp inom många branscher av matematiken. Riemann skapade begreppet när han som elev till C. F. Gauss (1777–1855) i Göttingen studerade teorin om funktioner av komplexa tal. Riemannytor kan uppfattas som deformerade versioner av det komplexa talplanet. Lokalt påminner de om det vanliga komplexa talplanet, men deras globala topologi kan vara något annat. De är särskilt behändiga för att studera flevärdiga komplexa funktioner, sådana som logaritm- och rotfunktionen.

Invariantteorin bygger väsentligen på begreppet form, med vilket menas homogena polynom eller polynom vars termer är av samma grad. Här illustreras begreppet med en binär kvadratisk form $Q(x, y) = ax^2 + by^2 + 2cxy$, som i kompakt matrisform kan uttryckas

$$Q(x, y) = \begin{pmatrix} x & y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & c \\ c & b \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = X^t S X.$$

Genom multiplikation av den primära formen med en inverterbar matris U fås nya variabler $\tilde{X}$ enligt $\tilde{X} = UX$. För dessa variabler kan man visa att $Q = \tilde{X}^t \tilde{S} \tilde{X}$ då den nya koefficientmatrisen $\tilde{S} = U^t S U$. Fallet där determinanten av U är 1 är intressant, eftersom det leder till att determinanten av S är lika med determinanten av $\tilde{S}$. En sådan matris är exempelvis

$$U = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \quad \Rightarrow \quad \tilde{S} = \begin{pmatrix} a + 9b + 6c & a + 12b + 7c \\ a + 12b + 7c & a + 16b + 8c \end{pmatrix}$$

vars determinant är $ab - c^2$, densamma som hos S, med andra ord är den invariant. Om den sekundära determinanten skiljer från den primära endast med en multiplikativ faktor kallas formen kovariant. En annan möjlig invariant är diskriminanten. I det aktuella exemplet är diskriminanten av $Q(x, y)$ lika med $c^2 - ab$. Den visar sig vara invariant m.a.p. vridning av koordinaterna med origo som centrum.

Resultatet av Bonsdorffs studier var *Härledning och geometrisk tydning af de vigtigaste combinanterna i det ternära kubiska formsystemet* (1876), vilken tjänade som hans specimen för professuren. I avhandlingen undersöktes särskilda lineära kombinationer av kubiska former i tre dimensioner, d.v.s. av typen

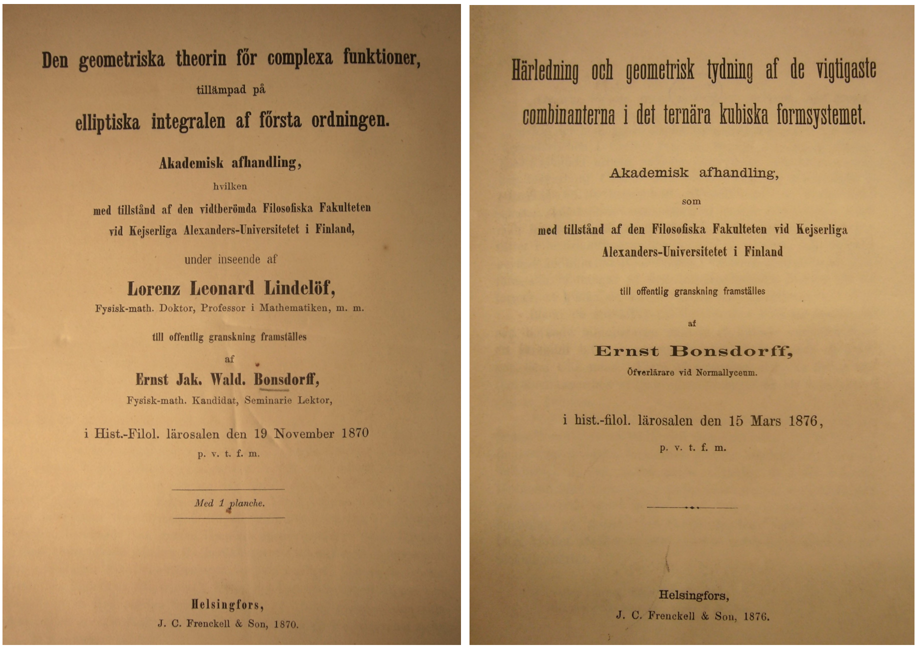
$$C(x,y,z) = \sum_{klm} a_{klm} x^k y^l z^m,$$

sådana att $k + l + m = 3$. Geometriskt är det här frågan om tredjegradskurvor i ett projektivt plan. Avhandlingen är mycket teknisk och ingående och dess huvudresultat upptas av Elfving (1981).

Trots berömliga utlåtanden om arbetet förlorade Bonsdorff kampen om professuren. Han lät sig dock inte nedslås utan fortsatte som lärare och skrev flertalet läroböcker i elementär matematik och astronomi. Bland titlar på hans finskspråkiga lärböcker fanns *Tasannes-trigonometria koulujen tarpeeksi* (1879), *Mittaus-opin alkeet ynnä lyhykäinen maan-mittauksen johdanto: seminarien ja kansakoulujen tarpeeksi* (1881) samt *Ekvationi-oppi substitutioniteorian kannalta* (1882). Med jämna mellanrum återkom han till sina matematiska studier som han utgav rätt sparsamt. Dessa berörde förutom invariantteorin också beviset av ett antal geometriska och algebraiska satser. I sin självbiografiska bok *Elämäni varrelta* (1923) förbigick han sina insatser som matematiker nästan helt. Hans son Ilmari Bonsdorff (1879–1950) blev chef för Finlands geodetiska institut år 1918.

I det nationellt uppvaknande Storfurstendömet Finland fick kampen om matematikprofessuren ett otrevligt drag, bestående av språkstrid och nationalism. Universitetets lärare förväntades kunna finska, men svensken Gösta Mittag-Leffler som var Lindelöfs favorit lyckades få dispens för detta (Stubhaug, 2007). Kampen drog ut över ett och ett halvt år och slutade i Mittag-Lefflers seger. Med rösterna 12 mot 10 i Senaten utnämndes han 1877 och förblev i sin tjänst i Helsingfors i endast fyra och ett halvt år.

Mittag-Leffler var född 1846 i Stockholm, där hans fader Johan Leffler var rektor för Katarina elementarskola och riksdagman; namnet Mittag tog han från sin moder Gustava Wilhelmina. Bägge släkterna hade tyska rötter. Hemmet var inte rikt men fadern hade ett desto livligare socialt umgänge som bidrog till barnens intellektuella vakenhet. I skolan visade sig Göstas talang för matematik tidigt och han befriades från undervisningen i ämnet. Han studerade i Uppsala som elev till Göran Dillner (1832–1906), som introducerade studiet av analytiska funktioner i Sverige. Dillner var med om att grunda *Tidskrift för matematik och fysik*, en tidskrift som med sina problemspalter riktade sig speciellt



Den geometriska theorin för complexa funktioner,
tillämpad på
elliptiska integralen af första ordningen.

Akademisk afhandling,
hvilken
med tillstånd af den vidtberömda Filosofiska Fakulteten
vid Kejserliga Alexanders-Universitetet i Finland,
under inseende af
Lorenz Leonard Lindelöf,
Fysisk-math. Doktor, Professor i Mathematiken, m. m.
till offentlig granskning framställes
af
Ernst Jak. Wald. Bonsdorff,
Fysisk-math. Kandidat, Seminarie Lektor,
i Hist.-Filol. lärosalen den 19 November 1870
p. v. t. f. m.

Med 1 planche.

Helsingfors,
J. C. Frenckell & Son, 1870.

Härledning och geometrisk tydning af de vigtigaste
combinanterna i det ternära kubiska formsystemet.

Akademisk afhandling,
som
med tillstånd af den Filosofiska Fakulteten vid Kejserliga
Alexanders-Universitetet i Finland
till offentlig granskning framställes
af
Ernst Bonsdorff,
Öfverlärare vid Normallyceum.
i hist.-filol. lärosalen den 15 Mars 1876,
p. v. t. f. m.

Helsingfors,
J. C. Frenckell & Son, 1876.

Fig. 10.3: Ernst Bonsdorffs två matematiska avhandlingar, den t.v. om komplexa funktioner och den t.h. om invariantteorin, var bägge två första i sitt slag i Finland. Foto: J.S.

till matematiklärare. Den var föregångare till den år 2004 nedlagda tidskriften *Elementa*.

Komplex analys och analytiska funktioner hörde till de nyheter som Dillner och hans elev Mittag-Leffler ivrigt utforskade. Tack vare ett generöst stipendium 1873 kunde Mittag-Leffler, väluppfostrad och med ett vinnande sätt, resa till Paris och Berlin och ta pulsen på forskningen. I Paris åhörde han Charles Hermites (1822–1901) föreläsningar i abstrakt algebra och elliptiska funktioner. På dennes rekommendation reste han efter ett uppehåll i Göttingen till Berlin för att åhöra Karl Weierstrass (1815–1897), vars tänkesätt han ivrade för hela sin karriär. Han erbjöds en tjänst i Berlin, men valde ändå att söka professuren i Helsingfors, eftersom han sökte en ledande ställning. I Berlin skulle han säkert ha överskuggats av andra. Hans *pro munere* -avhandling för ämbetet i Helsingfors hade titeln *En metod att komma i analytisk besittning af de elliptiska funktionerna* (1876).

Som en världsvan och utåtriktad matematiker medförde han en frisk fläkt i Helsingfors rätt instängda atmosfär som präglades dels av en bitter språkstrid, dels av ett nationellt uppvaknande och undfallenhet. Han besökte J. L. Runeberg i Borgå och närvarade vid dennes begravning 1877. Då kejsar Alexander I:s födelses etthundraårsjubileum 1878 skulle firas med full belysning av staden lät Mittag-Leffler trotsigt sin byrå på Esplanaden förbli oupplyst, vilket han också klandrades för. Han svarade uppriktigt, att han som svensk inte skulle kunna tänka sig fira en kejsare som ryckt bort Finland från Sverige.

Mittag-Leffler var inte bara en betydande funktionsteoretiker med flera doktorander i Finland och Sverige utan likafullt en organisatorisk talang. Mittag-Lefflers hem på Auravägen 17 i Djursholm norr om Stockholm hyser numera ett samnordiskt matematiskt forskningsinstitut, Institut Mittag-Leffler, som fungerar under beskydd av Kungl. Vetenskapsakademien. Det grundades år 1969 av Lennart Carleson. Den storslagna nationalromantiska villan uppfördes tack vare den förmögenhet som Mittag-Lefflers finlandsfödda hustru, Signe af Lindfors hade fått ärva. På Institutet finns ett stort referensbibliotek med värdefulla matematikhistoriska rariteter. Mittag-Leffler grundade 1882 den ansedda internationella tidskriften *Acta Mathematica*, som fortfarande utkommer. Han var dess huvudredaktör i 45 år.

Mittag-Leffler kan trots sin korta vistelse i Finland betraktas som grundare av den funktionsteoretiska skola som räknas som finländarnas internationellt hittills viktigaste bidrag till matematikens utveckling. Ett teorem inom komplex analys är uppkallat efter honom. Teoremet säger att en meromorf funktion bestäms av dess poler och deras multiplar samt av principaldelen av koefficienterna i funktionens Laurentserie.

I undervisningen fick Mittag-Leffler stöd av docenten Sakris (Sakari) Levänen (1841–1898). Denne var född i Ikalis och skolgången i Björneborg och Åbo. Han disputerade i matematik 1874 med avhandlingen *Om linierbara ytor* och erhöll graden av filosofie doktor året därpå. Levänens docentavhandling, med vilken han tävlade om Lindelöfs professur, hade rubriken *Integration av några differentialeqvationer av andra ordningen* (1876). Den behandlar lösning av ickelinjära differentialekvationer av typ

$$y'' + Py' + Q(y')^2 = R,$$

för $y(x)$, då P, Q och R kan vara funktioner av både y och x. Levänens övriga matematiska publikationer berör talteoretiska problem samt sannolikhetskalkyl. Han uppges ha undervisat även på sitt modersmål, finska. Han var långvarig medlem av studentexamensnämnden.[3] Kort före sin död uppträdde han som opponent för Johan Dahlbos doktorsavhandling om den finländska matematikens historia (Elfving, 1980).

Den kändaste av Mittag-Lefflers finländska elever var Hjalmar Mellin (1854–1933), en prästson från norra Österbotten (Elfving, 1980). Efter uppväxt och skolgång i Tavastehus inledde han studierna i Helsingfors och avlagde magisterexamen för Mittag-Leffler 1880. En tid studerade Mellin för Weierstrass i Berlin och disputerade med *De algebraiska funktionerna af en oberoende variabel* (1881). I en senare undersökning av gamma- och hypergeometriska funktionen, ”Grundzüge einer einheitlichen Theorie der Gamma- und der hypergeometrischen Funktionen”, i *Annales Academiae Scientiarum Fennicae* A, 1 (1909), härledde Mellin en tidigare okänd integraltransform

$$F(z) = \int_0^\infty f(x)x^{z-1}\mathrm{d}x, \qquad f(x) = \frac{1}{2\pi i}\int_{a-i\infty}^{a+i\infty} F(z)x^{-z}\mathrm{d}z,$$

som, såvida integralerna kan beräknas, är känd som Mellin-transformen. Sedan tidigare kände man till Fourier- och Laplace-transformen. Deras särskilda användningsområde är problem som karakteriseras av en viss typ av differentialekvationer: transformerna omvandlar problemet till ett annat, förhoppningsvis mer tillgängligt, problem för den transformerade variabeln. Ett känt Mellintransformpar är e^{-ax} och $a^{-z}\Gamma(z)$, vilket gäller om a och z har en positiv reell del. Γ betecknar Eulers gammafunktion.

[3]Grunden för den moderna, skriftliga formen av studentexamen lades i en reform 1853. Den var avsedd som ett inträdesförhör för universitetet, och därför var latinet fortfarande ett obligatorium.

Mellin fungerade som lärare i matematik vid Polytekniska institutet i Helsingfors, vars direktor han var 1904–1907, och efter att detta ombildats till Finlands Tekniska högskola, professor där 1908–1926. I det nuvarande Aalto-universitetet i Esbo är en föreläsningssal namngiven efter honom. Under sina sista levnadsår ägnade han sig passionerat åt att kritisera Einsteins relativitetsteori. Han var också en övertygad och stridbar fennoman som ville befrämja finska språkets ställning bl.a. genom grundandet av Finska Vetenskapsakademien (Suomalainen tiedeakatemia) 1908.

Under slutet av sin professur i Helsingfors kontaktades Mittag-Leffler av Sofia (Sonja) Kovalevskaja (1850–1891), en särskilt begåvad rysk matematiker som redan studerat privat hos Karl Weierstrass i Berlin, eftersom akademiska studier inte ännu på den tiden var tillåtna för kvinnor. Därför började hon också att söka en tjänst utanför sitt hemland. Weierstrass hade avgett Kovalevskaja ett gott omdöme om Mittag-Leffler (Elfving, 1981):

> ”*Mittag-Leffler ist mir ein sehr lieber Schüler gewesen; er besitzt neben gründlichen Kenntnissen eine ungewöhnliche Auffassungsgabe und einen auf das Ideale gerichteten Sinn; ich bin überzeugt der Verkehr mit ihm würde anregend und fördernd auf Dich wirken*”.

Uppmuntrad härav frågade hon Mittag-Leffler, om inte det vore möjligt för henne att flytta till Helsingfors, där utsikterna för kvinnor kanske var något bättre. Han försökte följaktligen ordna för henne en docentur i matematik i Helsingfors, men fick snart erfara att hon nog hade varit välkommen om inte hon varit av rysk nationalitet (Lehto, 2008). I stället lyckades Mittag-Leffler att skaffa henne en docentur i den nygrundade Stockholms högskola, dit han själv hade flyttat som professor 1881. Här missade Finland kanske en möjlighet som en följd av trångsynt nationalism. I Stockholm väckte Kovalevskaja positiv uppmärksamhet. Hennes byst skulpterad av Walter Runeberg finns till påseende i Borgå och i trädgården vid Villa Mittag-Leffler i Djursholm.

Kusinerna E. R. Neovius och Ernst Lindelöf

Vid Kejserliga Alexanders Universitetet i Helsingfors efterträddes Mittag-Leffler år 1883 av Edvard Rudolf Neovius (1851–1917) som professor i matematik. Han var son till tidigare nämnda Edvard Engelbert Neovius, samt farbror till de blivande professorerna, bröderna Frithiof (1894–1977) och Rolf Nevanlinna (1895–1980). Som son till en högt uppsatt lärare vid kadettkåren i Fredrikshamn var det naturligt att Edvard Rudolf Neovius först slog sig in på den militära banan. Det samma hade hans broder Lars Neovius (1850–1916) redan gjort. Båda började som yrkesofficerare i Warszawa, men flyttade strax till Zürich för att studera vid det ansedda *Eidgenössische Technische Hochschule* (ETH). Brodern Lars återvände till Finland efter ett år av studier och disputerade för doktorsgraden i matematik med avhandlingen *Om komplexa tals användning i geometrin* (1884). Han blev sedan skollärare i matematik och hög tjänsteman inom undervisningsväsendet. Hans läroböcker inom geometri och algebra användes i decennier: *Proportionslära* (1892), *Elementarkurs i algebra* och *Lärobok i plan trigonometri* (1898) samt *Lärobok i elementär geometri* (1902), vilka även utkom på finska, samt en finskspråkig handbok i stenografi enligt det Gabelsbergska systemet (flera upplagor).

Edvard Rudolf Neovius blev i sin tur maskinbyggnadsingenjör i ETH och återkom till Helsingfors för att doktorera i matematik 1880 med avhandlingen *Kurvor af tredje och fjerde graden betraktade såsom alster af tvänne projektiviska involutioner.* Docent i matematik blev han ett år senare och 1883 efterträdde han Mittag-Leffler som professor i matematik. I professorsvalet fick han berömliga utlåtanden, endast brist på kunskaper i latin klandrades han för. Hans konkurrenter för tjänsten, Ernst Bonsdorff och Emil Sourander, drog den efter den andra tillbaka sin ansökan.

Edvard Rudolf Neovius' professur sträckte sig från 1883 till 1900. Under denna tid försköts forskningens tyngdpunkt på mimimalytor. Förutom grundkurser i matematik undervisade Neovius om elliptiska funktioner, partiella differentialekvationer och entydiga funktioner. Som lärare uppges han ha varit stram och reserverad, men efter hand att eleven uppbådade framsteg, vänlig och hjälpsam. Sju av hans elever disputerade för doktorsgraden, bland dem märks Hjalmar Tallqvist (1870–1958), en produktiv matematiker och professor i fysik (utnämnd 1907), ävensom lärobоksförfattare samt vetenskaplig popularisator och historiker. Sina bästa matematiska alster skrev han som ung. Han disputerade 1890 med en avhandling om minimalytor, *Bestimmung der Minimalflächen, welche eine gegebene Ebene oder sphärische Curve als Krümmungscurve enthalten.* Senare tillkom läroböcker som *Lärobok i teknisk mekanik* (1895). Intresset för historia växte med åren och ledde till böckerna *Ur rotationsproblemets historia* (1926), *Översikt av ballistikens historia* (1931) samt *Urens och urteknikens historia* (1939). Tallqvist skrev flitigt även i Vetenskaps-Societetens *Acta* om vitt skilda ämnen, rent av så mycket att Societeten såg sig tvungen att stifta en ”Lex Tallqvist” för att begränsa antalet skrifter för en person till mindre än 10 % av det publicerade materialet per år.

Småningom drogs E. R. Neovius allt mer in i det ekonomiska och politiska livet, och han avgick från sin professur år 1900 efter att ha blivit erbjuden en tjänst i Senatens finansdepartement. Det var ofärdstider och Neovius fick som ryskkunnig många gånger försvara Finlands intressen i Senaten, vilket skulle ligga honom i fatet. Då han å ena sidan kritiserades för sina utlåtanden, å andra sidan inte mera kunde dra sig tillbaka till universitetet, där Ernst Lindelöf hade efterträtt honom, fann han det bäst att flytta till sin hustrus hemland Danmark, där han fortsatte sin forskning som privatman. Hans manuskript bevaras i Nationalbiblioteket i Helsingfors.

Neovius efterträdare som professor i matematik var hans kusin Ernst Leonard Lindelöf, som var född 1870 i Helsingfors till matematikern Lorenz Lindelöf. Modern, Gabriela Krogius, var dotter till en domare, och hennes syster Elise, gift med Edvard Engelbert Neovius, är anmoder till matematikersläkten Neovius-Nevanlinna. Ernst Lindelöf växte således upp i ett bildat kulturhem, omgiven av musik, konst och vetenskap. Han blev student år 1887 och reste som tjugoåring till Stockholm på inbjudan av familjevännen, professor Gösta Mittag-Leffler. Sin filosofie doktorsgrad vann han 1893 med avhandlingen *Sur les systèmes complets et le calcul des invariants différentiels des groupes continus finis*, som handlar om invarianta transformationsgrupper, ett för den tiden aktuellt forskningsämne. Därefter reste han för ett år till Paris, och återkom ytterligare en gång till staden för läsåret 1898–1899. Han knöt där viktiga kontakter till ledande forskare inom komplexa analysens område, framför allt Émile Borel. Tack vare Borel riktades Lindelöfs intresse på Augustin Louis Cauchys förstlingsarbeten inom komplexa analysen. Docent i matematik blev Lindelöf år 1895 och professor i matematik vid Kejserliga Alexanders Universitetet år 1903. Åren 1901 och 1905 vistades Lindelöf en längre tid i Göttingen, som då var en av den matematiska forskningens viktigaste orter. De kontakter han där knöt skulle gynna även hans elever.

Genom Ernst Lindelöf och hans elever steg den finländska matematiken upp på världsnivå. Han torde ha lämnat mer spår i den matematiska litteraturen än någon annan finländare fram tills dess. Bland upptäckter som är namngivna efter honom kan vi nämna Lindelöfs rum (inom topologin), Lindelöfs övertäckningssats, Lindelöfhypotesen, Lindelöfs lemma, Phragmén-Lindelöfs sats, Picard-Lindelöfs approximation och Lindelöfs princip. För en teknisk presentation av dessa termer måste vi hänvisa till Elfving (1981). Ernst Lindelöf ansågs som en föredömlig föreläsare och en kritisk men samtidigt uppmuntrande handledare. Han skolade en rad förstklassiga matematiker, såsom bröderna Rolf och Frithiof Nevanlinna (Lehto, 2001) samt Kalle (1893–1968) och Vilho Väisälä (1889–1969) (Lehto, 2005), Pekka Juhana Myrberg (1892–1976) och Gustaf Järnefelt (1901–1989). Severin Johansson (1879–1929), Åbo Akademis förste professor i matematik år 1918, var Lindelöfs elev och adjunkt, men arbetade tämligen självständigt (Huldén, 1935). Det gjorde också Jarl W. Lindeberg (1876–1932), som bl.a. bidrog till teorin om statistik med ”den centrala gränsvärdessatsen” (1920). Lars Ahlfors (1907–1996), vår kanske mest frejdade matematiker vid sidan av Rolf Nevanlinna, fick även han ta del av Lindelöfs undervisning och räknas som sådan till hans adepter (Lehto, 2013).

Ernst Lindelöf författade ett antal läroböcker, bland dem *Inledning till den högre analysen* (1912), som översattes till finska och tyska och studerades aktivt ännu efter hans död. Hans därpå följande läroböcker kom ut endast på finska. Hans mest kända forskningsresultat inom funktionsteorin presenterades på franska i skrifter som

– ”Mémoire sur la théorie des fonctions entières d'ordre fini”, *Acta Societatis Scientiarum Fennicae*, XXXI, 1903,
– *Le calcul des résidus et ses applications à la théorie des fonctions*, Paris, 1905, samt
– ”Sur une extension d'un principe classique de l'analyse et sur quelques propriétes des fonctions monogènes dans le voisinage d'un point singulier”, tillsammans med Edvard Phragmén, *Acta Mathematica*, vol. 31, 1908.

Ernst Lindelöf var ogift och han bodde tillsammans med sin filolog-broder Uno vid Sandvikskajen 15. Han gillade ett aktivt uteliv med långa cykelutfärder. Han var en stor vän av musik och spelade själv violin. Han avled i Helsingfors år 1946.

Gyldén, Sundman och den celesta mekaniken

Trots skilda lärostolar förblev astronomi och matematik nära knutna till varandra under hela 1800-talet. En stor del av matematikerna i Finland hade gjort åtminstone något arbete inom den teoretiska astronomins område. Lorenz Lindelöf började som astronom och återkom ibland till sitt favoritämne. Astronomerna var å sin sida minst lika kompetenta som matematiker. En sådan person var Hugo Gyldén (1841–1896), den förnämsta Finlandsfödda teoretiska astronomen sedan Lexell. Vi belyser i detta stycke hans matematiska verksamhet; i kapitel 12 ger vi en inblick i hans levnadslopp.

Gyldén var född och uppvuxen i Helsingfors, där han promoverades till magister år 1860, bara nitton år gammal. Uppmuntrad av professor Lindelöf till fortsatta studier i astronomi reste han 1861 till den tysk-danske astronomen

Peter Andreas Hansen (1795–1874) i Gotha. Samma år disputerade han för doktorsgraden i Helsingfors med avhandlingen *Beräkning af en theori för planeten Neptunus*. Planeten Neptunus hade några årtionden tidigare upptäckts tack vare de oregelbundenheter man funnit i Uranus' rörelser, som gjorde det möjligt att beräkna den nya planetens läge. Det var en stor triumf för den celesta mekaniken, som ytterst vilade på Newtons gravitationsteori.

För sin docentur 1862 framlade Gyldén avhandlingen *Framställning af formler för beräkningen af en parabolisk kometbana med tillgrundläggande af koordinater hänförda till eqvatorn, jemte tillämpning af dessa formler på beräkningen af elementer för kometen VIII 1858*. Kometen i fråga är känd som Tuttles komet[4] med en period på 13,6 år. Avhandlingen var inspirerad av Gyldéns teoretiska studier i Gotha.

Under vistelsen i Tyskland hade professuren i astronomi i Helsingfors blivit ledig, men Gyldéns ansökan inkom två månader för sent. I stället anhöll han om tillstånd att fullfölja sina astronomiska studier vid Pulkovo-observatoriet i Ryssland, vilket beviljades. Under sin första tid i Pulkovo fick Gyldén i uppgift att utföra stjärnors deklinationsbestämningar, vilket förde honom in på ett noga studium av den atmosfäriska refraktionen. Denna undersökning ledde honom senare in på en behandling av de geofysiska frågorna om atmosfärens höjd vid olika årstider, om beräkningen av solstrålningens intensitet på olika punkter av jordytan och slutligen till den rent praktiska frågan om fyrars lysvidd, för vilken han uppställde formler och tabeller.

Sedan Gyldén 1871 blivit utnämnd till Kungl. Vetenskapsakademiens astronom och chef för Stockholms observatorium tog hans intresse för teoretisk astronomi ut sin rätt. Hans undersökningar berörde till en början kometernas rörelser, och han undersökte konvergenta utvecklingar för störningsfunktionen. I samband med dessa arbeten insåg han för första gången de elliptiska funktionernas fördelar vid störningsproblemets behandling. En avslutning av arbetena över kometstörningarna bildar det omfångsrika verket *Recueil de tables contenant les développements numériques à employer dans le calcul des perturbations des comètes* (1880).

Gyldéns verksamhet i Stockholm var mångsidig. På det teoretiska området vidareutvecklade han tillämpningen av de elliptiska funktionerna, gav bidrag till teorin för Jordens rotation och behandlade rotationslagarna för en fast kropp som på ytan täckes av en vätska. I verket *Undersökningar af teorien för himlakropparnas rörelser* (1881) sökte Gyldén att greppa hela planetsystemet. Traditionellt uttrycktes banelementen med hjälp av trigonometriska funktioner

[4]Namngiven efter den amerikanska astronomen Horace Tuttle (1837–1923).

av tidsvariabeln. Emellertid behöver man därtill så kallade sekulära (långsamt föränderliga) termer som växer obegränsat med tiden. I fall också dessa kunde framställas med hjälp av konvergenta serier av periodiska funktioner, skulle enligt Gyldén planetsystemets förmodade stabilitet vara bevisad.

Själva idén om banornas stabilitet – att planeternas banor är oföränderliga för all framtid – var visserligen gammal, men Gyldén ämnade bevisa stabiliteten för hela planetsystemet på en gång. Det var här frågan om växelverkan mellan fler än två kroppar, vilkas banor skulle förutses långt framåt i tiden. I störningsteorin utgick man från att planeternas banor var i stort sett elliptiska och de övriga himlakropparnas verkan betraktades som små störningar av dessa banellipser. Problemet var nu att fastställa störningsteorins giltighetsområde och i synnerhet hur långt i framtiden teorin förutsäger planeternas rörelser med en tolerabel noggrannhet.

Gyldéns undersökningar av störningsteorin för planetrörelsen ledde till ett oväntat sannolikhetsteoretiskt sidospår. Han undersökte i två artiklar (Gyldén, 1888, 1888a) rationella approximationer för $\mu < 1$, som betecknar förhållandet mellan två medelrörelser. Särskilt betraktade han oändliga kedjebråk av typ

$$\mu = \cfrac{1}{a_1 + \cfrac{1}{a_2 + \dots}},$$

och granskade han hur heltalen a_i fördelas. Han fann då att sannolikheten för att a_n antar värdet k är ungefär $1/k$. Sina tankar utlade Gyldén även i franskspråkiga artiklar i tidskriften *Comptes rendus* (1888). Därigenom torde dessa upptäckter ha påverkat Henri Poincarés (1854–1912) arbeten i celest mekanik (von Plato, 1994).

Tack vare Gyldén hade forskningen i celest mekanik i Sverige stigit på en internationellt hög nivå. Gyldéns och hans svenska kollegers resultat granskades av sin tids främste matematiker Henri Poincaré, vilken emellertid såg sig föranledd att kritisera Gyldéns behandling av de kritiska termerna. Vissa summor som Gyldén antagit vara konvergenta visade sig inte vara det. Enligt Poincaré hade Gyldén otillbörligt generaliserat en i vissa fall riktig princip och vid tillämpningen försummat termer i sina differentialekvationer, som inte får uteslutas. Gyldén hann dock aldrig genomföra avslutningen av sitt stora verk, beräkningen av de så kallade absoluta banorna för de stora planeterna. Enligt hans omstridda teori skulle den verkliga banans avvikelse från den absoluta banan alltid vara av samma storleksordning som den störande massan.

Medan Gyldéns berömmelse som celest mekaniker steg försökte man förgäves återkalla honom till astronomiprofessuren vid universitetet i Helsingfors. Då detta misslyckades skickades Anders Donner (1854–1938), blivande professor i astronomi, för att skolas hos honom i Stockholm. Slutligen år 1884 kallades Gyldén också till en professur i Göttingen. Anbudet var mycket frestande, och Gyldén ”räddades” åt Sverige genom bildandet av en föreläsningsfond, till vilken konung Oscar II inlämnade ett betydande bidrag.

Utöver teoretisk astronomi hann Gyldén också befatta sig med försäkringsfrågor och han var år 1873 en av grundarna av det svenska livsförsäkringsbolaget Thule, vars chefmatematiker han blev. Det var ganska vanligt på den tiden att astronomer och fysiker anlitades av försäkringsbolag.

Följande finländare att ta sig an den celesta mekanikens stora problem var den Kasköbördige matematikern Karl Frithiof Sundman (1873–1949). Efter att ha blivit student i Helsingfors svenska reallyceum år 1893 inledde Sundman sina studier vid universitetet och erhöll doktorsgraden år 1903 för avhandlingen *Über die Störungen der kleinen Planeten* (1901). Ingivelsen till planetstörningarnas teori hade han fått i observatoriet Pulkovo, där han var anställd för att redigera till trycket Gyldéns efterlämnade manuskript (Lehti & Markkanen, 2010). Arbetet leddes av Sundmans svenska förman och Gyldéns tidigare yngre kollega, Oscar Backlund (1846–1916), och det slutfördes 1908. Sundman kom på detta sätt i besittning av Gyldéns metod, som han dock insåg vara bristfällig. I differentialekvationen för planetens radiusvektor hade Gyldén nämligen försummat vissa termer som skulle ha gjort uttrycken giltiga för en begränsad tid. Uttrycken ger med andra ord inte en lösning på systemet för all framtid.

Åren 1903–1906 gjorde Sundman med stöd av det Rosenbergska stipendiet studiebesök i observatorierna i Göttingen, Paris, München, Leipzig och Berlin. Hemkommen till Finland utnämndes han 1907 till en extraordinarie professur i astronomi och slutligen 1918 till ordinarie professor i astronomi efter Anders Donner. Han innehade professuren till år 1941.

Sundman är i dag mest känd för att ha funnit en formell lösning på det så kallade trekropparsproblemet, i vilket inga betydande genombrott hade skett sedan Eulers och Lagranges grundläggande insatser under 1700-talet. Konung Oscar II utlovade en betydande prissumma för en allmän lösning och belönade till slut Henri Poincaré för det bästa försöket år 1889. Priset borde egentligen ha tillfallit Karl Sundman, men hans lösning kom några år för sent. Sundmans lösning var dock formell och teoretisk, i den meningen att hans serieutvecklingar är olämpliga för praktiska banberäkningar. Lösningen presenterades 1907 och 1909 i Finska Vetenskaps-Societetens *Acta* (Barrow-Green, 2010). Ett franskspråkigt sammandrag av lösningen utkom i Mittag-Lefflers prestigefyllda tidskrift *Acta Mathematica* 1912. Sundman kom i detta sammanhang att befatta sig med regularisering av celesta mekanikens problem, d.v.s. hur man genom en analytisk behandling av ett illa ställt problem kan göra det ”snällt”, d.v.s. utan kollisioner mellan två kroppar, så kallade singulariteter, och sålunda i viss mening lösbart. För att kringgå dessa singulariteter introducerade Sundman i stället för tiden en annan oberoende variabel, med vars hjälp de tre rumskoordinaterna och tidsvariabeln förblir analytiska även i fall av kollisioner. Denna insats inom den celesta mekaniken hör till de yppersta matematiska prestationerna av en finländare. Den belönades med den Franska Vetenskapsakademiens *Prix Pontécoulant*, dessutom särskilt fördubblat.

Som person var Sundman blyg och anspråkslös. Den anekdotiska *Matematikens män* (1957) av E. T. Bell förtäljer följande märkliga episod i hans liv:

> [Det] hände en gång då en framstående matematiker kommit ända från Finland till Paris för att diskutera med Poincaré i vetenskapliga frågor, att denne inte lämnade sitt arbetsrum, då jungfrun anmälde den besökande utan fortsatte att gå fram och tillbaka – som han brukade göra då han grubblade över matematiska problem – i hela tre timmar. Den blyge besökaren satt hela tiden helt tyst och stilla i ett angränsande rum, vilket endast genom ett förhänge skilde sig från mästarens. Slutligen drogs förhänget i sär och Poincaré sköt plötsligt in sitt robusta huvud i rummet. ”*Vous me dérangez beaucoup*” (”Ni stör mig mycket”) slungade huvudet fram, och försvann. Besökaren avlägsnade sig med oförrättat ärende, vilket var just vad den ”världsfrånvände” professorn önskade.

Liksom det mesta innehållet i Bells bok är berättelsen opålitlig, men ändå fullt möjlig. Varifrån Bell har hämtat berättelsen är vid skrivande stund obekant. Även om Sundman inte nämns i anekdoten är det dock säkert att Sundman besökte Paris år 1903 och 1905 och åhörde Poincarés föreläsningar (Lehti & Markkanen, 2010; Barrow-Green, 2010), och någon annan finländare än Sundman kan det knappast ha varit frågan om.

Sammanfattning av matematiken under autonomins tid

I Sverige och särskilt i Finland dröjde 1700-talets anda i form av nyttotänkandet kvar längre än i de kontinentala länderna överlag, där den radikala upplysningen, franska revolutionen 1789 och därpå följande våldsamma händelser redan gett upphov till en annorlunda sinnesstämning. Man talar därför ibland om Sveriges och Finlands ”långa” 1700-tal. Nyttotänkandet präglade också den forskning som bedrevs vid universitetet, inlusive matematiken, fysiken och astronomin.

I den finländska lärdomshistorien är maktskiftet 1809 knappast synligt. Verksamheten fortsatte på samma banor som tidigare. Matematiken i Finland vid slutet av den svenska tiden var på en god allmäneuropeisk nivå – inte någon föregångare men inte heller eftersatt. Forskningen var dock lamare än under 1700-talets mitt, och dissertationerna berörde mestadels det slag av matematik som föregående seklers giganter, Newton, Leibniz, medlemmar av släkten Bernoulli, Euler och Lagrange hade utvecklat långt tidigare. De i Åbo utkomna akademiska alstren var i första hand lärdomsprov, och mer sällan innehöll de annat än ett referat av relaterade arbeten. Professorn i matematik hade p.g.a. sina föreläsningar inte mycket tid över för egen forskning. Läroböcker publicerades inte överhuvudtaget, och man begagnade i regel utländsk litteratur. Med ett växande antal docenter i matematik under början av 1800-talet ökade dock produktionen av matematiska alster i Åbo i rask takt. Dessa skrifter behandlade ungefär lika mycket ren matematik som matematisk fysik och mekanik. Andelen ren matematik, d.v.s. utan direkt anknytning till fysikaliska tillämpningar, växte stadigt. Avhandlingarnas språk under första hälften av 1800-talet var latin, därefter franska, tyska och svenska.

En större omställning skedde i och med universitetets flytt till Helsingfors efter den stora branden i Åbo. Universitetets behov av resurser och personal blev till en början rent av bättre tillgodosedda än under slutet av den svenska tiden. Det kejserliga Ryssland erbjöd oanade möjligheter för inte bara handels- och industrimän utan också begåvade vetenskapsmän, tekniker, och militärer.

Från och med 1800-talets mitt skedde en internationalisering av den matematiska forskningen i Finland. Universitetet berikades betydligt av forskarnas ökade rörlighet både österut och västerut. Redan bland astronomerna i närliggande Sankt Petersburg var stämningen kosmopolitisk tack vare hela släkten av tyska astronomer – släkten Struve som främsta exempel – som verkade där fram till ryska revolutionen. Pulkovo-observatoriet blev därigenom bekant för ett antal finländska astronomer och matematiker. Genom forskarnas ökade rörlighet nåddes Finland också av nya grenar inom matematiken som var tämligen oberoende av omedelbara tillämpningar, däribland abstrakt algebra, invariantteori och funktionsteori.

Många av de matematiker vi behandlat i denna bok är i dag litet kända och nästan anonyma. Vi känner dem närmast genom deras undervisningsmetoder, avhandlingar och läroböcker. De har varit med om att skapa den lärdomsgrund vi i dag står på och är därför, både som personer och forskare, förtjänta av närmare belysning.

11

Den nya fysiken

Den klassiska fysiken banar väg för en ny fysik

Under hela 1800-talet utgjorde elektromagnetismen ett jungfruligt forskningsområde för fysikerna. De banbrytande upptäckterna inom elektromagnetismen gjordes framför allt i Italien, Danmark, England, Frankrike och Tyskland. Till Finland kom kunskapen om de nya rönen efter en liten fördröjning, men denna fördröjning krympte år för år.

James Prescott Joule (1818–1889) hade undersökt och bestämt den mekaniska värmeekvivalenten och försökt påvisa att mekaniskt arbete kunde överföras i andra energiformer, som t.ex. värme, elektrisk energi och strålningsenergi (värmestrålning). År 1843 gav han ut sitt arbete *On the calorific effects of magneto-electricity and the mechanical value of heat*. Sedan Joules arbeten blivit mera allmänt kända framlades olika teorier till deras förklaring bland andra av Hermann von Helmholtz (1821–1894) och Rudolf Julius Emanuel Clausius (1822–1888). År 1859 angav skotten James Clerk Maxwell (1831–1879) en metod att beräkna medelhastigheten och hastighetsfördelningen hos molekylerna i en gas. Maxwell kom till rätt resultat måhända mera med matematisk intuition än med sträng analys. Långt senare kunde det strikta beviset presenteras av den holländske fysikern Hendrik Antoon Lorentz (1853–1928). Tidigare hade även Ludwig Boltzmann (1844–1906) gett en matematisk förklaring till fenomenet. Många forskare började omedelbart arbeta enligt dessa nya riktlinjer och det var nu värmeledningsförmågan hos olika ämnen, diffusion och inre friktion och viskositet fick sina teoretiska modeller och förklaringar. År 1873 talade man sedan om växelverkan mellan molekyler och kom fram till de så kallade van der Waals-krafterna.

År 1820 upptäckte dansken Hans Christian Ørsted sambandet mellan elektricitet och magnetism då han ledde en stark ström genom en platinatråd och såg en magnetnål reagera. Nålen pekade dock inte mot tråden utan tangentiellt i cirklar runt ledningen. Ørsted förklarade detta som en ”konflikt” mellan positiv och negativ elektricitet som rör sig i spiraler runt ledningen. I dag talar vi om ett cirkulärt magnetiskt fält. I augusti 1831 upptäckte engelsmannen Michael Faraday (1791–1867) den elektriska induktionen. Han hade lindat en koppartråd kring en träcylinder och anslutit koppartråden till ett batteri. Ännu en koppartråd lindades kring träcylindern och anslöts till en känslig galvanometer. Då strömmen i batterikretsen slogs av – eller på – gav galvanometern utslag. Snart fann man att primärströmmen från batteriet kunde ersättas med en magnet. Då magneten flyttades, varvid mekaniskt arbete utfördes, uppstod en elektrisk ström i galvanometerkretsen. Genom dessa elektromagnetiska experiment lärde man sig så småningom effektivare sätt att alstra elektrisk energi. Då tekniken vidareutvecklades kunde elektrisk energi utvinnas i stor skala genom att man utgick från kemisk energi, d.v.s. stenkol förbrändes och eldades under en ångpanna, varefter ångan och värmeenergin drev ett svänghjul (mekanisk energi). Genom att överföra denna rörelse till en spole i ett magnetfält utvanns elektrisk energi. Från dessa första försök utvecklades el-generatorer och motorer och samhället tog omedelbart denna nya energiform i bruk; elektrisk belysning, telefon, telegraf, spårvagnar, hissar o.s.v. kom till.

Faraday framförde tanken att kraftlinjer existerade kring elektriska laddningar och härtill gav Clerk Maxwell en teoretisk förklaring då han 1856 skrev en uppsats om kraftfältens matematiska egenskaper. Det visade sig vara ett nytt och fruktbart sätt att klä elektromagnetiska fenomen i en matematisk dräkt. Det alternativa tänkesätt som tillämpades i magnetismen av Ampère, Biot och Savart och i elektricitetsläran av Coulomb var baserat på verkan över avstånd likt tyngdkraften. År 1864 kunde Maxwell dessutom visa att hans fältekvationer satisfierar en vågekvation för transversella svängningar. Substratet för dessa vibrationer var den föreställda allgenomträngande etern, och då den hastighet som Maxwell på teoretisk väg härlett för vågornas utbredning i etern var nära ljusets, fick han anledning att hävda, att ljus i själva verket var ett elektromagnetiskt fenomen. Många ställde sig dock tvivlande till denna tanke och Vetenskapsakademien i Berlin instiftade rent av ett pris år 1879 för den som kunde bevisa det rätta sambandet. Nästan tio år senare, 1887, lyckades Heinrich Hertz (1857–1994), som varit Helmholtz’ elev, få elektriska svängningskretsar i laboratoriet att utsända vågor med just de egenskaper Maxwell beskrivit i sin teori.

De elektromagnetiska fenomenen väckte stort intresse på 1800-talet. På basen av Ørsteds och Faradays upptäckter uppfann Wilhelm Weber (1804–1891) och Carl Friedrich Gauss (1777–1855) den elektromagnetiska telegrafen. Den bestod av två spolar förenade med varandra. I den ena spolen, avsändaren, fanns en stavmagnet införd. Då spole och magnet försköts i förhållande till varandra inducerades en elektrisk ström i spolen. Denna ström leddes sedan till den andra spolen, mottagaren. I takt med förändringarna i denna ström förändrades även magnetfältet kring mottagarspolen. Detta kunde konstateras med en lättrörlig magnetnål i spolens närhet. Principen för telegrafens funktion var således den att då stavmagneten i avsändarspolen sköts in gav magnetnålen utslag åt ett håll och då stavmagneten fördes ut svängde magnetnålen åt det andra hållet. Med den första ca 1 km långa telegrafledningen, som löpte mellan observatoriet och fysikaliska institutionen, kunde Weber och Gauss utväxla meddelanden. Telegrafen var uppställd åren 1833–1845, då den förstördes av ett blixtnedslag.

Fysikens gyllene år

Under den tid Theodor Homén var verksam som fysiker, från det han inledde sina studier 1876 till sitt frånfälle 1923, gjordes en rad omvälvande upptäckter på fysikens område, som med ett slag förändrade den fysikaliska världsbilden. Länge dominerades bilden av Newtons mekanik och den klassiska elektricitetsläran. En ny era inom fysiken inleddes genom banbrytande arbeten av Gauss, Weber, Maxwell och Hertz. Senare tillkom röntgenstrålningen, upptäckten av elektronen, radioaktiviteten och den fotoelektriska effekten. Man började se fenomenen i mikrokosmos som kvanteffekter, som lyder delvis annorlunda lagar än fenomenen i stor skala, och en helt ny uppfattning om materiens struktur började växa fram. Alla de nya experimentella upptäckterna skulle ges en förklaring och nya teorier skapades. Nu föddes kvantfysiken och relativitetsteorin. Den första korta och intensiva perioden, under vilken de största upptäckterna gjordes har ibland kallats för ”fysikens gyllene år”, eller guldålder.

Under senare hälften av 1800-talet ägnade fysikerna stort intresse åt att studera urladdningar i evakuerade glasrör. År 1855 konstruerade Heinrich Geissler (1814–1879) en pump med vilken man kunde åstadkomma bättre vacuum än tidigare och därmed kunde katodstrålarna studeras mera effektivt. Många finländska fysiker hade inlett sin akademiska bana hos professor Erik Edlund i Stockholm och i hans laboratorium studerat elektriska urladdningsfenomen, gasers elektriska ledningsförmåga m.m. Då man försökte förklara katodstrålarnas natur fanns två konkurrerande teorier: enligt den ena var det fråga om partikelstrålning, medan den andra teorin utgick från att strålarna utgjordes av etervågor. År 1897 kunde Joseph John Thomson (1856–1940) visa att katodstrålarna var laddade partiklar, elektronen upptäcktes, och eter-teorin övergavs. För sin upptäckt erhöll Thomson Nobelpriset i fysik 1906.

Ett par år innan Thomsons upptäckt utförde Wilhelm Conrad Röntgen (1845–1923) experiment med katodstrålar med syftet att studera eter-teorins trovärdighet. Den 8 november 1895 hade han täckt in sitt urladdningsrör (uppfunnet av William Crookes) med svart skyddshölje, för att utestänga störningar från ljuskällor utanför röret. Det var i samband med dessa försök han iakttog ett fluorescerande fenomen utanför det täckta Crookes röret då detta var påslaget. Röntgen blev omedelbart intresserad av denna upptäckt. Nya experiment visade att fluorescensen åstadkoms av osynliga, tidigare okända strålar. Röntgen kallade dem själv för *X-Strahlen.* För denna upptäckt tilldelades Röntgen det första Nobelpriset i fysik år 1901 (Bushong, 1975; Caro *et al.*, 1965; Simonyi, 1990).

Nyheten om de nya strålarna spreds snabbt och det nya året 1896, som tog sin början bara några dagar efter det Röntgen rapporterat om sin upptäckt, kan med fog kallas för ”röntgenåret”. Under detta första år publicerades redan ett tusental uppsatser från röntgenologins område. I Finland presenterades nyheten för en större publik av läkaren Fredrik Joel Pätiälä som i februari 1896 skrev om fenomenet i tidskriften *Terveydenhoitolehti.* Pätiälä talade där om ett nytt slags ljus som uppstod i urladdningsröret och som han kallade ”sähkövalo”. Detta elektriska ”ljus” var emellertid osynligt för ögat, även då man försökte se rakt in i röret som var täckt med svart papper, men det gav sig till känna t.ex. på en pappersremsa behandlad med bariumplatinacyanur. Papperet började lysa i det nya ljuset, med andra ord blev det fluorescerande.

Det ”elektriska ljuset” hade ännu en viktig egenskap, fortsatte Pätiälä sin redogörelse: det kunde användas för fotografering, då film reagerade för denna strålning och en bild uppstod vid framkallningen. Pätiälä fortsatte sin beskrivning av fenomenet med X-strålar och framhöll att det var fråga om en helt ny typ av strålar som kunde göras synliga först efter specialarrangemang, t.ex. genom användning av något fluorescerande ämne eller film.

Uppenbarligen kom den första röntgenanläggningen till Finland redan år 1897. Denna slutsats kan man dra av att detta år anordnades ett allmänt läkarmöte i Helsingfors i september. Kirurgen Ali Krogius berättade från detta möte att deltagarna besökte olika sjukhus i Helsingfors och att de på Kirurgiska kliniken fick se en Röntgen-apparat.

Även om läkare och fysiker i Finland var snabba att skriva om upptäckten av X-strålar var dagspressen ännu snabbare. Söndagen den 12 januari 1896 ingick i

Hufvudstadsbladet en artikel med rubriken ”Fotografering af osynliga föremål” (Hufvudstadsbladet 12.1.1896). Där redogjordes för Röntgens experiment samt hur det var möjligt att med dessa, för ögat osynliga strålar, ta fotografier och texten beskrev ingående en bild av en människohand: ”Bilden uppvisar endast handens benbyggnad och ringarna tyckas sfväva fritt kring fingrarna. De mjuka delarna af handen äro icke synliga”. Litet senare fortsatte texten:

> ”Det är svårt att inför en så öfverraskande upptäckt afhålla sig från framtidsspekulationer à la Jules Verne. Så lifligt tränga de sig in på den, som här bestämdt försäkras, att man funnit på en ny ljusbärare, hvilken befordrar full dagsbelysning tvärt igenom brädväggar och de mjuka delarna av den animala kroppen, såsom om dessa vore kristallklart spegelglas”.

Intresset för de nya strålarna var stort och i dagspressen ingick flera artiklar (Hufvudstadsbladet 27.1.1896; 28.1.1896; 17.4.1896).

I maj 1896 höll Svante Arrhenius ett föredrag vid Fysiska sällskapets i Stockholm sammanträde. Påpassligt refererade Hufvudstadsbladet detta anförande varav det framgick att man vid Stockholms högskolas fysiska institut gjort försök ”angående glas’ genomskinlighet för Röntgen-strålar och dessa strålars märkvärdiga egenskaper att elektrifiera kroppar, på hvilka de falla” (Hufvudstadsbladet 24.5.1896).

År 1904 gav Arthur Clopatt ut ett litet häfte med titeln *Röntgenstrålarne i medicinens tjänst*, som trycktes i Hufvudstadsbladets nya tryckeri. Arthur Clopatt var läkare och hans flitiga utnyttjande av X-strålarna i medicinens tjänst gjorde honom till en av de första och främsta bland dåtidens ”radiologer” i Finland. Clopatt hade redan 1903 öppnat ett privat röntgeninstitut i Helsingfors, som han upprätthöll fram till 1915. Clopatt sade att experiment hade visat ”att kropparnas genomtränglighet för Röntgenljuset beror av deras täthet” och demonstrerade detta påstående med en bild av en hand. Handens ben hade större täthet än de omgivande mjukdelarna och benen kom därför tydligt till synes genom den mörka skugga de kastade på t.ex. en fluorescerande skärm. Clopatt övergick sedan till att beskriva benbrott, förändringar i benstomme (svulster, tuberkulösa förändringar), främmande föremål i kroppen samt njur- och urinblåsstenar.

I Finland noterades framstegen genast. Medicinarna meddelade härom i sina egna tidskrifter och fysikern Gustaf Melander vände sig till en större allmänhet då hans artikel ”X-säteistä” publicerades i tidskriften *Valvoja* 1897. Melander redogjorde i denna artikel först för katodstrålarnas egenskaper och för de resultat som bl.a. William Crookes hade kommit till. Sedan kom han över till

Röntgens upptäckt. Speciellt intresse ägnades X-strålarnas egenskaper och Melander jämförde dem med ljusstrålar. Våglängden var dock mycket kortare för X-strålarna och Melander hänvisade till tyska fysikers arbeten enligt vilka den kunde vara högst 0,000001 mm, eller en 600-del av Na-ljusets våglängd.

Sin artikel avslutade Melander med att nämna hur anatomiprofessorn och läkaren Luigi Galvani i slutet av 1700-talet gjort experiment med muskelvävnad från grodor och därvid gjort sådana viktiga upptäckter som senare haft långtgående följder för fysikens fortsatta utveckling. Nu hade fysikern Röntgen gjort en upptäckt som i sin tur säkerligen skulle få stor betydelse för medicinen samt kunde ha oväntade följder för fysiologi och "själsvetenskap".

Tidiga röntgenstudier i Finland

Den äldre generationen fysiker noterade givetvis genast de nya framstegen och några beskrev fenomenen i uppsatser som i många fall var riktade till en större allmänhet. Steget från denna verksamhet till att börja göra egen forskning på det nya området var emellertid långt. Ingen av de "gamla" ville ta det och det blev därför den nya generationen fysiker förunnat att slå in på detta område.

Gustaf Melander var fysiker till professionen och han hade själv 1887 undersökt ljusfenomenet i Geisslerska rör (Melander, 1887). Hans vetenskapliga program handlade efter detta främst om jordatmosfären och klimatologiska frågor och det fanns ingen anledning för honom att överge dessa områden för att på allvar ge sig i kast med de nya X-strålarna, trots hans tidigare forskning angående ljusfenomenet i Geissler-rör (Holmberg, 1992). En liknande vetenskaplig utveckling kan man notera för Theodor Homén. Också hans vetenskapliga intresse berörde klimatologiska fenomen, även om hans avhandling från år 1883 hade titeln *Undersökning om elektriska motståndet hos förtunnad luft* och han fortsatte att skriva några uppsatser om samma fenomen. För Homéns del blev den praktiska inriktningen av hans forskning avgörande då han 1898 erhöll professuren i tillämpad fysik. Då Röntgen gjorde sin upptäckt var Selim Lemström professor i fysik, och hans forskning var inriktad på andra områden: norrsken, nattfroster och elektricitetens inverkan på växande plantor. Det fanns ingen anledning för honom att ge sig i kast med de nya X-strålarna, även om han tidigare varit intresserad av urladdningsfenomenet i förtunnad luft. Han hade bl.a. konstruerat en apparat bestående av flera Geissler-rör för att simulera norrsken.

Då vi refererar till tidiga arbeten som behandlade urladdningar i förtunnade gaser måste samtidigt framhållas, att fastän de hade sin aktualitet då de utfördes, arbetade man på ett helt annat spänningsområde än då X-strålarna upptäcktes.

Georg Sundman skrev i sin pro gradu -avhandling (Sundman, 1920):

> ”Den spänning, som behövs för att vid vanligt tryck åstadkomma en urladdning, är mycket stor, men sjunker, allt efter som trycket minskar. Vid 1/300 av en atmosfär uppgår den erforderliga spänningen endast till några hundra volt. Röret fylles då med ljus – anodljuset – vars färg varierar med den inneslutna gasen. Drives förtunningen längre, måste åter spänningen ökas, varvid ljusfenomenen ändra karaktär”.

Ett visst intresse för urladdningar i förtunnade gaser och senare för X-strålar levde dock vidare hela tiden. År 1890 gjorde N. A. Sundman ett specialarbete i fysik med rubriken ”Undersökning af den elektriska potentialskillnad, som är nödvändig för att i Geisslerska rör med luft af olika förtunning framkalla ljusfenomen”. I dessa försök åstadkoms förtunningen med en kvicksilverpump av Bessel-Hagens konstruktion och slutna glasrör med lufttrycken 1/10 mmHg, 1/100 mmHg, 1/1000 mmHg och 1/10000 mmHg framställdes. Sundman redogjorde för resultaten och konstaterade att man i de flesta fall hade uppnått väntade resultat då man beaktade potentialskillnad, lufttryck och urladdning, dock förekom även avvikelser och han skrev: ”Här måste tydligen något fel i observationerna blifvit begånget”. Den första försöksserien gav uppslag till nya idéer och Sundman tillverkade ytterligare en serie om sex glasrör och gjorde nya experiment med dem. Resultaten var dock nedslående och Sundman avslutade arbetsbeskrivningen med följande reflektioner:

> ”Dessa försök utfördes dock en afton, då förhållandena voro mera ogynnsamma, hvarför man ej heller kan tillmäta dessa resultat någon större vikt. Försöken med dessa rör uppskötos derför till en annan dag, men nu funno vi två af rören söndrade, hvarför man med de öfriga ej mera kunde ernå några resultat i vårt syfte”.

Förteckningen över gamla, bevarade specialarbeten och pro gradu -avhandlingar vid institutionen för fysik i Helsingfors, med anknytning till röntgenstrålning, är inte lång. Vi får gå ända fram till 1914 då vi finner en pro gradu -text skriven av V. J. Kallio: ”Tutkimuksia röntgensäteiden absorptiosta” (Kallio, 1914). I företalet tackade han professor Hjalmar Tallqvist för handledning och tillståndet han fått att använda dyr och avancerad apparatur. Arbetet gjordes nämligen vintern 1913–1914 med röntgenutrustning som anskaffats till institutionen föregående vår. Kallio undersökte strålningens absorption och använde sig av en absorptionsformel, som med en exponentfaktor beaktade absorbatorns tjocklek och absorbatormaterialets förmåga att absorbera strålning (den lineära absorptionskoefficienten). Man hade tidigare experimentellt visat att absorptionskoefficienten varierade med tjockleken hos absorbatorn, d.v.s. absorptionskoefficienten minskade då absorbatortjockleken ökade. Detta förklarades med att röntgenstrålningen var heterogen (bestod av olika energier) och att de ”mjuka” strålarna (låg energi) absorberades först medan de ”hårda” strålarna (hög energi) hade förmåga att tränga djupare. Kallio mätte röntgenstrålningens absorption i tall, ek, skiffer och marmor för olika spänningar, d.v.s. olika maximala energier i röntgenspektret. Kallio hänvisade i sin pro gradu -avhandling till arbeten, som i dag betraktas som klassiker: namn som Röntgen, Thomson, Rutherford och Bragg förekom bland hänvisningarna. Däremot hänvisades till endast ett arbete som utförts i Finland: Yrjö Tuomikoskis avhandling *Tutkimuksia radiumin γ-säteistä ja niiden absorptiosta* (1911). Ett sammandrag på tyska av Kallios avhandling utkom i Finska Vetenskaps-Societetens *Öfversigt*-serie (Kallio & Väisälä, 1915). Som medförfattare uppträdde Kalle Väisälä, som torde ha hjälpt till vid artikelns översättning och matematiska utformning.

Efter Kallios pro gradu -arbete blev det en tyst period vid institutionen för fysik vad beträffar röntgenstrålning. Ett specialarbete av Lilli Mattson om röntgenstrålarnas interferens i kristaller kan noteras från 1916 och ett pro gradu -arbete av Georg Sundman, ”Strålningslärans senaste vinningar”, uppenbarligen från början av 1920-talet, att döma av att litteraturförteckningens nyaste hänvisningar var från 1920 (Sundman, 1920).

Magnus Ehrnrooth gjorde ett specialarbete 1924: ”Om röntgenspektroskopisk kristallstrukturbestämning”. Under början av 1930-talet skrevs sedan några pro gradu -avhandlingar och forskning på detta område bedrevs flitigare. Vid denna tid var Jarl A. Wasastjerna professor i tillämpad fysik, en utnämning som han erhållit 1925 (Simons, 1974). Wasastjernas närmaste lärare under studietiden var Lars William Öholm och Theodor Homén och hans egen forskargärning inleddes på den fysikaliska kemins område då han 1921 disputerade med en avhandling om lösningars optiska egenskaper. Efter denna inledning gick han över till röntgenfysikens område. Åren 1927–1931 utförde Wasastjerna experiment som syftade till att verifiera ljuskvantteorin. Om dessa försök skrev Lennart Simons i sin minnesteckning över Jarl A. Wasastjerna:

> ”För lösandet av sitt problem gjorde han emellertid ett stort upplagt experiment, som vi alla på laboratoriet med spänning och inlevelse följde med. Jag minns som igår den väldiga högspänningsstapeln bestående av 21600 Leclanché’s element, som han använde för att driva sitt röntgenrör med och den oförfalskade upptäckarglädje som också vi andra kände då galvanometern gav extra utslag så fort

röntgenstrålningen kopplades på".

Dessa rader antyder de svårigheter som mötte forskarna då de skulle utföra sina experiment. Wasastjernas envishet och uppfinningsförmåga gav dock resultat och hans senare forskningar rörande röntgenanalys av elektronfördelningar i fasta ämnen blev skolbildande i Finland.

Tidiga atommodeller

Inom fysiken följs teori och experiment åt som tvillingar. Man kan finna åtskilliga exempel i historien, där en ny hypotes eller teori har lett fram till nya experiment, som antingen bekräftat eller omkullkastat den uppställde arbetshypotesen, och även det omvända, att ett experiment har fört fram nya rön, som sedan gett upphov till en teoretisk analys med helt nya idéer. Det kritiska samspelet mellan experiment och teori håller fysiken på en sund och rationell grund.

Den moderna atomfysiken, sådan den utvecklades under början av 1900-talet, utgör ett utmärkt exempel på hur denna växelverkan mellan experiment och teori fungerar. Experimentellt kunde man redan på 1800-talet undersöka spektra från olika grundämnen. Av speciellt intresse var spektret från väte, det lättaste grundämnet. Man kunde observera inom området för synligt ljus ett linjespektrum och det var möjligt att bestämma våglängderna för de olika linjerna däri. Vätets spektrum kommer för all framtid att sammankopplas med Johann Jakob Balmers (1825–1898) namn, ty Balmer, som var schweizisk matematiklärare, var den första som 1884 angav ett matematiskt uttryck för beräkning av dessa våglängder. Följande år publicerade han sin ekvation och tillämpade den på de fyra synliga linjerna i vätets spektrum. Dessutom förutsade han existensen av en femte linje, som låg på gränsen för synligt ljus. Det dröjde inte heller länge innan denna linje observerades och bekräftade Balmers utsago. Uttrycket är empiriskt och innehåller en numerisk del samt en heltalsdel, i vilken ingår ett "kvanttal", d.v.s. ett heltal n. I Balmers spektralserie antog kvanttalet värdena $n = 3, 4, 5, \ldots$

Framgången med Balmers ekvation inspirerade till nya experiment och tolkningar. Så t.ex. modifierades ekvationen av den svenske fysikern Johannes Robert Rydberg (1854–1919) att gälla för andra serier i väte och även för tyngre ämnen. I Rydbergs uttryck ingick det som i dag är känt som Rydbergs konstant.

Vid fortsatta undersökningar fann Walther Ritz (1878–1909) år 1908 att vågtalen (de inversa våglängderna) för många spektrallinjer utgjorde skillnaden mellan vågtalen för andra linjer. Samma år fann Friedrich Paschen (1865–1947) ytterligare en serie linjer i vätets spektrum, som kunde beräknas med hjälp av Rydbergs formel.

Innan teorin för spektrallinjerna kunde vidare utvecklas måste man få en insikt i materiens uppbyggnad. Redan i ett tidigt skede, då den moderna atomfysiken utvecklades, stod det klart att i atomen fanns såväl positiva som negativa elektriska laddningar. De negativa laddningarna (elektronerna) var redan tidigt kända, men hurudan var den positiva laddningen? För detta måste man förklara hur dessa laddningar var fördelade i atomen. Ett, och som det senare skulle visa sig korrekt antagande, var att atomen hölls ihop av elektrostatiska krafter.

Utgående från de tidigaste experimentella resultaten utvecklades en atommodell, som har blivit känd som Thomsons "pudding" atom. Enligt denna modell tänkte man sig att elektronerna var inbakade i en positiv laddning, liksom russinen i en pudding. Denna modell gav en acceptabel bild av den kunskap man hade vid denna tid, men det var uppenbart att efterhand som mera experimentella resultat blev tillgängliga, skulle denna första atommodell befinnas otillräcklig.

Följande steg i utvecklingen var upptäckten av naturlig radioaktivitet. Man fann ämnen, som utsände betapartiklar (elektroner), gammastrålning eller dubbelt joniserade heliumkärnor (alfapartiklar). Ernest Rutherford (1871–1937) studerade hur dessa alfapartiklar trängde genom materia. I experimentet fick en stråle alfapartiklar gå genom en tunn guldfolie, varefter partiklarna stötte mot en fluorescerande skärm. Experimentet visade att flera alfapartiklar avlänkades från sin ursprungliga bana. Man kunde även mäta hur stor denna avlänkning var genom att studera var fluorescensblixten uppstod på skärmen. Rutherford gav även en förklaring till denna avlänkning. Han tänkte sig att kärnan var enbart positivt laddad. Sålunda uppkom en elektrostatisk repulsionskraft mellan atomkärnan och alfapartikeln, som orsakade alfapartikelns avlänkning från sin bana. Genom analys av dessa spridningsexperiment fick man en uppfattning om atomkärnans storlek. Resultatet var överraskande då det visade sig att atomkärnan var mycket mindre än man tidigare tänkt sig. Thomsons puddingmodell måste alltså revideras.

Vi kan nu skapa oss en mental bild av atomen. Huvuddelen av dess massa är samlad i kärnan. Kärnans diameter är av storleksordningen 10^{-14} m och runt denna kretsar elektronerna i banor med en diameter av storleksordningen 10^{-10} m. Atomen som helhet är därmed omkring tiotusen gånger större än kärnan och består därmed till största delen av tomrum. Överallt verkar dock kärnans och elektronernas elektriska fält. För att förklara hur elektronerna rör sig kring kärnan uppställde den danske fysikern Niels Bohr (1885–1962) tre postulat. Det första postulatet tillät elektronens banimpulsmoment, som är en produkt av elektronens massa, hastighet och avstånd till kärnan, att endast anta vissa bestämda värden, nämligen multiplar av $h/2\pi$, där $h \approx 6,6261 \cdot 10^{-34}$ Js är Plancks konstant. Med detta postulat kvantiserades elektronens tillstånd. Eftersom Plancks konstant är mycket liten blir också det kvantiserade banimpulsmomentet mycket litet. En dylik kvantisering har därför betydelse endast i mikrokosmos, där man räknar med små massor och ytterst korta avstånd.

Bohrs övriga postulat säger att elektronen i sin bana kring kärnan befinner sig i ett stationärt tillstånd, samt att elektronen kan röra sig diskontinuerligt från en bana till en annan i atomen. Spontant kan denna övergång ske från en bana med högre energi till en bana med lägre energi. Den därmed frigjorda energin utsänds i form av elektromagnetisk strålning, så att strålningens energi motsvarar energiskillnaden mellan banorna.

Utgående från dessa postulat kunde Bohr 1913 beräkna de möjliga banorna för elektronen i väteatomen och också förutsäga våglängden för de linjer som syntes i vätets spektrum. På detta sätt gav han en teoretisk förklaring till de empiriska ekvationer Balmer och Ritz ställt upp. Med sin nya atomteori befäste Bohr ytterligare kvantmekanikens ställning i mikrokosmos.

Bohrs halvklassiska teori är dock inte tillfyllest för att förklara alla fenomen inom atomfysiken. Förbättringar gjordes därför hela tiden. Man fann att den tunga atomkärnan också deltog i rörelsen och att den fasta punkten i atomen i själva verket var rörelsens massmedelpunkt. På detta sätt infördes Rydbergkonstanten, som beaktade detta. Elektronen kunde även röra sig i elliptiska banor och ett nytt kvanttal infördes. För att förklara uppbyggnaden av tyngre elements elektronstruktur måste ytterligare kvanttal införas. Detta skedde genom att tillämpa kvantmekaniska principer och lösa den så kallade Schrödingerekvationen. Man kunde härvid konstatera att endast vissa lösningar var möjliga och att det mot varje lösning svarade ett bestämt energivärde. Detta innebar att energierna blev kvantiserade, vilket var i överensstämmelse med Bohrs postulat och atommodell. Utgående från den kvantmekaniska modellen för elektronernas rörelse i atomen och med beaktande av Paulis uteslutningsprincip kunde man förklara det periodiska systemet. Genom att studera det periodiska systemet kunde man förklara grundämnenas kemiska egenskaper samt förekomsten av ädelgaser såsom helium, neon, argon, xenon och radon.

Reflexioner kring relativitetsteorin

Det sker en oavbruten utveckling inom naturvetenskaperna. Man kompletterar hela tiden tidigare resultat och gör dem noggrannare och teorier mer generella.

Ibland fordras större revideringar av en rådande uppfattning. Genom en eller ett fåtal stora upptäckter av en vetenskapsman som skapat något banbrytande, kan utvecklingen plötsligt ta ett jättesteg framåt. En dylik diskontinuitet finner man i den vetenskapliga utvecklingen i början av 1900-talet. Det var då de första stegen togs på den moderna fysikens område, d.v.s. det område vars teoretiska hörnstenar är kvantfysik och relativitetsteori.

Man kan med fog påstå att relativitetsteorin ”låg i luften” vid denna tidpunkt och många stora matematiker och fysiker, som t.ex. Joseph Larmor, George Francis Fitzgerald, Hendrik Antoon Lorentz och Henri Poincaré, ägnade mycken tid och ansträngning åt att frigöra sig från den då rådande uppfattningen och sträva mot det nya som de kanske diffust anade att låg framför dem. Det är emellertid Albert Einsteins namn som främst förknippas med relativitetsteorin. År 1905 formulerade Einstein sin speciella relativitetsteori som baserade sig på principer av grundläggande natur. Detta utgjorde dock endast det första steget mot en mera fundamental allmän relativitet, som omfattade en ny teori för gravitationen. Det har senare visat sig att denna allmänna teori har ökat vår förståelse för naturfenomenen och dess giltighet har kosmologisk spännvidd, då den också är av avgörande betydelse vid uppställandet av olika modeller för universum.

Den speciella relativitetsteorin förklarar många fenomen som den klassiska fysiken inte kan klarlägga. En blick på Lorentz-transformationens formler visar att där väsentligen ingår termen v/c, som anger den betraktade partikelns hastighet v i förhållande till ljusets hastighet $c \approx 300\ 000$ km/s. Termer i vilka v/c ingår kan betraktas som korrektioner till den klassiska fysiken. I normala fall är hastigheten v så låg i jämförelse med ljusets hastighet c att skillnaden mellan klassisk fysik och relativitetsteori blir helt obetydlig, och relativistiska effekter kan inte iakttas ens med den bästa till buds stående mätapparatur.

Vad behövs relativitetsteorin då till? Kan man någonstans i naturen hitta fall, där den klassiska fysiken inte är tillräcklig? Svaret beror på hur djupt man vill gå. Man kan t.ex. tolka den magnetiska kraften runt en elektrisk ström som en relativistisk effekt, men denna tolkning behövs sällan i vardagliga tekniska tillämpningar där det räcker att veta hurudant magnetfält en viss typ av strömfördelning ger upphov till. Det är först när man vidgar vyn från vår egen vardagsvärld till universums makrokosmos som relativitetsteorin blir helt oundgänglig. Genom mätningar har man funnit att flera avlägsna galaxer uppvisar avsevärda rödförskjutningar i sina spektra. När dessa rödförskjutningar tolkas som en Doppler-effekt finner man det överraskande resultatet, att dessa galaxer har hastigheter som mäts i tusentals kilometer per sekund. Dessa hastigheter är med andra ord så pass höga, att relativistiska effekter redan kan skönjas. Ännu mera markant blir förhållandet för kvasarer, d.v.s. celesta objekt med kraftig radiostrålning, vilkas flykthastighet kan uppgå till halva ljushastigheten. Då man uppställer teorier för världsalltet är det således nödvändigt att ta hänsyn till relativistiska effekter.

Också när man betraktar elementarpartiklarnas mikrokosmos finner man att relativitetsteorin är oumbärlig. Det är jämförelsevis enkelt att accelerera partiklar som elektroner och protoner till höga hastigheter. Relativitetsteorin är därmed av avgörande betydelse för den forskning som bedrivs med kraftiga acceleratorer i vilka elementarpartiklarna accelereras upp till hastigheter som endast obetydligt understiger ljusets.

Gunnar Nordström och relativitetsteorin

I Finland var Gunnar Nordström den mest namnkunniga av de vetenskapsmän som ägnade sig åt teoretisk fysik under 1900-talets början. Han föddes den 12 mars 1881 i Helsingfors och hans föräldrar var föreståndaren för centralskolan för konstflit, filosofie magister, professor Ernst Samuel Nordström och dennes maka Alina Sofia Hirn (Tallqvist, 1924a; Carpelan & Tudeer, 1925; Isaksson, 1980; Isaksson & Keskinen, 1981).

Student blev Gunnar Nordström den 13 maj 1899 efter att ha genomgått Läroverket för gossar och flickor i Helsingfors. Han inskrevs därefter genast vid universitetets fysisk-matematiska sektion. Studierna vid universitetet intresserade dock inte i detta skede den unge studenten och i stället inskrevs han reden hösten 1899 vid Polytekniska institutet. Här löpte studierna snabbt undan och den 30 maj 1903 utdimitterades Gunnar Nordström som maskiningenjör från avdelningen för maskinbyggnad.

Att börja utöva detta yrke inom industrin verkade emellertid inte särskilt lockande och Gunnar Nordström återupptog sina studier vid universitetet där han nu läste matematik, fysik, astronomi, kemi och nationalekonomi med stort intresse. Fil. kand. -examen avlade han den 15 maj 1905 och vid promotionen år 1907 blev han filosofie magister.

Gunnar Nordströms håg stod nu till vetenskap och forskning. Ett understöd från Nyländska avdelningen gjorde det möjligt för honom att resa till Göttingen där han vistades nästan ett och ett halvt år från april 1906 till augusti 1907. Främst studerade han där de moderna elektromagnetiska teorierna. Som ett resultat av dessa studier skrev Nordström uppsatsen ”Maxwells teori för de elektromagnetiska fenomenen” som prisbelönades av Konsistorium vid universitetet i Helsingfors. Han höll även festföredraget vid Nyländska avdelningens årsfest 1906 som han gav titeln ”Grunddragen af elektricitetsteoriernas utveckling”. Detta föredrag blev även publicerat i ingenjörernas tidskrift *Teknikern* (1906). Den 10 oktober 1908 disputerade Nordström för filosofie licentiatgrad med avhandlingen *Die Energiegleichung für das elektromagnetische Feld bewegter Körper.* Filosofie licentiat -examen avlade Nordström den 1 februari 1909 med vitsord i ämnena fysik, matematik och kemi. Han promoverades till filosofie doktor den 31 maj 1910. Knappt därförinnan, den 16 april, hade Nordström blivit docent i teoretisk fysik vid universitetet i Helsingfors. Som docent föreläste han till en början helt ”vanliga” kurser i matematisk och teoretisk fysik samt termodynamik, men övergick så småningom till specialkurser från sitt eget forskningsområde och nu fick studenterna åhöra föreläsningar i vektoranalysen och dess tillämpningar inom elektricitetsläran, i den kinetiska gasteorin samt om de radioaktiva elementomvandlingarna och Rutherfords och Bohrs atomteori samt den speciella relativitetsteorin.

Gunnar Nordström drog sig emellertid inte för att undervisa även i fysikens grunder och sålunda var han lärare i fysik vid universitetets gymnastikinrättning från januari 1909 till vårterminen 1916, d.v.s. ända till den tidpunkt då han för tre år reste utomlands. Nordström skrev även en fullständigt omarbetad upplaga av Edvard Julius Mellbergs[1] *Lärobok i fysik* (1887), som 1911 kom ut i denna nya skepnad.

Efter att ha avlagt alla examina och fått sin utkomst någorlunda stabiliserad kunde Gunnar Nordström vid sidan av sitt lärarkall ägna sig helt åt forskning. I detta sammanhang var det viktigt att ha utländska kontakter och under somrarna gjorde Nordström därför resor till kända universitetsorter, som befrämjade hans verksamhet. Sålunda finner vi honom sommaren 1911 återigen i Göttingen, sommaren 1913 reste han till Zürich och därpå följande år till Wien och Berlin. Nordström deltog också i naturforskarmötet i Wien år 1913 och vid detta tillfälle höll Albert Einstein ett föredrag i vilket han jämförde sin egen och Gunnar Nordströms gravitationsteori.

Under åren 1916–1919 kom Nordström i åtnjutande av det Rosenbergska resestipendiet och detta förde honom för tre år till Leiden där han speciellt ägnade sig åt forskning i modern elektrodynamik och Einsteins relativitetsteori. Under tiden för vistelsen i Leiden deltog Nordström även i de holländska naturforskarmötena 1917 och 1919. Vid mötet i Haag 1917 höll han ett föredrag

[1]Edvard Julius Mellberg (1842–1905) disputerade 1871 för doktorsgraden i fysik med *Om ytspänningen hos vätskor* och aspirerade 1876 på professuren i matematik efter Lorenz Lindelöf med *Teorin för determinant-kalkylen.* Från år 1878 verkade han som överlärare i matematik och naturvetenskap vid Svenska normallyceum i Helsingfors och gav då ut läroböcker i fysik och matematik på både finska och svenska (Laurén, 1884).

rubricerat ”Die Mechanik der Continua in der Gravitationstheorie von Einstein”.

Professuren i fysik vid Tekniska högskolan (fram till 1908 Polytekniska institutet) hade innehafts av Karl Fredrik Slotte, som avled den 19 juli 1914 (Nykänen, 2007). Nordström sökte tjänsten då den lediganslogs och blev även utnämnd till den i oktober 1918. Just vid denna tidpunkt vistades han i Holland med det Rosenbergska resestipendiet och anhöll därför om tjänstledighet från professuren som han började sköta efter återkomsten till hemlandet hösten 1919. Nordström blev också avdelningsföreståndare för allmänna avdelningen och detta uppdrag skötte han ända till höstterminen 1923, då han blev sjukledig.

Som professor i högre mekanik verkade vid Tekniska högskolan denna tid Rurik Malmström (1872–1919). Han var född i Åbo och hade studerat fysik i Helsingfors och sedermera i Tyskland och Schweiz. Han försvarade 1905 sin doktorsavhandling i Leipzig med titeln *Versuch einer Theorie der elektrolytischen Dissoziation unter Berücksichtigung der elektrischen Energie* (utgiven i *Annalen der Physik*) och innehade olika lärarpositioner i Helsingfors och Zürich innan han etablerade sig vid Tekniska högskolan. Malmström var specialicerad i elektrokemi och mekanik. Vid hans plötsliga frånfälle i oktober 1919 måste Tekniska högskolan se sig om en ny lärare. Gunnar Nordström beslöt sig för att söka tjänsten, trots att han alldeles nyligen installerats som professor i fysik. Nordström utnämndes till tjänsten från och med den 7 maj 1920 och vid installationsföreläsningen i september 1920 redogjorde han för *Några konsekvenser av relativitetsteorin.* Att han bytte till denna nya tjänst hängde sannolikt samman med förhoppningen att mera ostörd kunna ägna sig åt sin forskning. Så blev det dock inte.

Trots att Gunnar Nordström var fokuserad på sin egen forskning försummade han inte undervisningen, och han gjorde stora ansträngningar att behandla fysikens moderna riktningar. Undervisningen måste dock följa uppgjorda schema och tiden var knapp. Hjalmar Tallqvist konstaterade i sitt minnestal bl.a.:

> ”Vid sina föredrag inom mekaniken försökte han, såvitt det kunde fås att gå ihop med programmet, framställa vissa modärnare partier, såsom vektoranalysens hithörande tillämpningar. Tyvärr ställer den knappa tiden och överhopningen av ämnen inom de allmänna disciplinerna stora svårigheter för upptagandet av annat än de nödvändigaste grunderna, så att vetenskapernas nyare utveckling endast i ringa grad kan beaktas. Särskilt gäller detta mekaniken, som ju i viss mån redan är en klassisk disciplin med få modärnare tillväxter, medan saken är en annan inom den i vår tid sjudande och jäsande fy-

> siken, där försummandet av vissa delar av det utmordentligt myckna nya, som så gott som alldeles omformat den, snarast vore ett brott" (Tallqvist, 1924a).

Nordströms forskningsinsatser var tungt vägande. I sitt första egentliga vetenskapliga arbete från år 1908, som var ett specimen för licentiat-examen, lade han först fram en kort framställning av formler och satser ur vektoranalysen, vilka sedan kom till användning vid den fortsatta behandlingen av ämnet. Speciellt några nya integralformler drog samtidens uppmärksamhet till sig. Utgående från de Lorentzska ekvationerna uppställde Nordström energiekvationen för ett elektromagnetiskt fält med kroppar i rörelse. Uttryck för energiströmmen och de ponderomotoriska krafterna uppställdes. Om detta arbete yttrade Tallqvist, som vid disputationen var ex officio -opponent:

> "Ett arbete som författarens förutsätter mycket omfattande och grundliga förstudier: det rör sig på ett av den teoretiska fysikens svåraste områden, där särskilt vad som gäller kroppar i rörelse, ännu stort rum finnes för hypoteser. Resultaten kunna därför ej heller betecknas som säkra i samma grad som på flere andra områden inom fysiken. I sista hand kommer det att bliva experimentet, som skall giva fingervisning för den vidare forskningen och mer och mer bringa klarhet i fråga om de olika electricitetsteorierna, men experimentet försvåras här synnerligen, då man endast kan meddela materien hastigheter, som äro tämligen små i bredd med ljusets".

Detta skrev Tallqvist i sitt utlåtande, men bara några år senare tillade han:

> "Senare har ju som känt både den experimentella och den teoretiska fysiken gått ofantligt framåt och bland annat har man i alfastrålarna fått exempel på materie i rörelse med stor hastighet. Först då denna är en avsevärd del av ljusets fortplantnings-hastighet 300 000 km i sekunden inträder nämligen en märkbar skillnad i det elektromagnetiska förhållandet hos kroppar i vila och kroppar i rörelse" (Tallqvist, 1924a).

Nordström försökte även utveckla en teori för gravitationen. Sina undersökningar publicerade han i artikeln "Relativitätsprincip und Gravitation", som utkom 1912 i *Physikalische Zeitschrift.* Ur texten framgår att Nordström brevväxlat med Einstein som kommit fram till en något liknande teori. Einstein publicerade emellertid inte sina resultat utan konstaterade att de inte i alla avseende motsvarade verkligheten. Själv försökte Nordström förbättra sin teori genom att använda den av Max von Laue (1879–1960) införda energi-impulstensorn. Trots detta var teorin bristfällig.

I sitt andra försök att bemästra gravitationsteorin utgick Nordström från en mera allmän form för gravitationspotentialen. I denna nya form publicerades teorin 1913 under rubriken ”Zur Theorie der Gravitation vom Standpunkt des Relativitätsprinzips” i *Annalen der Physik*. Även om denna teori inte heller kunde ge en uttömmande förklaring på alla fenomen gav den dock klara antydningar som t.ex. ljusets gravitationsrödförskjutning och planetbanornas periheliumförskjutning.[2]

Gunnar Nordströms arbeten vann ett visst anseende ute i världen och man kan utan tvekan nämna hans namn bland de stora i detta sammanhang, d.v.s. Max Abraham, Albert Einstein, David Hilbert, Gustav Mie och Henri Poincaré. Dessa sex forskare tävlade under 1910-talet om att uppställa en fungerande gravitationsteori. Relativitetsteorin var nyckeln till denna teori. Till skillnad från Einsteins teori utnyttjade Nordströms teori en femte dimension för att skapa en gravitationsteori i fyra dimensioner. En motsvarande idé i tensorform utvecklades senare av Theodor Kaluza och Oskar Klein.

Teorins största utmaning utgjordes av den grundliga ändringen av själva innebörden av de fundamentala begreppen inom fysiken. Tallqvist konstaterade:

> ”Relativitets- och gravitationsteorierna höra till det tänkbarast abstrakta inom den nyare fysiken; till en del falla de inom filosofien och kunskapsteorien. Utom sin allmänna betydelse för vetenskapen har relativitetsteorien speciellt för fysiken betydelsen att söka på gemensam grundval förklara de elektrodynamiska, optiska, termiska och mekaniska fenomenen. Den omstöper, som vi veta, de ärevördiga begreppen tid, rum, massa och energi i nya former, varför också en del fysiker känt liksom en instinktiv motvilja mot den, delvis visserligen också på grund av att de ej förmått fatta dess rätta mening” (Tallqvist, 1924a).

Nordström var själv övertygad om teoriernas stora betydelse för den framtida förståelsen av naturfenomenen. Han skrev därför 1920 till Kungl. Vetenskapsakademiens Nobelkommitté:

> ”Till Kungl. Vetenskapsakademiens Nobelkommitté för fysik.

[2]Merkurius’ elliptiska bana var känd för att förskjutas på ett sätt som inte kunde förklaras inom ramen för Newtons gravitationsteori. För att förklara denna långsamma banförskjutning hade man t.o.m. föreslagit en hypotetisk planet nära Solen, Vulkan, som med sin massa skulle ha påverkat Merkurius.

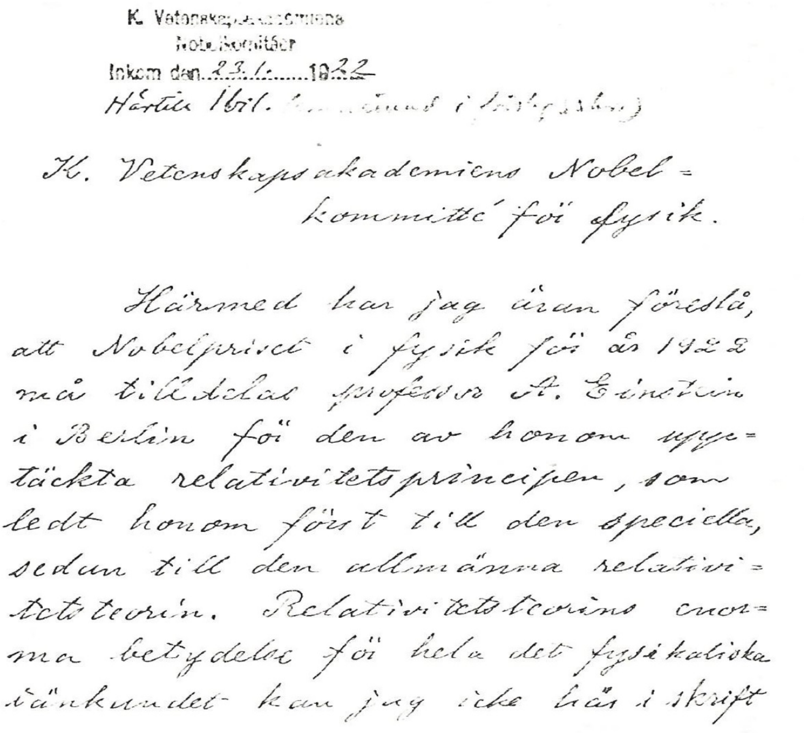
Härmed har jag äran att till erhållande av Nobelpriset i fysik för år 1920 föreslå professor Albert Einstein för hans relativitets- och gravitationsteori. Den senare av dessa hans teorier, och därigeom även den förra, har under det gångna året blivit på ett glänsande sätt bestyrkt genom observationer under den totala solförmörkelsen år 1919. De ifrågavarande observationsresultaten, som framlades för Royal Society i London den 6 november 1919, torde vara tillräckligt kända för att icke här behöva utläggas.

Helsingfors den 27 januari 1920
Gunnar Nordström
professor i fysik vid Tekniska högskolan i Helsingfors".

Einstein fick dock inte Nobelpriset i fysik år 1920, och då utdelningen av 1921 års pris fördröjdes, skrev Nordström ett nytt brev till Nobelkommittén i fysik och förordade Einstein för priset en gång till (figur 11.1). Han motiverade sitt förslag utförligare än förra gången, nu genom att hänvisa till hans viktigaste arbeten. År 1922 mottog äntligen Albert Einstein 1921 års Nobelpris i fysik, dock icke för relativitetsteorin, som måhända gjort honom mest känd i vida kretsar hos den stora allmänheten, utan för sina arbeten rörande den fotoelektriska effekten. Detta ämne upplevdes kanske mindre kontroversiellt än den omstridda och revolutionerande relativitetsteorin.

Trots att Gunnar Nordströms betydande vetenskapliga insats ligger inom området för teoretisk fysik var han ingalunda främmande för praktiska problemställningar. Härför borgade hans utbildning till ingenjör samt senare hans lärarverksamhet med anknytning till praktiska tillämpningar. Ett arbete av Nordströms hand, som faller inom experimentalfysikens område, utgör undersökningen av källvattens radioaktivitet (Nordström, 1917). Med tillhjälp av en bladelektrometer av typ H. W. Schmidt bestämdes halten av radiumemanation i källvatten. Prover togs från Pernå-trakten, Helsinge samt orter spridda över olika delar av landet. Nordström fann, som ett medeltal för Pernå-källorna, att aktiviteten var 14,45 Mache-enheter, för Helsinge 1,8 Mache-enheter och för det övriga landet 2,5 Mache-enheter (1 Mache-enhet $\approx$ 3,6 10^{-10} Curie). Med detta arbete var Nordström sålunda en av pionjärerna när det gällde problematiken kring de höga radonhalterna på vissa orter i Finland.

Nordström gifte sig 1917 med holländska Cornelia van Leeuwen (1889–1974) och de hade tre barn i Finland.


K. Vetenskapsakademiens
Nobelkommittéer
Inkom den 23.1. 1922
Härtill 1 bil.

K. Vetenskapsakademiens Nobel=
kommitté för fysik.

Härmed har jag äran föreslå, att Nobelpriset i fysik för år 1922 må tilldelas professor A. Einstein i Berlin för den av honom upptäckta relativitetsprincipen, som ledt honom först till den speciella, sedan till den allmänna relativitetsteorin. Relativitetsteorins enorma betydelse för hela det fysikaliska tänkandet kan jag icke här i skrift

Fig. 11.1: Första sidan av Gunnar Nordströms brev till Kungl. Vetenskapsakademiens Nobelkommitté, där han för andra gången föreslår Albert Einstein som mottagare av Nobelpriset i fysik. Det odaterade brevet har antecknats inkommet den 23.1.1922.

Radioaktiviteteten upptäcks

Upptäckten av röntgenstrålarna 1895 skedde då Wilhelm Röntgen vid experiment med katodstrålar noterade ett fluorescensken utanför det väl övertäckta urladdningsröret. Det visade sig att det rådde ett samband mellan röntgenstrålar och fluorescens. Omedelbart uppstod nästa fråga: gällde det omvända, nämligen att fluorescerande och fosforescerande material utsände röntgenstrålning? Antoine Henri Becquerel (1853–1908) började undersöka fenomenet. Han hade tidigare observerat att olika uransalt fosforescerade efter att ha belysts med solljus och fann att uransalter hade förmågan att svärta filmer. Vid fortsatta försök fann Becquerel att uranmineraler, såväl fosforescerande som icke-fosforescerande, samt uran, utsände något slag av strålning. Strålningens intensitet från olika prov stod i relation till mängden uran som ingick i provet. Därmed var den naturliga radioaktiviteten upptäckt och strålarna kallades i ett första skede för uranstrålar eller Becquerel-strålar (Caro *et al.*, 1965; Simonyi, 1990). Nu började man även söka andra mineral, som uppvisade samma typ av ”radioaktivitet”. År 1898 upptäckte Gerhard Carl Schmidt (1865–1949) och Maria Skłodowska-Curie (1867–1934) oberoende av varandra att torium och dess mineral även var radioaktiva. Marie Curie började nu undersöka olika uran- och torium-föreningar. Det visade sig att pitchblände (80 % uranoxid) gav ett högre aktivitetsvärde än man kunnat vänta sig av dess uranhalt. Därför måste där ingå ytterligare radioaktiva element som kunde förklara den höga aktiviteten. Marie och Pierre Curie (1859–1906) som började söka efter detta ämne fann två nya radioaktiva element: det ena som hela tiden återfanns i wismuth-fraktionerna kallades polonium; det andra som fanns i bariumfraktionerna döptes till radium. Nu gällde det även att kunna renframställa de nya elementen. Man började med radium som förekom rikligare. Det behövdes dock tonvis med pitchblände för att man skulle få påvisbara mängder av radium. Efter fyra år av träget arbete hade Marie Curie lyckats isolera $\frac{1}{10}$ gram ren radiumklorid och bestämde atomvikten för radium till 225.

Det var omvälvande upptäckter kärnfysikforskarna gjorde vid sekelskiftet och några av dem fick också den stora belöningen att motta ett Nobelpris för sina insatser. År 1903 delade Henri Becquerel, Pierre Curie och Marie Skłodowska-Curie priset i fysik. Becquerel fick det för sin upptäckt av naturlig radioaktivitet och makarna Curie för de insatser de gjort vid undersökningen av de strålar som Becquerel upptäckt. J. J. Thomson fick priset 1906 för sina undersökningar angående elektricitetens gång i gaser (påvisandet av elektronen). Ernest Rutherford belönades med Nobelpriset i kemi år 1908 ”för sina undersökningar rörande elementers sönderfallande och de radioaktiva ämnenas kemi”. År 1911 mottog

Marie Curie för andra gången Nobelpriset, nu i kemi. Frederick Soddy (1877–1956) samarbetade med Rutherford i Montréal och han tilldelades kemipriset 1921 ”för sina bidrag till kännedom om de radioaktiva ämnenas kemi och sina undersökningar rörande isotopers förekomst och natur”. Från mera modern tid kan vi ytterligare notera James Chadwicks (1891–1974) upptäckt av neutronen 1932 (Nobelpriset i fysik 1935) samt makarna Irène (1897–1956) och Frédéric Joliot-Curies (1900–1958) Nobelpris i kemi 1935 för deras insatser på kärnfysikens område. Ungraren George de Hevesy (1885–1966) fick Nobelpriset i kemi 1943 ”för sina arbeten över isotopers användning som indikatorer vid studiet av kemiska processer”, och William Frank Libby (1908–1980) likaså i kemi 1960 för metoden att datera organiska prov med radioaktivt kol, den så kallade C14-metoden.

De första kärnfysikaliska arbetena i Finland

I några laudaturarbeten och pro gradu -avhandlingar från början av 1900-talet fram till andra världskrigets utbrott kan man följa med hur kunskapen i och intresset för kärnfysik kom till Finland och upptogs i universitetskretsar här. Det tidigaste arbete som påträffats är en handskriven laudaturuppsats av Kaarlo Aaltio (Aaltio, 1906), antagligen från 1906, att döma av referenserna samt en tidsangivelse i texten. I denna uppsats redogjorde Aaltio i detalj för hur radioaktiviteten upptäcktes, samt de första undersökningarna av detta fenomen. Aaltio var noga med att ange referenser och på detta sätt kan man lätt följa med utvecklingens gång. I slutet av arbetet beskrev Aaltio en metod att bestämma ett radioaktivt preparats ”styrka” eller aktivitet. Det radioaktiva provet placerades i en väl tillsluten och isolerad bladelektrometer som laddats upp till spänningen ca 200 V. Urladdningen av elektrometern observerades därefter som funktion av tiden genom att man uppmätte elektrometerbladens vinkel med vertikalaxeln. Ett radioaktivt preparat påskyndade urladdningen, jämfört med den normala urladdningen med en tom elektrometer. Spänningsfallet i volt under en timme utgjorde därmed ett mått på provets radioaktivitet.

Aaltio avslutade sin laudaturavhandling med att beskriva en serie experiment i vilka han mätte ”aktiviteten” hos jordprov och mineraler. Mätningarna utfördes under våren 1905 och prov hämtades från Helsingfors med nära omnejd. Också ett urankaliumsulfat-prov uppmätte, vilket naturligtvis hade hög aktivitet.

Efter Aaltios pionjärarbete uppstod en paus vad gäller kärnfysikaliska arbeten. År 1911 undersökte Yrjö Tuomikoski gammastrålningens absorption i bly. Som strålkälla använde han ett radiumpreparat. Tuomikoski hade tidigare vistats en längre tid i England för att lära sig teori och teknik på detta nya område. Sina resultat framlade han i doktorsavhandlingen *Tutkimuksia radiumin γ-säteistä ja niiden absorptiosta.* En del av resultaten återgavs som jämförelse i Kallios tidigare omtalade arbete om röntgenstrålningens absorption från 1914 (Kallio, 1914). Den omständigheten att den lineära absorptionskoefficienten minskade med ökande blytjocklek förklarade Tuomikoski med att den gammastrålning radium utsände var heterogen (den hade flera olika energier och den blev ”hårdare” med tilltagande absorbatortjocklek och alltså mera genomträngande). Trots en intressant inledning fortsatte Yrjö Tuomikoski inte på den vetenskapliga banan utan flyttade till Kuopio och verkade där som lärare.

Ungefär samtidigt med Tuomikoski vistades också Lars William Öholm i Manchester. I ett brev till Svante Arrhenius berättade han om sina vedermödor och upplevelser:

> ”Jag arbetar här dagen i ända för att om möjligt få undan alla radioaktiva öfningsarbeten till början af juni. Det blir väl inemot 50. Jag har utfört ett trettiotal redan. I det stora hela är det rätt intressant. Det är ju någonting alldeles nytt för mig. Jag tänker ej stanna här längre än nödigt och någon vetenskaplig undersökning tager jag ej nu itu med. Min afsigt var ju endast att lära mig mätningsmetoderna och därtill har man här godt tillfälle. Manchester är en otreflig stad. Här är allting ohyggligt snuskigt, laboratoriet inberäknad. Man ser formligen ut som en sotare, då man går hem om kvällen” (Öholm till Arrhenius, 1913).

Öholm träffade både Rutherford och Thomson och hade hälsningar med sig hem. Hans resa till England resulterade också i apparatinköp:

> ”. . . Jag har köpt här en uppsättning af radioaktiva apparater för fysikum i Hfors. Jag ansatte Tallqvist och han var villig att ro ut med 500 finska så att jag kunnat anskaffa åtskilligt bl.an. 3 fina elektroskop ett α, ett $\beta + \gamma$ och ett för emanation. Jag har också actinium för 32. Få vi några mgr. radium till så äro vi försedda. Men huru man skall komma åt en normal utan att stjäla den, det blir nog svårt” (Öholm till Arrhenius, 1913a).

Några år senare publicerade Gunnar Nordström ett arbete om radioaktiviteten hos källvatten (Nordström, 1917). I slutet av artikeln tackade Nordström Hjalmar Tallqvist ”för den stora beredvillighet, varmed han låtit anskaffa alla nödiga apparater”.

De övriga avhandlingarna, som finns bevarade med anslutning till radioaktivitet, joniserande strålning och tidig kärnfysik, är av typen översiktsartiklar och saknar egna experimentella resultat. Georg Sundman skrev om ”Strålningslärans senaste vinningar” (1920). Han nämner katodstrålar, kanalstrålar och röntgenstrålar och slutligen α-, β- och γ-strålar. Inledningsvis konstaterar han att dessa strålar joniserar luft, framkallar fluorescens och svärtar fotografisk plåt. I avsnittet om radioaktivitet skrev han sedan utförligt om de radioaktiva serierna och hur man där kan inplacera elementen i olika grupper.

Några år senare redogjorde Bertil Sjöström i sin pro gradu -text för hur man mäter α-, β- och γ-strålning (Sjöström, 1927). Han fann hela området kärnfysik ytterst intressant och i inledningen skrev han entusiastiskt:

> ”I dessa underbara ämnen, som hava den radioaktiva egenskapen, kunna vi följa med uppbyggandet och nedbrytande av element t.o.m. med våra ögon iaktta huru ämnen, urämnen, som vi antagit oföränderliga, explosionsartat under utslungande av partiklar liknande helium-atomer omvandlas till nya element. Ordet element har förlorat sin rätta betydelse! Vidare ana vi de starka, livliga inreatomiska rörelser, som kunna stegras så, att de åstadkomma omlagringar av atomens inre byggstenar, ja, att t.o.m. någon av dessa slungas ut ur atomens verkningskrets och ger upphov till ny-gestaltning i sin förra värld”.

Ett år senare beskrev Lilli Finne det radioaktiva sönderfallet som ett statistiskt fenomen (Finne, 1928).

Efter Chadwicks upptäckt av neutronen 1932 väcktes ett förnyat intresse för kärnfysik vid Helsingfors universitet, och man kunde nu ge en ny, mera exakt bild av hur atomkärnan var uppbyggd. Flera pro gradu -arbeten skrevs om detta (Kanerva, 1937; Valokari, 1938). Redan 1938 noterades neutronens existens i några arbeten (Luoto, 1938; Puranen, 1938). Maila Luoto, som skrev om neutronexperiment, inledde med en beskrivning av de experiment som ledde till att neutronen upptäcktes och gick sedan över till nyare försök, som bestämde neutronens massa, jonisationsförmåga, magnetiska egenskaper och dylikt. Intressanta var även de kärnreaktioner som inducerades av neutroner.

Då man granskar gamla examensarbeten från början av 1900-talet ser man att de flesta referenser är tyskspråkiga. Så t.ex. angav Aaltio i sin laudaturavhandling (Aaltio, 1906) som litteraturhänvisning J. J. Thomsons arbete i tysk översättning (*Elektrizität und Materie*, 1904). Enbart tyskspråkig utländsk referenslitteratur kan man finna i flera arbeten (Sundman, 1920; Finne, 1928; Kanerva, 1937; Valokari, 1938). Bara i en avhandling hänvisas till Hjalmar

Tallqvists *Kvanttifysiikka* från år 1931. Orsakerna till valet av tyska kan vara många, men man kan skönja goda, allmänna kontakter till Tyskland samt naturligtvis den egna språkkunskapen som byggts upp redan under skolåren. Efter andra världskriget flyttades forskningens tyngdpunkt till Förenta staterna och därmed blev engelskan vetenskapens främsta språk.

För att hållas ajour med den internationella forskningen gällde det att inte bara förstå främmande språk, utan även att kunna uttrycka sig adekvat på det egna modersmålet. Speciellt besvärligt var detta på kärnfysikens område, där nya fenomen och begrepp hela tiden beskrevs. Som exempel kan vi nämna orden sönderfallskonstant (fi. hajoamisvakio) och halveringstid (fi. puoliintumisaika) som angavs av Lilli Finne (1928) såsom 'hajaantumisvakio' respektive 'puolenarvoaika', samt av Valokari (1938) såsom 'hajoamisvakio' respektive 'puoliaika'. Ännu i dag finner man att det vetenskapliga språket lever: nya fenomen studeras, nya begrepp och teorier tillkommer och de skall alla kunna uttryckas på ett exakt och entydigt sätt. För att inte det egna modersmålet ska försvagas måste nya ord, tolkningar och definitioner ständigt uppfinnas.

12

Några fysikeröden

Människor har i alla tider uppvisat en strävan att systematisera sin kunskap. Detta innebär att begrepp och fenomen som hör till samma ämnessfär sammanförs till egna discipliner. På detta sätt låser man lätt in kunskapen i bestämda fack, och fastän det inom varje fack råder en växelverkan mellan olika delområden har de större ämnesområdena en tendens att småningom isolera sig från varandra. På detta sätt har t.ex. medicinen tilldelats sitt stora fack, kemin sitt och fysiken sitt. Men också en tendens i motsatt riktning kan urskiljas. I och med att kunskap inom olika branscher matematiseras uppstår nya ämnesområden: matematisk biologi, fysikalisk kemi, mikrobiologi, o.s.v.

Fysiken i sig utgör i dag ett brett fält av naturkunnighet och många specialområden. Så har också fysikernas vägar till sina gebit varit mångskiftande. I detta kapitel granskar vi några mindre kända finländska fysikers levnadsbanor.

Släkten Borenius

Släktnamnet Borenius har i den tidigare framställningen redan framskymtat i olika sammanhang. Denna släkt var till en början verksam i östra Finland. Vid 1800-talets ingång var Henrik Borenius kyrkoherde i Kivinebb. Han var gift med Sofia Stråhlman, och av deras barn inskrevs Henrik Gustaf och Alexander Ferdinand vid Viborgs gymnasium (Carpelan & Tudeer, 1925; Hornborg & Lundén Cronström, 1961).

Henrik Gustaf Borenius föddes den 3 oktober 1802 i Nykyrka. I september 1817 inskrevs han i 3. klassen i Viborgs gymnasium. Klasserna löpte så att man började skolgången i 3. klassen och läste sig upp mot 1. klassen, den högsta. Redan i skolan visade Henrik Gustav Borenius gott läshuvud och i samband med sommarexamen 1818 erhöll han som premie *Tyskt och Svenskt Hand-Lexicon* tryckt i Jönköping 1815, och två år senare en tysk lärobok i matematik av G. U. A. Vieth, tryckt i Leipzig 1808.

Student blev Henrik Gustaf Borenius 1821 och därefter vidtog studier vid Åbo Kejserliga Akademi. Han ägnade sig nu åt naturvetenskapliga och teologiska ämnen. Filosofie kandidatexamen avlade han 1827 och prästvigdes 1829. Amanuens vid universitetets astronomiska observatorium blev han 1827 och verkade där till 1829 (Lindelöf, 1894). Detta var under Argelanders tid som observatoriets ledare. För en kort tid var Borenius även adjunkt hos fadern i Kivinebb, men ägnade sig dock huvudsakligen åt läraryrket. Under vårterminen 1829 var han tillförordnad överlärare vid Viborgs gymnasium, samt 1829–1830 lärare i Finska kadettkåren. Docent vid universitetet i ren matematik blev han 1834 sedan han framlagt en avhandling om ljusets reflexion. Samtidigt var han lektor i tyska vid universitetet. Ämneskombinationen var onekligen unik, men ännu på Henrik Gustafs skoltid var tyska ett märkbart språk i Viborg. Även premierna vittnar om hans gedigna kunskaper i tyska.

Henrik Gustaf Borenius skötte också som tillförordnad högre befattningar vid Kejserl. Alexanders Universitetet i Finland. Han handhade professuren i astronomi åren 1840–1842 samt 1845, och professuren i fysik från vårterminen 1848 till vårterminen 1849 efter Nervanders frånfälle. Adjunkt i matematik och fysik hade han blivit redan 1846 då han disputerade med en avhandling om bestämmandet av tyngdkraftens acceleration medelst pendelförsök. Henrik Gustaf Borenius sökte även den lediga professuren i astronomi i mars 1841. Senare tog han dock tillbaka sin ansökan då han på goda grunder ansåg att hans medtävlare Gustaf Lundahl skulle erhålla denna befattning. Så gick det även och Lundahl utnämndes 1844 till professor i astronomi som trettioåring.

Sin egentliga livsgärning utförde Henrik Gustaf Borenius som föreståndare för universitetets magnetisk-meteorologiska observatorium. Denna befattning innehade han under perioden 1848–1880. Han var således 78 år gammal då han avgick från denna tjänst. Professorstitel hade han erhållit redan 1856.

Henrik Gustaf Borenius vetenskapliga verksamhet omfattade främst arbeten från observatoriets forskningsfält. Han hade dock tidigare dokumenterat sig inom matematiken och även astronomin. År 1834 hade han framlagt en avhandling för docenturen i matematik: *In theoriam luminis reflexi disquisitio* (Undersökning av teorin om ljusets reflexion), samt år 1845 avhandlingen *De gravitate, ope penduli ex dato citu geographico, determinanda* (Bestämning av tyngdkraften med tillhjälp av en pendel och den givna geografiska positionen).

Finska Vetenskaps-Societeten, som inledde sin verksamhet år 1838, höll månatliga möten vid vilka ledamöterna framförde vetenskapliga meddelanden. Fysikerna Hällström och Nervander samt matematikern N. G. af Schultén d.y. hörde till de mest aktiva i detta sammanhang. Så småningom utvidgades kretsen av föredragshållare och den förste utanför Societeten stående föredragshållaren var Borenius, som år 1839 redogjorde för ett arbete från ”den elementära trigonometrins område”. Detta arbete godkändes sedermera för tryckning i Societetens *Acta* och gav även Borenius säte i Societeten (Elfving, 1938).

Henrik Gustaf Borenius ingick 1852 äktenskap med Augusta Mathilda Nervander, född år 1825 och dotter till professorn i fysik Johan Jakob Nervander och Agatha Emerentia Öhmann. I Borenius’ äktenskap föddes fem barn, av vilka det mellersta, Georg, även ägnade sig åt matematisk-naturvetenskapliga studier.

Henrik Gustaf Borenius’ fem år yngre bror, Alexander Ferdinand, föddes även han i Nykyrka den 26 december 1807. Inskriven vid Viborgs gymnasium visade han liksom brodern gott läshuvud och erhöll en icke föraktlig mängd bokpremier. Efter studentexamen 1825 vidtog även för hans del teologiska och naturvetenskapliga studier vid Åbo Akademi. Filosofie kandidatexamen avlade Alexander Ferdinand år 1832. Därefter följde en kort period som överlärare vid Viborgs gymnasium varefter han blev utnämnd till lektor i matematik vid Borgå gymnasium. Avsked från lektoratet erhöll han 1873, några år efter det han blivit assessor i Borgå domkapitel.

Alexander Ferdinand Borenius prästvigdes 1837 och avlade pastoralexamen 1842. Sedan 1852 var han kyrkoherde i Lappträsk prebendepastorat och även domkapitelsassessor i Borgå. Under sin tid som lärare vid Borgå gymnasium färdigställde A. F. Borenius uppsatsen *Formularum Paschalium Gaussianarum cum Delambreanis comparatio earumque ex his deducendi periclitatio* i Finska Vetenskaps-Societens *Acta* (Vol. II, 1847). Artikeln handlar om beräkning av påskens datum och jämför särskilt Gauss’ och Delambres metoder. Borenius gjorde även värdefulla insatser då det gällde att förbättra och utöka instrumentsamlingen vid Borgå gymnasium. Onekligen hade han även ett gott inflytande på sina elever, av vilka bl.a. Selim Lemström slog in på den lärda banan och blev professor i fysik. August Fredrik Sundell var under en tid Borenius vikarie i Borgå och mottog även han intryck av undervisningen i experimentalfysik, något som han senare kunde omsätta under sin verksamhet vid universitetet i Helsingfors. A. F. Borenius gifte sig 1837 i Sankt Petersburg med Anna Lovisa Gustava Ehrström. Han dog i Borgå den 3 april 1881.

Ytterligare kan i detta sammanhang nämnas ett namn ur släkten Borenius. Det är Georg Borenius, son till Henrik Gustaf Borenius och Augusta Mathilda Nervander. Georg föddes den 9 juli 1858 i Helsingfors. Sin skolgång genomförde han i Svenska Normallyceum och blev student därifrån den 28 maj 1877. Härefter vidtog matematisk-naturvetenskapliga studier vid universitetet i Helsingfors där han speciellt studerade matematik för Gösta Mittag-Leffler. Filosofie kandidatgrad avlades den 23 maj 1882. Före detta hade Georg Borenius rest över till Stockholm, dit Mittag-Leffler flyttat redan tidigare, och Borenius blev den 7 oktober 1889 inskriven vid Stockholms högskola där han bedrev fortsatta studier i matematik 1882–1884. Samtidigt verkade han även som lärare i ren matematik vid högskolan. Georg Borenius erhöll det Rehbinderska stipendiet och ytterligare ett understöd av Nyländska avdelningen och kunde därför resa till Berlin och där åhöra matematikern Leopold Kronecker under vinterterminen 1884–1885. Resultatet blev en avhandling, som framlades till offentlig granskning i Helsingfors den 25 maj 1886. Avhandlingens titel var *Om den Cauchyska uppgiften att framställa en bruten rationel funktion, som antager föreskrifna värden för gifna värden af argumentet.* Avhandlingen rör sig om en rationell motsvarighet till J. L. Lagranges interpolationspolynom och Borenius följer Kroneckers angreppssätt. Opponenten Edvard Rudolf Neovius kritiserade avhandlingen hårt p.g.a. slarv och brist på egen insats. Tidigare hade Georg Borenius erhållit Consistorium Academicums pris för uppsatsen ”Bestämning af jordmagnetismens konstanter i Helsingfors”, samt ytterligare av Nyländska avdelningen ett pris ur Kiseleffska donationsfonden för uppsatsen ”En metod för upplösning af fjerde grads likheter”. Georg Borenius blev sedermera lärare vid Svenska Normallyceum. Han dog år 1922.

Gustaf Samuel Crusell – docent i medicinsk fysik

Fysiken strävar till att undersöka naturen i dess helhet, vilket även omfattar den ”levande” naturen. Vi talar i detta senare fall om en ny gren inom fysiken: biofysik. Om vi speciellt koncentrerar oss på diagnostisering av människans sjukdomar och deras behandling med fysikaliska metoder talar vi om medicinsk fysik eller klinisk fysik.

Fysik är en exakt vetenskap, men inom biofysiken kommer en dimension till, som ibland gör det svårt att finna allmängiltiga lagar och mönster, som alltid kan tillämpas med den exakthet en fysiker är van vid. Det är livets mångskiftande former som härvid tillför forskningen små, men ingalunda betydelselösa, variationer på grundmönstret.

Man behöver inte gå längre tillbaka i tiden än ett eller ett par sekel för att finna att någon total specialisering i ett enda fack ännu ej hade ägt rum.

Tvärtom var det inte ovanligt att en forskare var intresserad både av fysikens exakthet och livets gåtfullhet och det hände sig t.o.m. relativt ofta att i en och samma person förenades medicinarens och fysikerns kunskaper. Också i Finland arbetade man under 1800-talet i gränsområdet mellan medicin och fysik. En av de första pionjärerna på den medicinska fysikens område var Gustaf Samuel Crusell, som den 9 juni 1857 blev utnämnd till docent i medicinsk fysik vid Kejserliga Alexanders Universitetet i Finland.

Gustaf Samuel Crusell föddes den 30 juni 1810 i Tammela (Carpelan & Tudeer, 1925; von Bonsdorff, 1978; Holmberg, 1986). Fadern var kronofogden på Åland, Samuel Gabriel Crusell, och modern var Johanna Charlotta Cairenius. Gustaf Samuel Crusell var syssling till tonsättaren och klarinettisten Bernhard Crusell (efter vilken Crusellbron i Helsingfors är namngiven). Sin skolgång genomförde Crusell vid Åbo katedralskola och blev student därifrån den 19 juni 1829. Han hade hela tiden varit intresserad av naturen och efter slutexamen i skolan vidtog naturvetenskapliga studier vid universitetet i Helsingfors. Filosofie kandidatgrad erhöll han i december 1833 med avhandlingen *Dissertatio entomologica insecta Fennica enumerans*, som granskades år 1831. Det var den 26:e delen i en serie dissertationer om Finlands insekter under professorn i naturalhistoria Carl Reinhold Sahlbergs inseende.

Två och ett halvt år senare blev Gustaf Samuel Crusell filosofie magister och efter ytterligare ett halvt år kunde han den 15 december 1836 foga titeln medicine kandidat till sin meritlista. Uppenbarligen hade han studerat naturvetenskap och medicin parallellt, vilket inte var så ovanligt på den tiden. Medicine licentiat blev Crusell den 14 december 1838.

Nu vidtog Crusells arbete som praktiserande läkare och vi finner honom först som t.f. provinsial- och slottsläkare i Kajana (1839) och litet senare som provinsialläkare i Kexholm (1842) (Pakkala, 1986; von Bonsdorff, 1978). Jämsides med utövandet av det praktiska läkaryrket arbetade Crusell oförtrutet med att utveckla behandlingsmetoderna. Här gick han fram på en klart naturvetenskaplig linje och utnyttjade fysikaliska metoder för att bota vissa sjukdomar. På detta sätt utvecklade han galvanismen samt galvanokaustiken och pyrokaustiken som behandlingsmetoder inom medicinen.

En av Crusells idéer var att leda galvanisk ström (d.v.s. likström från batterier) genom delar av människokroppen genom elektroder applicerade vid det område som skulle behandlas. Den syra som samlades vid anoden åstadkom koagulation, medan man vid katoden erhöll en vätskeanhopning. Med denna metod kunde man alltså hela sår. En annan tanke var att man med tillräckligt stark ström och lämpligt utformade strömslingor även skulle kunna ”bränna” vävnad, s.k. galvanokaustik, och härigenom bota (förinta) det sjuka området.

Enligt denna tankegång fungerade även den pyrokaustiska kniven, men upphettningen skedde här med brinnande gas.

Ovannämnda metoder använde Crusell för att bota svårläkta sår, bölder och tumörer. För att hela variga sår använde han även ett elektrolytiskt pulver som bestod av koppar och zinkfilspån, medan cancertumörer behandlades med den galvanokaustiska metoden, enligt vilken man med galvanisk ström glödgade en platinatråd eller -plåt och därmed brände bort den sjuka vävnaden.

Själv ansåg Crusell att behandlingsmetoderna var framgångsrika. Härvid överskattade han säkerligen resultaten, men den fortsatta utvecklingen visade att han var inne på rätt spår. Under senare hälften av 1800-talet, ännu flera år efter Crusells död, användes dessa metoder flitigt bl.a. i Finland. De nya behandlingsmetoderna väckte även omedelbart en viss uppmärksamhet i medicinska kretsar och sålunda kom Crusell till Sankt Petersburg, där han under överinseende av en särskild kommission kunde tillämpa galvanisk läkekonst vid hospitalet. Han fick av kejsaren motta ett stipendium för att bota ögonsjukdomar med elektrisk ström. Han försökte bota katarakt genom att i ögonlinsen införa en med katoden förenad starrnål, samt försökte få grumlingar i cornea att klarna.

Crusell hade uppenbara framgångar med sina behandlingsmetoder som huvudsakligen byggde på användandet av galvanisk ström. Han grundade bl.a. privata sjukhus i Moskva (1845) och Sankt Petersburg (1849) där hans läror tillämpades och han fortsatte ivrigt sitt forsknings- och utvecklingsarbete. På basen av sina meriter fick Crusell en tjänst vid inrikesministeriets medicinalavdelning, detta på rekommendation av medicinalrådet i Sankt Petersburg. Som erkänsla för sina insatser erhöll Crusell år 1856 av Kejserliga Vetenskapsakademien halva Demidoffska priset, som på den tiden uppgick till 714 rubel.

År 1857 disputerade Crusell i Helsingfors med avhandlingen *Om det utböjda pyrocaustiska hjulet och om pyrocaustiska knifven.* Det var fråga om en operativmedicinsk avhandling och den tillägnades verkliga statsrådet, medicine doktor Carl Rosenberger[1] med all den snirklighet och elegans i formuleringen som var kännetecknande för mitten av 1800-talet.

Avhandlingen redogjorde noggrant för konstruktion och användning av det pyrokaustiska hjulet och kniven. Apparaten bestod av ett lämpligt utformat platinableck, som hölls glödande med hjälp av en blandning av vätgas och luft (knallgas). Metoden var svårbemästrad och apparaten svårhanterlig med den

[1]Carl Otto Rosenberger föddes i Dorpat 1806 och utbildade sig till läkare vid stadens universitet. Efter Krimkriget utnämndes han till direktor för ryska marinens medicinska departement. Han dog år 1866 i Sankt Petersburg.

ansågs stå modell för den ”termokauter” som senare utvecklades av Claude-André Paquelin (1876).

Ovannämnda avhandling gav Crusell en docentur 1857 vid Kejserl. Alexanders Universitetet i Finland. Länge hann Crusell emellertid inte njuta av sina framgångar. Han dog sinnessvag redan den 24 oktober 1858 i Sankt Petersburg, endast 48 år gammal. Han var två gånger gift och hade två söner.

Under sin korta karriär skrev Crusell flitigt om sina metoder och erfarenheter. I hans artiklar och korrespondens kan man skönja en iver att framföra de nya metoderna för en bredare läsekrets och att få dem allmänt accepterade. År 1848 skrev han en artikel i *Medizinischen Zeitung Russlands*, Nr 17, rubricerad ”Physikalisches Heil-Verfahren”. Med denna publikation ville han, genom att ange exempel, visa att man kunde använda fysikaliska metoder för att bota olika sjukdomar. Han inledde med att berätta hur han redan under tio års tid arbetat med dessa problem och ansåg det nu vara sin plikt att framlägga resultaten. Härefter kom en beskrivning av den elektrolytiska behandlingen, där han använde koppar- och zinkelektroder. Även den galvanokaustiska metoden, där en tillräckligt stark galvanisk ström får ett tunt platinablek att glöda, beskrevs. Artikeln var daterad på följande sätt:

> Sanct Petersburg (Wassili-Ostroff, 7 Linie, Haus Gerasimoff)
> den 26 März 1848.
> Der Bezirks-Arzt in Wiburgischen Gouvernement
> Doctor Medicinae et Chirurgiae
> Gustav Crusell

Något senare samma år (i *Medizinische Zeitung Russlands*, Nr 28, 1848) redogjorde Crusell för behandling av syfilis med galvaniska metoder. I en tabell angav han tio fall, som mellan den 29 maj och 3 juli 1844 kommit till hans mottagning och fått behandling. Det var mestadels fråga om matroser från marinekipaget och soldater från gardes- och lastekipaget, men även några officerare fanns med, liksom även en elev från Fältskärsskolan i Kronstadt. Uppgifterna är noggranna och patienterna ståtar med namnen utsatta i tabellen. Antalet behandlingstillfällen varierade från ett till fyra, men då slutgranskningen företogs den 13 september 1844 kunde man konstatera att ingen längre uppvisade sjukdomssymptom. Ännu i en tredje artikel, som utkom den 10 december 1848 (*Medizinische Zeitung Russlands*, Nr 50, 1848) redogjorde Crusell för sina fysikaliska metoder inom läkekonsten. Nu var det fråga om elektrolytisk amputation, med vilken man kunde skilja en sjuk vävnad från en frisk, samt galvanokaustik. Crusell konstruerade bl.a. ett så kallat Daniell-element med stora ytor, vilket var behändigare än att koppla ihop flera små element. Redogörelsen åtföljdes av en beskrivning av namngivna patienter, som led av ögonsjukdomar, cancer och syfilis.

I några artiklar skrivna av Crusell kan man läsa mellan raderna, och ibland även direkt, att han inte ansåg sig ha fått det erkännande av andra läkare som han enligt eget förmenande vore förtjänt av. Legitima läkare ville inte se sambandet mellan hans fysikaliska metoder och botandet av sjukdomar. Crusells bitterhet kom tydligt fram då han skrev: ”*... Misericordia Divina! Womit können denn solche Kur-Resultate, wie die in den vorhergehenden Paragraphen gezeigten, vorwechselt werden? Mit Natur-Heilungen vielleicht? ...* ”.

Det var inte endast det nymodiga i metoderna som satte hinder i vägen för en vidare användning. Crusell konstaterade att de fysikaliska behandlingsmetoderna krävde kunskap, skicklighet och tid av utövaren, något som mången läkare inte besatt eller var beredd att offra. Trots dessa motigheter publicerade Crusell sina resultat och redogjorde för metoderna. Hans karriär innefattade en omfattande verksamhet i Sankt Petersburg och en docentur i medicinsk fysik vid universitetet i Helsingfors. Crusells metoder användes även efter hans död flitigt i Finland. Medicine doktor Knut Felix von Willebrand (1814–1893) hade redan på 1840-talet varit en förespråkare för behandling av uretrastrikturer med galvanism och han blev en entusiastisk anhängare av Crusells idéer. Von Willebrand använde metoderna bl.a. vid behandling av läppcancer, exsudat i pleura och pericardium, elephantiasis nodosa, primär syfilis o.s.v. (von Willebrand, 1846).

Då galvanisk ström används inom terapin bör man beakta dels den effekt som ledning av en jämn ström genom vävnad har på det sjuka området, dels den effekt en retning av vävnad genom galvaniska strömstötar har. K. F. von Willebrand, som själv var bevandrad i galvanism, skrev i sin artikel 1846 om Crusells metoder (von Willebrand, 1846):

> ”D:r Crusell har obestridligt den stora förtjenst, att först hafva sett Galvanismens användning i medicinen ur en rent kemisk synpunkt. Att vid den utgående strömmen vätskorna alkaliniseras och vid den ingående göras sura; att Galvanismen ur den ena polen verkar fluidiserande och ur den andra koagulerande, blef den enda principen för D:r Crusells mångfaldiga, först å djur och sedan å menniskor anställda, experimenter och ledde honom till de märkvärdiga resultater, hans uppsatser i detta ämne innehålla”.

Den galvaniska strömmen tog man ut från en apparat, som planerats av John Frederic Daniell. Von Willebrand beskrev den apparat han själv använde på följande sätt:

> ”Kopparkittlarnas storlek har uti denna varit: höjden och diametern ungefär 3 tum; de oglaserade lerkrukorna och zinkskifvan i förhållande härtill. Uti kopparkitteln utgöres vätskan av en mättad lösning af svafvelsyrad kopperoxid; uti lerkrukan svafvelsyra, utspädd med vatten i förhållandet af 1 till 24”.

Von Willebrand beskrev sedan mycket noggrant hur han med framgång behandlat bl.a. grumlingar i ögat. Ett av fallen var följande: I slutet av november 1844 hade en matros vid 1:sta Finska Sjö-Eqvipagets 1:sta Compagnie kommit till Eqvipage Lazarettet för en ”gastro-intestinal catarrh”. Matrosen hade även grumligt vänsteröga, som härrörde från en ögonåkomma tre år tillbaka i tiden. Ett försök gjordes att med galvanism göra ögat friskt igen (figur 12.1):

> ”Den 11:te December leddes ur venstra ögat den utgående Galvaniska strömmen af ett par, sålunda att en fin silfverknapp, rund 1/2 tum i diameter, försedd med ett med silke öfverspunnet skaft och genom metalltråden i förbindelse satt med zinken uti Becker-apparaten, applicerades midt uppå cornea, under det matrosen höll i munnen ett stycke zink, som genom den andra tråden var fästad vid kopparen i samma par. Dermed hölls ut i nära två minuter. Starka stickningar och bränningar kändes under operationen i ögat, detta fylldes derunder av tårar och conjuctiva blev röd”.

Behandlingen upprepades några gånger och tre månader senare förevisades patienten inför Läkare-Sällskapet. Grumlingen i ögat hade nu försvunnit nästan helt och patienten kunde läsa i en bok med det tidigare blinda ögat. Von Willebrand fortsatte sin artikel med beskrivningar av flera lyckade behandlingar av ögonsjukdomar, små svulster och strikturer i urinröret. I de flesta fall var skildringarna ytterst detaljerade. Det mest i ögonen fallande för en nutida läsare är att man oftast inte försökte dölja patienternas identitet.

Von Willebrand avslutade sin artikel med att entusiastiskt konstatera Crusells stora insatser vid botandet av cancer:

> ”Dock om det närmare vid behandlingen af kräfta och chancre höfver det ej mig att här orda. D:r Crusells procedur härvid är ingeniös, ehuru complicerad. Det är att hoppas, ett han ej länge lemnar den litterära verlden i okunnighet om resultaterna af den rika erfarenhet han häruti samlat både i Petersburg och Moskwa”.

Om von Willebrand visade stor entusiasm för galvanismens möjligheter så var kirurgen Maximus Videkind af Schultén desto mera kritisk, då han nästan fyrtio

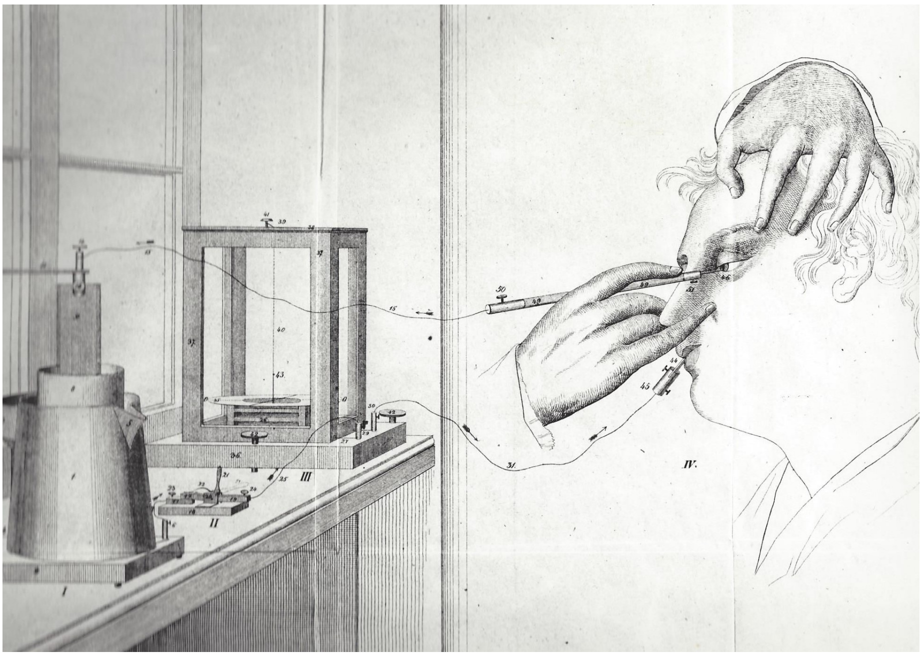


Fig. 12.1: K. F. von Willebrands arrangemang att bota grumlingar i ögat på en patient medels galvanisk ström som leddes in i ögat och ut ur munnen.

år senare redogjorde för Crusells uppfinningar och deras betydelse. Af Schultén beskrev de olika möjligheterna att utnyttja galvanismen som Crusell utarbetat. Han gav en snabb apparatbeskrivning, men konstaterade i många fall att Crusells konstruktioner var ”komplicerade och klumsiga” och därför hade de ingen eller ringa praktisk betydelse. Ofta hände det att dessa apparater utvecklades och gjordes mera användbara av andra. Crusell själv, som troligen insåg begränsningarna hos de egna försöksapparaterna, gick fort över till andra tillämpningar och andra apparatkonstruktioner. Detta innebar samtidigt att Crusell aldrig blev i tillfälle att insamla ett så rikligt patientmaterial att han med ett stort statistiskt underlag hade kunnat framlägga klara bevis för galvanismens förträfflighet. Hans beskrivningar av lyckade behandlingar var därför inte i alla stycken helt övertygande. Af Schultén ansåg att Crusell borde ha koncentrerat sig på någon bestämd behandlingsmetod, närmast galvanokaustiken. Han skrev:

> ”Han [Crusell] skulle sålunda kunnat skapa sig en bestående vetenskaplig förtjenst. Men i stället för att fullfölja galvanokaustikens utbildning drefs han af sitt outtröttliga, men obeständiga forskarsinne att söka nya metoder” (af Schultén, 1884).

Längre fram i texten skriver han:

> ”Det slutliga omdömet om honom (Crusell) blir, att han var en både orginel och uppoffrande forskare, ehuruväl han tycktes saknat det praktiska sinne och den smidiga uthållighet, som behöfvas för att skaffa spridning åt nya idéer. Hans förtjenst såsom en banbrytare står i alla fall oförminskad qvar. Och vårt land, som icke är öfverflödigt rikt på män, som gifvit en eller annan gren af vetenskapen en ny utveckling eller nya hjelpmedel, gör rätt att i ett aktadt minne bevara namnet: Gustaf Samuel Crusell” (*ibid.*).

I dag har Gustaf Samuel Crusell och hans uppfinningar mer eller mindre fallit i glömska. Han står dock fortfarande kvar som en banbrytare på den medicinska fysikens område. Där har hans trevande försök bidragit till att föra utvecklingen framåt. Från en obetydlig början har den moderna tekniken utvecklat den medicinska apparaturen till dagens högteknologiska nivå. Därmed har läkarna fått sådana hjälpmedel att patientbehandlingen i många fall kan ske under rutinmässiga förhållanden. Som exempel på detta kan nämnas den medicinska lasern, som ger en välkollimerad och intensiv stråle, medan Crusell själv kämpade med otillräckligt solljus och invecklade lins- och spegelsystem. Ett annat exempel är Crusells elektrokemiska behandlingsmetodik, där han själv utvecklade strömkällor och apparatur, jämfört med dagens elektrokemiska behandling av lungcancer.

I den långa, fortskridande utvecklingen av behandlingsmetoder kan man alltid skönja kontakter och influenser. Crusell är en led i denna utveckling.

Hugo Gyldén – astronom i Stockholm

Johan August *Hugo* Gyldén föddes den 29 maj 1841 i Helsingfors. Hans föräldrar var professorn i grekisk litteratur Nils Abraham Gyldén och dennes hustru, friherrinnan Beata Sofia Wrede. Familjen upplevde sorg ett flertal gånger då många barn dog i späd ålder och Hugo Gyldén var den ende av många syskon som överlevde barnaåren, och även hans hälsa var svag. Detta bidrog antagligen till föräldrarnas beslut att inte genast sätta Hugo i skola vid uppnådd skolålder. I stället skulle fadern läsa skolkurserna hemma med honom. Det visade sig emellertid snart att Hugos stora intressen var matematik och astronomi. Dessa ämnen fick Hugo lära sig mer eller mindre på egen hand.

I den Gyldénska familjen hyllade man satsen ”att på allt sätt förkovra intellektet” och flera gånger hände det att den unge Hugo hellre satt inne och läste och studerade än sprang ute och lekte med sina jämnåriga kamrater. Som ett resultat av detta tog Hugo Gyldén en lysande studentexamen vid 16 års ålder. Efter detta vidtog universitetsstudier och redan 1860 avlades kandidatexamen.

Nu blev det aktuellt för Gyldén att söka sig utomlands för att där inhämta ytterligare lärdom. Han sökte sig därför till Leipzig och Gotha där han 1861–1862 studerade för Peter Andreas Hansen, vars specialområde var teoretisk astronomi. Då Gyldén återkom till hemlandet kunde han lägga fram två avhandlingar och disputera både för doktorsgrad och docentur. För doktorsgraden gällde en 43 sidor lång avhandling om planeten Neptunus’ bana (1861) medan för docenturen framlades en 35 sidor lång avhandling rörande beräkning av paraboliska kometbanor (1862). Vardera avhandlingen godkändes, även om en del allvarliga anmärkningar gjordes. Bristerna i utförandet får väl närmast tillskrivas Gyldéns ungdom, måhända till någon del brådskan att bli färdig, samt den omständigheten att Gyldén ännu vid sina universitetsstudier i månget avseende fortfarande var självlärd.

År 1862 blev Hugo Gyldén utnämnd till docent i astronomi vid Kejserl. Alexanders Universitetet i Finland. Denna befattning skötte han dock aldrig. Redan på hösten samma år reste han på stipendiepengar han erhållit från universitetet till observatoriet i Pulkovo. Även här belönades hans flit och i december 1863 utnämndes han till adjunkt-astronom vid observatoriet. Arbetsförhållandena var utmärkta och stor frihet gällde vid val av egna forskningsuppgifter. På den isolerade observatorieorten fanns inte många möjligheter till förströelse och många av astronomerna, som arbetade där, gick därför helt upp i sina arbetsuppgifter. Gyldén levde som det stora flertalet av arbetskamraterna, dock ytterligare något flitigare, och i ett brev hem berättade han hur han inrättat sitt liv och nu ”lever enligt stjärntid”. Gyldéns flit var naturligtvis även noterad bland hans vänner och en gång frågade Lemström, innan Gyldén flyttat till Stockholm: ”Du arbetar väl som vanligt rastlöst och med framgång! Är din helsa lika god som förr . . . ” (Lemström till Gyldén, 1870).

År 1865 ingick Hugo Gyldén äktenskap med Therese Amalie Henriette von Knebel. Hon var av tysk börd, hemma från Weimar, där hennes föräldrar var majoren Karl Wilhelm von Knebel och Emilie Trautmann. Gyldén hade lärt känna henne redan under sin vistelse i Tyskland fyra år tidigare. Livet i Pulkovo blev med tiden ansträngande för familjen. Mycket arbete och få möjligheter till avbrott från rutinerna tärde på krafterna i längden och så småningom tillkom bekymmer med att ordna barnens skolgång i ett främmande land. De två äldre barnen föddes nämligen under vistelsen i Pulkovo.

Då Gyldén blev erbjuden tjänsten som Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens astronom och föreståndare för observatoriet i Stockholm, en befattning som blivit ledig efter Nils Haqvin Selander, var det inte svårt för Gyldén att tacka ja. Efter åtta år i Pulkovo flyttade familjen Gyldén till Stockholm 1871. Angående denna utnämning avsände Lemström litet information direkt från Stockholm:

> ”Att jag bl.a. är lifligt intresserad af frågan om astronomiska professionen härstädes är helt naturligt då du vill hafva den . . . Du har Alla Uppsalienser afgjordt för dig med den styrka att de säga: om du söker eller rättare vill komma så finnes ej annat val och deri instämmer Edlund med hela kraften af sin värma för vetenskapen . . . Att du har ett parti emot dig är ock säkert äfvensom att Lindhagen säges stå i spetsen derför af mindre vackra bevekelse grunder ty man påstår att han fruktar en öfverflyglande medtäflare . . . Af allt synes dock att opinionen för dig är af starkaste slag. . . ” (Lemström till Gyldén, 1870).

Edlund och Lindhagen, som omnämndes i brevet, var vardera verksamma i Stockholm. Edlunds insatser som fysiker har omtalats redan tidigare. Daniel Georg Lindhagen var astronom. Född 1819 och student från Linköpings läroverk bedrev han först akademiska studier vid Uppsala universitet. Därefter var Lindhagen verksam vid observatoriet i Pulkovo 1847–1855. Sistnämnda år blev han utnämnd till biträde vid observatoriet i Stockholm, vilket medförde kärva ekonomiska förhållanden för honom. År 1866 kallades han till sekreterare vid Kungl. Vetenskapsakademien och Lindhagens insatser på astronomins och geodesins områden avtog nu i samma takt som arbetsbördan på denna nya post ökade. Under en period av 35 år skötte Lindhagen denna syssla. Lindhagen var gift med Olga Anna Wilhelmina von Struve, dotter till Wilhelm von Struve, dåvarande direktor för observatoriet i Pulkovo, och hade med henne sju barn. Lindhagen dog år 1916 (Hasselberg, 1912).

Om utnämningen vid Stockholms observatorium berättade även Hugo Gyldéns hustru många år senare:

> ”När så förhoppningen att finna en vetenskaplig tjänst för lång tid tillintetgjordes för min dåvarande fästman i Finland, men densamma sedermera, efter en åttaårig vistelse i Pulkowa, förverkligades i Sverige, då var det en djup tacksamhet, som ännu fastare band honom vid detta land, en tacksamhet, åt hvilken han gaf uttryck på mångahanda sätt. Det var också af detta skäl han härstädes i början skref alla vetenskapliga afhandlingar på svenska, och det tarfvade enträgna och upprepade framställningar från vetenskapliga kretsar i utlandet, innan han lät beveka sig att skrifva de större arbetena på franska eller tyska” (Donner, 1897).

I Stockholm fortsatte Gyldén sina arbeten med oförminskad intensitet. Ett av hans huvudområden gällde störningsteorin för himlakropparnas rörelse. För att kunna beräkna effekterna av dessa perturbationer använde Gyldén sig först av serieutvecklingar. Men som det så ofta gäller inom forskning och vetenskap leder det ena problemet över till det andra. Så gick det även för Gyldén. Det visade sig att användning av serieutveckling var ett arbetsdrygt sätt att försöka nå en lösning på problemet. Gyldén började därför undersöka seriernas konvergens för att komma till rätta med färre termer. Detta ledde emellertid inte till önskat resultat och Gyldén övergick slutligen till elliptiska funktioner. Med anledning härav inleddes år 1874 en livlig korrespondens med Charles Hermite, den kände matematikern och analytikern i Paris. Hermite uppskattade Gyldéns arbeten som matematiker och astronom och nämnde Gyldéns stora insats på området för de elliptiska funktionerna:

> ”Förhoppningar, som hade födts genom Abels och Jacobis första arbeten och som hade bordt framkalla många ansträngningar, hafva ändtligen genom Eder realiserats med den vackraste framgång” (Donner, 1897).

Hugo Gyldén verkade nästan 25 år i Sverige. Då astronomiprofessuren i Helsingfors blev ledig efter Krueger tog universitetet kontakt med Gyldén i ett försök att återknyta honom till hans forna hemland. Gyldén funderade allvarligt på att ta emot detta erbjudande och besökte t.o.m. Helsingfors. Resultatet av överläggningarna blev dock att Gyldén tackade nej. Lemström som kände Gyldén rätt väl anade utgången redan i ett tidigare skede:

> ”Af ett brev . . . ser jag att våra utsigter att få dig hit äro mycket klena. Sanningen att säga har jag aldrig hoppats en sådan utgång, då Du har det så bra där Du är. En hel del af oss skulle ock önskat kallelsen ställd i helt annan form än den sedan kom, men såsom den nu är, är den välmenad och jag uttalar min uppriktiga önskan att Du måtte komma, men hyser endast ett minimalt hopp” (Lemström till Gyldén, 1879).

Likaså avsade sig Gyldén en gång senare äran att ta emot en tjänst i Göttingen.

Gyldéns arbetstakt var hård. Han unnade sig knappast någon vila, och den ena artikeln efter den andra lades till i hans långa publikationsförteckning. Om detta skrev Anders Donner i sin minnesteckning över Hugo Gyldén:

> ”Hemligheten af Gyldéns verkligen häpnadsväckande produktivitet var hans fenomenala arbetsförmåga. Sällan släcktes hans arbetslampa förrän kl. 2 tiden på morgonen och efter få timmars sömn var han åter redo att börja arbetet kl. 8 till 9 på morgonen. Under den tid, jag tillbragte på Stockholms observatorium, arbetade vi med samma instrument. Dervid var arbetsordningen den, att Gyldén observerade till kl. 11 tiden på qvällen, derefter disponerade jag instrumentet från 11-2 och då hade jag order att, när jag slutat, knacka på hans dörr. Väl kunde han då ibland se något burrig ut med sömnen i ögonen; men vanligen var han klarvaken. I alla fall var han redo, att ännu för par, tre timmar fortsätta sina observationer. Och om morgonen, när den unge yrkesbrodern ännu vid 9 tiden låg och drog sig och sökte återvinna krafterna efter nattarbetet, hade Gyldén redan ätit frukost och gick omkring rökande sin cigarr och färdig att ånyo sätta sig till arbetet” (Donner, 1897).

Knappast någon orkar dock i längden arbeta i ett så högt uppskruvat tempo. Med tilltagande ålder började Gyldéns hälsa att försämras, och läkarna rekommenderade ett lugnare liv. En direkt varning kom även i form av ett sviktande hjärta. Gyldén försökte visserligen leva enligt de nya reglerna, men att sluta arbeta kunde han inte. Hans bortgång kom även helt plötsligt, men ännu sängliggande ägnade han sig åt korrekturläsning. Den 9 november 1896 kom så den slutliga hjärtförlamningen.

De jämnåriga Hugo Gyldén och Selim Lemström hade blivit bekanta under studietiden i Helsingfors och deras intresse för vetenskap hade fört dem ytterligare närmare varandra. Detta kom även till synes i deras öppenhjärtliga korrespondens. Medan Lemström var i Stockholm under sin första vistelse där kom dåliga nyheter hemifrån och i ett brev till goda vännen Hugo Gyldén skrev han i början av oktober 1869:

> ”Från Hfors har jag ej hört mycket och det som derifrån förljudes är ledsamt. Speciellt har jag fått betala en borgen och det af min förut knappt tilltagna reskassa, med det skall nog gå ändå”.

Detta klingade ej för döva öron. Hugo Gyldén erbjöd sin hjälp och Lemström tackade:

> ”Jag är dig oändligt tacksam för din välvilja för mig och din stora beredvillighet att hjelpa mig ur mitt bryderi . . . Jag emottager derför med största nöje penningar af dig på de villkor du godhetsfullt erbjudit . . . jag har tvenne försäkringsbref, hvardera på 500 rdr . . . och jag vill hellst lemna dig inteckning uti det, som befinner sig hos . . . ”.

Intressant är att notera att mången fysiker, med speciellt god matematisk kunskap, ställde denna i försäkringsbolagens tjänst. Detta har vi redan sett i samband med Sundell och Homén, som vardera arbetade för Kaleva. Även Hugo Gyldén arbetade inom detta fack och skrev några artiklar om aktuariell matematik. Våren 1889 tog en representant för försäkringsbolaget Thule kontakt med Selim Lemström med en förfrågan om denne vore beredd att bli kontrollant för bolaget i Finland. Lemström, som ”hyst det största intresse för detta företag, ehuru det hittills endast varit af platonisk art”, vände sig återigen till goda vännen Hugo Gyldén med en vädjan om information:

> ”Då Du så ligger inne i försäkringsväsendet, så kan Du säkert rekommendera mig hithörnde litteratur af bästa slag, hvarför jag beder dig godhetsfullt gifva mig uppgift härutinnan. Jag har ej tid att bortslösa på onödiga omvägar och hoppas genom din välvilja komma till målet på lämpligaste sätt, så att Du ser att verldsvehikeln ’egen nyttan’ äfven här är den bestämmande faktorn”.

Hugo Gyldéns omfångsrika brevväxling bevaras i Kungl. Vetenskapsakademiens Centrum för vetenskapshistoria i Stockholm, som har blivit en guldgruva för vetenskapshistoriker. Också Gyldén själv bidrog till en vetenskapshistorisk upptäckt. En brevsamling som tillhört medlemmar av matematikersläkten Bernoulli påträffades överraskande i Stockholm, och Gyldén rapporterade om sitt fynd i ett brev 1771 till astronomen Rudolf Wolf i Zürich. Det visade sig att Johann III Bernoulli av penningbrist fårsålt sina avlidna släktingars brevväxling till Kungl. Vetenskapsakademien 1797, och för mer än 70 år hade deras existens varit obekant för forskare (Gehr, 2016).

August Fredrik Sundell – mångsidig vetenskapsman

Vid Kejserliga Alexanders Universitetet i Finland verkade under slutet av 1800-talet och början av 1900-talet den talangfulle August Fredrik Sundell. Som forskare hade han huvudintresset inriktat på matematik, fysik och astronomi och skulle märkligt nog göra stora insatser på alla dessa tre områden (Carpelan & Tudeer, 1925; Tallqvist, 1925; Holmberg, 1988).

August Fredrik Sundell föddes den 11 september 1843 i Helsingfors som son till rustmästaren vid Livgardets finska skarpskyttebataljon Gustaf Fredrik Sundell och dennes hustru Agata Sundell (f. Åkerblom). Hans akademiska karriär gestaltade sig tämligen lik den fem år äldre Lemströms. Han blev student från Helsingfors lyceum den 12 september 1862, och redan den 2 september fanns han upptagen i Adolf Mobergs anteckningar:

> ”Remitterades af Rector till undertecknad för att afgifva Fakultetens yttrande om följande 44 ynglingar som anmält sig till studentexamen med afsigt att i Fakulteten inträda: . . . Helsingfors Lyceum . . . Aug. Fredr. Sundell f. i Helsingfors 1843 11/9, rustmästare, . . . ”.

Några dagar senare antecknade Moberg: ”De anmälda medlemmarna från läroverken emottages alla utan anmärkning”. Härefter inskrevs Sundell i fysisk-matematiska sektionen och i Nyländska studentavdelningen. Den 8 december 1862 avlade Sundell pro exercitio -provet i latin. Hans uppsats berörde kemins och mineralogins förhållande och den bedömdes som ”ganska moget och sakkunnigt behandlat, men har äfven grova språkfel”. En del av dessa fel räknades rent av upp av Moberg, som dock stannade för vitsordet approbatur (Moberg, 1895). Filosofie kandidatexamen avlade Sundell den 15 maj 1866 och kompletterade denna med examen i pedagogik i december 1867. I Sundells filosofie kandidatexamen ingick sju ämnen: matematik, fysik och astronomi (alla med tre röster) samt med en röst var, kemi, mineralogi och geologi, romersk litteratur och nordisk historia. I de tre huvudämnena tenterade han för Lorenz Lindelöf, Adolf Moberg och Adalbert Krueger. Den sistnämnda hade 1862 kommit från Bonn och knutits till Kejserl. Alexanders Universitetet som professor i astronomi. I en minnesteckning över Sundell skrev Hjalmar Tallqvist:

> ”I alla dessa ämnen skulle Sundell märkligt nog senare själv komma att fungera som t.f. professor, ett bevis på hans begåvning, mångsidiga och grundliga studier” (Tallqvist, 1925).

I pedagogie-examen ingick

> ”helt andra ämnen, nämligen dogmatik, moral och bibelkunskap, i vilka han erhöll vitsordet summa cum laude, pedagogik och didaktik, psykologi och logik (vitsord magna cum laude), botanik (cum laude), zoologi (cum laude) samt finsk språkkunskap (non sine laude), varjämte han vitsordades god fallenhet för lärarekallets utövning” (*ibid.*).

Efter avlagda examina gav sig Sundell in på lärarbanan. Till detta var han mer eller mindre tvungen. Fadern hade dött då August Fredrik bara var 11 år och under hela sin uppväxt- och studietid hade han fått ekonomiskt stöd av vänliga familjer. Han hade även varit tvungen att skuldsätta sig under studietiden. Nu måste en mellantid vidta under vilken han kunde förtjäna sitt uppehälle och möjligtvis avkorta sina skulder. Han verkade därför till en början åren 1867–1869 som lärare i fysik vid Normalskolan i Helsingfors, samt en kort tid även som lärare i ”räkning”. Då Sundell hade en god sångröst var han samtidigt lärare i sång bl.a. vid normalskolans förberedande avdelning. Det var inte lätt att få ihop ett tillräckligt timantal i en enda skola och lönen måste därför drygas ut med bidrag från många olika områden. Sundell var senare även lärare i fysik vid sin forna skola, Helsingfors lyceum, och under åren 1870–1871 t.f. lektor i matematik och fysik vid Borgå gymnasium.

Sundells håg stod dock till vetenskaplig forskning och redan 1869–1870 sökte han sig till Stockholm för att studera för professor Erik Edlund. Han reste även vidare omkring och vistades i olika repriser åren 1871–1872 vid universiteten i Bonn och Leipzig. Utlandsresorna finansierades till stor del med stipendiemedel från universitetet i Helsingfors. Ur Kanslers medel fick Sundell våren 1870 motta 800 mark för fortsatta fysikaliska studier utomlands och i juni 1871 erhöll han Universitetets Alexanders-stipendium. Detta var ett värdefullt bidrag och i sin resplan hade han upptagit dels fysikaliska, dels meteorologiska studier i Sverige, England och Tyskland.

Det myckna resandet till stora och kända laboratorier utomlands gav snabbt goda resultat. Efter vistelsen i Stockholm framlade Sundell en avhandling med titeln *Undersökning om elektriska disjunktionsströmmar* (1870) och erhöll på basen av denna en docentur i fysik den 22 oktober 1870. Redan i juni 1870 behandlades Sundells specimen för docenturen i fysik vid fysisk-matematiska sektionens sammanträde. Den 30 maj samma år hade avhandlingen ventilerats offentligt och dekanus, professor Moberg hade vid detta tillfälle verkat som ex officio -opponent. Arbetet hade Sundell utfört vid Kungl. Vetenskapsakademiens fysiska kabinett, där uppslaget kommit från Erik Edlund. Med disjunktionsströmmar – ett ord som lanserats i svenskan av Edlund – avsågs de mycket starka elektriska strömmar som förekom i elektriska urladdningar och t.ex. i ljusbågen i en bågljuslampa (Beckman & Ohlin, 1965). Ämnet var kontroversiellt, men Mobergs åsikt om arbetets nivå var tydlig:

> ”för att närmare utreda beskaffenheten af de af prof. Edlund upptäckta elektriska strömmar, som i en afbruten metallisk ledare uppstå, i motsatt riktning mot de elektriska slag urladdas derigenom så att vid afbrottet . . . gnista bildas, och dessa strömmar, man må hafva vilken åsigt som helst om deras uppkomst, äro för dess vigtiga rol de komma spela vid flera hithörande fenomen, värda den största uppmärksamhet, och magister Sundells ifrågavarande avhandling utgör ett förtjenstfullt bidrag till utvidgande af kunskapen om desamma” (Moberg, 1895).

Ytterligare fann Moberg att arbetet var väl utfört i experimentellt hänseende och sålunda ”fullkomligt motsvarar ändamålet med dess utgifvande”. Då Sundell dessutom med glans klarade av försvaret under disputationsakten fann sektionen att han ”i alla hänseenden eger de egenskaper som göra honom lämplig till lärare vid Universitetet”. En hemställan gjordes därför till Konsistorium att han ”måtte varda utnämnd till Docent i fysiken” (Moberg, 1895). De första åren som docent föreläste Sundell dock inte vid universitetet. Han var under denna tid tjänstledig och skötte t.f. lektoratet i matematik och fysik vid Borgå gymnasium under läsåret 1870–1871. Detta lektorat hade han skött redan sedan hösten 1869. Också läsåret 1871–1872 var han tjänstledig då han hade fått Alexandersstipendiet för forskning och resor. Sundell utnyttjade detta stipendium på bästa tänkbara sätt då han vistades ca 15 månader utomlands, från september 1871 till december 1872. Till en början fortsatte Sundell sitt arbete vid Erik Edlunds laboratorium i Stockholm, men därefter reste han längre ut och var

> ”senare hos professorerna R. Clausius i Bonn, termodynamikens

> berömda skapare, och G. Wiedeman i Leipzig, känd bl.a. som författare av den utförligaste läro- eller handbok över elektriciteten vi intill den allra sista tiden egt. Sundell åhörde härunder föreläsningar av Clausius och Giessen [?] i Bonn, C. Neumann och Zöllner i Leipzig, Tyndall och kemisten Roscoe i London, fysikern Jamin och astronomen Urbain Leverrier i Paris, Helmholtz i Berlin, besökte meteorologiska anstalter och astronomiska observatorier i flera länder, såsom The Meteorological Office i London, den meteorologiska anstalten i Kew (London) och det astronomiska observatoriet i Greenwich, de astronomiska observatorierna i Paris och Bonn, de meteorologiska anstalterna i Paris och Uppsala samt bevistade ett naturforskarmöte i Leipzig" (Tallqvist, 1925).

Besöken i de stora laboratorierna utomlands gav Sundell stora mått av kunskap och erfarenheter. Väl hemkommen började vardagsrutinen löpa och Sundell anmälde olika föreläsningsserier till universitetet. Docentunderstöd erhöll han först från och med 1.9.1873. Det uppgick till 2 500 Fmk i året för år 1873, och från och med den 1 september 1874 kom han i åtnjutande av en speciell förhöjning av arvodet om 1000 Fmk i året, som utbetalades åt särskilt framstående docenter. Hans forskningsverksamhet fortskred nu hela tiden och 1874 blev han licentiat med avhandlingen *Undersökning om det Peltier'ska fenomenet* (1874). Den franske fysikern Jean Peltier hade fyrtio år tidigare upptäckt att då en galvanisk ström går genom kontaktstället mellan två olika fasta ledare, stiger eller sjunker kontaktställets temperatur, beroende på strömmens riktning. Professor Edlund hade varit intresserad av fenomenet och 1867 framlagt en teoretisk förklaring utgående från termodynamiska principer. Arbetet om det Peltierska fenomenet påbörjade Sundell därför i Stockholm hos Edlund, men tiden var knapp och han fortsatte experimenten i Leipzig och avslutade dem först efter hemkomsten till Helsingfors, där han efter några år kunde framlägga sin licentiatavhandling.

Vid ventileringen av denna avhandling den 29 maj 1874 var Adolf Moberg återigen ex officio -opponent. Enligt Moberg hade avhandlingen följande indelning, som kan utläsas i hans manuskriptutkast till utlåtandet (Moberg, 1874):

> "en kort historisk inledning (s. 1-5); beskrifning öfver de använda apparaterna och sättet för deras fungerande, neml. en Bunsens kalorimeter, Daniells stapel, en torsionsgalvanometer (s. 5-14); försök med metallkombinationer, anställda endast för att utröna apparatens användbarhet emedan resultaterna deraf redan äro kända (s. 14-21); försök med två vätskor nemligen lösningar af zinksulfat och kopparsulfat, kopparsulfat och magnesiumsulfat, ammoniumchlorid

> och calciumchlorid, utspädd svafvelsyra och kopparsulfat (s. 21-34); försök med kombinationer af en vätska och en metall, neml. kopparsulfat och koppar, kopparnitrat och koppar, zinkchlorid och zink, zinksulfat och zink, silfvernitrat och silfver (s. 34-51), hvarefter följa i sammanhang härmed teoretiska betraktelser öfver möjligheter eller sannolikheter deraf att värmeproduktionen eller absorptionen kunde härröra af i ledningen uppkomna kemiska processer (s. 51-60), eller af förändringar i ledningsmotståndet, eller af kristallisation (s. 60-62) hvilket allt af författaren förnekas".

Mot slutet av avhandlingen försökte Sundell utröna kombinationernas termoelektriska egenskaper (s. 63-66) och han avslutade avhandlingen med ett kort sammandrag (s. 67).

Moberg fann att avhandlingen hade stort vetenskapligt intresse och aktualitet, då utredningen anslöt sig till den moderna fysikens viktigaste problem. Sin vana trogen hittade Moberg också små oriktigheter som insmugit sig i texten, men dessa hade inte avgörande betydelse vid avhandlingens bedömning. I sin slutplädering fann Moberg därför att i fråga varande "specimen fullt motsvarar ändamålet med dess utgifvande". Filosofie licentiat -examen avlade Sundell den 11 december samma år med ämneskombinationen matematik och fysik, vardera laudatur, samt astronomi, approbatur cum laude. Filosofie doktor, primus, blev han vid promotionen den 31 maj 1877. Doktorsfrågan ställdes av professor Fredrik Wiik och besvarades av primus Sundell. Den löd:

> "Frågan om huruvida teorin i någon väsentligare grad verkar befordrande på de rent empiriska undersökningarna eller i allmänhet därpå utövar något större inflytande, måste ännu anses oavgjord. Kan man anse, att undulationsteorin i detta avseende inom optiken spelat någon betydelsefullare rol?".

Tio år senare efter dessa första resor reste Sundell ännu en gång till Berlin och ägnade sig där åt fortsatta studier i matematik och fysik. Under sin Berlinvistelse studerade Sundell flitigt. Hela 16 timmar i veckan satt han och åhörde föreläsningar av Karl Weierstrass, Gustav Kirchhoff och Hermann von Helmholtz. Det mesta arbetet gav Weierstrass' föreläsningar men samtidigt tyckte Sundell att dessa var de enda för vilka det var mödan värt att vistas i Berlin. Mera kritisk förhöll han sig till de andra föreläsarna. Kirchhoffs "värmeteori", som Sundell kände till sedan gammalt, utgjorde närmast en repetition och om Helmholtz skrev han:

> ”Men aldrig hade jag trott, att Helmholtz skulle vara en sådan stympare till föreläsare! Hans elektrodynamik hör till den värsta smörja, som jag någonsin åhört. Men så lärer han inte heller bereda sig ett dugg till sina föreläsningar. Bättre äro hans föreläsningar i experimentalfysik, visserligen fullkomligt elementära, men dock beledsagade af vackra och väl (genom assistenter!) förberedda experiment” (Sundell till Palmén, 1882).

Åhörarna betalade separat för de kurser de gick på. Trots att Helmholtz’ kurser var relativt dyra, 60 Rmk tillsammans, deltog studeranden i stora mängder.

I samma brev daterat i Berlin den 14 maj 1882 efterlyste Sundell nyheter hemifrån. Speciellt villa han veta: ”Hurudana är lektionsplanerna för nästa år? Gurglade L-m på något sätt emot mina kurser?”. Han följde också noga med förberedelserna för det geofysiska året och ägnade sig speciellt åt de astronomiska arrangemangen för Sodankylä station.

Liksom de flesta av sina samtida kolleger var Sundell en skicklig experimentalist och apparatbyggare. Han intresserade sig t.ex. för luftpumpar och gjorde förbättringar på Töpler-Hagens kvicksilverpump (Sundell, 1884, 1885). Detta ledde honom in på frågan hur man noggrant kunde mäta lufttrycket. Han konstruerade därför en känslig normalbarometer och dessutom en transportabel barometer (Sundell, 1885a). Med denna portabla barometer reste Sundell 1886–1887 omkring till flera utländska meteorologiska institut och föranstaltade jämförande mätningar. På detta sätt blev alla mätningar i Europa likvärdiga och jämförbara och kunde ställas i relation till varandra. Trots detta goda resultat slog de nya barometrarna inte igenom. Endast i begränsad utsträckning kom de till användning, närmast i Finland i egna laboratorier och på mätstationer (Simojoki, 1978).

Sundells vetenskapliga gärning var mångsidig och detta kommer även till synes då man betraktar de befattningar han med tiden kom att sköta. Så var han t.f. professor i matematik 1874–1876 under en tid då statsrådet Lorenz Lindelöf utnämnts till överdirektör vid Skolstyrelsen och innan tjänsten besattes på nytt i mars 1877 av Magnus Gustaf Mittag-Leffler. Likaså var Sundell t.f. professor i astronomi 1876–1882 sedan Adalbert Krueger lämnat tjänsten tills den besattes på nytt i januari 1883 av Anders Severin Donner. Extra ordinarie professor i fysik blev han den 18 maj 1878 och han verkade som t.f. professor i fysik under fyra olika repriser åren 1882–1888, den första under professor Mobergs ledighet och tre gånger då Selim Lemström var tjänstledig. Han erbjöds även direktorsskapet för Meteorologiska Centralanstalten, men avböjde anbudet.

Sundell lämnade in sin ansökan år 1876 då professuren i fysik efter Moberg lediganslogs. Medtävlare om tjänsten var den några år äldre Selim Lemström, som blev utnämnd till professor i fysik två år senare. Sundell hade ”icke fullföljt sin ansökan, emedan han förlorat den färdiga delen av manuskriptet till sin för ändamålet tillämnade specimen genom eldsvåda” (Tallqvist, 1925). Det gällde en undersökning inom den högre elasticitetsteorin, som dock aldrig upptogs på nytt av Sundell.

Under sin tid som universitetslärare föreläste Sundell om snart sagt alla områden av fysik. Speciellt förtjust var han i analytisk mekanik, där han även utkom med en lärobok (1883). Det mångsidiga kursutbudet för Sundells del utökades ytterligare under de år han skötte matematik- eller astronomiprofessurerna. Trots att han hela tiden var tvungen att sätta sig in i nya ämnen hade han förmåga och kraft att producera eleganta föreläsningar. Ofta skrev han dem i detalj på förhand och papperen hektograferades och delades ut bland åhörarna ”varigenom undervisningen ju blev i alldeles särskild grad nyttig”.

Sundell drog sig inte heller för att hålla mera elementära kurser av typen ”repetitionskurs i fysik” och under sju läsår 1890–1897 föreläste han, som det hette, ”med största tålamod och uthållighet”, en kurs i allmän fysik för blivande medicinare och handledde samtidigt de praktiska arbetena. Likaså examinerade han studenterna för inträde till medicinska fakulteten.

> ”Särskilt kan ännu framhållas, att de blivande medicinarna knappast kunde få en gedignare utbildning i fysik än den Sundell gav dem, men å andra sidan är ju all sådan s.k. preliminär undervisning, som skall leda över tröskeln till det egentliga fackområdet, mer eller mindre otacksam och uppskattas sällan till sitt fulla värde. Har man klarat examen, är allt bra, men under senare fackkurser eller efteråt i livet märker man ofta, huru nyttigt det hade varit att taga också preliminärerna något för deras egen skull och mera på allvar” (Tallqvist, 1925).

Förutom den rent akademiska karriären verkade Sundell under många år vid Justeringskommissionen, först som konsultativ ledamot från den 30 juni 1885 och från den 23 maj 1888 som justeringsinspektör, ett värv som han avgick från först 28 år senare 1916. Under denna långa tid arbetade han oförtrutet med att förbättra mätprocedurerna och han utförde talrika komparationer av rikslikarna. Noggrannheten, och hans alltid omsorgsfulla arbete, kom fram i de redogörelser han publicerade (Sundell, 1895, 1905, 1915).

Sin matematiska kunskap ställde Sundell i försäkringsbolaget Kalevas tjänst. Redan år 1876 invaldes han i bolagets direktion och kvarstod där i 46 års tid. På bolagsstämman 1922 anmälde han att han önskade avgå på grund av svag hälsa och hög ålder. Han hade då sedan 1911 varit viceordförande och de sista åtta åren ordförande i bolagets direktion.

August Fredrik Sundell gifte sig 1876 med Aina Vilhelmina Alenius som vid äktenskapets ingång endast var 19 år gammal och således nästan femton år yngre än sin man. Två barn föddes i äktenskapet, Isak Gustaf år 1878 och Edit Agata Natalia år 1880. Sonen blev sedermera filosofie magister och direktör för Myntverket, medan dottern gifte sig och flyttade till Förenta staterna. Privat var Sundell en musikälskare och han deltog i unga år som flöjtist i den akademiska orkesterns verksamhet.

Sundell bodde under nästan hela sitt liv troget på Wladimirsgatan 20 (nuvarande Kalevagatan), i senatsvaktmästaren Dufholms gård. Till en början bodde han hemma hos sin mor, rustmästaränkan Agata Sundell, men då Sundell blivit utnämnd till e.o. professor i fysik blev rollerna ombytta. Nu tog sonen hand om sin åldrande mor. Familjen bestod vid denna tid av August Fredrik, hans hustru Aina Vilhelmina, två barn, hans moder och en tjänsteflicka.

Wladimirsgatan utgjorde ännu på 1870-talet en grönskande idyll, som dock några decennier senare för alltid skulle strykas ur Helsingfors' stadsbild. På den tiden det begav sig hade gårdsområdena rikligt trädbestånd, buskar växte vid husknutarna och gräsplanerna gav det hela ett lantligt intryck. Gårdsplanerna omgavs i allmänhet av låga trähus. Ibland var dessa visserligen i behov av kraftig renovering då taklister och dörrposter inte alltid var i vattring. Dock var inbyggarna ofta lyckliga och strävsamma människor, tacksamma över att få bo i denna lugna och grönskande miljö.

Kortare avbrott i boendet på Wladimirsgatan uppstod i samband med en eldsvåda 1875, då huset skulle byggas upp på nytt, och några år senare då Sundell förestod professuren i astronomi och bodde i observatoriet.

Under långa tider av sin levnad var Sundell sjuk. Redan sommaren 1864, endast tjugo år gammal, vistades han på sanatoriet Görbersdorf i Schlesien och led sedan dess av en tidtals återkommande envis lungkatarr. Åkommorna följde sedan allt tätare med åren. Sundell led av astma och på äldre dagar hade han svårt att röra sig. Några gånger blev backen vid norra ändan av Nikolaigatan (nuv. Snellmansgatan) honom övermäktig och han blev tvungen att vända om då han var på väg till fysikaliska laboratoriet uppe på Broberget. Hösten 1923 och vintern 1924 var speciellt tunga perioder för Sundell, men under sommarmånaderna 1924 repade han sig märkbart och krafterna återvände. Nu orkade han igen sitta vid sina anteckningar och uträkningar och han påbörjade en avhandling om den disjunktionselektromotoriska kraften. En plötsligt tillstötande sjukdom grusade dock alla förhoppningar om ett tillfrisknande och ett par veckor senare kom slutet tidigt på morgonen den 26 september 1924 i form av hjärtförlamning.

Theodor Homén – förste professorn i tillämpad fysik

Nyttotänkandet var länge rådande i den fysikaliska forskningen i Finland. Det började redan under Browallius' och Mennanders tid vid Kungl. Akademien i Åbo. Som exempel på hur fysik kan vara nytta kan vi nämna problemet med nattfrosterna, vad de beror på och hur de kan förekommas. Som en röd tråd löper forskningen inom detta område genom mer än två sekel. En annan större satsning gällde meteorologi, inom vilken fysikerna även gjorde stora insatser, innan detta ämne blev en egen självständig vetenskap. Även i övrigt strävade fysikerna att vara samhällsnyttiga. De ingick ofta som medlemmar i kommittéer och arbetsgrupper, som skulle avge utlåtanden eller förbereda införandet av nya uppfinningar och tekniska tillämpningar i samhällets tjänst.

Inom universitetsundervisningen var det inte ovanligt att fysiker sökte sig bort från den rena fysikens område. Regelbundet gav man t.ex. undervisning åt medicinare, farmaceuter och gymnastiklärare. Fastän dylika kurser var nödvändiga för utbildningen av olika yrkesgrupper, var framgången inte alltid garanterad. Så t.ex. föreläste August Fredrik Sundell såsom extra ordinarie professor i fysik gärna allehanda grundkurser för icke-fysiker. Om honom har Hjalmar Tallqvist skrivit att han inte drog sig för att hålla elementära kurser av typen ”repetitionskurs i fysik” och under sju år föreläste Sundell

> ”med största tålamod och uthållighet en kurs i allmän fysik för blivande medicinare och handledde samtidigt de praktiska arbetena. Likaså examinerade han studenterna för inträde till Medicinska fakulteten. Särskilt kan ännu framhållas, att de blivande medicinarna knappast kunde få en gedignare utbildning i fysik än den Sundell gav dem, men å andra sidan är ju all sådan s.k. preliminär undervisning, som skall leda över tröskeln till det egentliga fackområdet, mer eller mindre otacksam och uppskattas sällan till sitt fulla värde. Har man klarat examen är allt bra, men under senare fackkurser eller efteråt i livet märker man ofta, huru nyttigt det hade varit att taga också preliminärerna något för deras egen skull och mera på allvar”.

Det är tydligt att fysik, speciellt i formen tillämpad fysik, behövts på många angränsande områden. Detta behov är tämligen självklart inom bl.a. de tekniska vetenskaperna och i långa tider har det även varit självskrivet inom den medicinska vetenskapen. Att man på detta område i hög grad kan använda sig av fysikalisk kunskap visades redan av Gustaf Samuel Crusell, som med medicinsk grundutbildning år 1857 blev docent i medicinsk fysik vid universitetet i Helsingfors.

Mot denna bakgrund är det inte förvånande att medicinare i allmänhet förstod att det i fysiken låg en latent kunskap, som kunde utnyttjas för allehanda ändamål. En följdverkan av detta var bl.a. J. A. J. Pippingskölds[2] testamentariska donation till universitetet i Helsingfors, som förutsatte att en professur i tillämpad fysik skulle inrättas. Om tillkomsten och besättandet av den Pippingsköldska professuren har Tallqvist skrivit:

> ”Sedan professorn i barnförlossningskonst och barnsjukdomarnas klinik, statsrådet J. A. Pippingsköld såsom emeritus i testamente av den 12 mars 1892 till Universitetet donerat en summa av tvåhundratusen finska mark ”för inrättande af en ordinarie professur i tillämpad fysik vid Alexanders universitetet härstädes, i afsigt att undervisningen i fysikens tillämpning skall omfatta äfven de mest alldagliga företeelser från det praktiska lifvets område” och professuren efter omfattande överläggningar inom Sektion och Konsistorium kommit till stånd genom nådig kungörelse av den 26 juni 1895, söktes den av Homén jämte tvenne medsökande, docenterna G. Melander och Hj. Tallqvist. För densamma disputerade Homén den 22 maj 1987 med en avhandling *Der tägliche Wärmeumsatz im Boden und die Wärmestrahlung zwischen Himmel und Erde*, varvid professor A. F. Sundell var opponent. Till professor i den Pippingsköldska professuren i tillämpad fysik utnämndes Homén den 12 juli 1898 och i denna befattning kvarstod han ett kvarts sekel, ända till sin död den 10 april 1923”.

Theodor Homén utnämndes till den Pippingsköldska professuren den 12 juli 1898. Han var den första innehavaren av denna professur i tillämpad fysik och han skötte den ända till sin död den 10 april 1923. Till en början hade man inom universitetskretsar varit rådvill om vad donatorn avsett med formuleringen i sitt testamente, där det sades att ”undervisningen i fysikens tillämpade delar skall omfatta äfven de mest alldagliga företeelser från det praktiska lifvets område”. De tre fysikprofessorerna Lemström, Sundell och Homén föreslog att man årligen skulle erbjuda en kurs med minst en föreläsning per vecka, så lättfattligt hållna att även personer med ringa eller ingen fysikalisk kunskap

[2]Josef Adam Joakim Pippingsköld (1825–1892) var medicine doktor och professor i obstetrik och pediatrik i Helsingfors. Han var mycket intresserad av fysikens nytta och han tillämpade omedelbart och med framgång Ignaz Semmelweis’ nya lära om orsakerna till barnsängsfebern.

skulle ha behållning av den. För studenterna skulle kurserna ha en sådan utformning, att de förberedde för filosofiekandidatexamen, för vilken fordringarna ställdes ”något, men ej mycket lättare än uti fysik”. Dessutom skulle man ha kännedom om analytisk geometri och differential- och integralkalkyl. Valbara kurser kunde omfatta meteorologi, jordfysik, grunderna i elektroteknik, tillämpad värmelära, optik m.m. Theodor Homén försökte för sin del uppfylla donatorns önskemål i sitt val av kurser. De populära föreläsningarna vann dock icke det stöd hos allmänheten man hoppats på och under de sista åren av sin verksamhet föreläste Homén inte dessa kurser. Den insparade tiden ägnade han åt riksdagsmannauppdrag och andra politiska värv.

Viktor *Theodor* Homén föddes den 3 juli 1858 i Pieksämäki. Hans föräldrar var kyrkoherden, fil. dr Johan Fredrik Homén och dennes hustru Gustava Elisabeth Perander. Släktens anfader kan spåras till slutet av 1600-talet, då Johannes Homenius flyttade från den svenska sidan av riket till Åbo och blev där 1684 inskriven vid universitet. Dennes ättling, Lars Homén (1764–1807), Theodor Homéns farfar, verkade först som lektor i Borgå och slutligen som kyrkoherde i Pieksämäki (Holmberg, 2005).

Theodor Homén inledde sin skolgång 1867 då han inskrevs i den förberedande klassen av Svenska Normallyceum i Helsingfors. Student blev han den 31 maj 1876 och hade på avgångsbetyget högsta vitsord i matematik och fysik. Härefter vidtog studierna vid universitetet och han avlade fil. kand.-examen 1881 samt blev magister 1882. I ämneskombinationen ingick laudatur i fysik och matematik, approbatur i kemi och astronomi, samt ytterligare lubenter approbatur i nordisk historia.

Från vårterminen 1883 fram till vårterminen 1884 tjänstgjorde Theodor Homén som t.f. assistent vid universitetets fysikaliska laboratorium och under denna tid färdigställde han även sin licentiatavhandling, vars ämne han hade fått i Stockholm, där han en tid arbetade under professor Erik Edlunds ledning. Den 30 maj 1883 disputerade han med avhandlingen *Undersökning om elektriska motståndet hos förtunnad luft*. Det var med viss vånda denna avhandling slutligen kom ut i tryck. Redan i juni 1882 hade Homén skickat avhandlingens manuskript till Edlund för att kommenteras, och i augusti kunde Homén tacka Edlund för det arbete han nedlagt på avhandlingen. Arbetet fortskred dock långsamt. Ännu i början av maj 1883 skrev Homén till Edlund och berättade att han varit sjuk under vintern, badat kalla havsbad och blivit ”så nervöst eländig” att arbetet på avhandlingen måste läggas ned. Dock kunde han ännu samma månad översända den färdiga avhandlingen till Edlund. Efter disputationen fick Edlund ytterligare ett brev: ”Då uti min avhandling, som jag hade äran öfversända till Herr Professorn, tyvärr ingå så många tryckfel, skulle jag bedja att härmed få sända ett annat exemplar, deri jag rättat några de svåraste felen". I övrigt hade disputationen gått bra. Lemström hade varit opponent och doktor E. R. Neovius hade uppträtt som extra. "Deras anmärkningar gälde nästan uteslutande formsaker, språket uti afhandlingen. Jag tror dock att jag kunnat reda mig ganska väl äfven mot anmärkningar mer i sak". Docent i fysik blev Homén den 13 maj 1886 och fil. dr ultimus den 31 maj samma år. Därefter var han lärare i matematik och fysik vid Industriskolans finska avdelning under en tolv års period 1886–1898. Samtidigt verkade han några år som lärare i fysik vid Gymnastikinrättningen (1895–1896, 1897–1898) och vid Farmaceutiska inrättningen (1897–1899).

Theodor Homén fortsatte länge sina experiment över elektricitetens gång i förtunnande gaser. Homén höll Edlund hela tiden underrättad om hur arbetet fortskred och hur den alltmera invecklade apparaturen långsamt byggdes upp. Lemström hade bl.a. lovat att skaffa en så kallad Bessel-Hagen luftpump till laboratoriet och Homén kunde sålunda fortsätta sitt arbete. I stället för att som tidigare använda sig av induktionsströmmar ämnade Homén nu arbeta med kontinuerliga strömmar och han hade ett halvt löfte av Finska Telegrafverket att få låna ett batteri med tillräckligt många element. Efter att först ha arbetat med kontinuerliga strömmar och luft planerade han att därefter fortsätta undersökningen med olika gaser. På detta sätt räknade han med att få material till en avhandling för docentgrad. I slutet av oktober 1883 lånade Telegrafverket ut 400 Meidinger-element, men Homén hoppades ytterligare komma över 600 till. Om detta arbete skrev Hjalmar Tallqvist:

> "Försöken utfördes i fysikaliska laboratoriets dåvarande lokal i översta våningen mot Nikolaigatan i huset i hörnet av denna och Regeringsgatan. Batteriet bestod av inalles 1,248 kromsyreelement i grupper om 13 i varje och kunde giva en spänning till inemot 2,500 volt. Senare tillkommo ännu 16 gånger 13 = 208 element, så att totalantalet blev 1,456 st. Det var uppställt i ett av laboratorierummen, som då voro blott två jämte en enorm sal, och jag erinrar mig mycket väl detsamma. Senare placerades det på vinden. Huru mångfaldigt bekvämare kan ej en sådan undersökning göras nu för tiden, om man disponerar ett färdigt högspänningsakkumulatorbatteri och endast behöver trycka ner en avbrytare för att när som helst kunna koppla spänningen på urladdningsröret, medan tidigare enbart det stora batteriets skötsel för sig representerade ett väldigt arbete".

Mängden batteri-element – Homén hade lyckats få ihop 1500 stycken – gjorde honom förtvivlad och han skrev till Edlund:

> ”Det är ett förtvifladt arbete att komma i ordning med så vidlyftiga tillställningar som t.ex. ett batteri på 1500 element i verkligheten är” (Homén till Edlund, 1885).

Homén hade på hösten 1884 besökt Edlund i Stockholm och nu drabbades han ytterligare ”af den svåra kalamiteten” att få en långvarig tyfusfeber, som under två månader höll honom inne. Arbetet gick därför endast långsamt framåt och också yttre omständigheter inverkade, som t.ex. i januari 1888, då den starka kölden sänkte temperaturen i laboratorierummet så mycket att en rörledning sprang läck. Envist arbetade dock Homén vidare och kunde så småningom anmäla arbeten för tryckning i Finska Vetenskaps-Societetens *Acta* och *Öfversigt* -serier.

Theodor Homéns intresse för nattfrostproblematiken och hans dispyt med sin lärare Lemström har vi redan tidigare omtalat. Redan sommaren 1883 gjorde han vissa inledande experiment och skrev ihop en liten rapport om detta. Många år senare tog Homén ånyo upp denna fråga, gjorde nu betydligt mera omfattande experiment och mätningar och presenterade resultaten år 1893 i boken *Om nattfroster*. Trots polemiken med Lemström arbetade Homén oförtrutet vidare och sammanställde resultaten i avhandlingen *Der tägliche Wärmeumsatz im Boden und die Wärmestrahlung zwischen Himmel und Erde*, som utkom 1897 och samtidigt utgjorde specimen för professuren i tillämpad fysik. Om det ofantliga arbetet som låg bakom denna avhandling skrev Tallqvist:

> ”För kännedomen om värmeutbytet mellan jorden och himlavalvet äro de Homénska slutresultaten, vilka kostat ofantlig möda och uthållighet till vilka något motstycke ej förekom tidigare, av synnerlig betydelse. Att våga sig på detta i sådan fullständighet bör rättvisligen betecknas som storslaget. I huvudsak vann Homén också sitt mål och på samma gång den eftersträvade Pippingsköldska professuren. Vid handhavandet av denna hade han ständigt jord- och naturfysiken i sikte, men till sådana omfattande experimentella undersökningar som de nu beskrivna, som sträckte sig över mer än ett och ett halvt decennium och fullföljdes allt målmedvetnare och resultatrikare, kom han sig icke mera. De bilda höjdpunkten av hans vetenskapliga produktion, mot vilken det följande kvartseklet av hans liv icke mera hade något jämförbart att uppvisa, ehuruväl även det fylldes av en nog så rik och mångsidig verksamhet” (Tallqvist, 1924).

Homén engagerade sig även i samhälleliga frågor. Han fann sin politiska hemvist först i det ungfinska partiet, senare i finska samlingspartiet. Han var med i Helsingfors stadsfullmäktige och i flera repriser deltog han som lantdags- och riksdagsman i den riksomfattande politiken och var under dessa år medlem i flera utskott. Under de så kallade ofärdsåren talade Homén för det passiva motståndet som det enda etiskt och praktiskt riktiga. Han skrev pamfletter under olika pseudonymer och var verksam som kagal, d.v.s. en av de ledande då det gällde det passiva politiska motståndet mot den pågående russifieringen. Denna verksamhet kom till myndigheternas kännedom och väckte givetvis deras misshag. Detta ledde till att Homén den 3 juli 1904, på sin födelsedag, blev fängslad av gendarmer på Helsingfors järnvägsstation, då han skulle resa till Mosskulturföreningens möte i Jyväskylä och där vara mötets ordförande. Följande dag företogs husrannsakan hemma hos Homén. Den var grundlig och började klockan sju på morgonen och räckte sex timmar. Därefter skickades Homén till Shpalernaja fängelset i Sankt Petersburg, där han dömdes till fem års förvisning till Novgorod. Lyckliga omständigheter inverkade dock till att Homén återfick friheten redan i februari 1905. Orädd som han var samlade Homén sina skriverier i frågan om det passiva motståndet i boken *Vårt passiva motstånd*, som utkom 1906, både på svenska och finska. Homén var också med i affärslivet och han inträdde 1917 i livförsäkringsbolaget Kalevas direktion.

Theodor Homén företog vetenskapliga studieresor till Stockholm 1881–1882, då han arbetade på sin licentiatavhandling, till Tyskland och Skandinavien sommaren 1886, Tyskland och Paris 1889–1890 samt till Sverige och kontinenten sommaren 1894. Han deltog i många möten och kongresser, bland dem skandinaviska naturforskarmötena i Kristiania 1886 och Stockholm 1898. Då det Nordiska naturforskar- och läkarmötet arrangerades i Helsingfors 1902 var Homén medlem i dess styrelse. Han deltog även i en internationell elektricitetskongress i Paris 1889, i en fiskerikongress i Sankt Petersburg 1902 och i internationella havsforskningskonferenser under åren 1902–1910. Då det Nordiska H. C. Ørstedmötet ordnades i Köpenhamn 1920 var Homén dess vicepresident.

Karl Ferdinand Lindman – elektrofysikern

Den förste professorn i fysik vid det år 1918 grundade universitetet Åbo Akademi var Karl Ferdinand Lindman. Han föddes den 17 juni 1874 i Ekenäs till kyrkvärden Karl Gustaf Lindman och Johanna Lovisa Lignell (Holmberg & Stén, 2018). Fadern var ursprungligen Tenala-bo, men flyttade till Ekenäs i början av 1870-talet, där han köpte sig en gård. Samtidigt arrenderade han mark och bedrev ett litet jordbruk. Karl Ferdinand var enda sonen. Han gick i Ekenäs elementarskola och fick ett gott avgångsbetyg. Fadern tyckte att sonen skulle inträda i postverkets tjänst, men på inrådan av sonens lärare fick Karl Ferdinand börja gymnasiestudier i Åbo. Där studerade han vid Svenska reallyceum i Åbo och var inkvarterad hos bekanta. Studentexamen avlade han 1892 med goda betyg i alla ämnen, och lärarna talade för att Karl Ferdinand skulle fortsätta studierna vid universitetet i Helsingfors. Därvid blev det. Lindman valde fysik som sitt huvudämne, även om han kände dragning till historia. Han inskrevs vid universitetet hösten 1892 vid dess fysisk-matematiska sektion och endast tre år senare avlade han fil. kand. -examen den 17 december 1895 med fysik som huvudämne. Bland hans lärare kan nämnas Selim Lemström, som han uppskattade. Den 31 maj 1897 promoverades han till magister.

Liksom så många andra fysiker var Karl F. Lindman tvungen att finna sin utkomst efter fil. kand. -examen och han slog sig därför på lärarbanan. Han inledde sitt värv som lärare i matematik och naturvetenskaper vid Björneborgs svenska samskola 1896–1898. Hans håg stod emellertid till forskning och åren 1899–1901 vistades han i Leipzig och under ett år med början från den 16 april 1900 var han assistent vid fysikaliska institutet därstädes. Hemkommen läste han pedagogik och den 25 september 1902 avlade han praktiskt lärarprov vid Finska normallyceum i Helsingfors. Senare upprepade han detta lärarprov vid Svenska normallyceum den 21 maj 1907. Under en tid var han assistent vid Polytekniska institutets fysikaliska avdelning i Helsingfors (1902–1903) och vid universitets laboratorium för tillämpad fysik, vårterminen 1903, där Theodor Homén var professor. Lindman stannade emellertid inte lång tid på denna post. Redan sommaren 1903 blev han lektor i matematik och fysik vid Kuopio lyceum, där han stannade till 1906. Därefter finner vi honom en period i Tavastehus (1906–1907). Den 1 november 1907 blev han utnämnd till äldre lektor i matematik, fysik och kemi vid Svenska normallyceum i Helsingfors. På denna post stannade han i tio år till den 31 augusti 1918.

Karl F. Lindman lade ned stort arbete som pedagog. Han skrev talrika artiklar som belyste undervisningen och olika fysikaliska fenomen. En sådan artikel var ”Om elektroner”, som utkom i tidskriften *Teknikern* 1904. Ett år senare skrev han om ”Työn ja energian käsitteet fysiikassa”, som trycktes i Kuopio finska lyseums årsberättelse 1904–1905. Flera av hans bidrag ingick i *Pedagogiska föreningens tidskrift.* Då han 1907 bedrivit pedagogiska studier i England och Skottland ledde detta till flera artiklar, som beskrev undervisningen vid engelska skolor.

Då Karl Ferdinand Lindman var lärare vid Svenska normallyceum skrev han *Lärobok i fysik för elementarläroverkens högre klasser I-II.* Den utkom 1911, och översattes till finska 1915. År 1917 utkom *Astronomins första grunder till skolornas tjänst* och 1918 *Läro- och övningsbok i fysik för mellanskolor och seminarier*, som också översattes till finska. Hans *Lärobok i kemi för elementarläroverken* utkom 1919, och översattes även den till finska. Redan 1909 var han med om att införa laborationsarbeten i fysikundervisningen vid normallyceet, vilket var en nyhet på den tiden. Hans undervisning var klar och redig och disciplinen var god. Han var därför omtyckt av sina elever.

Vid sidan av sin pedagogiska gärning bedrev Karl F. Lindman experimentell forskning. Han disputerade den 27 november 1901 med avhandlingen *Über stationäre elektrische Wellen*, ett resultat av experimentella studier av elektromagnetiska vågors spridning och utbredning, något som vid denna tid var mycket aktuellt. Filosofie licentiat blev han i april 1902 och filosofie doktor utan solenn promotion 1903. Lindman gjorde många studieresor utomlands: förutom Leipzig besökte han Jena 1898–1899, sedan kom England och Skottland i turen, samt Tyskland igen 1907. Sommaren 1914 studerade han vid köldlaboratoriet i Leiden. Temat för hans forskning var elektromagnetiska vågor, vilka i matematisk form beskrivits av James Clerk Maxwell (1831–1879) på 1860-talet och vilka Heinrich Hertz (1857–1894) experimentellt påvisat på 1880-talet. Upptäckten av elektronen ledde till nya teorier och nu skulle teori och experiment gå hand i hand. Här kommer Karl F. Lindman med i bilden. Genom talrika experiment kunde han sorgfälligt visa att Maxwells teori var riktig och ledde till fenomen som kunde observeras. I en minnesteckning beskrev professor Lennart Simons Lindmans verksamhet som forskare med orden:

> ”I allmänhet stämde Lindmans resultat med teorin. Det är nästan med monoton enformighet som det upprepas i hans till ett 50-tal uppgående arbeten om elektriska vågor, att experimenten stämmer med den Maxwellska teorin. Men Lindman kom också till resultat, som inte kunde verifieras med teori, emedan en jämförelse inte var möjlig på grund av att teorin inte ännu var utarbetad. Så t.ex. visade Lindman att gitter av kopparresonatorer genomsläpper elektriska vågor bättre och reflekterar bättre än gitter av järnringar. Lindman visade att denna skillnad beror av järnets magnetiserbarhet, vilket sedan också av teoretikerna kunde visas stå i överensstämmelse med Maxwells teori” (Simons, 1953).

Lindmans övriga bidrag inom fysiken gällde den mekaniska friktionen, energiprincipen vid ljudalstringen, värmeutvidgning av kristaller och våglängder av vätets spektrallinjer.

Då Åbo Akademi startade sin verksamhet kallades Karl F. Lindman 1918 till professor i fysik. På denna post kvarstod han tills han avgick som emeritus 1942. Efter detta skötte han tjänsten ännu som tillförordnad 1942–1945, då den besattes på nytt. Denna tjänst medförde mycket arbete. Hela undervisningen i fysik skulle organiseras och byggas upp. Som en av de äldsta vid Akademien fick Lindman ta emot många förtroendeuppdrag. Han var dekanus vid matematisk-naturvetenskapliga fakulteten 1918–1942, prorektor 1921–1929 och i flera repriser t.f. rektor för Akademien.

Trots denna stora akademiska arbetsbörda orkade Lindman samtidigt bedriva forskning och i jämn takt kunde han publicera sina resultat. Återväxten i hans fysiklaboratorium var inte stor, men desto bättre. Hans elev, Hilding Slätis, doktorerade för honom och blev hans efterträdare. År 1948 flyttade Slätis emellertid till Stockholm, lockad av sin vän Kai Siegbahn, för en laboratortjänst (Holmberg & Stén, 2018). Karl F. Lindman var ledamot av Finska Vetenskaps-Societeten och han var den första mottagaren av Theodor Homéns pris då detta för första gången utdelades 1933, för hans undersökningar av de elektromagnetiska vågorna.

Lindman deltog några gånger, med negativt resultat, i tävlan om professurer i fysik. Första gången vid Tekniska högskolan i Helsingfors 1914, den andra gången vid Helsingfors universitet 1925, då professuren i tillämpad fysik efter Theodor Homén skulle besättas. Vardera gången fick Lindman goda sakkunnigutlåtanden, men blev trots det förbigången. Speciellt missnöjd med utgången var han då det gällde professuren i tillämpad fysik. Trots att han ställts främst av de sakkunniga blev han förbigången av en yngre medtävlare, Jarl A. Wasastjerna.

I yngre år var Lindman en ivrig seglare och det berättas att han under Finlands kampår under sina seglingar varit med om att sprida den hemliga tidningen *Fria ord*. Här kan man ana en påverkan av och kontakt med Theodor Homén.

Lindman ingick äktenskap 1903 med Hilma Tallqvist, som han blivit bekant med under den tid hon utbildade sig till folkskollärarinna i Ekenäs. Hon var fysikprofessor Hjalmar Tallqvists kusin. I äktenskapet föddes sonen Sven Lindman, som sedermera blev professor i statslära vid Åbo Akademi. Karl F. Lindman avled den 14 februari 1952 i en ålder av 77 år.

Harald Vilhelm Lunelund – expert på optik

Det har i alla tider varit viktigt för fysikerna i Finland att kunna röra sig ute i Europa och därigenom skapa kontakter och hämta nya impulser med sig hem. Isolering i hemlandet var ett alltjämt hotande framtidsperspektiv. Ytterligare kan ett namn läggas till förteckningen av finländska fysiker, som i början av sin akademiska karriär sökt sig ut i Europa: Harald Lunelund (1882–1951). Sin verksamhet inledde Lunelund som student vid Kejserl. Alexanders Universitetet i Finland (Simons, 1951).

Harald Lunelund föddes den 12 juli 1882 i Viborg. Hans föräldrar var äldre lektorn i matematik, zoologi, botanik och fysik vid Svenska Fruntimmerskolan i Viborg, Johannes Lunelund och dennes hustru Hanna Wegelius (Carpelan & Tudeer, 1925; Simons, 1951). Redan i skolan var Lunelund intresserad av matematik och fysik, men även historia och språk läste han med stort intresse. Det var därför inte överraskande att Lunelund med sin mångsidiga begåvning var primus i sin klass och avlade studentexamen med högsta vitsord. Han visste redan då vad de fortsatta studierna skulle omfatta och han inskrevs år 1900 vid fysisk-matematiska sektionen vid universitetet i Helsingfors. Hans lärare i fysik var Lemström, Sundell och Tallqvist, samt i matematik Ernst Lindelöf.

Studierna gick raskt undan och redan som 22-åring avlade Lunelund fil. kand.-examen med fysik som huvudämne den 12 april 1905. Ungefär vid samma tid ingick han äktenskap med Dagny Berg som han känt sedan barndomen. I familjen föddes två döttrar. Nu var Lunelund tvungen att förtjäna sitt uppehålle och försörja familjen och under en lång tid framåt verkade han som lärare. Mönstret var detsamma som för så mången nybliven magister, lönen kom från kortare eller längre läraranställningar. Lunelund verkade som lärare i fysik och kemi vid Helsingfors handelsinstitut 1906–1908 och i Nya svenska läroverket 1910–1913, i matematik vid Helena Forsmans svenska flickskola 1910–1912, i matematik och fysik vid Svenska fortbildningsläroverket 1911–1922 och vid Finska kadettskolan 1919–1920.

Trots lärartjänsterna stod hågen dock hela tiden till fortsatta vetenskapliga studier. Lunelund tog därför ett lån om 7000 guldmark och reste till Göttingen. Under två år stannade han där och arbetade under fysikprofessorn Waldemar Voigts (1850–1919) ledning. Lunelund studerade under sin vistelse i Göttingen spektrallinjernas uppdelning i komponenter då ljuskällan befann sig i ett magnetfält och man fann att tripletter uppträdde. Fenomenet kallas i dag för den normala Zeeman-effekten. Holländaren Pieter Zeeman (1865–1943) hade 1897 påvisat hur den blå-gröna linjen från kadmium spjälktes upp i en triplett, medan Hendrik Antoon Lorentz (1853–1928), också han holländare och Zeemans lärare, antog att ljuset åstadkoms av rörelsen hos elektriska laddningar i atomen och således påverkades av magnetfält. Speciellt ägnade Lunelund uppmärksamhet åt den anomala Zeeman-effekten i sin doktorsavhandling *Über die Struktur einiger Spektrallinien und ihren Zeeman-Effekt in schwachen Magnetfeldern* som utkom 1910. Den anomala Zeeman-effekten innebär att spektrallinjerna spjälks upp i kvartetter, kvintetter, sextetter o.s.v. och är således avsevärt mera komplicerad. Först långt senare, år 1921, fick detta fenomen sin teoretiska förklaring genom Arnold Sommerfelds och Alfred Landés kvantmekaniska arbeten. De experimentella rönen hade emellertid belönats med Nobelpriset i fysik år 1902 då Lorentz och Zeeman tilldeledes priset för sina undersökningar av magnetfälts inverkan på spektrallinjerna.

Några år senare vistades Harald Lunelund sommaren 1914 i Aachen och arbetade där hos Johannes Stark (1874–1957) och studerade det fenomen som senare skulle bli känt under namn av Stark-effekten. Tillsammans skrev de artikeln ”Polarisation der Lichtemission der Kanalstrahlen” i *Annalen der Physik* 1915. Stark hade 1913 visat att ett starkt elektriskt fält kunde ändra våglängden hos ljus emitterat av atomer i det elektriska fältet. För dessa undersökningar mottog han Nobelpriset 1919. Stark anslöt sig 1930 till nazistpartiet och hade en hög ställning inom forskningsplaneringen i det tyska riket. Efter andra världskrigets slut dömdes han 1947 till fyra års fängelse av en domstol som undersökte nazisternas brott.

Harald Lunelund blev docent i fysik 1914 och han sökte två professurer vid Tekniska högskolan och en vid universitetet men fick alla tre gånger se sig besegrad av en medtävlare, som ansågs mera kompetent. Han verkade dock som assistent vid Fysikaliska institutet och var lärare och tentator för blivande medicine studerande i den s.k. medikofilexamen till dess han blev e.o. professor år 1930. Redan tidigt intresserade han sig för meteorologi, speciellt värmebalansen i naturen. Detta intresse hade han måhända fått från fadern, som också ägnade sig åt klimatologi, men även från professorn i tillämpad fysik Theodor Homén, som ju även ägnade sig åt detta studium i samband med bekämpningen av nattfrosterna. Också Finska Vetenskaps-Societetens Sohlbergska delegation delade ut ett understöd för detta ändamål, vilket kan ha haft en avgörande inverkan på Lunelunds val av forskningsprojekt.

Harald Lunelund var ledamot av Finska Vetenskaps-Societeten sedan 1929 och dess ordförande 1943–1944. Han var även en flitig skribent och publicerade ett femtiotal arbeten i Societetens serier. Han avled den 17 februari 1950.

Jarl Axel Wasastjerna – ”atomradiens fader”

Efter Theodor Hornéns bortgång år 1923 sköttes professuren i tillämpad fysik av e.o. professorn i meteorologi Oscar V. Johansson fram till utgången av år 1925. Några större förändringar i kursutbud och examensfordringar kunde man inte vänta sig under denna interimistiska period. Inom fysisk-matematiska sektionen diskuterades emellertid vilka krav man kunde ställa och vilka meriter som skulle prioriteras då en efterträdare till Theodor Homén, i sinom tid skulle utses. Några speciella krav kunde sektionen inte ena sig om men däremot ansåg man ”att innehavaren av professuren i främsta rummet bör vara en framstående vetenskapsman och fysiker, hälst experimentalfysiker”.

Den lediga professuren söktes av Karl Ferdinand Lindman, professor i fysik vid Åbo Akademi, Harald Vilhelm Lunelund, docent i fysik vid Helsingfors universitet och Jarl Axel Wasastjerna, docent i fysikalisk kemi vid samma universitet. Respittid beviljades till den 14 september 1924.

Såsom sakkunniga att bedöma och jämföra de sökande hade universitetet utsett professor Svante Arrhenius från Stockholm, professor Martin Knudsen från Köpenhamn och professor Carl Wilhelm Oseen från Uppsala. Av de inkomna utlåtandena framgick att Arrhenius och Oseen ställde Lindman i första förslagsrummet, Wasastjerna i andra och Lunelund i tredje förslagsrum. Knudsen återigen hade ordningsföljden: Wasastjerna, Lindman och Lunelund.

Matematisk-naturvetenskapliga sektionen uttryckte sin tillfredsställelse över att ha tre helt kompetenta sökande att välja mellan. Under diskussionerna framkom olika synpunkter på meriter och kompetens och som en följd av detta föll rösterna tämligen jämnt mellan de två främsta. Sektionens förslag blev: Lindman, Wasastjerna, Lunelund. Jarl A. Wasastjerna inkom i detta skede med ett besvär och Kanslersämbetet återremitterade ärendet till Konsistorium, som i sin tur bad om utlåtande av matematisk-naturvetenskapliga sektionen. Nu ändrades ordningsföljden och med stor majoritet placerades Jarl A. Wasastjerna i första förslagsrummet och Karl F. Lindman i andra. Kort härefter utnämndes Wasastjerna av republikens president till innehavare av den Pippingsköldska professuren i tillämpad fysik (Ramsay, 1926).

Jarl Axel Wasastjerna föddes den 18 november 1896 i Helsingfors i en förmögen familj. Hans föräldrar var vicehäradshövdingen Axel Edvard Wasastjerna och Agda Mathilda Donner. Han fullföljde sin skolgång i Nya svenska läroverket i Helsingfors och blev student därifrån som sjuttonåring våren 1914. Härefter vidtog studierna vid universitetet i Helsingfors. Många ämnen föreföll lockande men han valde fysik och kemi som huvudämnen, ty där fann han den största intellektuella utmaningen. I det egentliga huvudämnet var Wasastjernas lärare Theodor Homén och Lars William Öholm. Sin universitetskarriär inledde han som extra ordinarie assistent i kemi åren 1917–1920. Samtidigt var han en flitig och begåvad student och studierna gick snabbt undan. Redan 1918 blev han fil. kand. och fil. licentiat -examen avlade han 1921. I samband med sin kandidatexamen publicerade Wasastjerna sitt första vetenskapliga arbete som berörde sambandet mellan elektriska elements termokemi och elektromotoriska kraft. Detta kan snarast betecknas som ett elevarbete och det var tydligt inspirerat av Öholm.

År 1921 disputerade Wasastjerna för doktorsgraden med en avhandling om lösningars optiska egenskaper och han lade härvid fram en ny hypotes om elektrolyternas byggnad. Dessa vardera arbeten ligger i gränsområdet mellan fysik och kemi och då Wasastjerna 1922 blev docent blev han det i fysikalisk kemi.

Vid den tidpunkten då Wasastjerna blev utnämnd till ordinarie professor i tillämpad fysik gjordes på fysikens område epokgörande upptäckter. Inom den experimentella fysiken låg tyngdpunkten inom atom- och kärnfysik och inom den teoretiska fysiken sökte man nya vägar för kvantmekaniken. I Europa var det särskilt Tyskland, Frankrike och England som gav ton åt forskningen.

Ännu då Wasastjerna tillträdde sin professur var tillämpad fysik ett särskilt ämne, åtskilt från fysiken. År 1938 sammanslogs emellertid de båda ämnena till en lärostol och Jarl A. Wasastjerna blev prefekt för den sammanslagna institutionen. Institutionshuset på Broberget stod kvar, men nu tillkom en fjärde våning och efter kriget måste byggnaden renoveras efter alla bombskador. Under slutet av 1940-talet medverkade Wasastjerna till att ett särskilt anslag om 30 miljoner mark erhölls och för dessa pengar kunde man bygga en Van de Graaff-accelerator. Denna apparat alstrar högre spänningar än man tidigare uppnått och gav följaktligen elementarpartiklar större rörelseenergi.

Jarl A. Wasastjernas egentliga vetenskapliga gärning låg på röntgenfysikens område. Han påbörjade, genom att utnyttja röntgenanalysteknik, en stor undersökning av elektronfördelningarna i fasta ämnen. Det var banbrytande arbeten Wasastjerna på detta sätt initierade och en skola uppstod i Finland och forskartraditionen på detta område följdes upp i Helsingfors och Åbo. Han gjorde även mätningar av blandkristallers bildningsvärme med kalorimetriska metoder och detta med sådan framgång att metoden ännu långa tider därefter användes av forskarna.

I sitt doktorsarbete rapporterade Wasastjerna resultaten av omfattande mätningar av bl.a. brytningsexponenter och tätheter för vattenlösningar av kalium- och natriumklorid, oxalsyra och flera organiska radikaler vid olika temperatur och koncentration. Enligt teorin skulle molekylfraktionen vara lika med summan av molekylens atomfraktioner. Wasastjerna fann talrika avvikelser från denna regel. För att kunna förklara de experimentella resultaten införde han två nya begrepp: jonrefraktion och refraktionsekvivalent. I ett minnestal beskrev Lennart Simons Wasastjernas arbeten:

> ”Wasastjernas refraktionsbestämningar ledde också till att man för första gången kunde beräkna ljusets dubbelbrytning i karbonater. Införandet av begreppet refraktionsekvivalent för enatomiga joner av

> ädelgastyp gav nu belysning beträffande frågan om grundämnenas plats i det periodiska systemet. Wasastjerna var den första som experimentellt påvisade att elektronsystemets medelavstånd från kärnan minskas med stigande atomnummer i överensstämmelse med atomteorin".

Wasastjernas mest betydande forskning gällde atomernas dimensioner. Härvid utgick han från en mycket enkel atommodell, nämligen att en atom hade en bestämd av en sfärisk yta begränsad volym och att atomen var att betrakta som en inkompressibel kropp. Vid sammanstötningen mellan två atomer var följaktligen atomernas avstånd lika med summan av atomernas radier. Vidare antog han att atomens yta var elektriskt ledande och att elektronerna rörde sig i cirkelformade banor i ett och samma plan enligt Bohrs första atommodell. Han lyckades vid dessa arbeten finna ett matematiskt samband mellan jonrefraktioner och medelavståndet till jonernas yttersta elektronsystem.

Vid sina bestämningar av atomradier använde Wasastjerna till en början fysikalisk-kemiska metoder, men övergick senare till röntgenanalytiska. En tid arbetade han i Cambridge, där han 1932 lärde sig mätmetodiken hos Nobelpristagarna Bragg, far och son. William Bragg berättas ha kallat Wasastjerna för "atomradiens fader" (Simons, 1974). Därmed blev Wasastjerna också hedersledamot av *The Royal Institution of Great Britain.*

Under fortsättningskriget var Wasastjerna Finlands sändebud i Stockholm och beträdde där en mycket besvärlig post. Efter kriget, 1946, anhöll Wasastjerna om avsked från sin professur. Detta kom onekligen som en överraskning för mången och inte heller är det lätt att finna ett klart motiv till denna handling. Wasastjerna var då endast 50 år gammal. Universitetsförhållandena efter kriget var dock i många avseenden helt annorlunda än före kriget. Visserligen skedde en snabb utveckling inom de fysikaliska vetenskaperna, men i hemlandet hade man att kämpa med knappa anslag. Dessutom hade många goda arbetsgrupper splittrats under kriget och flera lovande fysiker stupat. Efter avgången från professuren inriktade sig Wasastjerna på affärslivet. Han avled den 15 oktober 1972.

13

En fysikers vandring i Helsingfors

En växande stad

Då man i dag vandrar omkring i de centrala delarna av Helsingfors kan man se många universitetsbyggnader som stod där redan under början av 1900-talet, några till och med mycket tidigare. Som fysiker grips man av nostalgi vid tanken att många generationer fysiker och lärda inom universitetsvärlden och statsförvaltningen vandrat omkring på samma gator, gått in i samma byggnader och där utfört sitt arbete och sina göromål. Man får samtidigt vara tacksam för att byggnaderna fortfarande står kvar och att de inte fått ge rum åt moderna konstruktioner. Planeringen och uppförandet av dessa vackra byggnader har varit så fullödig och monumental att det inte funnits orsak att efter 100–150 år ändra på deras fasader, trots omfattande renoveringar som gjorts innanför dem. Också byggnadernas användning och syfte har ändrats mycket genom åren.

Helsingfors historia som universitetsstad är inte lång. Då beslutet 1812 var fattat att Helsingfors skulle bli huvudstad och administrativt centrum för Storfurstendömet Finland inkallades 1816 arkitekten Carl Ludvig Engel (1778–1840) från Berlin att leda planeringen av stadens centrum. Helsingfors var vid denna tid en småstad med övervägande trähusbebyggelse och utgjorde således ett jungfruligt arbetsfält för en stadplaneringsarkitekt med visioner. Engel var framgångsrik i sin gärning och han har satt sin tydliga prägel på såväl stadsplanering som på enskilda monumentala byggnader. Tanken på att också universitetet skulle flyttas till Helsingfors låg i luften, men fick fart efter Åbo brand.

Konsistorium vid Kejserliga Akademien i Åbo, som genom branden blivit utan sessionssal, sammanträdde den 7 september i det blott tio år gamla observatoriets utrymmen. Närvarande var åtta professorer, bland dem universitetets rektor G. G. Hällström. I över ett års tid fortsatte man att använda observatoriet som mötesplats och samtidigt flyttade man även rektorskansliet jämte kassakistor och arkiv över till observatoriebyggnaden. Vid konsistoriesammanträdet den 25 oktober 1827 anlände en kurir med depescher och kejserligt manifest. I detta, daterat den 9/21 oktober sades bl.a. att storfurstendömets huvudstad förlagts till Helsingfors samt "... ledda af samma åsigter, som verkat detta beslut, och öfvertygade om nyttan af Universitetets närmare samband med Landets Öfverstyrelse och Högre Auctoriteter, hafva Wi i Nåder velat befalla och förordna att Universitetet i Åbo kommer att hafva sitt säte i Helsingfors och derjemnte till åminnelse af Finlands oförgätliga Wälgörare bära namn af Alexanders Universitetet i Finland ... " (Heinricius, 1911).

Under läsåret 1828 vidtogs sedan de praktiska arrangemangen för flytten och den 12 september 1828 höll konsistoriet sitt sista sammanträde i Åbo. Till en början fick universitetet i Helsingfors sig tilldelat tillfälliga utrymmen i östra delen av senatshuset samt i den byggnad som senare blev generalguvernörshuset. Detta arrangemang varade tills en egen universitetsbyggnad uppfördes vid Stora Torget (nuvarande Senatstorget).

På gamla stadskartor kan man följa med hur den nuvarande centrala delen av Helsingfors växte fram. En detalj av Claes Kjerrströms stadskarta (*Detalj-Plan af Helsingfors Stad* 1878) visar stadens centrum och de viktigaste byggnaderna med anknytning till universitetet. Senatstorget utgör än i dag en stor, öppen plats, som ger rymd och ljus åt de omkringliggande byggnaderna. Från torget mot norr reser sig Nikolajkyrkan, på torgets västra sida ligger universitetets huvudbyggnad och på den östra sidan Senatshuset. Södra sidan av torget kantas av mindre hus. I sydöstra hörnet står stadens äldsta stenhus, handlande Johan Sederholms hus. Då man vandrar norrut längs Unionsgatan har man på vänster sida universitetsbiblioteket, sedan kommer ryska militärens sjukhus vars fasader är bevarade även om innanmätet med åren efter behov planerats på nytt och förändrats. På andra sidan gatan ligger Allmänna sjukhusen med kirurgiska och medicinska avdelningar. Just innan bron, som leder över till Musholmen och vidare till fastlandet, ligger Botaniska trädgården till vänster, medan Broberget ännu vid denna tid reser sig obebyggt till höger. I hörnet av Nikolaigatan (nuvarande Snellmansgatan) och Regeringsgatan är *Arppeanum* uppfört och i Kajsaniemi park står Magnetiska observatoriet. På bibliotekstomten, vettande mot Fabiansgatan, uppfördes den byggnad, som först övertogs av kemisterna, innan de flyttade in i Arppeanum. I dag har byggnaden övertagits av biblioteket.

År 1828 var planritningarna för den nya universitetsbyggnaden godkända. Enligt planerna som var uppgjorda av Carl Ludvig Engel vände huvudbyggnaden sin fasad med huvudingång mot Stora Torget (nu Senatstorget) och upptog hela torgets västra sida. I tre våningar skulle byggnaden resa sig, börjande med ett ”soubassement”, bottenvåningen, till vilken man kom in från gatuplanet och i vilken nödvändiga allmänna utrymmen inhystes såsom ”cancelliet, archive, uppbörds contoir, drängrum, waktrum och fängelserum”. Från första våningen hade man tillgång till den ståtliga solennitetssalen och i denna våning fanns även i den södra flygeln utrymmen för undervisning i kemi och fysik. Här disponerade dessa läroämnen över ”auditorium för föreläsningar i physik och chemien, laboratorium, sal för physische instrumenter och rum för instrumenter; praeparater och droguer” (Heikel, 1940; Klinge *et al.*, 1989).

Kemister och fysiker i trånga utrymmen

I takt med att studentantalet hela tiden ökade började den stora huvudbyggnaden bli trång. Detta drabbade alla läroämnen, men speciellt brydsam blev situationen för sådana ämnen i vilka man gjorde övningsarbeten. Fysiker och kemister led av utrymmesbristen. I 1828 års statuter för universitetet bestämdes att professorn i kemi hade till sin hjälp en adjunkt i kemi och en preparator. Många kända namn från fysikens och kemins historia i Helsingfors drar förbi då man ser vem som innehaft dessa kemivakanser: Pehr Adolf von Bonsdorff (1791–1839) innehade kemiprofessuren under tiden 1823–1839, och han deltog sålunda i flyttandet av universitetet till Helsingfors. Efter hans bortgång 1839 förlöpte många år innan tjänsten kunde återbesättas 1847 med Adolf Edvard Arppe (1818–1894). Adjunktbefattningen innehades till en början under åren 1825–1834 av Victor Hartwall, som senare tillsammans med von Bonsdorff grundade en mineralvattenfabrik i Helsingfors. I förteckningen på preparatörer finner vi bl.a. magistern, sedermera läkaren, Johan Fredrik Elfving 1829, och studenten Henrik Heikel 1830–1833. Bland övriga namn noteras t.f. adjunkt och t.f. laborator, magister Axel Adolf Laurell och docenten i kemi Adolf Moberg. Moberg skötte kemiprofessuren efter von Bonsdorffs frånfälle 1839 ända tills den besattes den 30 oktober 1847 av Adolf Edvard Arppe (Autio, 1981).

Kemin har i alla tider varit en laboratorievetenskap, och då studenternas antal växte hela tiden blev utrymmesbehovet alltmera kännbart. Under 1830-talet kunde man för filosofie kandidatexamen avlägga vitsordet approbatur i kemi, vari bl.a. ingick beredning av några lättare framställbara prepa-

Fig. 13.1: Detalj ur stadsingenjören Kjerrströms karta över Helsingfors 1878.

rat, såsom zinkoxid, järnsulfat, kopparsulfat, renad pottaska m.m. För vitsordet cum laude approbatur tillkom några svårare preparat, t.ex. kvicksilver- och antimonföreningar och för vitsordet laudatur infördes analytiska arbeten, såväl kvantitativa som kvalitativa (mineraler och mineralblandningar). Dessutom skulle blivande farmaceuter och medicine studerande avlägga enskilt förhör i farmaci för kemiprofessorn, samt framställa särskilda farmaceutiska preparat och utföra kvalitativ analys av saltblandningar.

Arppeanum

Efter långa diskussioner och omfattande planering kunde kemilaboratoriet år 1847 slutligen flytta in i en ny kemi- och anatomibyggnad vid Fabiansgatan på nuvarande bibliotekstomten. Detta innebar betydande lättnader för kemisterna, och även för fysikerna, som nu kunde disponera över större utrymmen i universitetets huvudbyggnad. Mot slutet av 1850-talet började man emellertid på nytt diskutera uppförandet av en ny byggnad för universitetets växande behov. Kvarteret Grävsvinet i hörnet av Nikolaigatan (nuvarande Snellmansgatan) och Regeringsgatan var påtänkt som lämplig plats. Länsarkitekt Carl Albert Edelfelt uppgjorde ritningarna och i november 1862 behandlades hans förslag i konsistorium. Byggnaden skulle uppföras i sten i fyra våningar och den innehöll kemiskt laboratorium och bostad för prefekten, utrymmen för de mineralogiska, geologiska och paleontologiska samlingarna, etnografiskt museum samt ytterligare musik- och ritsalar och vaktmästarbostäder (Hjelt, 1830).

Planritningarna diskuterades i detalj inom universitetet och prefektbostaden väckte mycken kritik. Storleken av denna bostad var omkring 400 m^2. Man frågade sig om en dylik bostad överhuvudtaget var nödvändig? Fördelarna med att ha en prefekt övervakande laboratoriet på nära håll övervägde dock de nackdelar och invändningar kritikerna kom med, och således fanns bostaden kvar i ritningarna för huset. År 1864 inkom Edelfelt med nya ritningar. Han hade då på universitetets bekostnad besökt Sankt Petersburg och där bekantat sig med nyligen uppförda laboratoriebyggnader. År 1866 kunde slutligen byggnadsarbetena påbörjas och 1869 stod byggnaden färdig. Under hela planerings- och byggnadsskedet var Adolf Edvard Arppe kemiprofessor och universitetets rektor (1858–1869) och huset heter därför i dag Arppeanum.

Kemisterna kunde nu flytta in i, som det tycktes, palatslika utrymmen och efter en tid beredde man även plats för ett fysikaliskt laboratorium. Inom kort fick man dock bekymmer. Det visade sig inte vara så ändamålsenligt att sammanföra ett stort kemiskt laboratorium i flera våningar med andra institutioner.

Inte heller ventilationssystemet fungerade efter önskan. I treårsberättelsen för universitetet 1878 nämner rektor bl.a. att ”det icke lyckats att i detta vackra och dyrbara hus förena fordringarna af ett laboratorium med andra ändamål”.

Adolf Moberg har i sin *Autobiografi* (1895) beskrivit sina studier och hur laboratoriearbetena i fysik och kemi genomfördes i universitetets nya byggnad. Moberg föddes i Kimito och kom från enkla förhållanden, men han hade gott läshuvud och fick därigenom möjlighet till skolgång och universitetsstudier. Han verkade sedermera som professor i fysik och var även universitetets rektor.
Mobergs studiedagar var fyllda med föreläsningar och övningar. Då han inte hade råd att köpa läroböcker gjorde han anteckningar.
Föreläsningar som Moberg åhörde 1834 var bl.a.:
Kl. 9 prof. Johan Gabriel Linsén, vältalighet, romersk litteratur.
Kl. 10 prof. Carl Reinhold Sahlberg, fåglarnas fysiologi.
Kl. 11 prof. Nathanaël Gerhard af Schultén, analytisk geometri.
Kl. 12 prof. Johan Jakob Tengström, moral.
Dessa föreläsningar pågick förmiddagarna om måndag, tisdag, torsdag och fredag. Till detta kom kemilaborationer och Pehr Adolf von Bonsdorffs föreläsningar varje eftermiddag. Moberg tog dessutom privat undervisning hos adjunkten J. J. Nervander och tenterade plan trigonometri. Sfärisk trigonometri läste han på egen hand.
Kemi blev ett huvudämne för Moberg och laboratoriearbetena krävde både tid och utrymme. Kemister och fysiker delade utrymmen i vid Senatstorgets byggnad. Kemilaboratoriet hade två rum till sitt förfogande. Ett av rummen var försett med ”en öppen Kåpspis hvari funnos par stycken inmurade dragungar och en Sefströms ässia, med en inmurad destillerpanna och ett öppet sandkapell”. I dessa utrymmen skulle eleverna utföra sina examensarbeten och professorn bedriva sin egen forskning. Då studenterna skulle ”utföra qvantitativa analyser verkställdes dessa vanligtvis i fysikokemiska auditorium, nemligen i de åt senatstorget eller Alexandersgatan belägna fönsternischerna, hvaraf åter uppstod den olägenheten att dessa arbeten under såväl de fysiska som kemiska föreläsningarna måste afbrytas”. För att erhålla laudatur i kemi fordrades också kunskap i mineralogi. Förutom att åhöra en kurs i mineralogi gjorde eleverna olika analyser av ett mineral.

Redan 1879 hade tanken väckts på ett tillbygge för kemiska institutionen. Arppeanum skulle enligt planerna byggas ut längs Regeringsgatan. Denna gång var det arkitekt Gustaf Nyström som gjorde upp konceptritningarna. De slutliga ritningarna godkändes 1884 och sommaren 1885 inleddes byggnadsarbetena. Våren 1886 murades huset och i juni stod det under tak. Inredningen gjordes under vintern och våren intill sommaren 1887. Höstterminen samma år vidtog laboratorieverksamheten i byggnaden. Husets fasad vetter mot Regeringsgatan och det utgör på sätt och vis en fortsättning på Arppeanum. Båda husen står kvar i dag men är nu renoverade kontorsbyggnader.

Selim Lemström som 1878 blivit professor i fysik efter Moberg var en utpräglad experimentalist. Alla hans ansträngningar gick ut på att konstruera instrument, göra mätningar och sammanställa resultat. Redan tidigt, då Lemström på stipendiepengar reste utomlands tog han ivrigt emot intryck från de laboratorier han besökte. Ständigt jämförde han med förhållandena där hemma och som oftast utföll denna jämförelse till Helsingfors nackdel. Det var ju inte stora summor man hade att röra sig med i Helsingfors då det gällde att utrusta och hålla i skick det fysikaliska kabinettets instrument. Lemström ansåg att en god fysiker framför allt skulle behärska experimentalfysiken. Han införde därför obligatoriska laboratoriearbeten i examensfordringarna. Det fysikaliska kabinettets instrumentsamling visade sig emellertid vara alldeles för knapp, trots att utrustningen hela tiden hade utökats. Det behövdes kraftigt ökade anslag för att råda bot på denna brist. Den 1 oktober 1881 höjdes det årliga anslaget för kabinettet från 2000 mark till 3000 mark, och Hans Kejserliga Maj:t lät ytterligare meddela att ”å universitetets stat uppföres ett årligt anslag af 1,200 mark för en assistent vid inrättningen” (Redogörelse för Kejserliga Alexanders-Universitetet i Finland 1884). Dessutom hade ett extra anslag om 15 000 mark under treårsperioden 1881–1884 möjliggjort en avsevärd utökning av instrumentsamlingen och man hade inköpt apparatur både för undervisning och för forskning, däribland en kvicksilverluftpump (ny konstruktion av professor Sundell), en norrskensteodolit samt ett parti isolerad koppar- och nysilvertråd.

Införandet av obligatoriska övningsarbeten i fysik innebar samtidigt att behovet av assistenter ökade. Det fysikaliska laboratoriet hade nu fått vissa anslag för att avlöna en assistent och dess ”filial” förfogade över en extra assistent. Därutöver hade den fysikaliska kabinettsfonden inrättats ur vilken smärre arvoden utbetalades närmast åt studerande som biträdde i laboratoriet (Redogörelse för Kejserliga Alexanders-Universitetet i Finland 1896, 1899). Sedan Lemström tillträtt sin professorsbefattning lyckades han snabbt förbättra arbetsförhållandena för fysikerna i någon mån. En första förbättring kom till stånd då man från och med hösten 1880 inledde verksamheten i universitetets byggnad Arppeanum i hörnet av Nikolaigatan (nuvarande Snellmansgatan 3–5) och Regeringsgatan. Här hade fysikerna tillgång till en stor sal i översta våningen. Denna tjänade många ändamål: kontor, bibliotek, instrumentsal samt arbetsrum för speciella experiment. Intill den stora salen låg en mindre sal, där instrumenten bevarades och där nya studenter arbetade. Därtill hade lärarna ett separat rum för egna forskningsprojekt. Förutom dessa tre stora rum hade fysikerna fått sig tilldelat ytterligare ett mindre rum i vindsvåningen för särskilda projekt, samt i nedersta våningen ett rum som inreddes till verkstad. En del relativt omfattande byggnadsarbeten genomfördes i samband med att fysikaliska laboratoriet flyttade in. Förutom att väggfasta arbetsbänkar inmonterades i salarna hade ”en sal fullständigt möblerats med 6 skåp, 4 bord och 8 stolar samt 6 stycken stativ, hvaraf trenne med cremailler för höjning och sänkning”. Dessutom drog man in gas- och vattenledning. Föreläsningarna i fysik hölls i kemiska auditoriet i samma hus. I samband med föreläsningarna utfördes ofta demonstrationer och det gällde då att få de ibland rätt så tunga och skrymmande instrumenten transporterade till nedre våningens auditorium. För att underlätta detta arbete lät man bygga en hissanordning mellan laboratoriet och auditoriet.

Det är uppenbart att de utrymmen fysikerna nu disponerade över var – trots den klara förbättring de innebar – fortfarande mycket knappt tilltagna, speciellt då antalet studenter hela tiden ökade på grund av de obligatoriska laboratoriearbetena. Under vårterminen 1881 arbetade omkring 70 studenter mer eller mindre regelbundet i dessa utrymmen. En kommitté tillsattes därför 1890 för att utreda möjligheten att uppföra en separat byggnad för fysikerna, samt göra upp en plan för den med kostnadskalkyler. Först tänkte man sig en tomt vid Nikolaigatan mellan Nationalarkivet och Patologiska institutionen. Det visade sig dock att tomten var för liten för ett så stort bygge som man tänkt sig. Under detta planeringsskede fick fysikerna mera utrymme vid Regeringsgatan 3, varför planeringen av en egen byggnad fortskred endast långsamt.

Man hade även fått medel anvisade till att inreda de nya utrymmena vid Regeringsgatan till laboratorium, och på detta sätt tillkom fysikaliska laboratoriets ”filial” eller ”annex”. Där verkade från höstterminen 1893 extraordinarie professorn A. F. Sundell, som i huvudsak undervisade blivande studerande i medicin. Ett mindre antal fysikstuderande utförde även sina praktiska arbeten där (Redogörelse för Kejserliga Alexanders-Universitetet i Finland 1896). För att täcka hyran anhöll universitetet om 1300 mark ur allmänna medel samt 1200 mark årligen för en extra assistent. Denna lösning av utrymmesbristen var tänkt att bli provisorisk, men den visade sig ändå långvarig. År 1902 flyttade hela fysikaliska laboratoriet över till Regeringsgatan 3, där man tillfälligtvis fick något bättre utrymmen. Nu var hela laboratoriet under samma tak, vilket var en stor fördel. Föreläsningarna skedde dock fortfarande i kemiska auditoriet.

Det var den enda tillräckligt stora hörsalen.

I ett testamente av den 12 mars 1892 hade framlidne professor, statsrådet J. A. J. Pippingsköld donerat 200 000 mark till universitetet på det att man skulle inrätta en professur i tillämpad fysik "i afsigt att undervisningen i fysikens tillämpning skall omfatta äfven de mest alldagliga företeelser från det praktiska lifvets område". Den 30 april 1892 behandlades ärendet i konsistorium, som mottog testamentsmedlen och bokförde dem under benämningen "Pippingsköldska donationsfonden" där de inbringade 5 % årlig ränta. Den 3 maj 1893 vände sig konsistorium till fysisk-matematiska sektionen med en förfrågan om vilka åtgärder som skulle vidtagas för att inrätta professuren i tillämpad fysik, sedan testamentet vunnit laga kraft (Redogörelse för Kejserliga Alexanders-Universitetet i Finland 1893). Planerna på en ny laboratoriebyggnad i fysik lades igen i vila i väntan på att den nya professorn skulle utnämnas. Det var inte rimligt att vardera professorn i fysik skulle få sin egen byggnad, utan de måste kunna samsas i ett gemensamt laboratorium "på grund af det intima sambandet och de i många afseenden gemensamma behofven för professurerna i fysik och i tillämpad fysik".

Fortfarande i tillfälliga utrymmen

Under slutet av 1800-talet fanns det vid universitetet en ordinarie professor i fysik (Lemström), en extra ordinarie professor (Sundell) samt sedan 1898 en professor i tillämpad fysik, den så kallade Pippingskiöldska professuren (Homén). Detta måste beaktas i de nya byggplaner som nu började göras upp. Arkitekt Gustaf Nyström gjorde sammanlagt 12 förslag till institutionsbyggnad åren 1890–1909. Grundplanen var densamma för alla förslag, men fasadens utformning varierade beroende på byggnadsplats. Byggnaden skulle på ett lämpligt sätt smälta in i stadsbilden och utformningen var således beroende av redan existerande byggnader. Några monumentala byggnader i centrala Helsingfors existerade redan, såsom Riksarkivet och Ständerhuset, och detta ställde krav då man planerade för Nikolaigatan (Snellmansgatan 12) (1897), Fredsgatan 19 (1899–1900), Broberget eller Regeringsgatan 11–13 (1902) och för den slutliga adressen Brobergsterassen 20 D (1909). Den slutliga lösningen avvek i viss grad från de övriga då Broberget vid denna tid var obebyggt. År 1897 ville man än en gång bygga vid Nikolaigatan, på samma tomt som tidigare, men projektet fick avslag. Kostnaderna uppgick nu till 548 000 mark. År 1900 framlades ett nytt förslag till uppförande av en lämplig byggnad på en tomt i närheten av den förra. Kostnadskalkylen slutade denna gång på 570 000 mark. Inget avgörande kom heller denna gång till stånd. Den planerade byggnaden var stor och hade ståtlig fasad. Den skulle uppföras i tre våningar och omfatta ett halvcirkelformat *Auditorium maximum* och åtskilliga laboratoriesalar och utrymmen både för elever och professorer. Homén kommenterade:

> ”Här lefva vi i vårt sakta mak; jag för min del håller på med etablerandet af min fysikaliska instrumentsamling. Fin ritning till ett nytt och präktigt fysikaliskt laboratorium ha vi äfven uppgjort, men det trasslar litet med tomtplatsen. Få vi ej den plats vi helst ville hafva så finnes emellertid en annan som Universitetet före min tid inköpte för ett fysikaliskt laboratorium, ehuru den icke är så bra som den förstnämnda” (Homén till Arrhenius, 1901).

Medan planeringen av en egen byggnad för det fysikaliska laboratoriet på detta sätt långsamt fortskred och professorerna kastades mellan hopp – då konsistorium förordade – och förtvivlan – då Kejserliga Maj:t gav avslag på framlagda planer – måste samtidigt undervisning och forskning skötas.

Under treårsperioden 1899–1902 var de praktiska övningsarbetena fördelade på tre lokaler (Redogörelse för Kejserliga Alexanders-Universitetet i Finland 1902). Antalet studenter som utförde specialarbeten för vitsordet laudatur, var omkring tio per termin, medan de som studerade för filosofie kandidatexamen och endast utförde förberedande arbeten, uppgick till omkring 60 per termin. Dessutom utförde omkring 25 studerande förberedande arbeten för examen ledande till inträde till den medicinska fakulteten. Även blivande gymnastiklärare läste fysik och gjorde enklare laboratoriearbeten.

Vid denna tid tillkom även laboratoriet för tillämpad fysik. Det hade egna utrymmen och egna anslag och dess prefekt var innehavaren av den Pippingsköldska donationsprofessuren. Laboratoriet hade till en början inplacerats i ett rum i den gamla laboratorie- och museibyggnaden, men denna lösning var otillräcklig med tanke på laboratoriearbetena och man fick därför hyra lokal vid Regeringsgatan 3, som granne till fysikaliska laboratoriet.

En viss lättnad i utrymmesbristen fick man till stånd sommaren 1902 då hela fysikaliska inrättningen flyttade till Regeringsgatan 3. Här hade man till förfogande femton arbetsrum, prefektrum, vaktmästarbostad och ett mindre auditorium med plats för fyrtio åhörare. Då man föreläste större kurser var man fortfarande hänvisad till kemiska institutionens stora föreläsningssal. Under de närmaste åren kunde man ytterligare hyra några rum och den tillämpade fysiken erhöll då tre rum till.

Fysikum på Broberget

Att planera ett nytt, stort institut krävde mycket framsynthet. Man borde veta vart fysiken var på väg att utvecklas. Det gällde då att söka kontakter med forskarkolleger, besöka kongresser, diskutera och kanske rent av arbeta vid något känt laboratorium. Stockholm och Sankt Petersburg var välbesökta orter. I början av 1900-talet sökte sig några finländska fysiker (Lars William Öholm och Yrjö Tuomikoski) till Rutherfords laboratorium i Manchester för att där lära sig ny laboratorieteknik. Alla tre dåvarande fysikprofessorer hade under kortare eller längre perioder vistats utomlands vid den tidens stora laboratorier. De hade sålunda en klar uppfattning om hur ett välfungerande laboratorium skulle vara uppfört. Homén var beredd att göra ett nytt besök utomlands, denna gång till Lund.

> ”. . . Nu hoppas jag dock om någon tid kunna lösslita mig härifrån och kunna göra en liten tripp öfver till Eder samt till Lund och Köpenhamn. Jag har mycket att beställa för min nya professur. Vi skola få ett stort, fint laboratorium med Lemström. Du sade att det i Lund var så utmärkt. Om par tre veckor torde jag slippa men det beror på diverse frågor i Sektionen och Konsistorium vid hvilkas behandling jag måste medvara . . . ” (Homén till Arrhenius, 1899).

Homén var själv aktiv vid planeringen:

> ”. . . Gör just upp ritningar till ett nytt stort fysikum med bland annat prefektvåning på åtta vackra rum dit jag flyttar om några år om man lefver. Borde gifta mig med en enka med färdiga barn för att befolka rummen . . . ” (Homén till Arrhenius, 1900).

Tanken på en stor prefektvåning var inte speciellt djärv vid 1900-talets början. Homén upplevde detta på nära håll då kemiprofessorn hade en stor våning till sitt förfogande i Arppeanum. Det samma gällde det astronomiska observatoriet, Botaniska institutionen i Kajsaniemi och Fysiologiska institutionen på Broberget, där professorerna disponerade över stora lägenheter. Drömmen om en egen prefektvåning gick dock inte i uppfyllelse för Homéns del. Tio år senare ansåg universitetet att en enda prefektbostad var nog för de två institutionerna för fysik och tillämpad fysik. Hjalmar Tallqvist var såsom prefekt för institutionen för fysik den första att komma i åtnjutande av den nya byggnaden.

Trots de upprepade avslag som konsistoriet fick hos universitetets kansler för en egen byggnad för fysikaliska laboratoriet, arbetade universitetet oförtrutet vidare på att förbättra arbetsförhållandena på dess olika institutioner. På grund av växande antal studeranden stod det klart att universitetet inom en nära framtid skulle bli tvunget att kraftigt utbygga sina lokaler. Man började därför se sig om efter lämpliga tomter, och blickarna föll nu på Broberget, där flera tomter fortfarande var obebyggda och inom kort skulle säljas av staden. Här skulle det vara möjligt att uppföra byggnader för fyra institutioner, utöver den fysiologiska institutionen som redan fanns där.

Flera tomter hade redan föreslagits för den blivande byggnaden för fysik: mellan Unions- och Nikolaigatorna, hörnet mellan Freds- och Unionsgatorna, nuvarande Statsarkivet och Nya kliniken. Möjligheterna var många men alla alternativ stötte på hinder då de tilltänkta tomterna redan var reserverade för andra ändamål. I slutet av år 1902 uppställdes ett nytt projekt att bygga på den lediga tomten på Broberget. Byggnadskostnaderna uppskattades nu till 563 000 mark. Frågan uppsköts dock flera gånger. En framställning till kanslersämbetet om inköp av de lediga tomterna på Broberget fick igen avslag. Det brådskade emellertid med ett avgörande, då även privatpersoner visade intresse för de lediga tomterna. Konsistorium vid universitetet måste därför i detta skede handla snabbt på egen hand och 1905 ingicks ett avtal med staden och tomterna kunde därefter utnyttjas av universitetet (Redogörelse för Kejserliga Alexanders-Universitetet i Finland 1905). Emellertid inträffade nu en paus medan den vakanta professuren efter Lemström fylldes.

> ”Till byggnadsplanerna fördröjande bidrog äfven, att professorn i fysik, K. S. Lemström, som redan hösten 1898 blifvit emeritus, icke mera länge komme att kvarstå i tjänsten. Han afgick den 19 mars 1904, fortfarande hvälfvande nya planer för forskning och arbeten i laboratorium, där han äfven tillförsäkrat sig särskilda arbetsrum, men lämnade redan den 3 oktober samma år det jordiska. Efter ett visst interregnum besattes professuren den 12 mars 1907 med Hj. Tallqvist” (Tallqvist, 1911).

Efter Tallqvists utnämning återupptogs planeringsarbetet och en ny kommitté tillsattes år 1907, bestående av professorerna Anders Donner (astronomi) som ordförande, Theodor Homén och Hjalmar Tallqvist samt docent Gustaf Melander, som tidigare bl.a. skött Lemströms professur och nu förestod Meteorologiska Centralanstalten (Redogörelse för Kejserliga Alexanders-Universitetet i Finland 1905). Arkitekt Nyström gjorde än en gång upp nya ritningar. Laboratoriet skulle nu uppföras i hörnet av Unions- och Fredsgatorna och kostnaderna uppgick till 595 000 mark. Medicinalstyrelsen ställde sig dock avvisande till dessa planer med tanke på Klinikernas placering och utbyggnad. Ett alternativt förslag gjordes därför upp för Broberget. Totalkostnaderna för detta uppgick till 735 000 mark, men här ingick också kostnader för bostäder för två professorer. Kejserliga senaten godkände slutligen 1908 det alternativa förslaget, dock med den ändringen att endast en prefektbostad skulle uppföras. Nu kunde man börja göra upp de slutliga ritningarna, varefter byggnadsarbetena tog ytterligare tre år. Hösten 1910 kunde man äntligen flytta in i den nya byggnaden och i november samma år var det möjligt att där inleda laboratoriearbetena. År 1911 kunde Hjalmar Tallqvist, Lemströms efterträdare som professor i fysik, äntligen datera sin beskrivning över det nya, ståtliga fysikaliska laboratoriet och historiken över dess tillblivelse (Tallqvist, 1911). Men även en viss kritik kunde förnimmas, som då Lars William Öholm berättade om byggnadens tillblivelse för Svante Arrhenius:

> ”Vårt fysikaliska laboratorium är numera färdigt. En stor del af höstterminen gick till spillo, emedan byggnadsarbetena pågingo ända till december. De hafva nu byggt i två och ett halft år och det blef ju ett stort, fult och dyrt hus. Som laboratorium är det dock i många afseenden rätt gammalmodigt och misslyckat, men delvis är det ju ock rätt bra. Där har tydligen varit för många kockar och så har soppan blifvit därefter. Ingen af dem har varit tillräckligt praktisk eller haft tillräcklig auktoritet för att genomdrifva en och annan god ide. Lucas [Theodor Homén] hade nog åtskilliga [idéer] men han lyckades ej göra sin röst hörd. Han är emellertid mycket glad öfver att sist och slutligen hafva erhållit eget labbis – $\frac{1}{3}$ af huset bildar nämligen hans afdelning. Han skall åter börja intressera sig för fysiken, påstår han” (Öholm till Arrhenius, 1911).

August Fredrik Sundell gav ett positivare uttalande: ”Vårt nya, ståtliga fysikaliska institut håller nu på att bli i ordning. Jag kommer ock att installera mig i ett rum där. Jag hoppas åtminstone i sommar kunna utföra något arbete”. Sundell var tydligt tillfredsställd över att få ett eget rum (Sundell till Arrhenius, 1911).

En modern laboratoriebyggnad

Då den nya byggnaden uppfördes utnyttjade man all den sakkunskap som stod att få. Man tog då exempel från existerande fysikinstitutioner som man besökt i Europa. Vad gäller de tekniska lösningarna sökte man sig fram med leverantörer från den tidens ledande tillverkare av laboratorieutrustning. Den nya byggnaden var därför toppmodern och välutrustad. Arkitektoniskt bestod byggnaden av tre delar, där den östra delen och den västra delen bildade en trubbig vinkel med varandra. Till planering och utformning påminde den mycket om de tidigare förslag som arkitekt Nyström gjort upp. Den västra delen var tilldelad laboratoriet för fysik och den östra, något mindre delen, laboratoriet för tillämpad fysik. Mittpartiet, som dominerades av föreläsningssalen, några andra mindre utrymmen samt trapphuset, var gemensamt för institutionerna. Byggnaden uppfördes ursprungligen i fyra våningar och bottenarean upptog 820 m^2. Ytterst i den västra flygeln reste sig det ståtliga tornet som bestod av tre rum ovanför varandra och högst uppe en plattform med balustrad, som en krona på verket. Tornet var avsett att användas för barometriska höjdmätningar, meteorologiska observationer samt för utförande av luftelektriska försök m.m.

I byggnadens första våning fanns på vardera sidan av föreläsningssalen två stora instrumentsalar. De stod i förbindelse med föreläsningssalen och man kunde där förbereda experiment och därefter föra instrumenten direkt in i auditoriet. Vidare fanns i västra flygeln ett vågrum med en väggfast granitplatta och ett rum för forskningsarbete till vilket professor Sundell flyttade in, samt ytterligare ett hörnrum för speciallaborationer. På den sida som vette mot gården låg prefektens rum. Det var ett tämligen stort utrymme och avsett samtidigt för längre hunna studerande och forskare. I detta rum fanns bl.a. en Helmholtz' pendel uppställd. I den östra flygeln fanns utrymmen för laboratoriet i tillämpad fysik och där hade prefekten sitt eget laboratorium. Också en sal för specialarbeten fanns i denna våning.

I andra våningens västra flygel fanns ytterligare laboratorieutrymmen, bl.a. ett elektriskt laboratorium där docenten Karl Ferdinand Lindman hade fått sig tilldelat utrymme för att studera elektromagnetiska vågor. På den sidan av korridoren, som vette mot gården, fanns kansli och bibliotek. I den östra flygeln fanns laboratorieutrymmen, en del speciellt planerade för arbeten i fysikalisk kemi. Här disponerade Lars William Öholm utrymmen, närmast hörnrummen mot gården. Ett av dessa rum var ”inrättadt till rum för konstant temperatur, försedt med dubbla dörrar, gaskamin, fläkt, fönstret tillmuradt utom ett helt litet parti upptill, väggfasta hyllor å båda sidor o.s.v.”

Tredje våningen dominerades av utrymmen för undervisning. Här fanns en mindre föreläsningssal med stigande bänkrader och övningssalar för approbatur och cum laude -arbeten, samt ett praktikum för blivande medicine studerande, gymnastiklärare m.fl. I bottenvåningen fanns verkstad, smedja och snickarverkstad med eldrivna metallsvarvar, en hyvelmaskin och en borrmaskin. I smedjan fanns ässja, städ och fläkt samt möjlighet att utföra lödningsarbeten. Bottenvåningen hyste ytterligare en del bostadsutrymmen, elektrisk central och system för centraluppvärmning. Kraven på uppvärmningen var sådana att ännu vid en utetemperatur om −30°C skulle rumstemperaturen hållas vid +20°C. Placeringen av värmeelementen var därför noga genomtänkt. Alla gånger kunde dessa inte placeras där de skulle ha gjort största nytta då just dessa utrymmen behövdes för laboratoriearbeten. Det var därför viktigt att dimensionera dem rätt.

I flera av laboratorieutrymmena fanns dragskåp installerade. Möblemanget i övrigt bestod av stadiga laboratoriebord, ibland väggfasta arbetsbänkar, skåp och hyllor. Vatten, gas och elektrisk ström drogs in i laboratorierna och även i föreläsningssalarna. Den elektriska utrustningen var för sin tid imponerande. Stadens likström 120 V fanns tillgänglig, även för belysningen, och dessutom en ”fyrledning” som levererade ackumulatorström om 2, 4, 6, 8 och 10 V. Ytterligare fanns en kraftledning dragen med vilken det var möjligt att distribuera ackumulatorström av högre, varierbar spänning till laboratorierna, samt till maskinsalen. I salarna fanns väggtavlor för reglerande av strömuttagen.

Fysik och tillämpad fysik betraktades som experimentalvetenskaper. För vitsordet approbatur i fysik skulle studerande utföra 25 obligatoriska övningsarbeten. För vitsordet cum laude tillkom ytterligare 20 arbeten, som i viss mån kunde väljas ur olika grupper. Antalet övningsarbeten uppgick till totalt 97, och för dem alla skulle apparater finnas att tillgå. I instrumentsalarna fanns rikligt med utrymmen i stora skåp. En del värdefull gammal utrustning fanns även bevarad, bland annat instrument från Johan Jakob Nervanders tid och hans arbeten med tangentbussolen.

I bibliotekets samlingar ingick läroböcker, handböcker och monografier samt den del av den Gadolinska boksamlingen, som omfattade arbeten i fysik och meteorologi. Bibliotekskatalogen upptog vid denna tid 1650 nummer. Man prenumererade på 11 tidskrifter och försök gjordes att komplettera bl.a. Poggendorffs *Annalen der Physik und Chemie* från tiden före 1850, vilket dock visade sig vara svårt.

Vid sekelskiftet 1800–1900 upplevde fysiken som läroämne ett stort uppsving globalt med ett ökat antal studeranden som följd. Under tidsperioden 1890–1900 uppfördes i Europa 24 nya fysiklaboratorier och under det följande decenniet 1901–1911 ytterligare 29 nya laboratorier. Dessa siffror kunde göras ännu större om man också inkluderar den utbyggnad som gjordes av redan existerande institutioner. De nyuppförda institutionsbyggnaderna uppvisade sinsemellan många likheter vad beträffar planlösning och arkitektur samt tekniska installationer. Man strävade till att på bästa möjliga sätt beakta den moderna forskningens krav samt den stora studenttillströmningen.

Tidigare försågs många institutionsbyggnader med ett torn och meningen var att man i detta skulle kunna utföra pendelförsök samt göra meteorologiska observationer. Detta behov minskade efter sekelskiftet och under perioden 1898–1908 hade bara hälften av de nyuppförda institutionsbyggnaderna torn. Institutionsbyggnaden i Helsingfors var troligen den sist uppförda som försågs med ett dylikt torn. Och det skulle inte heller dröja länge innan detta torn var avlägsnat.

Institutionsbyggnaden på Broberget, som vid sin tillkomst förefallit stor, i vissas ögon t.o.m. enorm, visade sig emellertid snart att vara för trång. Med det ökande antalet studenter ställdes speciellt stora krav på utrymmen för alla de obligatoriska laboratoriearbeten som skulle utföras. Det dröjde därför inte länge innan man började göra ändringsarbeten i byggnaden. Då tornet tagits ned kunde man utnyttja hela tredje våningen på ett effektivare sätt och slutligen inrättades vindsvåningen efter forskarnas behov. Också rumsdispositionen ändrades. Stora föreläsningssalen med sina pelare rördes inte, men det mindre auditoriet i tredje våningen försvann och omändrades under tidigt 1960-tal till laboratorieutrymme. Också de närliggande delarna av grannhuset till Fysikum annekterades och tomrummet mellan dessa hus byggdes ut. Då Fysikums mångåriga prefekt Nils Fontell drog sig tillbaka och flyttade ut från den separata prefektbostaden på Broberget omändrades detta hus till laboratorium. Efter alla dessa ändringar ser därför gamla Fysikum på Broberget helt annorlunda ut än vid sin tillkomst 1910.

Denna byggnad, där många generationer fysiker har fått sin utbildning, står ännu i dag kvar på Broberget. Det är först nu i allra modernaste tid som verksamheten förflyttats till andra delar av Helsingfors stad. I Gumtäkt uppfördes i ett första skede fysikaliska institutionens acceleratorlaboratorium med den stora tandem-Van de Graaff-acceleratorhallen insprängd i berget. I dag har de fysikaliska vetenskaperna inklusive astronomer en egen byggnad i Gumtäkt, *Physicum*, ävensom kemisterna *Chemicum*. I en tredje stor byggnad invid Physicum, kallad *Exactum*, finns bl.a. institutionerna för matematik och statistik samt för datavetenskap. Meteorologiska institutet flyttade från Kajsaniemi till den närliggande byggnaden, kallad *Dynamicum*. Det gemensamma campusbiblioteket har delvis ersatt de tidigare separata institutionsbiblioteken.

Astronomin flyttar till Helsingfors

På en mycket prominent plats i södra ändan av Unionsgatan står i dag det astronomiska observatoriet. I tiderna syntes observatoriet väl i staden eftersom husen var låga och berget var kalhugget för att ge bästa möjliga sikt för observationsarbetet. För invånarna liksom för sjöfararna i hamnen var det lätt att iaktta när flaggan som markerade middagsmomentet fälldes. Själva observatoriet var funktionellt planerat med tanke på observationerna och fungerade som förebild för samtidens nya observatorier i världen.

Under observatoriets flytt från Åbo och Helsingfors innehades tjänsten som observator av Friedrich Wilhelm Argelander. Argelander tog vid efter Henrik Johan Walbeck, vars tragiska bortgång i Åbo-observatoriet 1822 hade orsakat djup förstämning bland kollegerna. Livet vid Akademien i Åbo gick ändå vidare och konsistoriet började genast söka en ny observator. Trots att Walbeck hade varit en lysande begåvning och aktiv som observator hade han på den korta tid som stått till hans förfogande inte hunnit åstadkomma någon återväxt i hemlandet. Man måste därför söka en lämplig kandidat utifrån. Valet föll på Friedrich Wilhelm August Argelander, som efter någon övertalning lämnade in en ansökan till tjänsten, och blev vald.

Vid Consistorii Academici sammanträde den 6 april 1823 upplästes Argelanders ansökan till observatorsbefattningen i Åbo och den 28 april kom utnämningen. Då Argelander anträdde sin resa till Åbo tog han vägen över Dorpat, där han stannade nio dagar hos professor F. G. W. Struve. Den 12 augusti 1823 infann han sig med sin hustru Maria Sophia Charlotte Courtan i Åbo och den 21 augusti inkallades han till konsistoriemötet för att avlägga sin trohets-, huldhets- och tjänsteed.

I februari 1824 påbörjade Argelander en längre observationsserie i Åbo. En del instrument fanns tillgängliga sedan tidigare, andra måste rekvireras från utlandet. I allmänhet arbetade han med Liebherrs vertikalcirkel, ett stort passageinstrument från Reichenbach samt en meridiancirkel från Reichenbach & Ertel. Argelander samlade ett stort observationsmaterial som resulterade i verket *Observationes astronomicae in specula Universitatis Litterariae Fennicae factae* i tre band 1830–1832.

Litet senare började Argelander göra omfattande observationer av 560 stjärnor, av vilka en del hade en mätbar egenrörelse. Mer än tiotusen observationer gjordes under tiden februari 1827 och maj 1831 och resulterade i den kända stjärnförteckningen *Catalogus Aboensis*, eller som det egentligen hette *DLX stellarum fixarum positiones mediae ineunte anno 1830*, som trycktes 1835 i Helsingfors. I databehandlingen användes minsta kvadratmetoden (Lehti & Markkanen, 2010). Några år senare kunde Argelander av stjärnornas egenrörelser bestämma den riktning dit vårt solsystem syntes vara på väg genom rymden i förhållande till de andra stjärnorna. Arbetet ansågs så förtjänstfullt att det av Kejserliga Vetenskapsakademien i Sankt Petersburg belönades med det stora Demidoffska priset år 1837.

Den 4 september 1827 kl. 9 på kvällen skrev Argelander i sin observationsjournal, just efter att ha gjort anteckningar om β-Aquilae-stjärnan: ”*Hier wurden die Beobachtungen durch eine grässliche Feuersbrunst unterbrochen, die Abo in Asche legte*” (Markkanen *et al.*, 1984).[1] Här avbröt Argelander sina observationer då den ödesdigra branden inom tvenne dygn lade största delen av Åbo i aska. I denna jättebrand förstördes Akademiens hus, biblioteket (en liten del böcker, som var utlånade, räddades och finns i dag bevarade i universitetsbiblioteket) och stora delar av universitetets samlingar gick förlorade. Kyrktornet rasade samman och hela kyrkokvarteret brann ner.

Observatoriet, som låg något på sidan av den egentliga staden på Vårdberget, fick också skador men stod fortfarande kvar efter branden. Argelander kunde trots allt redan den 8 september fortsätta sina observationer. I sin journal antecknade han: ”*Das allerschönste Nordlicht, was ich je gesehen haben ...*” (Markkanen *et al.*, 1984). Livet gick vidare trots den obeskrivliga tragedin.

Enligt ett nådigt manifest av den 21 oktober 1827 skulle universitetet flyttas till Helsingfors och där uppstå på nytt under namn av Kejserliga Alexanders Universitetet i Finland. Under en övergångsperiod på ett år fortsatte dock verksamheten i Åbo. Konsistoriet sammanträdde provisoriskt i observatoriebyggnaden och det sista mötet hölls där den 12 september 1828. Följande möte, den 1 oktober, ägde rum i senatshuset i Helsingfors.

Samtidigt som universitetet flyttade till Helsingfors fick man nya universitetsstatuter. Dessa hade inverkan på de flesta ämnen, så även på astronomin. Observatorsbefattningen blev ändrad till en professorstjänst och Argelander blev utnämnd till dess första innehavare. Detta skedde utan att sedvanlig specimination krävdes, vilket var unikt för universitetsförhållandena i Finland och förfarandet väckte motstånd i vissa kretsar (Markkanen *et al.*, 1984). En observatoriebyggnad skulle uppföras i Helsingfors och Argelander stannade därför kvar i Åbo ända till 1831 och fortsatte sina observationer där.

Efter att detta arbete avslutats anhöll Argelander om ett års tjänstledighet för att resa till Preussen och där sammanträffa med sina släktingar. Han återkom till Helsingfors 1832 och publicerade tre volymer *Observationes astronomicae* (1830–1832). Detta skedde inte helt utan ansträngningar då det ursprungliga manuskriptet i Frenckellska tryckeriet hade gått upp i rök under Åbo brand och materialet till den första volymen måste uppläggas på nytt. Under den närmaste tiden efter sin återkomst till Helsingfors var Argelander fullt sysselsatt med att färdigställa *Catalogus Aboensis* samt att övervaka uppförandet av den nya ob-

[1] I verket *Observationes astronomicae in specula Universitatis Litterarie Fennicae factae* står det något fullständigare på latin: *Hic observationes terribili illo interceptae sunt incendio, quod totam fere urbem ad cinerem reduxit, observatorium vero, gratiae habeantur Deo Optimo Maximo, salvum intactumque reliquit.*

servatoriebyggnaden i Helsingfors, som planerats av C. L. Engel och uppfördes på Ulrikasborgsberget. I november 1834 kunde äntligen observationer med meridiancirkeln återupptas och dessa fortsatte ända fram till februari 1837.

Friedrich Wilhelm August Argelander (1799–1875) föddes i Memel i Ostpreussen. Fadern Johann Gottfried Argelander var grosshandlare och skeppsredare i staden och av allt att döma välbärgad. Dennes fader, Henrik Argillander, kom från Finland. Han föddes 1726 i Pernå och verkade först i Lovisa som kopparslagare, men flyttade därifrån till Tilsit i Ostpreussen. Under Napoleons anfall i Preussen 1806 tvingades kungafamiljen fly från Berlin ända till Memel i Ostpreussen. Johann Gottfried Argelander erbjöd då sitt hus som fristad, och kronprins Friedrich (senare kung Friedrich Wilhelm IV), hans bror, prins Wilhelm (senare kejsare Wilhelm I), kusinen, prins Friedrich och deras lärare flyttade in. Den unge Friedrich Wilhelm Argelander blev på detta sätt lekkamrat med de preussiska prinsarna. En av allt att döma varm, ömsesidig vänskap utvecklades dem mellan.[a]

Sin första undervisning fick F. W. A. Argelander i hemmet och han fortsatte därefter sin skolgång i Elbing och Königsberg, vid vars universitet han blev inskriven 1817. Han studerade med framgång och i oktober 1820 fick han befattning som assistent vid Königsbergs observatorium. Det är uppenbart att Argelander och Walbeck umgicks vintern 1820–1821 då den senare under en av sina resor vistades i Königsberg. Argelander fick på detta sätt god kännedom om förhållandena i Åbo och de planer man hade där. Mot denna bakgrund är det inte svårt att förstå Argelanders beslut att söka den vakanta observatorsbefattningen i Åbo. Att han överhuvudtaget blev ombedd att inlämna sin ansökan får han antagligen tacka Walbeck för. Efter att ha tillbringat vintern 1820–1821 i Königsberg berättade Walbeck för Hällström om sina arbeten där och därmed blev också Argelander en känd person vid Kejserliga Åbo Akademi.

[a] Om deras vänskap berättar mycket, att kronprinsen i deras korrespondens kallade Argelander för ”Alter Fritz” (Lehti & Markkanen, 2010).

Vid denna tid upprättades i Preussen ett tredje observatorium i Bonn (efter Berlin och Königsberg). Kronprins Friedrich Wilhelm, Argelanders barndomsvän, bad honom i ett personligt brev att återkomma till sitt hemland för att bli chef för det nya observatoriet. Argelander hade då redan meriter som en skicklig astronomisk observator och planerare av ett nytt observatorium. Den 14 januari 1837 upplästes i Helsingfors hans avskedsansökan, vilken konsistoriet naturligtvis var tvunget att godkänna, även om man mycket beklagade förlusten av en så eminent skicklig man.

Det låg i tidens anda att observationsserier skulle omfatta ett enormt material. En föraning om vad Argelander skulle prestera i fortsättningen får man genom de stjärnkataloger han publicerade under sin tid i Åbo och Helsingfors. I Bonn påbörjade han ett jätteprojekt: norra hemisfärens alla stjärnor ända ned till magnitud 10 skulle katalogiseras. Till sin hjälp hade han två assistenter, Eduard Schönfeld och Adalbert Krueger. Arbetet krävde sju år av intensiv verksamhet och omfattade slutligen en förteckning över 324 000 stjärnor.

Under sin tid i Åbo och Helsingfors lärde sig Argelander, ävensom hans hustru, att tala felfri svenska. De var mycket förtjusta över sin språkkunskap och fortsatte även i hemmet i Bonn att tala svenska. På detta sätt inhämtade Adalbert Krueger kunskap i svenska då han var Argelanders assistent och också i övrigt umgicks mycket med familjen. Sommaren 1874 hade Argelander känning av en tyfusartad sjukdom. På hösten föreföll det som om sjukdomen släppt sitt grepp, men under vintern började krafterna avta och läkarna ordinerade vila. Den 17 februari 1875 insomnade Argelander för alltid.

Fastän Argelander varit aktiv observator och producerade anmärkningsvärda stjärnkataloger hade han likväl inte kunnat säkra den akademiska återväxten i Helsingfors. En bidragande orsak kan ha varit att Argelander ännu själv var ung, varför yngre forskare inte fann det opportunt att helt ägna sig åt astronomi, av risk att bli tvungen att vänta på en ledig tjänst i flera decennier. Ingen kunde heller förutse att Argelander så fort skulle lämna sin befattning i Helsingfors till förmån för en tjänst i Bonn.

I Helsingfors uppstod nu igen samma situation som då Argelander tillträdde tjänsten. Kompetenta sökande fanns inte i hemlandet och ej heller lyckades man denna gång erbjuda tjänsten åt någon utlänning, närmast från Sverige. Undervisning och forskning i astronomi låg därför flera år i träda i Helsingfors. Till en början skötte astronomiamanuens Fredrik Woldstedt (1813–1861) instrumenten i observatoriet. Samtidigt deltog han i det av Struve initierade gradmätningsprojektet i Finland. Under en tid bodde J. J. Nervander i den tomma professorsbostaden i observatoriet och gjorde egna magnetiska mätningar i väntan på att det magnetiska observatoriet skulle uppföras. En annan lovande astronom, Gustaf Lundahl (1814–1844), vistades bl.a. i Bonn åren 1838–1840 och studerade och forskade där under Argelanders ledning. I Bonn samlade Lundahl också material till sin doktorsavhandling, som han i juni 1844 försvarade i Helsingfors. Efter vistelsen i Bonn fortsatte Lundahl sina studier vid observatoriet i Pulkovo under Wilhelm Struves ledning. I april 1842 kunde han slutligen framlägga specimen för astronomiprofessuren i Helsingfors.

Professorstjänsten hade hela tiden, sedan Argelander lämnat den, varit vakant. Henrik Gustaf Borenius, som en tid varit amanuens vid observatoriet skötte undervisningen åren 1840–1842. År 1841 meddelade han att han ämnade söka professorstjänsten. Samtidigt lämnade Lundahl in sin ansökan med bilagda rekommendationer av Struve och Argelander. Borenius återtog i detta skede sin ansökan och Lundahl erhöll tjänsten. Länge hann han emellertid inte sköta professuren innan han insjuknade och avled den 28 december 1844, endast 30 år gammal.

I oktober 1845 lediganslogs professorstjänsten efter Lundahl och Fredrik Woldstedt var denna gång den enda sökanden. I december 1845 försvarade han sitt specimen för tjänsten och blev utnämnd i februari 1846. Hans stora projekt var gradmätningen genom Finland och detta innebar nära kontakt med Struve i Pulkovo. Woldstedt började nu göra observationer i Helsingfors, en verksamhet som då under nästan tio år legat helt nere.

Under sina sista levnadsår var Woldstedt sjuklig och periodvis omhänderhades professorstjänstens åligganden av docenten i astronomi Lorenz Lindelöf. Efter Woldstedts död blev det igen svårt att hitta en efterträdare. Lindelöf hade blivit utnämnd till professor i matematik och den begåvade Hugo Gyldén, som senare gjorde karriär i Sverige, ansågs vid denna tidpunkt ännu vara alltför ung (21 år). Det blev därför återigen en utlänning som fick tjänsten. Valet föll på Adalbert Krueger (1832–1896). Han hade arbetat som Argelanders assistent i Bonn och där gjort fina observationer, både när det gällde det stora stjärnkatalogprojektet och egna arbeten, och var därför klart kompetent. Han mottog tjänsten i Helsingfors 1862 (Donner, 1897a).

Krueger var en aktiv observatör och han publicerade hela 55 arbeten under sin fjorton år långa Helsingfors-vistelse. Därefter var han 1876–1880 direktor för observatoriet i Gotha och 1880–1896 i Kiel. Det kan vara intressant att notera att Krueger, just innan han mottog tjänsten i Helsingfors, ingick äktenskap med Argelanders dotter, Maria Wilhelmina Amalia, som var född i Helsingfors.

Efter Krueger har Anders Donner (1854–1938), Karl Frithiof Sundman (1873–1949), Gustaf Järnefelt (1901–1989), Paul Kustaanheimo (1924–1997) och Kalevi Mattila (född 1944) verkat som ordinarie professorer i astronomi.

Från och med slutet av 1800-talet deltog Finland i det massiva *Carte du Ciel* -programmet som genomfördes som ett internationellt samarbete mellan 20 observatorier i 16 länder under nästan fem decennier (Muinonen, 2019). Fotograferingsprojektet var kostsamt och drog ut på tiden, medan stjärnkatalogen för att bestämma stjärnornas egenrörelse blev färdig enligt planen. I Helsingfors undersöktes ett 8 grader brett fönster mellan deklinationerna +39 och +47 grader och inalles 284 663 stjärnors koordinater och magnituder bestämdes. Dessa bestämningar utkom i åtta volymer av *Catalogue photographique du Ciel* åren 1903–1937. Projektet fick sin början i ett möte i Paris 1887, där Finlands representant var Anders Donner.

Gustaf Järnefelt var den sista astronomiprofessorn som hade förmånen att bo i prefektbostaden i observatoriet. Då han som emeritus drog sig tillbaka övertogs utrymmena av forskarna. År 2010 flyttade astronomerna till nya utrymmen i Gumtäkt och Institutionen för astronomi införlivades i Institutionen för fysik. Processen för astronomerna var smärtsam och vemodig. Observatoriebyggnaden genomgick dock en påkostad och fullständig renovering och den utgör nu ett museum. I observationssalarna och annexen står de gamla instrumenten fortfarande uppställda. Utrymmena delas med astronomiska föreningen Ursa, som nu fick en värdig lokal för sin verksamhet.

14

Expansionens tidevarv

Docenter, adjunkter och andra lärarbefattningar

De första docenterna som med säkerhet har utnämnts vid Kungliga Akademien i Åbo var Henrik Hassel (1700–1776) och Johan Wallenius (1698–1746). Den förra blev sedermera professor i vältalighet, den senare i teologi. De utnämndes till *magister docens* i sina respektive ämnen år 1726. Tillägget *docens* (lärande) var alltså en licens för att få undervisa, och för det krävdes i vanliga fall en *venia docendi* -avhandling. Före 1828 var magistergrad den enda lärda titel som utdelades vid Akademiens filosofiska fakultet. Fram till slutet av 1730-talet var det fakulteterna som utnämnde docenterna. Om dessa utnämningar vet man mycket litet, likasom om docenternas verksamhet, då protokoll och skrivelser nästan fullständigt förstördes vid den stora branden 1827. Man vet emellertid att det långt innan docentvakanserna uppstod gavs privatundervisning vid Akademien. För att vinna inträde till Kungl. Akademien skulle studerande ha ett visst kunskapsmått, och om detta inte kunde påvisas måste förkovran ske. Man kunde bygga på kunskaperna med ytterligare ett skolår eller alternativt erhålla privatundervisning (Elfving, 1915; Vallinkoski, 1944). För undervisningen stod professorerna vid sidan av deras egentliga undervisning. För att lätta på denna arbetsbörda fanns biträden eller adjunkter som upprätthöll privatkollegier (*collegia privata*). Denna avgiftsbelagda privatundervisning var adjunkternas huvuduppgift då de inte hade rätt att hålla offentliga föreläsningar.

Adjunktbefattningarna var direkt knutna till Akademien. Allmänt var även att studenter undervisade i förmögna borgares hem och på detta sätt erhöll kost och logi och kunde därigenom bekosta sin egen studiegång. Barn som på detta sätt undervisades kunde få studierätt utan att ha gått i skola. En kunglig förordning av år 1698 gav föräldrarna rätt att skriva in sina 7-10-åriga söner vid Akademien, under förutsättning att de kunde ordna nödvändig undervisning före det egentliga inträdet som studerande. Dessa privatlärare kallades *praeceptores*. Förutom att de undervisade dessa barn hände det inte sällan att de även hade fullvuxna elever, som skulle förkovra sina kunskaper. Rätten att ge privatundervisning erhölls av professorerna, och fakultetens eller dekanus' godkännande krävdes inte. Man gjorde emellertid skillnad mellan privatundervisning och privatkollegier. De sistnämnda krävde lov av dekanus eller fakultet. Det hände att överträdelser förekom, och med dem tillrättavisningar och omnämnande i protokoll.

Den privata undervisningen fick inte blandas med den obligatoriska. Professorerna föreläste i allmänhet måndag, tisdag, torsdag och fredag på förmiddagarna. Därför fanns mycken tid ledig för privatundervisning. Vilken nivån var vid denna privatundervisning är okänt, men man kan anta att till hjälp hade lärarna någon lärobok från professorns undervisningsområde.

Privatundervisningen hade som mål att ge blivande studerande en god allmänbildning och tillräcklig kunskapsnivå vid inträdet till Akademien. Samtidigt gav den en möjlighet för fattiga studerande att förtjäna en liten slant eller, om de bodde i familj, åtnjutande av kost och logi. I denna form förekom undervisningen ända till början av 1700-talet. När sedan docenter började utnämnas blev privatundervisningen närmare knuten med Akademien.

Så fort universitetet flyttats till Helsingfors efter den stora branden i Åbo fick det nya statuter. Genom 1828 års statuter infördes doktorsgraden i filosofiska fakulteten och den stadfästes i statuterna av 1852. I Åbo hade tidigare endast filosofie magistrar promoverats, men inte doktorer. Enligt de nya statuterna fanns det 21 ordinarie professorer vid universitetet och 15 adjunkter. Av adjunkterna krävdes doktorsgrad och en särskild dissertation för tjänsten. Adjunkternas avlöning var ungefär en tredjedel av professorns lön. Det visade sig att adjunktstjänsterna fungerade som en plantskola för kommande professorsvakanser. Det var en viktig faktor, eftersom den akademiska toppen i de olika ämnena var synnerligen smal. Den dominerades av professorn, som, om han var skicklig och dessutom hade tur, kunde ha ett biträde till sitt förfogande vid undervisning och upprätthållande av samlingarna. Parallellt med adjunktbefattningarna fanns även docenter. Dessa skulle ha magistersgrad samt ett disputationsspecimen för docentbefattningen. En docentur var närmast att betrakta som en hederstitel, då den inte medförde några undervisningskrav, men samtidigt fanns inte heller någon avlöning att falla tillbaka på.

I statuterna av år 1852 slopades adjunkttjänsterna helt och i deras ställe tillkom två docentvakanser per fakultet. Nu fick docenterna ett docentunderstöd av 300 rubel årligen och utnämningen gavs för fem år åt gången. Kraven skärptes från de tidigare. Nu krävdes licentiatgrad med tillhörande disputation samt disputation (specimen) för docenturen. Under åren förbättrades docenternas ställning vad avlöningen beträffar. Redan 1859 höjdes docentunderstödet till 500 rubel årligen och 1860 bestämdes att den avlönade docenten föreläser två timmar per vecka och vårdar samlingarna. En oavlönad docent behövde inte föreläsa. Som jämförelse kan nämnas att en extraordinarie professor hade 1000 rubel silvermynt i årlig lön samt professorskompetens. År 1871 utnämndes docenterna för tre år, med möjlighet till förlängning. Också i avlöningen skedde förändringar. År 1894 bestämdes att docenten under första terminen var oavlönad och andra terminen belönad enligt prövning. Årsgratifikationen under andra året var 1500 mark, de tre följande 2000 mark och från det sjätte året framåt 2500 mark årligen. Docentstipendier började utbetalas år 1906 och de uppgick till 4000 mark. I jämförelse var år 1915 en professors begynnelselön 10 000 mark.

Den kraftiga expansion av universitetsväsendet i Finland som började under slutet av 1800-talet, med stadigt ökande elevantal som följd, gjorde professorernas arbetsbörda allt tyngre. Vid flera institutioner fanns emellertid docenter, extraordinarie professorer och även adjunkter, att dela ansvaret för undervisningen.

Instrumentmakarna

För att en empirisk och experimentell vetenskap som fysiken skall växa behövs vetenskapliga instrument och apparatur. Redan på 1700-talet hade professorn i fysik till sitt förfogande ett så kallat fysikaliskt kabinett med apparatsamling. Denna användes förutom i vetenskapligt syfte, också för demonstrationer vid allmänna föreläsningar. En förteckning över apparaturen för elektricitetsläran upprättad år 1816 visar att utländska leverantörer anlitades i stor utsträckning, bl.a. firmorna John Newman i London och J. Rospini i Sankt Petersburg. Också Gustaf Gabriel Hällström, som var professor i Åbo vid denna tid, införskaffade ett flertal instrument, men dessa förstördes till största delen vid Åbo brand 1827. Hjälp kom nu från universiteten i Dorpat och Charkov, som donerade värdefull apparatur. Universitetets egna anslag gjorde det också möjligt att snabbt bygga upp en ny instrumentsamling. Dorpat bidrog med 32 instrument år 1828 och Charkov med 17 instrument 1829. Instrumentsamlingen växte därför snabbt efter branden och i en förteckning som uppgjordes kort senare upptogs totalt 278 nummer. Riktigt till samma nivå som universitetet i Dorpat hade man dock ännu inte kommit. Instrumentsamlingen i Dorpat upptog t.ex. år 1826 totalt 445 nummer.

Det var tidigt uppenbart att speciella kunskaper och skicklighet behövdes för att tillverka och handha instrument för fysikernas behov. Under mitten av 1800-talet planerades redan utbildning av särskilda tekniker för detta, men universitetet saknade ännu egen finmekanisk verkstad för tillverkning av instrument. Då Nervander blev direktor för Magnetiska observatoriet i Helsingfors 1838 insåg han omedelbart behovet av en mekaniker, som skulle bistå vid uppställandet av instrumenten, sköta deras underhåll samt tillverka nya instrument enligt direktorns anvisningar. Under sin vistelse i Sankt Petersburg besökte Nervander chefen för det astronomiska observatoriet i Pulkovo professor Wilhelm Struve. Denne hade anställt en skicklig mekaniker från Bayern, Martin Johannes Wetzer, att ställa upp astronomiska instrument vid observatoriet. Nervander blev god vän med Wetzer och kallade honom sedermera till Helsingfors för att förestå det mekaniska institut han planerade.

Förutom vetenskapliga kontakter i Sankt Petersburg hade Nervander kontakter också högre upp i hierarkin. Han kände greve Robert Henrik Rehbinder och ministerstatssekreterare Alexander Armfelt och via dem var det lätt att föra tanken om ett mekaniskt institut vidare till ett beslut. Förordningen kom direkt från Nikolaj I och Martin Johannes Wetzer fick privilegium som mecanicus vid det Mekaniska institutet i Helsingfors som grundades i april 1841. Institutet var självständigt och inte underställt någon myndighet. Senatens finansexpedition ålades att betala Wetzer 230 silverrubel årligen och han fick 2340 silverrubel som startkapital för anskaffning av maskiner och verktyg. I Wetzers privilegium ingick dessutom hyresfri bostad och arbetsrum, ved utan ersättning, belysning (olja och ljus), befrielse från bokföring och skattefrihet. Det var en storsatsning för sin tid.

Behovet av instrument till Magnetiska observatoriet var stort och dessa planerades av Nervander och Wetzer tillsammans. Många gånger behövdes det bara en idé eller skiss av Nervander, varefter Wetzer kunde utföra arbetet på kort tid. På detta sätt tillkom bl.a. en integrerande anemometer och en kompensationspendel. Enligt anvisningar av Adolph Theodor Kupffer tillverkade Wetzer 1846 en apparat för bestämning av den absoluta deklinationen och en magnetisk teodolit för ortsbestämning och mätning av magnetfältets styrka.

Efter Nervanders förtidiga bortgång måste Wetzer finna nya beställare. Som ensam instrumentmakare i Helsingfors var det inte svårt. Han tillverkade bl.a. apparatur för lantmäteriverksamhet. Tekniska realskolan (1849–1871), Polytekniska skolan (1872–1878) och Polytekniska institutet (1879–1907) utnyttjade Wetzers skicklighet. Wetzer anlitades samtidigt på många områden. År 1860 fick han ett resestipendium för att bekanta sig med gasverk utomlands. Hemkommen var han redo att vara teknisk ledare då gasverket i Helsingfors byggdes och togs i bruk. Nu kunde man förbättra gatubelysningen och 1860 drogs gasledning till Nya teatern (nuv. Svenska Teatern) där gasbelysning inrättades.

Selim Lemström, som 1878 blev professor i fysik, blev redan 1870 bekant med Wetzer och ett fruktbart samarbete uppstod mellan dem. Så t.ex. provade man den 10 december 1877 en generator av Gramme-typ vid Statens järnvägars verkstad för att med kolstavslampor få till stånd bättre belysning. Wetzer tillverkade också instrument för den finska polarexpeditionen till Sodankylä, som leddes av Lemström.

Wetzer ledde det Mekaniska institutet i Helsingfors ända till sin död den 8 juli 1882. Då gick samtidigt privilegiet förlorat. Behovet av finmekanisk mätapparatur var dock hela tiden stort. När det nya enhetssystemet med meter och kilogram skulle införas i Finland ökade behovet ännu mera då standardmått och komparatorer skulle distribueras till olika delar av landet. Finska Vetenskaps-Societeten gjorde därför en anhållan till kejsaren om att överta det tidigare Mekaniska institutet och fortsätta dess verksamhet. Snabbt kom ett positivt beslut den 10 maj 1883 och institutet underställdes fysisk-matematiska sektionen vid Societeten. Selim Lemström började nu söka efter en lämplig finmekaniker. Valet föll på Frans Helin. Han var född i Sverige 1848 och hade skolats hos instrumentmakaren i Stockholm, Fr. J. Berg 1862–1869. Därifrån flyttade Helin till Sankt Petersburg och arbetade där vid G. K. Brauers mekaniska verkstad 1871–1882. Då Helin flyttade till Helsingfors slog han sig ned på Kyrkogatan 3 där han hade bostad och verkstad. Hans första uppgift var att slutföra arbetet på en våg för stora vikter (10/20 kg) som Wetzer påbörjat. Sedan tillverkade Helin standardmått (59 stycken) för metersystemet. Men då privilegietiden började närma sig slutet insjuknade Helin, han slarvade med arbetet och kunde inte hålla leveranstider. Finska Vetenskaps-Societeten beslöt därför att lediganslå tjänsten 1894.

Bland många kompetenta sökande föll valet på Vilhelm Falck-Rasmussen. Han föddes 1860 i Köpenhamn och som femtonåring kom han i lära hos instrumentmakare G. W. Klein. Efter en tid vid professor Jürgensens mekaniska verkstad arbetade Falck-Rasmussen som gesäll vid firmorna Carl Zeiss i Jena och Hartman und Braun i Würzburg. Några år var han i England och 1887 öppnade han egen verkstad i Köpenhamn.

Falck-Rasmussen var medveten om sin skicklighet som finmekaniker och han framhöll detta gärna. Vid sin brevväxling använde han färdigt tryckta ark med bilder av instrument och omnämnande av de pris han fått vid utställningar i Köpenhamn 1888, Paris 1889 och Helsingfors 1906 och 1911. Apparaterna han levererade från sin verkstad i Helsingfors försågs med löpande numrering och det högsta numret man känner till är Nr 806. Speciellt tillverkade han apparatur för astronomiska, geodetiska och havsforskningsbehov.

Falck-Rasmussen gjorde en stor insats som lärare. Han hade flera lärjungar i sin verkstad och lärotiden var omkring fem år, varav de två första utan lön. Bland eleverna kan nämnas Elis Kreander som 1909 kom till verkstaden och fick avgångsbetyg 1915. Kreander tog kurser i Ateneum och lärde sig där att göra gjutningsformer i ek. Kreanders diplomarbete var en nivelleringsapparat som ställdes ut i Viborg 1914 och för vilken han erhöll första pris med ståtligt diplom. Då oroligheter bröt ut i Finland och de politiska förhållandena blev osäkra under inbördeskriget 1917–1918 flyttade Falck-Rasmussen med familj tillbaka till Danmark 1919.

Det blev i detta skede aktuellt med en nyorganisation av verksamheten och Statens finmekaniska verkstad grundades och övertog de uppgifter Finska Vetenskaps-Societetens verkstad tidigare haft. Direktor för den nya verkstaden blev Johan Alfred Zvarnberg (Kvarnberg). Han föddes 1869 i Helsingfors i en arbetarfamilj och blev, sedan han genomgått folkskola, elev hos Frans Helin. År 1886 flyttade Zvarnberg till Sankt Petersburg och arbetade där bl.a. i Mendelejevs finmekaniska verkstad. Där genomförde Zvarnberg många förbättringar samtidigt som han tillverkade en mängd instrument för olika beställare. Bland annat tillverkade han mycket noggranna normalmått av invarmetall (ETALON) samt normalmetrar i platina-iridium.

Då den ryska revolutionen gjorde tiderna osäkra i Sankt Petersburg och Statens finmekaniska verkstad samtidigt sökte en direktor lyckades professor Ilmari Bonsdorff, som då var chef för Finlands geodetiska institut, med sina goda kontakter med vetenskapsmän och politiker i Ryssland ordna så att Zvarnberg flyttade över till Helsingfors. Zvarnberg blev emellertid inte långvarig i Helsingfors. Redan 1924 återvände han till Petersburg till sin tidigare tjänst där.

Behovet av vetenskapliga instrument och apparatur är i dag minst lika stort som tidigare. Den vanligaste apparaturen kan anskaffas kommersiellt från stora, internationella företag. Det är utan tvivel den bästa och snabbaste vägen att inleda nya experiment. Den apparatur man på detta sätt anskaffar har ofta genomgått en lång utveckling och att konstruera och bygga den själv skulle vara mycket tids- och resurskrävande. Fortfarande existerar emellertid verkstäder vid olika institut. Där tillverkas *ad hoc* -apparatur som inte finns kommersiellt tillgänglig, och som gör det möjligt att genomföra speciella experiment och mätningar som inte kan göras någon annanstans.

På många områden har den inhemska innovationen och instrumenttillverkningen gett goda resultat. Bland dessa kan vi nämna Nervanders tangentbussol från förra hälften av 1800-talet som väckte internationell uppmärksamhet, och från modern tid Väisäläs väderlekssonder, som sänds upp med ballong samt den finländska ortopantomografen, som i dag används allmänt av tandläkare och radiologer över hela världen.

Den tekniska undervisningen

Då den tekniska undervisningen planerades och vidtog i Finland var det helt naturligt att en stor del av grundundervisningen omhänderhades av fysiker. Så är det fortfarande. Fysiker, kemister och matematiker svarar för undervisningen på grundkurserna, sedan följer specialisering på olika avdelningar.

År 1835 gavs en kejserlig förordning enligt vilken i Helsingfors stad skulle inrättas ett teknologiskt institut med uppgift att förmedla lämplig teknisk kunskap och färdighet åt blivande fabrikanter och hantverkare. Som ett styrande organ för detta institut skulle den så kallade Manufakturdirektionen verka. I den första direktionen ingick finanschefen Lars Sacklén, såsom ordförande, samt överintendent för bergsstyrelsen Nils Nordenskiöld, professorn i fysik G. G. Hällström och professorn i kemi Pehr Adolf von Bonsdorff. Dessa personer representerade ämnen, som enligt synsättet i början av 1800-talet, kunde införlivas i ett allmänt nyttotänkande. Då Hällström sedermera avgick övertogs hans plats i Manufakturdirektionen av J. J. Nervander, som även efterträtt honom i tjänsten som professor i fysik. Då Nervander emellertid redan i unga år avled besattes den ledigblivna platsen av lektor Karl Backman, föreståndare för Helsingfors lyceum.

Enligt det utlåtande Manufakturdirektionen avgav en kort tid efter sin tillblivelse och vari direktionen drog upp riktlinjerna för institutets organisation och verksamhet skulle bl.a. en lärare anställas vid det nya institutet för att förmedla undervisning i elementär mekanik och fysik. Den årliga lönen skulle uppgå till 1200 banco assignation. Som jämförelse kan nämnas att direktorn vid institutet lyfte i lön 3000 banco ass., medan vaktmästaren erhöll 250.

Hela projektet med ett teknologiskt institut förföll emellertid och år 1847 kom en förordning enligt vilken tekniska realskolor skulle inrättas i Helsingfors, Åbo och Vasa. För att vinna inträde i en dylik skola skulle eleven ha fyllt 12 år, kunna läsa innantill, skriva behjälplig handstil samt känna katekesens huvudstycken. Undervisningen omfattade bl.a. religionskunskap, kalligrafi, ornamentritning, historia och geografi, lämpliga tekniska kurser samt allmänna grunder i mekanik och fysik. Enligt instruktionen för tekniska realskolor av år 1848 sades det att ”läraren i mekanik och fysik undervisade de första grunderna av dessa vetenskaper med speciell tillämpning på särskilda hantverk. Utom vården av fysikaliska instrument och modellsamlingen ålåg honom tillsyn över modellverkstaden”.

Eleverna i Tekniska realskolan i Helsingfors var mycket unga. Under den första tioårs perioden 1849–1858 var antalet elever 192. Av dessa var en tio år gammal, sju var 11 år, fyrtio elever var 12 år, medan resten var knappt äldre. Denna åldersstruktur i elevmaterialet medförde att undervisningens nivå var låg. Samtidigt noterade man att på grund av att undervisningen till största delen omhänderhades av timlärare blev den även lidande av denna orsak. Lärarna varierade under årens lopp och undervisningen missköttes. Detta ledde till att endast få elever hade kraft och förmåga att klara av kurserna och bli dimitterade. År 1859 hade endast 29 elever genomgått fullständig kurs, av de inalles 192 som tagits in under föregående år.

Tekniska realskolan verkade till en början i gården Alexandersgatan 50, där den hade till sitt förfogande elva rum i nedre botten och tre rum i jordvåningen, varav två utgjorde verkstäder och det tredje smedja. Undervisningen i fysik och mekanik sköttes vid Tekniska realskolan till en början av en timlärare, men 1858 erhölls en ordinarie lärarbefattning, som dessutom hade att undervisa i maskinlära, mekanisk teknologi m.m. Trots att undervisningen i fysik ansågs viktig och eleverna skulle lära sig utföra fysikaliska experiment var fysikaliska laboratoriet under denna första tid klent utrustat.

I januari 1859 anställdes Karl Leonard Lindeberg som lärare i fysik. Efter att under ett år, med ett stipendium utdelat av Manufakturdirektionen, ha studerat vid polytekniska skolor i Karlsruhe, Zürich och Berlin, blev Lindeberg 1860 utnämnd till ordinarie lärare i mekanik och fysik. Undervisningen omfattade under den första kursen övningar och beräkningar med exempel ur fysikens särskilda delar, som kunde tillämpas tekniskt, samt ur mekaniken, särskilt läran om levande kraft, tyngdpunkt, tröghetsmoment o.s.v., totalt fyra timmar per vecka. ”Högre mekanik” förelästes enligt Charles-Eugène Delaunays lärobok sex timmar per vecka under andra kursen, medan teorin för valv och stödkonstruktioner ingick med två timmar per vecka i tredje kursens läroplan.

Eget hus för den tekniska undervisningen erhölls först under slutet av 1870-talet. Då hade realskolan redan år 1872 omorganiserats till Polyteknisk skola, som 1879 blev det Polytekniska institutet för att slutligen år 1908 upphöjas till rang och värdighet av Teknisk högskola. I jämförelse kan nämnas att i Stockholm verkade sedan 1877 Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) på Drottninggatan. Till sina karakteristiska byggnader på Valhallavägen i rödtegel och sten flyttade

KTH år 1917.

Då Polytekniska skolan inrättades avskildes fysikundervisningen från den i mekanik och undervisningen omhänderhades till en början av en extra lärartjänst i experimentalfysik. Anslaget för detta var emellertid knappt tilltaget (800 mark/år) och undervisningen blev därför lidande. År 1875 beviljade Kejserliga senaten ett särskilt anslag om 5000 mark för anskaffning av fysikaliska instrument. Vid samma tid fick Polytekniska skolan eget hus vid Sandvikstorget ritat av arkitekt Frans Anatolius Sjöström. Fysiklaboratoriet blev nu större än tidigare och omfattade en stor sal och ett stort rum i första våningen och två rum i källarvåningen. Dessa källarutrymmen måste dock delas med undervisningen i elektroteknik, som inleddes 1877. Lärarna Hjalmar Tallqvist och Karl Fredrik Slotte hade visserligen gjort upp planer för egna laboratorieutrymmen för både fysik och elektroteknik, men dessa kunde förverkligas först i samband med den kraftiga utbyggnaden av Polytekniska institutet åren 1902–1903.

I samband med att Polytekniska institutet tillkom fick fysiken samma ställning som övriga huvudämnen och detta ledde till att en äldre ordinarie lärarbefattning även tillkom för att motsvara de nya kraven. Denna befattning sköttes till en början 1879–1881 av A. F. Sundell och därpå följande läsår av K. F. Slotte.

Under vårterminen 1882 lediganslogs lärartjänsten i fysik vid Polytekniska institutet och den söktes av K. F. Slotte, som nu var filosofie licentiat, och av fil. dr Fridolf Lorenz Zetterman. Slotte höll den 17 april 1882 ett offentligt föredrag över ämnet ”Teorin för gasers utströmning”, för att styrka sin undervisningsförmåga och blev därefter den 30 maj 1882 utnämnd till lärare i fysik vid Polytekniska institutet. Slotte skötte därefter undervisningen i fysik under sammanlagt 32 år vid landets högsta tekniska läroinrättning. Den egentliga undervisningen i fysik skedde på första årskursen, medan de praktiska övningsarbetena gjordes på andra årskursen. På avdelningen för maskinbyggnad undervisades ytterligare i mekanisk värmelära, vilket skedde på fjärde årskursen.

Så småningom växte även personalen: år 1896 tillsattes en assistent i fysik vid laboratoriet och år 1900 tillkom ytterligare en assistent. Från och med 1908, då Polytekniska institutet omorganiserades till Tekniska högskolan, tillkom ytterligare en lärarbefattning i fysik och den ursprungliga lärarbefattningen i fysik omändrades till en professorsbefattning. Tekniska högskolan bestod vid grundandet av den allmänna avdelningen, vid vilken grundläggande kurser gemensamma för alla studerande genomgicks. Därtill fanns fem fackavdelningar. År 1908 bestod lärarkåren av 20 professorer (som i lön hade 6000 mk, ett arvode om 2000 mk, samt ytterligare 1000 mk efter fem och tio års tjänst), fyra lektorer (lön 5000 mk, arvode 1000 mk, tillägg 750 mk), sex e.o. lektorer (arvode 4500 mk), extra lärare (1200–1500 mk) samt tio assistenter (1200-3000 mk per år).

Karl Fredrik Slotte föddes den 27 oktober 1848 i Nedervetil i Österbotten. Fadern var häradsdomaren C. J. Slotte och modern Anna Elisabeth Varila. Karl Fredrik Slotte erhöll till en början privatundervisning i hemmet och genomgick därefter den fyrklassiga elementarskolan i Gamlakarleby. Student blev han 1867 från Uleåborgs svenska lyceum och inskrevs därefter i fysisk-matematiska sektionen vid universitetet i Helsingfors. Dekanus vid denna tid var Slottes lärare i fysik, Adolf Moberg. I matematik undervisades Slotte av Lorenz Lindelöf. I den fil. kand. -examen, som Slotte avlade 1872, ingick ytterligare kemi samt botanik, filosofi och nordisk historia. Efter denna examen auskulterade Slotte vid Svenska Normallyceum i Helsingfors i ämnena matematik, fysik och teckning. Slotte hade goda konstnärliga anlag och tanken på en konstnärsbana hade tidigare förespeglat honom. Under läsåren 1873–1875 var han timlärare i matematik vid normallyceet och 1875 avlade han praktiskt lärarprov för lektors- och kollegatjänster i matematik och fysik. Därefter blev han anställd som lärare vid realskolan i Åbo, vilken tjänst han formellt innehade ännu läsåret 1881–1882. Åren 1880–1881 besökte han med stöd av statens pedagogiska resestipendium om 3000 mark Leipzig, där han undersökte inre friktionen för vissa saltlösningar i professor Gustav Heinrich Wiedemanns fysikaliska laboratorium. Hemkommen från Leipzig knöts Slotte sedan till Polytekniska institutets lärarkår. Extra ordinarie professorstitel erhöll Slotte år 1897. Sin livsgärning utförde han som lärare vid tekniska institut och högskolor. Slotte avled den 19 juli 1914 i Helsingfors.

Då professorstjänsten i fysik efter Slottes frånfälle lediganslogs söktes den av fem personer. Dessa var docenterna Karl Ferdinand Lindman, Hugo Karsten, Gunnar Nordström och Harald Lunelund, som alla var filosofie doktorer. Den femte sökande var teknologie doktor (doktor-ingenjör) Yrjö Kauko, som anhöll om maximal respittid, inalles aderton månader. Detta beviljades även och den började löpa från och med den 1 januari 1915.

Då respittiden väl gått ut vände sig lärarkollegiet till professorerna A. F. Sundell och Gustaf Melander samt Per af Bjerkén från Stockholm och Kristian Birkeland från Kristiania och bad dem inkomma med sakkunnigutlåtanden om de sökande. Varken Sundell eller Birkeland kunde emellertid motta uppdraget och i deras ställe valde man som tredje sakkunnig professorn i tillämpad fysik Theodor Homén.

Den vakanta professorstjänsten i fysik efter Karl Fredrik Slotte besattes slutligen den 29 oktober 1918 av ingenjören, filosofie dr Gunnar Nordström. Till en början var dock Nordström tjänstledig för fortsatta studier och han tillträdde befattningen först hösten 1919. Hela denna utnämningsprocess krävde således nästan fem år. Som vi redan tidigare sett blev Nordström heller inte långvarig på denna post, utan fick transport till en professorstjänst i mekanik vid Tekniska högskolan.

Kvinnliga fysiker

Till det växande antalet fysikstuderanden anslöt sig under 1900-talet allt fler kvinnor. Kvinnors roll inom vetenskaperna har på allvar uppmärksammats först i modern tid. Den första kvinnliga universitetsstuderanden i Finland promoverades till filosofie magister 1882. Att som kvinna erhålla studietillstånd krävde till en början undantagstillstånd, men sedan 1901 har studier varit tillåtna även för kvinnor. Kvinnors ställning har dock inte varit den lättaste, särskilt inom de exakta naturvetenskaperna.

Då Selim Lemström år 1878 efterträdde Adolf Moberg som professor i fysik grundade han genast ett nytt fysiklaboratorium vid universitetet. Tonvikten i hans undervisning låg i experiementaltekniken. Också i examensfordringarna upptogs de praktiska arbetena som en förutsättning för vitsord i fysik. Denna nyordning infördes 1880. I universitetets studentmatrikel kan man följa med hur studierna framskred då åhörda föreläsningar antecknades tillsammans med avlagda prov och examina. Då det gäller speciellt fysikstudier finns några gamla böcker fortfarande tillgängliga, t.ex. *Förteckning öfver Studenter. Fysik*, i vilken infördes till en början tämligen detaljerade uppgifter om olika kurser men senare endast uppgifter om examina. Hur de praktiska arbetena avklarades kan utläsas i *Förteckning öfver arbetande vid fysiska laboratorium från höstterminen 1880 till och med ...* Anteckningarna i denna bok upphör efter WT 1895 (vårterminen 1895). Studerande skulle utföra 19 laborationer (senare tillkom ytterligare ett arbete) och dessa bedömdes med vitsorden A = laudatur, B = approbatur cum laude, C = approbatur, D = improbatur. Tillströmningen av studerande och det stora antalet praktiska arbeten gjorde att Fysiska kabinettet, med utrymmen i Arppeanum, hela tiden hade att kämpa med utrymmesproblem. Något bättre blev situationen då kabinettet kunde flytta in i hyrda utrymmen vid Regeringsgatan 3. Problemen hopade sig igen då professuren i tillämpad fysik tillkom, med egna behov av utrymmen. Först då fysikerna fick en egen byggnad på Broberget var problemen ur världen för en tid framåt.

I Lemströms undervisning deltog även kvinnliga fysiker (Holmberg, 2006). Sålunda utbetalades ”ur fysikaliska kabinettsfonden för biträde vid ledningen af de praktiska öfningsarbetena å fysikaliska laboratoriet och dess filial samt för tjänstgöring såsom extra assistenter” år 1898 200 mark åt filosofie kandidaten fröken Elsa Ek samt 255 mark åt filosofie kandidaten Maria Öhberg. I rektors redogörelse för läseåren 1902–1905 kan man läsa att studerande Maria Sundman verkade som extra assistent vid Fysikaliska inrättningen.

Kvinnliga fysiker hade också möjlighet att delta i forskningsarbetet och gjorde då oftast rutinundersökningar. Det gällde närmast att utföra matematiska beräkningar efter ett enkelt mönster, tabellering av resultat m.m. och denna hjälparbetskraft var helt nödvändig för att det ofta enorma observationsmaterialet skulle bli behandlat. Studenterna hade här en möjlighet att förtjäna en slant. Lemström, som hela tiden var aktiv i sin forskning, hade stort behov av dessa assistenter. I ett av sina arbeten framförde Lemström också ett tack till dem som assisterat: ”Under sommaren 1899 var student fröken Maria Sundman och senare student Jenny Hedengren anställda som öfvervakande assistenter och under sommaren 1900 var detta värf anförtrodt åt Fil. Magister W. Söderström, och är det mig kärt att härför dem alla uttrycka min uppriktiga tacksägelse för det varma intresse och den osparade möda de ådagalagt”.

Lemström var nöjd med arrangemanget och också senare utnyttjades kvinnornas tålmodighet och noggrannhet vid behandling av massdata. Detta kommer t.ex. fram då den stora stjärnkatalogen färdigställdes vid Astronomiska observatoriet vid universitetet. Arbetet leddes såsom brukligt av manliga astronomer, medan de deltagande kvinnorna anvisades rutinmätningar av de filmplåtar som tagits. Ännu så sent som under 1930-talet kan man ta del av den manliga uppfattningen om kvinnans roll i det vetenskapliga arbetet. Då skrev Hjalmar Tallqvist boken *Kvinnorna i vetenskapen* (1932), i vilken han beskrev flera kvinnoöden och insatser inom vetenskapen. Kapitlet ”Kvinnliga fysiker och kemister under senare tider” avslutade han emellertid med de förklenande orden:

> ”Genom plikttrohet och samvetsgrannhet i det som kunde kallas det nödvändiga vetenskapliga hantverket, äro damerna särskilt ägnade för befattningar som vetenskapliga assistenter eller hjälpkrafter, förutsatt att de ha fallenhet åt detta håll”.

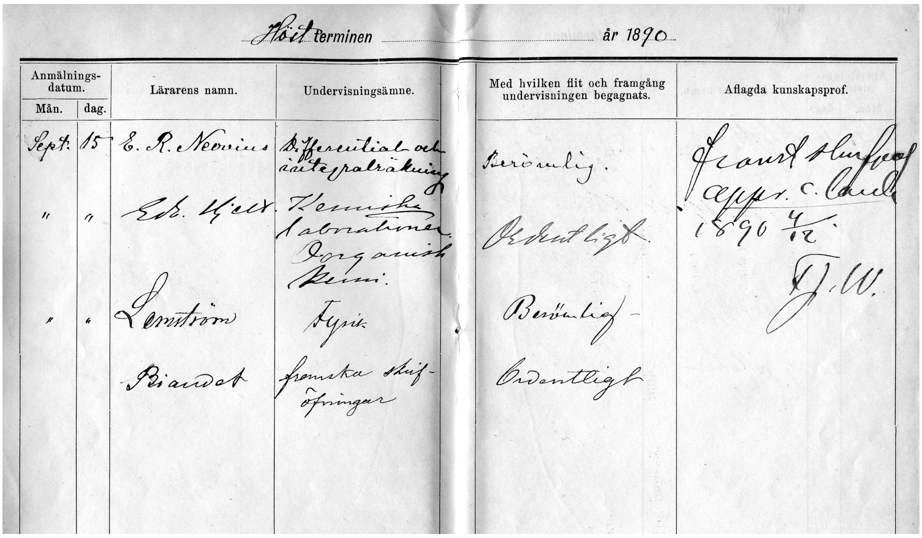
Denna kvinnosyn delades troligen av de flesta av Tallqvists kolleger inom facket.

Jenny Hedengren och Maria Viktoria Sundman var bägge elever till Lemström. Den förra föddes den 26 oktober 1875 i Viborg och blev 1894 student (med beröm godkänd) från Läroverket för gossar och flickor. Samma år blev hon inskriven vid matematisk-fysiska sektionen. Sina studier inledde hon med kurser i matematik, men också fysik och kemi ingick senare, vardera med laborationer och övningsarbeten. Hennes intresse för läraryrket vann över studierna och redan tidigt verkade hon som småbarnslärarinna vid den finska folkskolan vid Stora Robertsgatan och sedan som dess föreståndarinna. Senare var hon lärare vid folkskolan i Berghäll. Under en 30-årsperiod verkade hon som lärare vid Helsingfors folkskolor.

Hedengrens intresse för matematik levde hela tiden vidare och det var hennes avsikt att avlägga kandidatexamen vid universitetet. Högsta vitsord i matematik tenterade hon men tiden räckte inte till för att fullfölja studierna i de övriga ämnena. I stället avlade hon lärarkandidatexamen. Hon gav också privatundervisning, i huvudsak i matematik, åt behövande studentkandidater. Jenny Hedengren var en skicklig pedagog och hennes undervisning var klar och redig. Hon avled den 30 mars 1925, endast 49 år gammal.

Maria Viktoria Sundman föddes den 8 september 1877 och blev student (med beröm godkänd) 1897 från Svenska normallyceum. Samma år inskrevs hon vid universitetet. Som brukligt var avlade hon omedelbart språkprov (pro ex.) i tyska, som godkändes. Hon gick på kurser i matematik, fysik och kemi och dessa bedömdes med 'berömlig', 'ordentligt' och 'flitigt'. I fysik kan man hitta en enda kurs med anteckningen 'nöjaktigt'. Också sfärisk astronomi ingick med vitsordet 'berömlig'. Kandidatexamen avlade hon 1909 med ämneskombinationen matematik (laudatur), astronomi (approbatur) och fysik och kemi, vardera med vitsorden cum laude approbatur. Vårterminen 1900 tjänstgjorde hon som biträdande assistent vid fysikaliska laboratoriet och deltog då i en vetenskaplig undersökning. Efter avslutade studier verkade Maria Sundman som lektor i matematik och fysik vid Ålands lyceum. Maria Sundman avled den 25 februari 1950 i en ålder av 83 år.

Thyra Ingman föddes 1870 i Nyslott och blev student 1890. Hon blev först inskriven vid universitetets historisk-filologiska sektion men flyttade strax över till den fysisk-matematiska sektionen. Hennes "Studii-bok" är bevarad (fig. 14.1). Efter studierna innehade hon tillfälliga matematiklärartjänster i Åbo och Helsingfors. Hon var gift med botanik-professorn Fredrik Elfving och mor till matematikern Gustav Elfving. Hon avled 1939.



Höst terminen år 1890

Anmälningsdatum. Mån.	dag.	Lärarens namn.	Undervisningsämne.	Med hvilken flit och framgång undervisningen begagnats.	Aflagda kunskapsprof.
Sept.	15	E. R. Neovius	Differential och integralräkning	Berömligt.	[illegible] appr. c. laude 1890 4/12 T.J.W.
"	"	Edv. Hjelt	Kemiska laborationer Oorganisk Kemi.	Ordentligt	
"	"	Lemström	Fysik	Berömligt	
		Biaudet	franska skrifôfningar	Ordentligt	

Fig. 14.1: Ett blad ur Thyra Ingmans studiebok. Hennes vitsord i differential- och integralkalkyl var 'berömligt' (Edvard Rudolf Neovius), i fysik 'berömligt' (Selim Lemström), i kemiska laborationer och oorganisk kemi 'ordentligt' (Edvard Hjelt) och i franska skrivövningar 'ordentligt' (Gabriel Biaudet).

Våra exempel på kvinnliga studeranden är tagna från sekeskiftet 1800–1900. En utförligare studie skulle krävas för att få en bild av utvecklingen under självständighetens första årtionden. Alltnog måste man faktiskt gå ända till 1950-talet för att finna en kvinnlig doktorand inom det matematisk-fysikaliska facket i Finland.[1] Inkeri Simola (1902–1985), en elev till Rolf Nevanlinna, disputerade 1951 med en tyskspråkig avhandling inom potentialteori. Hon arbetade som gymnasielärare samt som redaktör utnämnd av Finlands matematiska förening. Liisi Oterma (1915–2001) studerade vid Turun yliopisto och valde som sina studieämnen matematik och astronomi och hon arbetade som assistent för professor Yrjö Väisälä. Hon disputerade för doktorsgraden 1955, blev docent i

[1] Vi kan inflika att finländska kvinnor inom kemin uppnått doktorsgrad redan tidigare. Lydia Sesemann (1845–1925) från Viborg avlade filosofie doktorsexamen i kemi vid Zürichs universitet 1874, och Salli Eskola (1906–1994), som disputerade i kemi 1944, blev 1947 biträdande professor i kemi vid Helsingfors universitet.

astronomi 1959, t.f. professor 1962 och slutligen ordinarie professor 1965. Hon var chef för observatoriet i Tuorla, som tagits i bruk 1952 sedan observatoriet i Storheikkilä måste överges p.g.a. ljusförorening. Hon var mycket språkkunnig – det sägs att då universitetet inte erbjöd kurser i sanskrit valde hon att studera astronomi i stället – och skrev sin doktorsavhandling på franska. Den hade titeln *Recherches portant sur des télescopes pourvus d'une lame correctrice* och berörde en metod att förbättra teleskopens optik. Sina största insatser gjorde hon inom astronomin, där hon upptäckte och bestämde banor för ett stort antal småplaneter och tre kometer. Av kvinnliga pionjärer inom de exakta vetenskaperna i Finland kan dessutom nämnas Raili Kauppi (1920–1995), som gjorde en insats i Leibniz-forskningen med sin avhandling *Über die Leibnizsche Logik mit besonderer Berücksichtigung des Problems der Intension und der Extension* (1960). Kauppi verkade som professor i filosofi vid Tammerfors universitet.

Högskoleväsendets expansion under 1900-talet

Under långa tider fanns det vid det finländska universitetet, Kungliga Akademien i Åbo och dess efterföljare, Kejserliga Alexanders Universitetet, endast en professur i fysik. Vid ingången till 1900-talet började dock en expansion ta vid. Nu tillkom den Pippingsköldska donationsprofessuren i tillämpad fysik i Helsingfors och nya universitetet och högskolor grundades, i vilkas undervisningsprogram även fysik ingick. På detta sätt tillkom Tekniska högskolan (grundad 1908), Åbo Akademi (1918) och Turun yliopisto (1920). En ny kraftig expansion av högskoleväsendet i landet ägde rum under tioårsperioden 1958–1968. Då tillkom hela fem regionala universitet, två tekniska högskolor och en handelshögskola.

Under början av Finlands självständighetstid var fysikalisk forskning koncentrerad till Helsingfors och Åbo. Verksamheten var livlig och expanderade kraftigt, både vad gäller elevantal och forskning (Porter, 1958; Fontell, 1960; Eskola & Routti, 1978). Ännu drygt tio år efter krigsslutet 1944 var fysikalisk forskning koncentrerad till Helsingfors (Universitetet och Tekniska högskolan) och Åbo (Turun yliopisto och Åbo Akademi). Teoretisk fysik gick framåt tack vare gedigna insatser av Hjalmar Tallqvist, Yrjö Ahmavaara (fältteori) och Gustaf Järnefelt (astronomi och allmän relativitetsteori). På experimentalsidan arbetade Nils Fontell inom området termodynamik och kalorimeterstudier. Paavo E. Tahvonen kan räknas som en av de första sjukhusfysikerna i Finland och han efterträdde Jarl A. Wasastjerna på den Pippingsköldska professuren i tillämpad fysik. Under Wasastjernas och Tahvonens ledning utvecklades röntgenfysiken till en livskraftig forskningsgren, som än i dag är verksam med egen avdelning vid Helsingfors universitet. Den nyinrättade svenskspråkiga professuren i fysik besattes 1941–1972 av Lennart Simons, vars huvudgärning låg inom det kärnfysikaliska området, och tack vare honom uppstod den första Van de Graaff-acceleratorn på Broberget i Helsingfors (Simons, 1985). Den inrymdes först i huvudbyggnadens källarvåning, men fick senare en egen laboratoriebyggnad. Vid acceleratorlaboratoriet gjordes flera doktorsavhandlingar och denna nya generation kärnfysiker har sedermera också sökt sig till andra universitetsorter och därigenom bidragit till att denna forskningsgren spritt sig i Finland.

I och med att fysiken som läroämne spridits till ett växande antal högskolor blir forskningen och undervisningen allt mer diversifierad och specialiserad. Att överblicka och beskriva denna utveckling är ett så stort arbete, att det måste utelämnas ur denna bok.

Fysikens lärdomshistoria

Det hör till naturvetenskapens innersta väsen att utforska det okända och utvidga vetandets gränser. Samtidigt måste man regelbundet blicka tillbaka på det förgånga för att kunna skapa något nytt. I varje generation av vetenskapsmän finns det individer som är angelägna om att veta varifrån vi kommit och vart vi kanske är på väg. Vi granskar här avslutningsvis huruvida det uppstått en lärdomshistorisk tradition i Finland som även omspänner ämnet fysik.

Liksom alla discipliner är fysiken skapad av människans tankekraft. Den bygger dels på föregångarnas teoribyggnader med rötter i de gamla grekernas primitiva atomteorier, dels på nya rön och teorier. Därför är det berättigat att betrakta fysiken som en historisk vetenskap. De flesta bidrag inom fysiken lämnar emellertid inga bestående spår. Mycket sällan blir fenomen eller effekter som en forskare iakttagit förevigade med upptäckarens namn. Det är lärdomshistorikerns uppgift att klargöra utvecklingen, att redogöra för förhållandena, och att hålla traditionen levande. Man kan givetvis vara en skicklig fysiker utan det historiska perspektivet, men för att förstå vår tids fysik och dess metoder, begrepp och frågeställningar, är det till nytta att känna ämnets historia. Dessa kunskaper ger ett djup och en förankring i en lång tradition, som hjälper oss att orientera oss mot framtiden.

Granskar vi först den äldre litteraturen på området har vi serien Åbo universitets lärdomshistoria, som i flera volymer behandlade olika akademiska ämnen. Speciellt gäller här del 7. Matematiken och fysiken, som skrevs av K. F. Slotte 1898. Samma tidsperiod finner vi beskriven i Adolf Mobergs handskriftssamling, som konserveras i Helsingfors universitetsbibliotek (Moberg, 1895; Slotte, 1898). Man kan här ana en viss andlig kontinuitet från mästare till gesäll eftersom Moberg var Slottes lärare.

Den äldsta fysiken i Finland är därmed i princip dokumenterad. Slottes behandling är emellertid inte tillfredsställande. Dess största brist är att vara en uppräkning av avhandlingarna och deras innehåll sporadiskt, utan att anställa kristiska jämförelser den till samtida fysiken i Europa. Johan Dahlbos *Uppränning till matematikens historia i Finland från äldsta tider till stora ofreden* (1897), som presenterades som en avhandling men som p.g.a. slarv refuserades (Elfving, 1981), berör till viss del också den tidiga fysiken. Trots brister i framställningen måste Dahlbo ändå lovordas för att ha grundligt läst igenom de äldsta källorna till de matematiska vetenskapernas historia i Finland, vilket ytterst få efter honom har gjort.

Specialisten i astronomins historia Raimo Lehti har i talrika publikationer behandlat astronomins tillstånd i Finland och i synnerhet i 1600-talets Sverige (Lehti, 1980). Till de nyare ansatserna kan Maija Kallinens studium *Change and stability* (1995) räknas, som granskar de fysikaliska vetenskapernas allmänt ömkliga tillstånd i Åbo under 1600-talet, då det aristoteliska tänkandet dominerade. Som en del av vår universitetshistoria har fysiken berörts i många verk, t.ex. (Klinge *et al.* 1988, 1989), dock är fysikens innehåll ganska summariskt behandlad.

Från en senare tid härstammar också den bokserie som Finska Vetenskaps-Societeten ger ut under namnet *The History of Learning and Science in Finland 1828–1918*, d.v.s. den period under vilken Kejserliga Alexanders Universitetet i Finland verkade. Även i denna serie ingår en volym som behandlar fysiken skriven av Peter Holmberg (1992). Av angränsande vetenskaper har även geofysiken behandlats i en bok av Heikki Simojoki (1978), kemin av Terje Enkvist (1972) och medicinen av Bertel von Bonsdorff (1975; på svenska år 1978). Matematiken är eminent behandlad av Gustav Elfving (1981) och astronomin likaså av Raimo Lehti och Tapio Markkanen (2010). Finska Vetenskaps-Societetens stora satsning utgör därmed en fortsättning på den tidigare utkomna behandlingen av Åbo universitets lärdomshistoria.

År 1947 grundades Fysikersamfundet i Finland r.f. och denna lilla förening med omkring etthundra medlemmar har några år gett ut en årsskrift *Reflexer*, som innehållit fysikuppsatser. Ekonomiska svårigheter har dock förhindrat ett regelbundet utgivande av denna skrift (Holmberg, 1987). Större resurser har däremot Suomen fyysikkoseura r.y. haft att tillgå. Denna förening grundades samma år som Fysikersamfundet i Finland och genast efter starten började man ge ut tidskriften *Arkhimedes*, vars första nummer utkom 1949. Till en början skedde utgivningen med två nummer per år; som bäst nådde man upp till sex nummer per år, och vid skrivande stund är man vid fyra. Sammanlagt har man under de snart femtio år föreningen existerat samlat inom *Arkhimedes*' pärmar ett imponerande antal artiklar och notiser, som beskriver fysikens ställning och verksamhet under denna tidsperiod. Därmed utgör *Arkhimedes*-tidskriften en rik källa för den som intresserar sig för fysikens närhistoria. I *Arkhimedes* ingår även artiklar från matematikens område, samt från närbesläktade discipliner. Tidskriften utges i dag gemensamt av Suomen fyysikkoseura r.y, Finlands matematiska förening r.f. (Suomen matemaattinen yhdistys r.y.) och Fysikersamfundet i Finland r.f.

Med denna korta exposé har vi berättat om de förhållanden fysikalisk forskning bedrivits vid universitetet i Helsingfors och hur denna verksamhet har stegvis internationaliserats. Det innebär samtidigt att den framtida lärdomshistoriska forskningen i ämnet allt mer måste höja blicken utanför landets gränser. Ett rikligt material finns att tillgå och i viss mån har detta även utnyttjats, som vi sett i de större serier som utkommit och beskrivit fysiken vid universiteten i Åbo och Helsingfors. Fortfarande finns det emellertid områden inom fysikens domäner, som förtjänar att belysas och utsättas för en närmare granskning, till glädje för dem som intresserar sig för lärdomens förkovran. I takt med att fysiken växer till sitt innehåll och omfattning rekordsnabbt, behövs mera resurser att dokumentera det hela på ett ändamålsenligt sätt. Man kan med glädje konstatera att det bland fysiker finns ett allmänt intresse att ta del av gångna tiders vedermödor och varje form av historieskrivning får därför i allmänhet ett positivt mottagande. Förhoppningsvis kunde detta latenta intresse i några fall aktiveras, och gruppen aktiva forskare inom det speciella området ”fysikens lärdomshistoria” skulle därmed utökas. Det är tyvärr också ett faktum, att lärdomshistorien i dag faller mellan de akademiska lärostolarna, och är således förfördelad när det gäller tjänster och anslag.

Slutligen tål det att påpekas, att det i lärdomshistorien inte bara gäller att förstå själva ämnet (vetenskapen) under en viss epok, utan också att kunna sätta sig in i och beskriva forskarnas tänkesätt och ömsesidiga förbindelser samt kultur och levnadsförhållanden. Att behärska ett sådant material kräver kunskaper i historia och flera språk. Kombinationen kan vara utmanande, men också mångfalt belönande. Vetenskapen är alltid människors verk och bär således spår av den kultur den fötts i, hur objektiv man än försöker göra den.

Litteratur

Aaltio, K. (1906): Radioaktivisuudesta. Laudaturskrift, 87 s. Fysikaliska institutionen, Helsingfors universitet.

Akasofu, S.-I. (1978): The aurora: an electric discharge process around the Earth. Endeavour, 2:1, 7-11.

Autio, Veli-Matti (1981): Yliopiston virkanimitykset 1809–1852. Historiallisia tutkimuksia julk. Suomen Historiallinen Seura, Nr 115.

Barrow-Green, June (2010): The dramatic episode of Sundman. Historia Mathematica, Vol. 37, 164-203.

Batten, Alan H. (1988): Resolute and undertaking characters: The lives of Wilhelm and Otto Struve. Dordrecht: D. Reidel Publishing Co.

Beckman, Anna & Ohlin, Per (1965): Forskning och undervisning i fysik vid Uppsala Universitet under fem århundraden. Acta Universitatis Upsaliensis, C. Organisation och historia, Nr 8.

Bell, Eric Temple (1957): Matematikens män. Genier, pioniärer, människor. Stockholm: Natur och Kultur.

Bergholm, Axel (red.) (1901): Sukukirja. Suomen aatelittomia sukuja. II. Suomen Muinaismuistoyhdistys. Helsingfors: Otava.

Biographiskt lexicon öfver namnkunnige svenska män (1839). Uppsala.

von Bonsdorff, Bertel (1975): The history of Medicine in Finland 1828–1918. The History of Learning and Science in Finland 1828–1918, Nr 3. Helsingfors: Societas Scientiarum Fennica.

von Bonsdorff, B. (1978): Läkare och läkekonst i Finland under 300 år 1640–1940. Ekenäs.

Borenius, Henrik Gustaf (1848): Minnestal öfver Johan Jacob Nervander, hållet den 29 april 1848. Helsingfors.

Brekke, Asgeir & Egeland, Alv (1979): Nordlyset. Fra mytologi til romforskning. Oslo: Grøndahl & Søn Forlag A.S.

Bruncrona, Nils Abraham (1823): Anmärkningar och uppgifter rörande vattenminskningen vid Sveriges kuster. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 20-29.

Bushong, Stewart C. (1975): Radiologic science for technologists, physics, biology, and protection. Saint Louis: The C. V. Mosby Company.

Carlheim-Gyllensköld, Vilhelm (1900): På åttionde breddgraden. Stockholm: Albert Bonniers.

Caro, D. E., McDonell, J. A. & Spicer, B. M. (1965): Modern physics. An introduction to atomic and nuclear physics. London: Edward Arnold.

Carpelan, Tor & Tudeer, L. O. Th. (1925): Helsingfors universitet. Lärare och tjänstemän från år 1828, 1-2. Helsingfors: Söderströms.

Cederberg, Arno Rafael (1939): Suomalaiset ja inkeriläiset ylioppilaat Tarton ja Tarton-Pärnun yliopistossa v. 1632–1710. Suomen sukututkimusseuran vuosikirja 23, 8-132.

Cederberg, A. R. (1943): Akademiska interiörer från Åbo åren 1776–1781: några utdrag ur Johan Henrik Lindqvists brev till Pehr Wargentin. Historiska och litteraturhistoriska studier. Helsingfors: Svenska Litteratursällskapet i Finland. 267-294.

Celsius, Anders (1741): Anmärkning om nyttan at weta Jordens rätta storlek och figur. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 259-265.

Celsius, A. (1743): Anmärkning om vatnets förminskande så i Östersiön som Vesterhafvet. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 33-50.

Chronologiska förteckningar och anteckningar öfver Finska universitetets fordna procancellerer samt öfver faculteternas medlemmar och adjuncter (1836). Helsingfors: G. O. Wasenius.

Dahlbo, Johan (1897): Uppränning till matematikens historia i Finland från äldsta tider till stora ofreden. Nikolaistad (Vasa): Wasa Tryckeri-aktiebolag.

Dahlgren, Per & Richter, Herman (1944): Sveriges sjökarta. Stockholm: Statens sjöhistoriska museum.

Dahlin, Ernst Mauritz (1875): Bidrag till de matematiska vetenskapernas historia i Sverige före 1679. Uppsala: Esaias Edquists tryckeri.

Donner, Anders (1884): Henrik Johan Walbeck. Valvoja, 533-546.

Donner, A. & Petrelius, A. (1889): Uppsökandet af den Rysk-Skandinaviska gradmätningens inom Finland belägna triangelpunkter. Fennia I, Nr 4.

Donner, A. (1892): Walbeck's Abhandlung 'De forma et magnitudine telluris'. Fennia, 4, Nr 10.

Donner, A. (1897): Minnestal öfver Professor Hugo Gyldén. Acta Soc. Scientiarum Fennicae XXIII, Nr 9.

Donner, A. (1897a): Minnestal öfver Professor Adalbert Krueger. Hållet vid Finska Vetenskaps-Societetens års- och högtidsdag den 29 April 1897. Helsingfors.

Donner, A. (1907): Den astronomiska forskningen och den astronomiska institutionen vid det finska universitetet. I. Tiden före Argelander. Akademisk inbjudningsskrift. Helsingfors.

Dunér, David (2008): Sextiofyra och åtta istället för tio. Karl XII, Swedenborg och konsten att räkna. Scandia, 67, Nr 2.

Eklöf, Henrik (1847): Försök att för åtskilliga orter i Europa bestämma norrskenets årliga periodicitet. Acta Soc. Scientiarum Fennicae II:1, 299-316.

Ekman, Martin (2009): An investigation of a pioneering triangulation across the Åland Islands. Small publications in historical geophysics Nr 20. Summer Institute for Historical Geophysics.

Ekman, M. (2009a): The changing level of the Baltic sea during 300 years: A clue to understanding the Earth. Godby (Åland): Summer Institute for Historical Geophysics.

Ekstrand, Viktor (1896–1903): Svenska landtmätare. Biografisk förteckning, 1628–1900. Stockholm: Sveriges lantmätareförening.

Elfving, Fredrik (1915): Docentinstitutionen vid Helsingfors universitet, några anteckningar. Helsingfors: Frenckell.

Elfving, F. (1938): Finska Vetenskapssocietetens historia 1838–1938. Societas Scientiarum Fennica, Commentationes Humanarum Litterarum, Tom. X.

Elfving, Gustav (1980): Hjalmar Mellin. Normat – Nordisk Matematisk Tidskrift. Årg. 28, H. 3, 89-94.

Elfving, G. (1981): The history of Mathematics in Finland 1828–1918. The History of Learning and Science in Finland 1828–1918. 4 a. Mathematics. Helsingfors: Societas Scientiarum Fennica.

Elfving, G. (1983): Matematiikka Turun yliopistossa 1640–1713 ja algebran tulo Suomeen. I verket: Pentti Laasonen et al. (red.): Collegium scientiae. Suomen oppihistorian kehityslinjoja keskiajalta Turun akatemian alkuaikoihin. Helsingfors: Suomen kirkkohistoriallinen seura.

Elgenstierna, Gustaf (1925–1936): Den introducerade svenska adelns ättartavlor. III. Stockholm. 210-212.

Enkvist, Terje (1972): The history of Chemistry in Finland 1828–1918. The History of Learning and Science in Finland 1828–1918. Helsingfors: Societas Scientiarum Fennica.

Eringson, L. (1963): Ur Academia Gustavo-Carolinas historia. Skrifter om Skandinavien VII, Tartu statsuniversitet. Tallinn: Det estniska statsförlaget.

Eskola, Kari & Routti, Jorma (1978): Physics in Finland. Europhysics News, Vol. 9, Nr 1/2, 1-3.

Fellman, Jakob (1874): Förteckning öfver norrsken, observerade å Eriksnäs kyrkoherdebohl i Lappajärvi socken af Wasa län. Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar XVI, 48-51.

Finne, Lilli (1928): Radioaktiivinen hajaantuminen tilastollisena ilmiönä. Pro gradu -avhandling, 99 s. Fysikaliska institutionen, Helsingfors universitet.

Fontell, Nils (1960): Fysiikan ja ilmatieteen tutkimus. Oma maa, Vol. 7, 403-414.

af Forselles, Jenny (1903): A. N. Clewberg-Edelcrantz och hans omgifning. Helsingfors.

Forsius, Sigfridus Aronus (1952): Physica (Cod. Holm. D 76). Utgiven av Johan Nordström. Uppsala: Uppsala universitets årsskrift.

Fries, Theodor Magnus & Nyström, Carl (1869): Svenska polar-expeditionen år 1868. Stockholm: Norstedts.

Frängsmyr, Tore (1969): Geologi och skapelsetro. Föreställningar om jordens historia från Hiärne till Bergman. Stockholm: Almqvist & Wiksell.

Frängsmyr, Tore (2004): Svensk idéhistoria. Bildning och vetenskap under tusen år. Del I. 1000–1809. Stockholm: Natur och Kultur.

Fuchs, Vivian (1975): The secrets of the world. Ingår i: Eric Newby: The Mitchell Beazley world atlas of exploration. London: Mitchell Beazley.

Gadolin, Jacob (1751): Åbo slotts belägenhet öfver vattubrynet. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 266-272.

Gadolin, J. (1753): Åbo stads belägenhet bestämd genom observationer. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 219-224.

Gadolin, Johan (1791): Beskrifning på en förbättrad afkylnings-anstalt vid brännvinsbrännerier. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 193-212.

Gehr, Sulamith (2018): The edition of the Bernoulli correspondence: A historical overview and insights into the most recent developments. I verket: Maria Teresa Borgato et al. (red.): Mathematical correspondences and critical editions. Cham: Birkhäuser.

Gissler, Nils (1747): Anledning, att finna hafvets affall för vissa år. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 142-149.

Granit, Ragnar (1965): Johan Gadolin – Minnesteckning. Levnadsteckningar över K. Svenska Vetenskapsakademiens ledamöter 166. Stockholm: Almqvist & Wiksell.

Gustafsson, Alfred A. (1933). Maanmittarikunta ja mittaustyöt Ruotsinvallan aikana. I verket: Suomen maanmittauksen historia. I osa. Ruotsinvallan aika. Borgå: WSOY.

Gyldén, Claës Wilhelm (1845): Historiska och statistiska anteckningar om städerna i Finland. Helsingfors: Waseniuska Boktryckeriet.

Gyldén, Hugo (1888): Om sannolikheten af divergens hos hittills brukliga metoder att analytiskt framställa planetariska störningar. Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar 45, 77-87.

Gyldén, H. (1888a): Om sannolikheten att påträffa stora tal vid utvecklingen af irrationella decimalbråk i kedjebråk. Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar, Vol. 45, 349-358.

Gårding, Lars (1994): Matematik och matematiker. Matematiken i Sverige före 1950. Lund: Lund University Press.

Hadley, George (1738): An account and abstract of the meteorological diaries communicated to the Royal Society, for the years 1729 and 1730. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Vol. 40, N:o 447, 154-175.

Hadley, G. (1742): An account and abstract of the meteorological observations communicated to the Royal Society, for the years 1731, 1732, 1733, 1734 and 1735. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Vol. 42, N:o 466, 243-263.

Hasselberg, Bernhard (1912): Lefnadsteckningar öfver Kongl. Svenska Vetenskapsakademiens efter år 1854 aflidna ledamöter. Band 4. Stockholm och Uppsala. 190-215.

Hasselbom, Nils & Steuch, Elof (2005): Om Fyrar – De Pharis, en avhandling från 1722. Svenska Fyrsällskapet. Forum navales skriftserie, Nr 12.

Hausen, Reinhold (utg.) (1890): Åbo Domkyrkas Svartbok, Registrum Ecclesiae Aboensis. Helsingfors: J. Simelii arfvingars tryckeri.

Heath, Thomas (1921): A history of Greek mathematics. Oxford: Clarendon Press.

Heikel, Ivar A. (1940): Helsingfors universitet 1640–1940. Helsingfors.

Heinricius, Gustaf (1911): Skildringar från Åbo Akademi, 1808–1828. Helsingfors: Svenska Litteratursällskapet i Finland.

Hietamäki, Jorma (2007): Suomalaisten tiedeihmisten maailmankuvat ja -katsomukset. Tieteessä tapahtuu, 6, 23-32.

Hjelt, Edvard I. (1890): Den kemiska institutionen vid det finska universitetet 1761–1890. Helsingfors.

Hjelt, Otto E. A. (1896): Naturalhistoriens studium vid Åbo universitet. Åbo universitets lärdomshistoria 6, Naturalhistorien. Helsingfors: Svenska Litteratursällskapet i Finland.

Hjelt, O. E. A. & Hästesko, A. (1914): Pehr Kalms brev till samtida. 1, Pehr Kalms brev till C. F. Mennander. Helsingfors: Svenska Litteratursällskapet i Finland.

Holmberg, Peter (1986): Gustaf Samuel Crusell – docent i medicinsk fysik 1857. Arkhimedes, 87-97.

Holmberg, P. & Westerlund, G. (1988): Ponderabilier och imponderabilier – om fysikundervisningen vid gamla Borgå gymnasium. Dimensio, 7, 11-16.

Holmberg, P. (1987): Fysikersamfundet i Finland r.f. 40 år. Arkhimedes, 52-61.

Holmberg, P. (1988): August Fredrik Sundell – fysiker, matematiker och astronom. Arkhimedes, 19-30.

Holmberg, P. (1989): Lemströms deltagande i Nordenskiölds expedition till Spetsbergen år 1868. Nordenskiöld-samfundets tidskrift, 49, 72-89.

Holmberg, P. (1989a): Karl Selim Lemström – fysiker, norrskensforskare och professor. Opusculum, 2-3, 67-140.

Holmberg, P. (1991): Auran rannalta Siltavuorelle – Fysiikan ja fyysikkojen vaiheita Suomessa. Arkhimedes, 3, 125-288.

Holmberg, P. (1991a): Abraham Thauvonius – en 1600-tals lärd. Opusculum, 2-3, 77-96.

Holmberg, P. (1992): The history of Physics in Finland 1828–1918. The History of Learning and Science in Finland 1828–1918. 5. a. Physics. Helsingfors: Societas Scientiarum Fennica.

Holmberg, P. (1995): Efter Nordenskiölds expedition till Spetsbergen 1868. Något om den fortsatta kontakten mellan Adolf Erik Nordenskiöld och Selim Lemström. Nordenskiöld-samfundets tidskrift, Vol. 54, 3-20.

Holmberg, P. (1998): Hur rund är Jorden? Några geografiska ortbestämningar i arktiska områden under 1800-talet. Nordenskiöld-samfundets tidskrift, 57, 97-112.

Holmberg, P. (2005): Viktor Theodor Homén – Vetenskapsman och politiker. Bidrag till kännedom av Finlands natur och folk 163. Helsingfors: Finska Vetenskaps-Societeten.

Holmberg, P. (2006): Några kvinnliga fysikstuderande vid universitetet i Helsingfors under slutet av 1800-talet. Arkhimedes, 3, 10-15.

Holmberg, P. (2008): Anders Planman och solens parallax, Arkhimedes, 5, 15-21.

Holmberg, P. (2009): Johan Browallius. Från fysiker till biskop. Arkhimedes, 3, 15-23.

Holmberg, P. & Markkanen, Tapio (2010): Jacob Gadolin, en mångfasetterad vetenskapsman i Åbo på 1700-talet. Nordenskiöld-samfundets tidskrift, 69, 33-60.

Holmberg, P. (2012): Johan Leche och väderleken. Finska Läkaresällskapets Handlingar 172, Nr 1, 62-66.

Holmberg, P. (2012a): Gustaf Gabriel Hällström – en flitig och framsynt vetenskapsman. Nordenskiöld-samfundets tidskrift, 70-71, 31-79.

Holmberg, P. (2017): Pehr Wargentin. Släkt och nätverk i Finland. Arkhimedes, 1, 30-35.

Holmberg, P. & Stén, J. (2018): Lindman och Slätis. Två fysiker i Åbo Akademi. Arkhimedes, 3, 28-32.

Holmberg, P. & Stén, J. (2018a): Johan Justander. Flitig fast akademiskt förbigången geodet. Nordenskiöld-samfundets tidskrift, 74, 26-46.

Holmbrinck, Per (1902): Observatorn vid landtmäteriet i Finland Johan Justanders lefverne. I verket: Vidmark, P. H. et al. Samlingar i Landtmäteri. Tredje samlingen. Bilder ur landtmätarnes lif. Stockholm.

Homén, Theodor till Edlund, Erik (1885). Brev daterat: Helsingfors, 2.1.1885. Kungl. Vetenskapsakademien, Stockholm.

Homén, T. (1893): Om nattfroster. Helsingfors: Söderström.

Homén, T. till Arrhenius, S. (1894): Brev daterat: Helsingfors, 17.1.1894. Kungl. Vetenskapsakademien, Stockholm.

Homén, T. till Arrhenius, S. (1894a): Brev daterat: Helsingfors, 20.2.1894. Kungl. Vetenskapsakademien, Stockholm.

Homén, T. (1894b): I frågan om nattfrosterna. Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar XXXVI, 127-153.

Homén, T. till Arrhenius, S. (1901). Brev daterat: Helsingfors, 11.1.1901. Kungl. Vetenskapsakademien, Stockholm.

Honkanen, Reijo (1986): Johan Jacob Nervander tiedemiehenä ja tangenttibussolin keksijänä. Pro gradu -avhandling, 75 s. Fysikaliska institutionen, Helsingfors universitet.

Huhtamies, Mikko (2008): Maan mitta – maanmittauksen historia Suomessa 1633–2008. Helsingfors: Edita.

Huldén, Johan Jacob (1935): Severin Johansson – ett amatörporträtt. Stockholm: Bonniers.

Hultin, Arvid (1906): Johan Jacob Nervander: till hundraårsminnet af hans födelse. Helsingfors: Svenska Litteratursällskapet i Finland.

Huumo, Katja (2005): ”Perkeleen kieli” – suomen kieli ja poliittisesti korrekti kieli 1800-luvulla. Bidrag till kännedom av Finlands natur och folk 166. Helsingfors: Finska Vetenskaps-Societeten.

Hällström, Carl Peter (1823): Tillägg till [Hr N. Bruncronas] anmärkningar och uppgifter rörande vattenminskningen vid Sveriges kuster. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 30-41.

Hällström, C. P. (1895): Triangelmätning ifrån Åbo öfver Åland till Stacksten förrättad af Jacob Gadolin uträknad af C. P. Hällström. Acta Soc. Scientiarum Fennicae XX:2.

Hällström, Gustaf Gabriel (1823a): Undersökning om vattens volum-förändring af värme, och bestämmelse af den värmegrad, hvarvid vattens täthet är störst. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 193-227.

Hällström, G. G. (1924): Om bestämmande af medelvärmen i luften. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 217-252.

Hällström, G. G. (1833): Granskning af sednast gjorda bestämmelser om vattnets volymförändringar i olika värme, och om värmen för vattnets största täthet. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 166-192.

Hällström, G. G. (1847): De apparitionibus aurorae borealis in septentrionalibus Europae partibus. Acta Soc. Scientiarum Fennicae II:1, 363-376.

Hällström, G. G. (1851): Om nattfroster i Finland. Helsingfors.

Isaksson, Eva (1980): Gunnar Nordströmin elämäntyö – kaksi gravitaation skalaariteoriaa. Pro gradu -avhandling. Fysikaliska institutionen, Helsingfors universitet.

Isaksson, E. & Keskinen, R. (1981): Gunnar Nordström 1881–1923. Arkhimedes, 2, 71-84.

Johansson, Bengt (1994): Aurelius' räknelära från 1614. Nyutgåva av den första tryckta läroboken i matematik som skrivits på svenska. Uppsala: Föreningen för svensk undervisningshistoria.

Johansson, Oscar V. (1913): Bidrag till Finlands klimatologi enligt äldre observationer. I-IV Observationer på 1750- och 1760-talen i Laihela, Malaks, Birkala och Lovisa. Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk, H. 76, Nr 1. Helsingfors: Finska Vetenskaps-Societeten.

Johansson, O. V. (1913a): Sällskapet ”Pro natura” i Åbo, 1792–96. Några uppgifter om dess organisation och verksamhet. Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk, H. 76, Nr 3. Helsingfors: Finska Vetenskaps-Societeten.

Johansson, O. V. (1928): Frans Carl Otto August Ernst Biese. Minnesteckning. Helsingfors: Meteorologiska institutet. Även: Societas Scientiarum Fennica. Årsbok 6 B 2, 54-56.

Julin, Johan (1793): Ett märkvärdigt norrsken, och magnetnålens rörelser den 4 april 1791, observerade i Uhleåborg. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 76-81.

Kajander, Juha (1986): Hydrologia Suomessa ennen teollista vallankumousta. Vesihallituksen raportti N:o 270. Helsinki.

Kallinen, Maija (1993): Kartesiolaisuus Turun akatemian meteorologisissa väitöskirjoissa 1678–1702. Opusculum, 2-3, 67-98.

Kallinen, M. (1995): Change and stability. Natural philosophy at the Academy of Turku 1640–1713. Helsinki: Suomen historiallinen seura.

Kallio, Väinö Johannes (1914): Tutkimuksia röntgensäteiden absorptiosta. Pro gradu -avhandling, 55 s. Fysikaliska institutionen, Helsingfors universitet.

Kallio, V. J. & Väisälä, Kalle (1915): Untersuchungen über die Absorption der Röntgenstrahlen. Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar LVII, Afd. A, 19.

Kalm, Pehr (1749): Utdrag utur Herr Professor Kalms bref ifrån Philadelphia i America d. 14. Oct. 1748. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 70-75.

Kanerva, O. (1937): Atomiydinten rakenteesta. Pro gradu -avhandling, 82 s. Fysikaliska institutionen, Helsingfors universitet.

Keränen, Jaakko (1955): Johan Jakob Nervander tiedemiehenä. Arkhimedes, 1, 1-9.

Kiiskinen, Terhi (2007): Sigfrid Aronus Forsius. Astronomer and philosopher of nature. Frankfurt am Main: Peter Lang.

Kiukkonen, Pekka (red.) (1990): Helsingfors universitetsbiblioteks utställningskataloger. Stormaktstidens Sverige-Finland och Europa, utställning 7.9.-28.11. 1990. Helsingfors universitetsbibliotek.

Klinge, Matti, Knapas, Rainer, Leikola, Anto & Strömberg, John (1988): Kungliga Akademien i Åbo 1640–1808. Helsingfors: Otava.

Klinge, M., Knapas, R., Leikola, A. & Strömberg, J. (1989): Kejserliga Alexanders Universitetet 1808–1917. Helsingfors: Otava.

Kõiv, Erna (1991): Överlåtelsen av fysikaliska instrument från Dorpat till Helsingfors 1828. Opusculum, 1, 34-48.

Koop, Arnold (1982): Tartu university 350. Tallinn: Perioodika.

Kotivuori, Yrjö (2005): `https://ylioppilasmatrikkeli.helsinki.fi`.

Krueger, Adalbert (1872): Om antalet af norrsken under de sednaste förflutna åren. Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar XIV, 23.

Kryger, Johan Fredrik (1770): Åminnelse-tal öfver Ephraim Otto Runeberg, hållit d. 3 Oct. 1770 på Kongl. Academiens befallning.

K.T.O. (1900): Almanackan och tideräkningen. Kalender utgifven af Svenska Folkskolans Vänner. Helsingfors, 41-53.

Laitinen, Aatu Armas Attila (1912): Michael Wexionius-Gyldenstolpe. Helsingfors.

de Lalande, Joseph Jérôme Lefrançois (1772): Mémoire sur le passage de Vénus, observé le 3 juin 1769. Paris 1772.

Laurén, Ludvig Leonard (1884): Wasa trivialskola 1684–1884. Anteckningar, med anledning av skolans tvåhundraåriga tillvaro. Nykarleby.

Leche, Johan (1761): Tal om luftens beskaffenhet i Åbo, samt huru politien, i samråd med medicinen, bör förekomma sjukdomar. Tal hållet i Åbo den 28 juli 1761.

Leche, J. (1762): Utdrag af väderleks journalen, som blifvit hållen uti Åbo, ifrån och med år 1750 til och med år 1761. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 179-192.

Leche, J. (1762a): Utdrag af väderleks-journalen, som blifvit hållen uti Åbo, ifrån och med år 1750, til och med år 1761. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 302-313.

Leche, J. (1763): Utdrag af väderleks-journalen, som blifvit hållen i Åbo, ifrån och med år 1750, til och med år 1761. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 15-26.

Leche, J. (1763a): Utdrag af väderleks-journalen, hållen i Åbo, ifrån och med år 1750, til och med år 1761. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 100-107.

Leche, J. (1763b): Utdrag af 12 års thermometer-observationer, gjorda i Åbo. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 177-190.

Leche, J. (1763c): Utdrag af 12 års meteorologiska observationer, gjorda i Åbo: sjette och sista stycket. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 257-268.

Leche, J. (1763d): Undervisning om sättet, at förfärdiga barometrar. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 81-99.

Leche, J. (1764): Tankar, om sättet at förekomma den missväxt, som förorsakas af väta i sånings-tiden. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 67-75.

Leche, J. (1764a): Tankar om rätta skörde-tiden, besynnerligas för råg-sädet. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 156–159.

Lehti, Raimo (1980): Tähtitiedettä exercitii causa. Keskustelua tähtitieteellisestä maailmanjärjestyksestä Suomessa ja Ruotsissa 1600-luvulla. Helsinki: Suomen Akatemian julkaisuja 9/1979.

Lehti, R. (1983): Matematiikan tulo Suomeen yliopistolliseksi oppiaineeksi. Matemaatikkopäivät 1983. Osa II, esitelmät. Redigerat av Simo K. Kivelä och Olavi Nevanlinna. Otaniemi: Teknillinen korkeakoulu, Matematiikan laitos.

Lehti, R. & Markkanen, T. (2010): The history of Astronomy in Finland 1828–1918. The History of Learning and Science in Finland 1828–1918. 4. b. Astronomy. Helsingfors: Societas Scientiarum Fennica.

Lehto, Olli (2001): Korkeat maailmat. Rolf Nevanlinnan elämä. Helsingfors: Otava.

Lehto, O. (2005): Oman tien kulkijat. Veljekset Vilho, Yrjö ja Kalle Väisälä. Helsingfors: Otava.

Lehto, O. (2008): Tieteen aatelia. Lorenz Lindelöf ja Ernst Lindelöf. Helsingfors: Otava.

Lehto, O. (2013): Tieteen huipulla. Lars Ahlforsin elämä. Helsingfors: Finska Vetenskaps-Societeten.

Lemström, Selim till Gyldén, H. (1870): Brev daterat: Paris, 25.1.1870. Kungl. Vetenskapsakademien, Stockholm.

Lemström, S. till Gyldén, H. (1870a): Brev daterat: Stockholm, 10.10.1870. Kungl. Vetenskapsakademien, Stockholm.

Lemström, S. (1871): Redogöresle för en på uppdrag af Finska Vetenskaps-Societeten under hösten 1871 utförd vetenskaplig expedition. Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar XIV, 106-118.

Lemström, S. (1871a): Redogörelse för inspektionen af Finska Vetenskaps-Societetens meteorologiska stationer och på desamma befinteliga meteorologiska instrumenter. Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar XV, 119-155.

Lemström, S. till Gyldén, H. (1879): Brev daterat: Helsingfors, 2.5.1779. Kungl. Vetenskapsakademien, Stockholm.

Lemström, S. (1880): Om sommarnattfrosterna och medlen att förekomma deras härjningar. Finsk Tidskrift, II, 81-97.

Lemström, S. (1882): Om det internationella samarbetet till utvidgande af vår kännedom om jordens fysikaliska förhållanden. Föredrag vid Finska Vetenskaps-Societetens årshögtid.

Lemström, S. (1882a): Om polarstationen i Sodankylä. (Brev till Finska Vetenskaps-Societetens meteorologiska utskott). Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar XXV, 102-108.

Lemström, S. (1883): Om den finska polarstationen och särskildt dess arbeten för polarljusets utforskande. Finsk Tidskrift, Tom. 14, 319-336.

Lemström, S. (1883a): Om finska polarstationen. Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar XXVI, 40-49.

Lemström, S. till Nordenskiöld, A. E. (1883b): Brev daterat: Uleåborg, 22.1.1883. Kungl. Vetenskapsakademien, Stockholm.

Lemström, S. (1885): Om sättet att förekomma sommarnattfroster genom facklor. Helsingfors.

Lemström, S. till Rindell, A. (1885a): Brev daterat: 8.3.1885. Åbo Akademis bibliotek.

Lemström, S. till Rindell, A. (1885b): Brev daterat: Wichtis och Njemis, 25.8.1885. Åbo Akademis bibliotek.

Lemström, S. till Rindell, A. (1886): Brev daterat: 10.2.1886. Åbo Akademis bibliotek.

Lemström, S. till Rindell, A. (1886a): Brev daterat: 24.3.1886. Åbo Akademis bibliotek.

Lemström, S. till Åbo Tidning (1886b): Brev daterat: Helsingfors 21.5.1886. Åbo Akademis bibliotek.

Lemström, S. (1886c): Om polarljuset eller norrskenet. Stockholm: Albert Bonniers. (även på franska s.å: L'Aurore boréale. Étude générale des phénomènes produits par les courants électriques de l'atmosphère. Paris: Gauthier-Villars).

Lemström, S. (1889): J. J. Nervanders galvanometer. Helsingfors: Finska Litteratur-Sällskapets tryckeri.

Lemström, S. (1893): Frostskydd å Kronoborgs Landtbruksinstitut Augusti-September 1892 anordnadt af dir. A. E. Lång. Helsingfors: Hufvudstadsbladet.

Lemström, S. till Rindell, A. (1893b): Brev daterat: Helsingfors 24.3.1893. Åbo Akademis bibliotek.

Lemström, S. till Rindell, A. (1893c): Brev daterat: Helsingfors 26.6.1893. Åbo Akademis bibliotek.

Lemström, S. (1898): Sur les phénomènes de lumière, naturels et artificiels, de la nature de l'aurore boréale. Observations faites aux stations de Sodankylä et de Kultala. I inbjudningsskriften till Theodor Homéns installationsföredrag den 5.11.1898. Helsingfors: J. Simelius arvingar.

Lemström, S. (1899): Några resultat af den Finska Polarstationens arbeten i Sodankylä och Kultala åren 1882-84 berörande närmast jordströmmarne och den elektriska strömmen från atmosfären och deras samband med jordmagnetismen. I inbjudningsskriften till Wilhelm Ramsays installationsföredrag den 22.4.1899. Helsingfors.

Levänen, Sakari (1873): Om norrskenet den 14 augusti 1872. Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar XV, s. 80.

Lindberg, J. Johan (1990): Kemian laitos osana Helsingin yliopiston historiaa. Kemia – Kemi, 17, 126-131.

Lindelöf, Lorenz Leonard (1862): Om gradmätningen emellan Svartahafvet och Ishafvet. Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar V, 170-173.

Lindelöf, L. L. (1894): Minnesteckning av Henrik Gustaf Borenius. Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar XXXVI, 235-237.

Lindroth, Sten (1967): Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens historia I-II. Stockholm: Almqvist & Wiksells.

Lindroth, S. (1775): Svensk lärdomshistoria II. Stormaktstiden. Stockholm: Norstedts.

Lindroth, S. (1778): Svensk lärdomshistoria III. Frihetstiden. Stockholm: Norstedts.

Lokki, Olli (1948): Piirteitä aritmetiikan opetuksesta Suomessa vuoteen 1841 asti. Koulu ja menneisyys. Suomen kouluhistoriallisen seuran vuosikirja 1945–1948.

Lunelund, Harald (1940): Gustaf Melander. Minnesteckning. Societas Scientiarum Fennica. Årsbok. XVIII C, Nr 2, 10.

Luoto, Maila (1938): Neutronikokeista. Pro gradu -avhandling, 136 s. Fysikaliska institutionen, Helsingfors universitet.

Malin, S. R. C. & Barraclough, D. R. (1991): Humboldt and the Earth's magnetic field. Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society, Vol. 32, Nr 3, 279-293.

Maliniemi, Aarno (1932): Andreas Thuronius: [Delineatio cometae in presbyterio Ikalensi a.D. 1664 et 1665 observati]. Historiallinen arkisto, XXXIX, 4.

Markkanen, Tapio, Linnaluoto, Seppo & Poutanen, Markku (1984): Tähtitieteen vaiheita Helsingin yliopistossa. Observatorio 150 vuotta. Vasa.

Markkanen, T. & Leikola, A. (1987): Liikkeen lait – Newtonin Principia 300 vuotta. Rörelsens lagar – Newtons Principia 300 år. Helsingfors universitetsbibliotek.

Markkanen, T. (2004): Från övningsmaterial i retorik till forskningens grundval. De matematiska vetenskaperna i bibliotekets samlingar. Tryckt i minnet – kulturskatter i Finlands nationalbibliotek (red. Leena Pärssinen & Esko Rahikainen), s. 141. Helsingfors universitetsbibliotek. Helsingfors: Otava.

Martin, Roland (1765): Åminnelse-tal öfver för detta Kongl. Vetensk. Academiens Ledamot, Medicinæ och Anatomiæ Professorn vid Kongl. Academien i Åbo, Herr Doctor Johan Leche. Hållet den 27 februari 1765.

Melander, Gustaf (1887): Om ljusfenomenet i Geisslerska rör med yttre beläggningar, utan insmälta elektroder. Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar XXIX, 106-118.

Mennander, Carl Fredrik (1743): Tal hållet vid introduktionen i Kongl. Wetenskaps academie i Stockholm, d. 21 Sept. 1743. Handskrift MS E.I.28^{22}. Helsingfors, Nationalbiblioteket.

Menvielle, M. & Berthelier, A. (1991): The K-derived planetary indices: Description and availability. Geophys. Rev. 29, 413-432. Correction: Ibid., 30, 91.

Moberg, Adolf (1874): Utkast till utlåtande om A. F. Sundells licentiatavhandling (1874). Nationalbiblioteket, Helsingfors.

Moberg, A. (1895): Manuskript och anteckningar. Nationalbiblioteket, Helsingfors.

Moberg, A. (1927): Autobiografi (utg. av Ragnar Dahlberg). I Historiska och litteraturhistoriska studier, Nr 3, red. Gunnar Castrén. Helsingfors: Svenska Litteratursällskapet i Finland.

Muinonen, Karri (2019): Suuri Carte du Ciel -tähtivalokuvausohjelma. I verket O. Pekonen & J. Stén (red.): Markkasen galaksit. Tapio Markkanen in memoriam. Helsingfors: URSA.

Mustelin, Olof (1962): Gabriel Palanders brev till Nathanaël Gerhard Schultén om gradmätningen i Lappland 1802. Lychnos, Lärdomshistoriska samfundets årsbok 1962. Uppsala. 184–199.

Myrberg, Pekka Juhana (1951): Matemaattiset tieteet vanhassa Turun akatemiassa. Suomalainen tiedeakatemia: Esitelmät ja pöytäkirjat 1950.

Myrberg, P. J. (1963): Martin Platzman (1760–1786). Erään suomalaisen matemaatikon elämänvaiheet. Arkhimedes, 1, 22-23.

Mäklin, Hugo (1923): Tiden och kalendern. I kalender utgiven av Svenska Folkskolans Vänner, Helsingfors, 130-149.

Nervander, Johan Jacob (1833): Mémoire sur un Galvanomètre à chassis cylindrique par lequel on obtient immédiatement et sans calcul la mesure de l'intensité du courant qui produit la déviation de l'aiguille aimantée. Annales de Chimie et de Physique, T. 55, 156-184.

Nervander, J. J. till Svanberg, G. (1840): Brev daterat: Helsingfors, 4.4.1840. Uppsala universitetsbibliotek.

Nervander, J. J. (1847): Minnestal öfver Gustaf Gabriel Hällström, hållet på Finska Vetenskaps-Societetens årshögtid den 29 April 1845. Acta Soc. Scientiarum Fennicae II:2.

Nevanlinna, Heikki, Ketola, A. & Kangas, T. (1992a): Magnetic results from Helsinki Magnetic-Meteorological Observatory. Part I, Declination 1844–1853. Geophysical publications 27. Helsingfors: Meteorologiska Institutet.

Nevanlinna, H., Ketola, A., Viljanen, A., Häkkinen, L. & Ivory, K. (1992b): Magnetic results from Helsinki Magnetic-Meteorological Observatory. Part II, Geomagnetic activity 1844–1856. Geophysical publications 30. Helsingfors: Meteorologiska Institutet.

Nevanlinna, H. & Ketola, A. (1993): Magnetic results from Helsinki Magnetic-Meteorological Observatory. Part III, Declination 1854–1880. Geomagnetic activity 1844–1880. Geophysical publications 33. Helsingfors: Meteorologiska Institutet.

Nevanlinna, H. & Ketola, A. (1994): Magnetic results from Helsinki Magnetic-Meteorological Observatory. Part IV, Declination 1880–1909. Summary of observations 1844–1909. Geophysical publications 36. Helsingfors: Meteorologiska Institutet.

Newton, Isaac (1927/1687): Naturvetenskapens matematiska principer. Philosophiae naturalis principia mathematica. Övers. C.V.L. Charlier. Lund: Gleerups.

Newton, I. (1979/1730): Opticks. (Nytryck av fjärde uppl.) New York: Dover.

Niinistö, Lauri (1983): Tarton 350-vuotias yliopisto. Kemia-Kemi, Nr 5, 430-432.

Nordenmark, Nils Viktor Emanuel (1939): Pehr Wilhelm Wargentin. Kungl. Vetenskapsakademiens sekreterare och astronom 1749–1783. Uppsala: Kungliga Svenska Vetenskapsakademien, Almquist & Wiksell.

Nordenmark, N. V. E. (1946): Fredrik Mallet och Daniel Melanderhjelm, två Uppsala-astronomer. Uppsala: Kungl. Vetenskapsakademien, Almquist & Wiksell.

Nordenmark, N. V. E. (1959): Astronomiens historia i Sverige intill år 1800. Uppsala: Almquist & Wiksell.

Nordenskiöld, Adolf Erik (1863): Geografiska ortsbestämningar på Spetsbergen af Prof. A. E. Nordenskiöld; beräknade och sammanställda af D. G. Lindhagen. Stockholm: Norstedt.

Nordenskiöld, A. E. till Lemström, S. (1882): Brev daterat: Stockholm och Vetenskapsakademien, 13.1.1882. Kungl. Vetenskapsakademien, Stockholm.

Nordenskiöld, A. E. till Lemström, S. (1883): Brev daterat: Stockholm, 7.2.1883. Kungl. Vetenskapsakademien, Stockholm.

Nordenskiöld, A. E. till Lemström, S. (1883a): Brev daterat: Stockholm, 23.2.1883. Kungl. Vetenskapsakademien, Stockholm.

Nordenskiöld, Nils Karl (1886): Afvägning af Åbo slotts höjd öfver hafvet, verkstäld i augusti 1884. Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar XXIX. 56-59.

Nordenskjöld, Carl Fredric (1769): Ytterligare uplysning om vattuminskningen. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 127-146.

Nordström, Gunnar (1917): Undersökning av källvattens radioaktivitet. Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar LIX, Afd. A, 4.

Norrgård, Stefan (2016): Perspektiv på Åbo stads klimathistoria. AURAICA - Scripta a Societatis Porthan edita (nätresurs). Vol. 7, 49-68.

Nuorteva, Jussi (1997): Suomalaisten ulkomainen opinkäynti ennen Turun Akatemian perustamista 1640. Suomen kirkkohistoriallinen seura ja Suomen historiallinen seura. Helsingfors.

Nyberg, Folke (1991): Borgå gymnasium: från Viborg till Borgå – 350 år skolhistoria 1641–1991. Borgå stad.

Nykänen, Aatu (1945): Alkeisgeometrian opetuksesta Suomessa, erityisesti oppikirjojen kehitystä silmällä pitäen. Jyväskylä: Gummerus.

Nykänen, Panu (2007): Kortteli sataman laidalla. Suomen Teknillinen korkeakoulu 1908–1941. Helsingfors: WSOY.

Nyman, K. (red.) (1990): Helsingfors universitetsbiblioteks utställningskataloger. Bibliotekarierna 1640–1976. Helsingfors universitetsbibliotek.

Om den finska polarexpeditionen till Sodankylä och Kultala åren 1882–83 och 1883–84 jämte skildringar från Lappland af expeditionens medlemmar (1885): Helsingfors: Finska Litteratur-Sällskapet.

Pakkala, K. (1986): Pietarin suomalaislääkäreitä. Aesculapius, Nr 1. 16-20.

Palmén, Johan Axel (1881): Pohjan seutujen tutkimuksia vuonna 1882. Valvoja, Nr 2.

Palola, Ari-Pekka (1998): Yliopisto-opiskelua keskiajalla: Olavi Maununpoika Pariisissa. Tieteessä tapahtuu, 3, 9-15.

Paloposki, Outi & Riikonen, Hannu K. (red.) (2013): Suomennetun tietokirjallisuuden historia 1800-luvulta 2000-luvulle. Helsingfors: Suomalaisen kirjallisuuden seura.

Pekonen, Osmo & Vasak, Anouchka (2014): Maupertuis en Laponie. À la recherche de la figure de la Terre. Paris: Hermann.

Pere, Pekka & Nyblom, Jukka (2020): Oikaisuja suomalaisen tieteen historiaan. Tieteessä tapahtuu, 1, 42-46.

Piirimäe, Helmut (red.) (1982): Tartu ülikooli ajalugu I. 1632–1798. Tallinn: Valgus.

Pipping, Fredrik Wilhelm (1858): Historiska bidrag till Finlands calendariografi. Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk 1. Helsingfors: Finska Vetenskaps-Societeten.

Planman, Anders (1767): Astronomiska observationer, under resan til och ifrån Cajaneborg, gjorde år 1761. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 11-20.

von Plato, Jan (1994): Creating modern probability. Its mathematics, physics and philosophy in historical perspective. Cambridge: Cambridge University Press.

Porter, C. E. (1958): Physics in Finland. Physics Today, Oct. 1958, 21-27.

Poutanen, Markku & Steffen, Holger (2014): Land uplift at Kvarken archipelago / High coast UNESCO World heritage area. Geophysica, 50:2, 49-64.

Puranen, R. (1938): Alkuaineiden isotooppinen kokoomus. Pro gradu -avhandling, 74 s. Fysikaliska institutionen, Helsingfors universitet.

Railo, Juhani E. (1996): Johan Leche (1704–1764), lääkäri ja luonnontieteilijä. Hippokrates, Suomen lääketieteen historian seuran vuosikirja 13.

Ramsay, Wilhelm (1926): Inbjudning till åhörande av det offentliga föredrag i universitetets solennitetssal varmed Pippingsköld'ska professorn i tillämpad fysik vid Helsingfors universitet filosofiedoktorn Jarl Axel Wasastjerna tillträder sitt ämbete den 10 februari 1926. Helsingfors.

Renqvist, Henrik (1948): Landhöjningen vid våra kuster. Ingår i: Skärgårdsboken, 74-94. Helsingfors: Nordenskiöld-Samfundet i Finland.

Rodhe, Staffan (2002): Matematikens utveckling i Sverige fram till 1731. Uppsala universitet.

Rosenqvist, V. T. (1915): Svenska Normallyceum i Helsingfors 1864–1914. En minnesskrift. Helsingfors.

Runeberg, Ephraim Otto (1765): Anmärkningar, om någre förändringar på jord-ytan i allmänhet, och under det kalla Climatet i synnerhet. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 81-115.

Runeberg, E. O. (1769): Förklaring på några omständigheter, rörande frågan om vattuminskningen. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 177-197.

Rypdal, Kristoffer & Brundtland, Terje (1997): The Birkeland terrella experiments and their importance for the modern synergy of laboratory and space plasma physics. Journal de Physique IV Colloque C4, pp. C4-113-C4-132.

Råbergh, Herman (1893): Teologins historia vid Åbo Universitet. Del 1. Helsingfors: Svenska Litteratursällskapet i Finland.

Sandblad, Henrik (1975): Om Dorpats universitet under dess äldsta skede 1632–1656. Lychnos, Årsbok, 211-234.

Schauman, Georg (1908): Biografiska undersökningar om Anders Chydenius jämte otryckta skrifter af Chydenius. Skrifter utgivna av Svenska Litteratursällskapet i Finland. LXXXIV.

af Schultén, Maximus Widekind (1884): Om Gustaf Samuel Crusell och betydelsen af hans uppfinningar på den kirurgiska teknikens område. Finska Läkaresällskapets Handlingar, XXVI, 102-110.

(af) Schultén, Nathanaël Gerhard (1820): Anteckningar rörande vattuminskningen. Handskrift, 8 s. Nationalbiblioteket, Helsingfors.

af Schultén, N. G. (1964): Levnadsteckning. Med inledning och kommentarer utgiven av Olof Mustelin. Helsingfors: Svenska Litteratursällskapet i Finland.

Simojoki, Heikki (1978): The history of Geophysics in Finland 1828–1918. The History of Learning and Science in Finland 1828–1918. 5. b. Geophysics. Helsingfors: Societas Scientiarum Fennica.

Simons, Lennart (1951): Harald Lunelund. Societas Scientiarum Fennica. Årsbok XXIX C, Nr 1.

Simons, L. (1953): Karl F. Lindman. Societas Scientiarum Fennica. Årsbok XXXI B, Nr 5.

Simons, L. (1974): Jarl A. Wasastjerna. Minnestal hållet vid Finska Vetenskaps-Societetens sammanträde den 17 december 1973.

Simons, L. (1985): Minnesanteckningar. Nationalbibliotekets samlingar.

Simonyi, Károly (1990): Kulturgeschichte der Physik. Budapest: Akadémiai Kiadó.

Siukonen, Jyrki (2002): Nils Hasselbomin menetetty maine. Tieteessä tapahtuu, 1.

Siukonen, J. (2006): Mies palavassa hatussa. Professori Johan Welinin maailma. Helsingfors: Suomalaisen kirjallisuuden seura.

Sjöström, Bertil (1927): Om de metoder, enligt vilka ett radioaktivt preparats α, β, γ-strålning kvantitativt bestäms. Pro gradu -avhandling, 51 s. Fysikaliska institutionen, Helsingfors universitet.

Slotte, Karl Fredrik (1898): Matematikens och fysikens studium vid Åbo universitet. Åbo universitets lärdomshistoria 7, Matematiken och fysiken. Helsingfors: Svenska Litteratursällskapet i Finland.

Steinby, Torsten (1988): Johan Jacob Nervander i Sverige. Vittra veckor 1832/33. Historiska och litteraturhistoriska studier 63. Helsingfors: Svenska Litteratursällskapet i Finland. 5-94.

Steinby, T. (1991): J. J. Nervander (1805–1848). Föreningen Konstsamfundets Publikationsserie XI, Helsingfors.

Stén, Johan (2012): Anders Johan Lexell som matematiker. Nordisk matematisk tidskrift Normat. Årg. 60, Nr 3.

Stén, J. (2014): A comet of the Enlightenment: Anders Johan Lexell's life and discoveries. Basel: Birkhäuser.

Stén, J. (2015): 270 år av vetenskaplig optik i Finland. Arkhimedes, 3.

Stén, J. (2019): Anders Johan Lexell. Brevväxling – Commerce épistolaire. Bidrag till kännedom av Finlands natur och folk 207. Helsingfors: Finska Vetenskaps-Societeten.

Stén, J. & Holmberg, P. (2015): Martin Johan Wallenius – flitig matematiker i nyttans tidevarv. Arkhimedes, 2.

Stén, J. & Holmberg, P. (2017): Nathanaël Gerhard af Schulténs stjärnstund. Arkhimedes, 3.

Stiernman, Anders Anton (1990): Aboa Literata. Turun akatemian kirjallisuus. Finsk övers. Reijo Pitkäranta. Helsingfors: Suomalaisen kirjallisuuden seura.

Struve, Wilhelm (1857, 1860): Arc du méridien de $25^\circ\ 20'$ entre le Danube et la Mer glaciale, mesuré depuis 1816 jusqu'à 1855 sous la direction de Tenner, Hanstéen, Selander, Struve. Saint Pétersbourg.

Strömer, Mårten (1753): De sex första jämte ellofte och tolfte böckerna av Euclidis Elementa, eller grundeliga inledning til Geometrien, til riksens ungdoms tienst. Uppsala.

Stubhaug, Arild (2007): Att våga sitt tärningskast: Gösta Mittag-Leffler 1846–1927. Övers. Kjell-Ove Widman. Stockholm: Atlantis.

Sundell, August Fredrik till Palmén, J. A. (1882): Brev daterat: Berlin, 14.5.1882. Helsingfors universitetsbibliotek.

Sundell, A. F. (1884): Ueber eine Modifikation der Töpler-Hagen'schen Quecksilberluftpumpe. Acta Soc. Scientiarum Fennicae XIV.

Sundell, A. F. (1885): Ueber eine Modifikation der Quecksilberluftpumpe, zweite Mittheilung. Acta Soc. Scientiarum Fennicae XV.

Sundell, A. F. (1885a): Transportables Barometer. Acta Soc. Scientiarum Fennicae XV, 387-398.

Sundell, A. F. (1895): Berättelse öfver komparationen af Justeringskommissionens hufvudlikare för längd med Finska Statens urtyp för metern.

Sundell, A. F. (1905): Berättelse öfver komparationerna under februari och mars 1904 af Justeringskommissionens hufvudlikare för vigt och längd med Statsverkets urtyper för kilogrammet och metern. Helsingfors: Edlundska bokhandeln.

Sundell, A. F. (1907): Minnestal öfver Karl Selim Lemström, hållet på Finska Vetenskaps-Societetens års- och högtidsdag den 29 april 1905.

Sundell, A. F. till Arrhenius, S. (1911): Brev daterat: Helsingfors, den 13.2.1911. Kungl. Vetenskapsakademien, Stockholm.

Sundell, A. F. (1915): Kertomus vuoden 1914 tammikuussa, helmikuussa ja maaliskuussa toimitetuista vakauskomissionin painojen ja pituusmittojen päämallien vertailuista Suomen suuriruhtinaanmaan pää-emäksiin. Helsingfors.

Sundius, Tom (1991): Early 19th-century least squares calculations in Finland repeated with modern techniques. Proceedings of the Annual Conference of the Finnish Physical Society.

Sundman, G. (1920): Strålningslärans senaste vinningar. Pro gradu -avhandling, 62 s. Fysikaliska institutionen, Helsingfors universitet.

Swedenborg, Emanuel (2013): Regelkonsten. Kommenterad och bildsatt av Staffan Rodhe. Stockholm: Skandinaviska Swedenborgsällskapet.

Tallqvist, Hjalmar (1911): Den nya byggnaden för de fysikaliska inrättningarna vid Kejserliga Alexanders-Universitetet i Finland. Helsingfors.

Tallqvist, H. (1924): Viktor Theodor Homén. Minnestal vid Finska Vetenskaps-Societetens sammanträde den 17 december 1923. Helsingfors.

Tallqvist, H. (1924a): Gunnar Nordström. Minnesteckning föredragen vid Finska Vetenskaps-Societetens sammanträde den 22 september 1924. Helsingfors.

Tallqvist, H. (1925): August Fredrik Sundell. Minnesteckning föredragen vid Finska Vetenskaps-Societetens sammanträde den 23 mars 1925. Helsingfors.

Tallqvist, H. (1926): Norrskensforskningen. Finsk Tidskrift, del I. 79-92; del II. 189-207.

Tengström, Johan Jakob (1845): Calonii relation om Åbo Academie 1783. Suomi (journal), 110.

Tering, Arvo (1984): Album Academicum der Universität Dorpat (Tartu) 1632–1710. Staatliche Universität Tartu. Publicationes Bibliothecae Universitatis Litterarum Tartuensis V. Tallinn: Valgus.

Terrall, Mary (2002): The man who flattened the Earth. Maupertuis and the sciences in the Enlightenment. Chicago: Chicago University Press.

Tigerstedt, Robert (1899): Kemiens studium vid Åbo universitet. Åbo universitets lärdomshistoria 8, Kemien. Helsingfors: Svenska Litteratursällskapet i Finland.

Tobé, Erik (1991): Anders Hellant. En krönika om sjuttonhundratalets märkligaste tornedaling. Tornedalica.

Toivanen, Pertti (1980): Johan Gadolin ja aineen rakenne. Helsinki: University of Helsinki Report Series in Physics HU-P-D18.

Topelius, Zachris (1893): Förord till Finland i 19de seklet framstäldt i ord och bild af finska skriftställare och konstnärer.

Vallinkoski, Jorma (1944): Dosenttien edeltäjistä Turun akatemiassa. Juhlajulkaisu Jalmari Jaakkolan kunniaksi 1945. Historiallinen arkisto, L, 51-61.

Vallinkoski, J. (1957): Suomen almanakat ja kalenterit 1608–1956. Ingår i Suomen almanakan juhlakirja (red. K. Vilkuna et al.), Helsingfors: Weilin & Göös.

Valokari, Uuno (1938): Radioaktiivinen hajoaminen ja sen teoriaa. Pro gradu -avhandling, 101 s. Fysikaliska institutionen, Helsingfors universitet.

Vanäs, Erik (1955): Divisionens historia i Sverige. Lychnos, Lärdomshistoriska samfundets årsbok 1954–1955, Uppsala. 141-163.

Vaughan, Richard (1994): The Arctic. A history. Stroud, Gloucestershire: Alan Sutton.

Venermo, J. T. (2007): Johan Jakob Nervanderin tangenttibussolin rekonstruointi ja analysointi. Diplomarbete, 74 s. Tekniska högskolan, Elektrotekniska avdelningen.

Vesajoki, Heikki & Holopainen, Jari (1995): Keskilämpötilojen vaihtelut Lounais-Suomessa 1700-luvun jälkimmäisellä puoliskolla. Terra 107:3, 136-144.

Väänänen, Kyösti (1987): Herdaminnen för Ingermanland. Band 1. Helsingfors: Svenska Litteratursällskapet i Finland.

Wargentin, Pehr Wilhelm (1752): Om nord-skenet. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 162-171.

Wargentin, P. W. (1753): Fortsättning af historien om norr-skenet. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar, 81-93.

Wegelius, M. till Jaatinen, M. (1904): Brev daterat: Kirurgen, 2.10.1904. Privat ägo.

von Willebrand, Knut Felix (1846): Om galvanismen, såsom läkemedel. Finska läkaresällskapets handlingar, III, 101-161.

Öholm, Lars William till Arrhenius, S. (1911): Brev daterat: Mörskom, 12.1.1911. Kungl. Vetenskapsakademien, Stockholm.

Öholm, L. W. till Arrhenius, S. (1913): Brev daterat: Manchester, 21.5.1913. Kungl. Vetenskapsakademien, Stockholm.

Öholm, L. W. till Arrhenius, S. (1913a): Brev daterat: Laboratory of physics, University Oxford Street, Manchester, 2.5.1913. Kungl. Vetenskapsakademien, Stockholm.

Index

Bidrag till kännedom av Finlands natur och folk

1	(1858) PIPPING, FREDR. WILLH.:	Historiska bidrag till Finlands calendariografi.	140 pp.
2	(1858) BURMAN, JOHAN JAKOB:	Berättelse om femte brigadens af Finska arméen krigsrörelser och operationer i Savolaks, Karelen, Öster- och Westerbotten åren 1808 och 1809.	112 pp.
- - -			
50	(1957) GENETZ, ARVID:	Kuollan Lapin sanakirja ynnä kielinäytteitä.	291 pp.
- - -			
100:1	(1957) REUTER, MÄRTA:	Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1951–1955.	63 pp.
100:2	(1958) REUTER, MÄRTA:	Tierphänologische Beobachtungen in Finnland 1951–1955.	56 pp.
100:3	(1958) STADIUS, GUNNAR:	Undersökning av språkbegåvningen hos 10–14 åringar.	137 pp.
- - -			
190	(2012) TOSSAVAINEN, MARI:	Kuvanveistotyö: Emil Wikström ja kuvanveiston rakenne 1890–1920.	468 pp.
191	(2013) NEVANLINNA, HEIKKI & HOLMBERG, PETER:	Geomagnetismia, meteorologiaa ja revontulitutkimusta Suomessa 1700-luvulta 1900-luvun alkuun.	121pp.
192	(2013) LEHTO, OLLI:	Tieteen huipulla: Lars Ahlforsin elämä.	150 pp.
193	(2014) KEPSU, KASPER K.:	Den besvärliga provinsen. Reduktion, skattearrendering och bondeoroligheter i det svenska Ingermanland under slutet av 1600-talet.	340 pp.
194	(2015) KAKKURI, JUHANI:	Jämpti mies. Tauno Johannes Kukkamäen elämä.	96 pp.
195	(2015) KORSMAN, KALEVI:	Pentti Eskola - Geologisen tutkimuksen ja opetuksen uudistaja.	124 pp.
196	(2015) GUSTAFFSON, SOFIA:	Leverantörer och profitörer.	255 pp.
197	(2015) KAUPPI, PEKKA & KOTILEHTO, JENNA (toim.):	Vuosisadan metsäbiologi. Peitsa Mikolan juhlakirja.	237 pp.
198	(2016) KLINGE, MATTI:	Furstendömet Idensalmi.	515 pp.
199	(2016) MINARD-TÖRMÄNEN, NATHANAËLLE:	An Imperial Idyll. Finland in Russian Travelogues (1810–1860).	350 pp.
200	(2017) NEVANLINNA, HEIKKI:	Suomalainen polaariretkikunta Lapissa 1882–1884.	173 pp.
201	(2017) HÖCKERSTEDT, KRISTER & LINDQVIST, MARDY:	Lever för liv	342 pp.
202	(2017) DONNER, JOAKIM:	Marine shells in the study of the Holocene	55 pp.
203	(2017) SUNDBACK, SUSAN & ROSENBERG, THOMAS & ROSENLEW, ANNE:	Knut Pipping och etableringen av den moderna sociologin vid Åbo akademi	254 pp.
204	(2018) DAHLBERG, JULIA:	Konstnär, kvinna, medborgare. Helena Westermarck och den finska bildningskulturen i det moderna genombrottets tid 1880–1910.	333 pp.
205	(2018) NEVANLINNA, HEIKKI:	Geofyysikko Eyvind Sucksdorff - havaintojen taituri	183 pp.
206	(2019) STÉN, JOHAN C.-E.:	Anders Johan Lexell Brevväxling, Commerce épistolaire	721 pp.
207	(2019) PERÄLÄ, ANNA:	Tilanomistaja kirja-alalla: Christian Ludvig Hjelt kirjanpainajana, kustantajana ja kirjakauppiaana 1823–1849	411 pp.
208	(2019) KALLEINEN, KRISTIINA:	Nils Gustaf Nordenskiöld - vuorimiehen ja tiedemiehen elämä	223 pp.
209	(2020) SUNDHOLM, FRANCISKA:	Wilhelm Ramsay, Livslång vandring i Fennoskandia	163 pp.
210	(2020) HOLM, SOPHIE	Diplomatins ideal och praktik. Utländska sändebud i Stockholm 1746–1748.	225 pp.

Bidrag till kännedom av Finlands natur och folk 211

”Att mäta är att veta” är ett provokativt uttalande av den tyske industrialisten Werner von Siemens. Det är beskrivande för den teknisk-vetenskapliga kunskapsuppfattningen: vad man inte kan mäta, kan man inte veta något om. I Finlands första universitet, Kungliga Akademien i Åbo, var ett sådant tänkesätt högst ovanligt. Både matematik och fysik fanns från början med bland läroämnena, men sambandet mellan dem var avlägset. Fysik var naturfilosofi enligt aristotelisk modell, matematiken var praktiska räknesätt och geometrins grunder. Det var först efter stora ofreden som 1600-talets stora naturvetenskapliga upptäckter fick genomslag i Åbo och som kopplingen mellan matematik och fysik blev märkbar. Marken bereddes av naturvetar-biskoparna Browallius och Mennander, som i den naturliga teologins och samhällsnyttans namn legitimerade den experimentella naturvetenskapliga forskningen. Följden var en sannskyldig uppblomstring i universitetets historia. Vid ingången till 1800-talet avmattades vurmen för naturvetenskapens omedelbara nytta, och den rena nyfikenheten blev vetenskapens främsta drivkraft. Internationella kontakter slöts nu både österut och västerut, och det med stor framgång.

I denna bok gör vi nedslag i den finländska matematisk-naturvetenskapliga forskningen. I ljuset av böcker, artiklar och akademiska examensarbeten följer vi upp hur fysiken och matematiken utvecklades i det gamla lärdomssätet Åbo och sedermera i Helsingfors. Särskilda ämnesområden tonar fram under århundradens lopp: meteorologi, klimatforskning och kampen mot nattfrosterna, landhöjning och istid, bestämningen av jorde geomagnetism och norrskensforskning. Förutom celest mekanik framträder i den finländska matematiken under 1800-talet nya branscher: variationsräkning, abstrakt algebra och komplex analys. Dessa utgjorde de första stegen på Finlands väg till vetenskapligt och teknologiskt kunnande av världsklass.

Finska Vetenskaps-Societeten 2020
ISBN 978-951-653-438-4 (tryckt version)
ISBN 078-951-653-440-7 (open access)
ISSN: 0067-8481
Oy Grano Ab, 65100 Vasa