

## SILMÄYKSIÄ SUOMALAISEN MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLISEN TUTKIMUKSEN HISTORIAAN

**Hannu Koskinen**, *Avaruusfysiikan emeritusprofessori, Helsingin yliopisto.*

**Peter Holmberg & Johan Stén**, *Att observera, mäta och räkna. Blickar på den matematisk-naturvetenskapliga forskningen historia I Finland. Bidrag till kännedom av Finlands natur och folk* 211, 541 pp, Finska Vetenskaps-Societeten, 2020.

Havaitseminen, mittaaminen ja laskeminen muodostavat luonnontieteellisen tutkimuksen ytimen. Tätä teemaa seuraten Peter Holmberg ja Johan Stén esittävät perusteellisen ja kiehtovan katsauksen suomalaisen fysiikan ja matematiikan kehitykseen keskiajalta 1900-luvulle. Teoksen primus motor, lääketieteellisen fysiikan emeritusprofessori Peter Holmberg (1938 – 2018), menehtyi kesken teoksen viimeistelyn ja työn loppuun saattaminen jäi Johan Sténin tehtäväksi. Peter Holmberg oli yksi tärkeimmistä suomalaista fysiikan historiaa dokumentoineista tutkijoista. Suomen fyysikkoseurassa hän toimi mm. puheenjohtajana 1980 – 1982 ja oli myös Arkhimedeksen aktiivinen avustaja. Johan Stén on puolestaan eksakteihin tieteisiin keskittyvä oppihistorioitsija, joka on väitellyt sekä tekniikan että filosofian tohtoriksi.

Fysiikan ja matematiikan perinteet ulottuvat antiikin aikaan, mutta edistys näillä aloilla oli läpi keskiajan jokseenkin vaatimatonta. Keskiajalla perustettujen yliopistojen pää-

asiallinen tehtävä oli kouluttaa papistoa ja virkamiehiä. Toki näilläkin aloilla tarvittiin laskutaitoa ja lisäksi papiston tuli tietää riittävästi taivaankappaleiden liikkeestä voidakseen määrittää kirkollisten juhlapyhien ajankohdat. Siinä yhteydessä kehitettiin almanakkoja, jotka tulivat sisältämään kalenterin lisäksi astronomiaa, astrologiaa ja tietoja sääolosuhteista maatalouden tarpeisiin.

Keskiajalla lahjakkaimpien suomalaisnuorkaisten oli lähdettävä opintielle Keski-Euroopan yliopistoihin. Siitä, kuinka moni näin teki, ei ole tarkkaa tietoa. Kyse oli kuitenkin kaiken kaikkiaan muutamasta sadasta henkilöstä. Paikallisten yliopistojen perustaminen oli luonnollinen kehityskulku Ruotsin suurvaltakaudella. Tällä oli kuitenkin kääntöpuolensa yhteyksien heikennettyä keskieurooppalaisiin yliopistoihin, mikä hidasti uusien aatevirtausten saapumista Pohjolan perukoille. Kirjoittajat toteavatkin: ”Under hela 1600-talet förblev Åbo en avkrok dit ny kunskap sipprade in mycket långsamt.”

1600-luvun alussa Suomessa oli seitsemän koulua, joista viisi oli alkeiskouluja ja kaksi katedraalikouluja hieman varttuneemmille. Turun katedraalikoulu oli perustettu jo 1276. Vuonna 1630 se korotettiin lukioksi (gymnasium) ja muutettiin 1640 yliopistoksi (Kungliga Akademien i Åbo). Akatemiassa oli 11 professuuria, joista kolme oli teologian, yksi luonnontieteen ja yksi matematiikan oppituoli. Lisäksi professuureja oli juridiikassa, lääketieteessä, pyhissä kielissä, politiikassa ja historiassa, logiikassa ja metafysiikassa sekä kaunopuheisuudessa.

Turun Akatemian perustamisaikoihin luonnontieteen professorin vastuulla oli fysiikan lisäksi myös kasvi- ja eläintiedettä ja anatomiaa. Sitä vastoin mekaniikka, linnoitusoppi ja optiikka kuuluivat matematiikan professorille. Koska ainoastaan professorit saivat opettaa, heidän työmääränsä oli huomattava. Kesti lähes sata vuotta ennen kuin ensimmäiset dosentit nimitettiin 1738 keventämään opetuskormaa. Jostain syystä uudistusta vastustettiin niin kuin on ilmeisesti vastustettu kaikkia yliopistouudistuksia sen jälkeenkin.

Teologia oli kaikkein arvostetun tieteenala ja useimpien fyysikoiden ja matemaatikoiden tavoitteena oli promovoitua teologian professoreiksi ja päätyä parhaassa tapauksessa piispan virkaan. Monilta tämä onnistuikin, mikä tarjosi tervetullutta urakiertoa. Voi pohdiskella, missä määrin tämä ohjasi luonnontieteellistä tutkimusta. Turun Akatemian ensimmäinen luonnontieteen professori Georg Alanus kirjoitti 1645 tutkielman aurinkokeskisestä maailmankuvasta. Hän totesi, että vaikka hypoteesi onkin hyödyllinen astronomisten laskujen kannalta, se on

fysikaalisesti virheellinen. Tämä siis 100 vuotta Kopernikuksen jälkeen. Toisaalta Isaac Newton oli tuolloin vasta kaksivuotias, joten fysikaalista selitystä planeettojen liikkeelle ei ollut vielä olemassa. Alanuksesta tuli teologian professori vuonna 1648 ja tuomiorovasti vuonna 1653.

Suomalaisen matematiikan ensi askeleet otettiin keskiajalla Turun katedraalikoulussa. Opetus keskittyi lähinnä laskutekniikkaan, erilaisiin kertolasku-, jakolasku- ja juurenottomenetelmiin. Roomalaisten numeroiden käyttö hidasti laskutaidon kehitystä. Arabialaiset numerot saapuivat Turkuun aikaisintaan 1300-luvun lopulla. Vielä 1600-luvun Turun Akatemiassa matemaatiikka oli lähinnä alkeisaritmetiikkaa ja geometriaa ilman omaa tutkimuspanosta.

Ruotsin suurvalta-aika päättyi suureen Pohjan sotaan. Sen loppuvaiheessa isonvihan vuosina 1713 – 1721 venäläisjoukot miehittivät Suomea ja Turun Akatemian henkilöstö kirjastoineen oli maanpaossa Ruotsissa. Tämän jälkeen yhteydet ulkomaille vähin erin lisääntyivät, aurinkokeskinen maailmankuva hyväksyttiin ja newtonilainen matemaattinen fysiikka saapui ensin Uppsalaan ja sittemmin myös Turkuun.

Antiikin ajoista lähtien tähtitiede oli liittynyt paikanmääritykseen ja geodesiaan. Varhainen kansainvälinen yhteistyöhanke oli leveyspiiriasteen piteuden ja samalla maapallon tarkan muodon määrittäminen, missä tärkeässä osassa olivat Pierre Louis de Mairan ja Jean Baptiste de La Hire'n johdolla tehdyt mittaukset Tornionjoen laaksossa 1736 – 1737. Toinen kansainvälisesti merkittävä hanke olivat havainnot Venuksen Auringon ylikuluista

1761 ja 1769 Auringon parallaksin ja siten aurinkokunnan koon määrittämiseksi.

Asteen pituuden mittaamisen yhteydessä opittiin käyttämään kolmiomittaustelmää, mistä oli suurta käytännön hyötyä maanmittaukselle. 1700-lukua onkin kutsuttu ”hyödyn aikakaudeksi”. Fysiikan ja kasvitieteen professori Johan Browallius oli ensimmäisiä, joka painotti fysiikan empiristä ja kokeellista luonnetta. Browalliuksen seuraajan Carl Fredrik Mennanderin yhteiskunnallisesti tärkeitä tutkimuskohteita olivat mm. hallat ja yöpakkaset. Hallaongelma säilyi tärkeänä tutkimuskohteena läpi 1800-luvun. Merkittäviä läpimurtoja tällä rintamalla ei saavutettu, mutta sen ohessa kehittyivät meteorologiset havainnot. Myös Mennander eteni urallaan teologian professoriksi, Turun piispaksi ja lopulta Uppsalan arkkipiispaksi 1775, mikä lienee korkein suomalaisen koskaan saavuttama virka-asema Ruotsissa.

Hyödyn aikakaudella alettiin myös ymmärtää kemian tärkeys ja Turun Akatemian ensimmäiseksi kemian professoriksi nimitettiin Pehr Gadd 1761. 1700-luvun puolivälissä järjesteltiin oppiaineita muutenkin uudelleen ja luonnontieteen professorin tehtäviksi tuli opettaa matematiikkaa, fysiikkaa ja tähtitiedettä. Kasvitiede, eläintiede ja mineralogia siirrettiin puolestaan uuden ekonomiprofessorin alaisuuteen.

Vuonna 1801 fysiikan professoriksi nimitettiin Gustaf Gabriel Hällström. Hällström oli paitsi monipuolinen fyysikko myös taitava hallintomies. Hän sai aikaan ensimmäisen astronomisen observatorion Turkuun. Oman oppituolin tähtitiede sai 1828, jolloin aiem-

pi observaattorin tehtävä muutettiin professoriksi. Hällström toimi myös yliopiston rehtorina sen siirtyessä Turun palon jälkeen Helsinkiin 1828, tuolloin Suomen Keisarillisena Aleksanterin-Yliopistona. Hällström jatkoi myös hallatutkimuksia ja oli avainasemassa suomalaisen meteorologian synnyssä. Vuonna 1838 perustettiin Helsinkiin magneettis-meteorologinen observatorio, josta 1900-luvulla kehittyi nykyinen Ilmatieteen laitos. Observatorion ensimmäisenä johtajana toimi Johan Jacob Nervander, joka nimitettiin myös yliopiston ylimääräiseksi professoriksi.

Ensimmäinen kansainvälisesti tunnettu suomalainen matemaatikko oli Anders Johan Lexell. Lyhyeksi jääneen elämänsä aikana (1740 – 1784) hän ennätti tehdä vakuuttavan uran. Valmistuttuaan maisteriksi Turusta hän muutti Uppsalaan, jossa hänen sallittiin paikallisen professorin poissa ollessa puolustaa itse(!) kirjoittamaansa käyrien kaarevuutta käsitellyttä väitöskirjaa vuonna 1763. Leonhard Eulerin siirrettyä Pietariin Lexell otti häneen yhteyttä. Euler oli vakuuttunut Lexellin kyvyistä ja Lexell muutti Pietariin. Hänen ensimmäisiä tehtäviään oli suorittaa laskelmia Auringon parallaksista perustuen edellä mainittuihin Venuksen ylikulusta vuonna 1769 tehtyihin havaintoihin. Tämän jälkeen Lexell nimitettiin professoriksi Pietarin Tiedeakatemiaan 1772 ja kolme vuotta myöhemmin myös Turkuun. Lexell ei lopulta koskaan palannut Suomeen. Vuosina 1780 – 1781 hän teki pitkän kiertomatkan Berliiniin, Göttingeniin, Pariisiin ja Lontooseen ja tutustui aikansa johtaviin eurooppalaisiin matemaatikoihin.

Autonomian ajalla latina menetti asemansa tieteellisten julkaisujen kielenä saksalle ja ranskalle. Ensin ruotsista ja sittemmin myös suomesta tuli tutkintokieli. Yhteydet Pietariin tiivistyivät eritoten matematiikassa ja tähtitieteessä. 1800-luvun jälkipuolen merkittävin suomalainen matemaatikko oli Lorenz Lindelöf (1827 – 1908). Hän jätti pysyvän tieteellisen jäljen erityisesti variaatiolaskentaan. Uransa loppuvaiheessa Lindelöf toimi mm. yliopiston rehtorina ja vuodesta 1874 alkaen kouluhallituksen ylijohtaja. Hänen pojastaan Ernst Lindelöfistä tuli 1900-luvulla merkittävä suomalaisten matemaatikoiden ”tohtori-isä”.

Lindelöfin oppilas Ernst Bonsdorff kirjoitti 1870 ensimmäisen suomalaisen kompleksianalyysiä käsitelleen väitöskirjan. 1900-luvulla maailmanmaineeseen kohonnut suomalaisen funktioteoreettisen koulukunnan perustaja oli kuitenkin ruotsalaissyntyinen Gösta Mittag-Leffler, joka toimi professorina Helsingissä vain neljä vuotta (1877 – 1881).

Sähkömagnetismi muodostui 1800-luvulla keskeiseksi fysiikan alaksi Euroopassa kulminoituen James Clerk Maxwellin elektrodynamiikassa 1864. Elektrodynamiikka pohjusti tietä 1900-luvun läpimurroille niin suhteellisuusteoriassa kuin kvanttifysiikassakin. Tärkeä linkki elektrodynamiikan tulossa Suomeen oli Ruotsin Kuninkaallisen Tiedekatemian professori Erik Edlund Tukholmassa. Useat suomalaisfyysikot, mm. Selim Lemström, August Fredrik Sundell ja Theodor Homén työskentelivät jossain vaiheessa hänen johdolla.

Suhteellisuusteoria on klassisen elektrodynamiikan suora jälkeläinen. Merkittävin suomalainen suhteellisuusteoreetikko oli vuonna 1908 perustetun Teknillisen korkeakoulun fysiikan professori Gunnar Nordström. Hän kehitti omaa versiotaan yleisestä suhteellisuusteoriasta samaan aikaan Albert Einsteinin kanssa. Vaikka toimivan teorian lopulta loikin Einstein, Nordströmin työt saivat suurta arvostusta. Nordström oli ensimmäisiä, jotka todella ymmärsivät Einsteinin suhteellisuusteorian merkityksen, ja hän ehdottikin tälle Nobelin palkintoa vuonna 1920. Tukholmassa vaikeasti ymmärrettävälle teorialle ei kuitenkaan lämmenty. Einstein sai myöhemmin nobelinsa valosähköisestä ilmiöstä eli fotonin keksimistä, mikä oli toki palkinnon arvoinen löytö sekkin.

Vuonna 1898 Helsingin yliopisto sai professori J. A. J. Pippingsköldin lahjoitusvarojen turvin ensimmäisen sovelletun fysiikan professuurinsa. Tehtävään nimitettiin Theodor Homén. Tuolloin Lemström oli ainoa fysiikan varsinainen professori ja Sundell toimi ylimääräisenä professorina. 1900-luvun alkuvuosikymmeninä röntgenfysiikka ja ydinfysiikka saapuivat nopeasti myös Suomeen ja fysiikan laitos sai vihdoin ajanmukaiset tilat Siltavuoreen. Fysiikan tutkimus palasi myös Turkuun, kun 1918 perustettiin Åbo Akademi ja 1920 Turun yliopisto.

Kattavien henkilöhistorioiden ohessa Holmberg ja Stén käsittelevät perusteellisemmin joitakin erityisiä tutkimuskohteita kuten edellä mainittuja hallatutkimuksia, maapallon muodon määrittämistä ja kolmiomittauksia. Erityisen mielenkiintoinen

on tarina veden katoamisesta Itämerestä, nk. ”vattuminskning”. Rantaviivan vetäytyminen Itämeren alueella, varsinkin Pohjanlahdella, on ollut tunnettua niin kauan kuin rannoilla on ollut ihmisasutusta. Vielä 1600-luvulla sitä pidettiin merkinä lopun aikojen tulosta. 1700-luvulla ilmiötä alettiin pohtia myös tieteellisesti. Selitykseksi tarjottiin veden haihtumista, vuotoja merenpohjassa tai jopa maapallon kasvamista, jolloin veden pitää jakautua suuremmalle alueelle. Vuosidadan lopulla ehdotettiin, että maapallo on kimmoisa kappale ja syytä veden vähenemiseen olisikin maannousu. Debatti maannousun ja vedenkatoamisen välillä jatkui aina 1800-luvun lopulle, jolloin selvisi, että Pohjois-Eurooppa oli ollut yli 10 000 vuotta aiemmin valtavan jäämassan alla ja maankuori jatkaa edelleenkin toipumista sen aikaisesta kokoonpuristumisesta.

Revontulet on toinen ihmismieltä muinaisista ajoista lähtien askarruttanut ilmiö. Niiden yhteys Maan magneettikentän häiriöihin on tunnettu 1700-luvulta lähtien. Kun tarkkoja magneettisia havaintoja alettiin tehdä magneettis-meteorologisessa observatoriossa saati revontulitutkimukselle vahvempi empiirinen perusta. Selim Lemströmillä oli oma revontuliteoria, jonka mukaan ilmasähkön purkaukset eli salamet ja revontulet liittyvät toisiinsa. Hän pyrki todistamaan teoriansa Lappiin rakentamallaan ukkosenjohtimia muistuttavilla koejärjestelyillä. Valokuvaamisen kehittymisen myötä kävi kuitenkin ilmi, että revontulet esiintyvät 100 kilometristä ylöspäin olevilla korkeuksilla ja Lemströmin teoria jäi historialliseksi kuriositeetiksi.

Lemström johti myös uterasti Suomen osallistumista ensimmäiseen Kansainväliseen polaarivuoteen 1882 – 1883, jolloin Sodankylässä tehtiin monipuolisia luonnontieteellisiä havaintoja. Tarina tutkimusase-  
man pystyttämistä ja toiminnasta Lapissa on erittäin antoisaa luettavaa.

Holmbergin ja Sténin teos on kattava ja opettavainen katsaus, kuinka matemaattisluonnontieteellinen tutkimus saapui Suomeen ja kuinka nykyinen laaja ja monipuolinen tiedeyhteisömme alkoi monien vaikeuksien myötä kehittyä hyvinkin vaatimattomista lähtökohdista. Kirja tarjoaa mainion väliseen ruotsin kielen taidon kohentamiseen ja monet suorat lainaukset menneiltä vuosisadoilta ovat hauskaa luettavaa. Esimerkkinä vaikkapa Sigfrid Forsiuksen teksti noin vuodelta 1611: ”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 himmelen, så måste en grad sigh belöpa till 32 400 miler, och hela werldennes wijdd 11 664 000 miler”. Tarkkaavainen lukija huomaa, että tekstiin on jossain vaiheessa päässyt livahtamaan harmillinen kertolaskuvirhe. Sattuuhan noita tekijän 10 virheitä nykyfyysikoillekin. Sitä paitsi, kuinka pitkä mahtoi olla tuolloinen ”mil”?

Koviin kansiin sidottu 541-sivuinen teos ei todellakaan ole mikään taskukirja. Siitä tosin saa sellaisen lataamalla kirjan pdf-version matkapuhelimeensa Suomen Tiedeseuran verkkosivuilta. Tiedeseura julkaisee kaikki kustantamansa uudet kirjat Open Access -periaatteella. Erinomaista, tiede kuuluu kaikille!

