

Kirkas tähti Turusta

■ TAPIO MARKKANEN

Johan C.-E. Stén: *A Comet of the Enlightenment. Anders Johan Lexell's Life and Discoveries*. Birkhäuser 2014.

Kuninkaallinen Turun akatemia oli vuodesta 1713 lähes vuosikymmenen suljettuna suuren Pohjan sodan venäläismiehityksen takia. Kun yliopiston toiminta käynnistyi jälleen syksyllä 1722, akateeminen ilmapiiri oli muuttunut. Ruotsi oli menettänyt suurvalta-asemansa, ja tulevaisuuden rakentamisen perustaksi etsittiin uusia lähtökohtia. Valinnat tehtiin ilmeisesti oikein, sillä niiden seurauksena yhden sukupolven aikana Turussa kasvoi tieteen eturintamaan hämmästyttävän monta loistavaa tähtkapäätä, jollaisia karulta kasvumaalta ei hevin olisi odottanut.

Tähtien runsaan puolen tusinan joukon kirkkaimpiin kuului

Turussa syntynyt ja opiskellut Anders Johan Lexell (1740–84). Aiemmin Lexellin elämästä ja työstä on julkaistu vain lyhyitä katsauksia. Hänen perusteelliseen tutkimukseen perustuvaa elämäkertansa on saatu odottaa näihin päiviin saakka, mutta nyt maamme eturivin valistusajan tieteen historioitsija Johan Stén on täyttänyt aukon vaakuuttavalla työllään.

Lexell syntyi jouluaattona 1740 esikoiseksi hyvin toimeen tulevaan turkulaisperheeseen. Varhaislapsuutta varjosti uusi sota Ruotsin ja Venäjän välillä, ja jo kymmenvuotiaana Anders Johan menetti äitinsä. Hän kävi koulunsa ja aloitti yliopisto-opintonsa Turussa. Hänen tärkeimpiä opettajiaan olivat matematiikan professori Martin Johan Wallenius ja matemaatikko, fyysikko, tähtitieteilijä ja geodeetti Jakob Gadolin. Tämä oli viimeinen Turun akatemian luonnontieteilijä, joka vanhaan tapaan siirtyi ensin teologian professoriksi ja sitten piispaksi. Wallenius ja Gadolin opettivat jo vakavasti matemaattista analyysia, eli differentiaali- ja integraalilaskentaa, joka mullisti fysiikan ja tähtitieteen. Lexellin ensimmäinen painosta ilmestynyt tutkimus vuodelta 1759 käsittelee optiikan perusteita. Siinä oli kysymys Fermat'n periaatteesta, jonka mukaan valo etenee nopeinta tietä. Pierre Louis Moreau de Maupertuis ja Leonhard Euler olivat sitten yleistäneet sen pienimmän vaikutuksen periaatteeksi. Lexell tarttui ensimmäisessä työssään siis tieteen keskeiseen ja ajankohtaiseen ongelmaan.

Tie avautui itään

Lexellin maisterinväitöskirja vuonna 1760 käsittelee matemaattista fy-

siikkaa. Samana keväänä maisteriksi promovoitiin myös hänen opiskelutoverinsa ja ystävänsä Henrik Gabriel Porthan. Lexellin akateemiset mahdollisuudet Ruotsissa eivät näyttäneet ruusuisilta. Tavalliseen tapaan hän toimi hengenpitimikseen kotiopettajana varakkaissa porvarisperheissä. Hän esittäytyi myös Upsalan ja Tukholman akateemisille piireille talvella 1763 tehdyllä vierailulla ja variaatiolaskentaa koskevalla matemaattisella väitöskirjalla. Kontakteja oppineisiin ilmeisesti syntyi, mutta Lexell palasi pian Turkuun, jossa hänestä tuli matematiikan dosentti syyskuussa 1763. Hän haki vuonna 1766 Karlskronan merisotakoulun matematiikan opettajaksi, muttei saanut virkaa. Samana vuonna Euroopan tieteen kartta kuitenkin muuttui merkittävästi ja Lexellille avautui uusi mahdollisuus.

1600-luvulla tieteen edistymisen kannalta keskeisiksi yhteisöiksi yliopistojen rinnalle tulivat tiedeakatemit. Jotkut niistä olivat vapaita ja riippumattomia seuroja, kuten Lontoossa vuonna 1660 perustettu kuninkaallinen seura (*Royal Society*), osa hallituksen rahoittamia virka-akatemoita, kuten Ludvig XIV:n vuonna 1666 perustama Ranskan tiedeakatemia (*Académie des sciences*). Yhteisöjen perustamismotivaatiot ja tavoitteet olivat monenlaisia, kuten sivistys- ja valtakunnan menestyminen kilpailussa tai vain kruunun kiillotaminen. Usein lopullisen sysäyksen päätökseen antoi yksilö, kuten Gottfried Leibniz, jonka kehotuksesta Preussin Fredrik II perusti tiedeakatemian Berliiniin. Wienin tiedeakatemia perustettiin Leibnizin aloitteesta vuonna 1713.

Venäjän keisari Pietari I perus-

ti tiedeakatemiaan Pietariin vuonna 1724. Akatemian tehtävänä oli tieteidenharjoituksen ohella myös johtaa eliittilukiota ja antaa korkeinta opetusta pienelle valikoidulle opiskelijajoukolle. Tästä opetuksesta voidaan varmaankin puhua nykymielessä tutkijakoulutuksena. Lexellin aikana Pietarin akatemia henkilöityi sveitsiläissyntyiseen Leonhard Euleriin. Hän oli yksi kaikkien aikojen tuotteliaimmista ja vaikuttavimmista tutkijoista matematiikan, astronomian ja fyysiikan aloilla. Euler oli ollut Pietarin akatemian tähti sen ensimmäisenä kukoistuskautena vuosina 1727–41, jonka jälkeen hän siirtyi Berliiniin akatemiaan. Riitaannuttuaan Fredrik II:n kanssa Euler palasi vuonna 1766 Pietariin, jossa hänestä tuli jälleen akatemian johtava tutkija.

Venus-planeetta kiertää Maata lähempänä Aurinkoa ja kulkee silloin tällöin Maasta katsottuna Auringon kiekon editse. Ilmiö on harvinainen. Se sattuu neljästi 243 vuoden aikana, niin että välit ovat 8 vuotta, sitten 121,5 vuotta, jälleen 8 vuotta ja 105,5 vuotta. Viimeksi sellaiset tapahtuivat 2004 ja 2012. Ilmiön avulla yritettiin vuosina 1761 ja 1769 mitata Maan ja Auringon välimatkaa, joka on maailmankaikkeuden mittasuhteinen perusyksikkö. Yrityksen myötä syntyi kenties ensimmäinen laaja kansainvälinen tieteiden yhteistyöhanke, johon osallistui puolitoista sataa tutkijaa maapallon eri puolilla. Havaintoja varten matkattiin yleisesti läntiselle pallonpuoliskolle, koska ilmiö näkyi siellä. Euraasian pohjoisimmissa osissa saattoi kuitenkin käyttää hyväksi kesän yötöntä yötä, jolloin Aurinko ei laskenut tai käväisi vain hetken taivaanrannan takana. Euler halu-

si avukseen kyvykkään astronomiin.

Lexell osasi verkottua. Hän käynnisti laajan kirjeenvaihdon aikakauden tieteiden avainhenkilöiden kanssa. Tärkein kumppani ja tukija oli Ruotsin tiedeakatemia (perustettu vuonna 1739) aikaansaapa ja arvostettu pysyvä sihteeri Pehr Wargentin. Lexell teki tarmokkaasti itseään tykö tutkimuksellaan, joka koski erään differentiaaliyhtälötyypin integrointia. Wargentinin ohella yhteyttä Pietarin akatemiaan rakensi göttingeniläinen historioitsija August Schlözer, joka oli työskennellyt sekä Ruotsissa että Venäjällä ja tullut Ruotsin ja Pietarin tiedeakatemioiden jäseneksi. Schlözerillä oli hyvät yhteydet Ruotsiin, hän tutki muun muassa Pohjolan historiaa. Portahan kävi myöhemmin häntä tapaamassa Göttingenissä ja kirjoitti Schlözerin aikakauskirjaan. Portahan sai Schlözeriltä voimakkaita menetelmällisiä vaikutteita.

Lexellin tutkimus esiteltiin Pietarin akatemian istunnossa, ja niin Lexell sai vuonna 1768 paikan Eulerin apulaisena kesän 1769 Venus-tutkimusta varten. Voi hyvin kysyä, kuinka Lexell valittiin sellaiseen tehtävään. Hän ei liene ennen Pietariin lähtöään tehnyt havaintotöitä. Eulerin odotukset kohdistuivatkin runsaan havaintoaineiston käsittelyn menetelmien kehittämiseen. Venuksen kulku Auringon editse vuonna 1761 oli tuottanut paljon havaintoja, joiden hyödyntäminen vaati uusia matematiikan sovelluksia.

Stén kertoo kirjassaan täsmällisesti ensinnäkin, miten maapallon eri paikoista tehtyjen Venuksen ja Auringon reunan kosketushetkien havainnoista saadaan Auringon ja Maan välinen etäisyys. Toiseksi hän

kuvaa, kuinka vuoden 1761 havainnot käsiteltiin tavallisesti ottamalla tarkasteltavaksi aina kaksi havaintoa kerrallaan. Useampien havaintojen käyttäminen yhdessä oli vielä tuolloin ratkaisematta. Esimerkiksi pienimmän neliösumman keinona tunnettu vahva työkalu syntyi vasta 1800-luvun ensimmäisinä vuosina Adrien-Marie Legendren ja Carl Friedrich Gaussin esittämänä. Euler ja Lexell ottivat Venus-havaintoja käsitellessään tärkeitä askelia aiempaa tehokkaampien menetelmien suuntaan.

Tieteen keskuksessa ja yhteyksissä

Tutkimuksillaan Lexell saavutti nopeasti hyvän maineen ja arvostusta Pietarin akatemiassa, johon hänet pian kiinnitettiin pysyvästi, vuonna 1771 peräti akateemikkona ja Leonhard Eulerin kuoleman jälkeen 1783 hänen seuraajanaan. Kuun mutkikas liike oli Eulerin kiinnostuksen kohde oikeastaan jatkuvasti. Ongelmalla oli 1700-luvulla suuri käytännöllinen merkitys merenkulussa. Jos Kuun liike tunnettaisiin kyllin tarkasti, se voitaisiin ilmoittaa merenkulun almanakassa ennalta. Kun valtamerimatalla mitattaisiin Kuun kulmaetäisyys vieressä näkyvistä tähdistä, saataisiin laskutoimituksella vertausmeridiaanin aika ja maantieteellinen pituus aluksen paikallisan ja vertausmeridiaanin ajan erotuksena. Kuuetaisyyskeinoksi sanottua menetelmää on käytetty kronometrillä mukana kuljetettavan vertausajan rinnalla merenkulun paikanmäärittämisessä meidän aikoihimme saakka. Kuun liikkeen teorian Euler oli julkaissut vuonna 1753. Vuonna 1772 ilmestyi *Theoria motuum lunae*, jonka nimilehdellä Lexellin keskeinen

osuus työssä sai tunnustuksensa.

Myös komeetat ja niiden rajojen määrittäminen olivat 1700-luvulla tähtitieteen keskeistä työskentelyä. Kesäkuussa 1770 ahkera kometanetsijä Charles Messier haravoi kaukoputkellaan taivasta ja löysi Jousimiehen tähdistöstä uuden kometan. Se ohitti heinäkuun 1. päivänä Maan lähempää kuin yksikään toinen pyrstötähti, vain 2,3 miljoonan kilometrin etäisyydellä. Pyrstötähti näkyi tavattoman kirkkaana ja siitä kertyi havaintoja lokakuun alkuun saakka. Lexell selvitti kometan historian ja ennusti osuvasti sen tulevaisuuden. Hän käsittelee aihetta useissa julkaisuissaan. Vihdoin vuonna 1778 hän saattoi tutkimuksissaan antaa kokonaiskuvan. Kävi ilmi, että komeetta oli tullut kaukaa avaruudesta ja joutunut vuonna 1767 lähelle jättiläisplaneetta Jupiteria, joka oli heittänyt pyrstötähtien elliptisradalle, jolla sen kiertoaika oli 5,58 vuotta, siis noin puolet Jupiterin kiertoaikasta Auringon ympäri. Lexell kertoi myös, että vuonna 1779 komeetta joutuu jälleen Jupiterin lähelle, jolloin planeetta linnoaa sen vetovoimallaan niin laajalle radalle, että se joutuu käytännössä ulos aurinkokunnasta. Niin todella tapahtui. Tapauksesta kirjoitettiin sanomalehdissä, ja Lexellin komeetasta tuli kuuluisa.

Jo vuoden 1763 tutkimuksissaan Lexell osoitti erinomaiset matemaatikon kykynsä differentiaali-geometrian kysymyksissä. Matematiikan piirissä Lexell käsittelee myöhemmissä tutkimuksissaan noina aikoina nopeasti kehittyvää analyysiä, funktioiden integrointia, variaatiolaskentaa ja differentiaaliyhtälöiden integroituvuutta sekä elliptisiä funktioita ja

niiden luokittelua. Tähtitieteen ja geodesian sovelluksissa tärkeässä pallotrigonometriassa Lexell löysi ominaisuuksia ja yleistyksiä, jotka tasoittivat tietä epäeuklidista geometriaa kohti. Lexelliä voidaan Sténin mukaan pitää myös yleisen monikulmio-opin perustajana. Eulerin inspiroimana hän tutki myös taikaneliöitä, jotka nykymuodossaan kukoistavat sudoku-ongelmina lehdessä kuin lehdessä. Taivaanmekaniikassa Lexellin kehittämät herättivät aikakauden etevimpien tutkijoiden, kuten J. H. Lambertin, P. S. de Laplacen, J. L. Lagrangen ja J. d'Alembertin myönteisen huomion.

Tutkimustaan varten Stén on jäljittänyt Lexellin käymän kirjeenvaihdon Euroopan johtavien tutkijoiden kanssa Pietarin, Helsingin, Tukholman, Upsalan, Berliinin, Baselin, Pariisin ja Lontoon arkistoista ja kokoelmista. Siten on syntynyt kattava kuva, paitsi Lexellin tieteellisen työn etenemisestä, myös eturivin eurooppalaisten tieteenharjoittajien keskustelusta ja arjesta. Stén osoittaa myös vakuuttavasti, kuinka Lexell kasvoi itsenäiseksi tutkijaksi ehtymättömän idealahteen, Leonhard Eulerin, lähipiirissä. Suuren mestarin heittäämästä varjosta tulee mieleen vastaava pari, Isaac Newton ja Edmond Halley.

”Mihin menenkin, on siellä komeetta minua odottamassa”

Lexellille avautui matematiikan professuuri Turussa. Hänet nimettiin siihen vuonna 1771, mutta hän haki virkavapauden saattaakseen työnsä Pietarissa valmiiksi – ilmeisesti lykätäkseen vaikean päätöksen tekemistä. Vihdoin vuonna 1780 hän pyysi eron Turun oppi-

tuolista, vaikka olikin vakavasti harkinnut Pietarista lähtöä. Vahvistaakseen eurooppalaisia verkostojaan Lexell haaveili laajasta kiertomatkasta. Siihen hänelle järjestyi mahdollisuus Pietarin akatemian virkavapaudella ja taloudellisella tuella. Ruotsissa 1600-luvun jälkipuolella vallinnut luterilaisen ortodoksian kauden eristyneisyys ja vieraan pelko vaikutti Turun akatemiassa pitkään erityisen voimakkaana. Esimerkiksi varhaisista matematiikan professoreista vain Simon Kexlerus ja Lars Tammelin olivat olleet ulkomailla. Aateilma-aston muutos tuntui siellä selvästi valistuksen tuulien alkaessa puhalttaa. Lexellin suuri matka Eurooppaan näyttäytyy tämän liikkeen keskeisenä osana. Vaikka kirjeenvaihto oli laajaa ja vilkasta, ei Pietarikaan ollut Lexellin aikaan liikkuvuuden paratiisi. Jatkuvan aherruksen lomassa Lexell sai kahdentoista vuoden aikana vain kerran – alkuvuodesta 1773 – tilaisuuden käydä taapaamassa sukulaisiaan Turussa.

Lexellin matka alkoi elokuussa 1781 kahdeksan päivän laivamatkalla Pietarista Preussin Stettiniin. Lähes puolitoista vuotta kestäneen retken antoisimpia pysähdyspaikkoja olivat Berliini, Leipzig, Göttingen, Kassel ja Mannheim, Strasbourg, Pariisi, Lontoo ja Oxford. Paluumatka Pietariin kävi Alan-komaiden ja Tanskan kautta Tukholmaan. Tukholmassa Lexell tapasi luotetun kollegansa Wargentinin ja Turussa sisarensa perheen viimeisen kerran ennen paluutaan Pietariin joulukuussa 1781.

Kirjeenvaihdossa tutuiksi tulneiden ja uusien kollegoiden tapamisen ohessa Lexell toimitti virallisia matkaraportteja Pietarin akatemialle sekä hankki ohjeiden mu-

kaan kojeita ja kirjoja Pietariin, Turkuun ja Tukholmaan. Hän havaivnoi myös valppaasti elämää, kävi taidelaitoksissa ja tarkkaili tapoja. Berliinissä hän näki teatterissa irlantilaisen Richard Sheridanin uuden näytelmän, joka on tähän päivään saakka ollut myös suomalaisten teatterien kantaohjelmistoa nimellä *Juurukoulu*. Aikalaisensa savonlinnalaisen Erik Laxmanin tehtävänimikettä (keisarillisen kabinetin mineraloginen matkailija) mukailien Lexelliä voi hyvällä syyllä kutsua tieteelliseksi matkailijaksi. Lexell otettiin kaikkialla hyvin vastaan (paitsi Fredrik II, joka ei myöntänyt hänelle audienssia). Lexell ei ollut tuntematon Ultima Thulesta tullut keltanokka, vaan arvostettu mestari, joka toi lisäksi muassaan uusimmat uutiset Leonhard Eulerista. Stén valaisee osuvasti, kuinka Lexell kertoo tapaamistaan henkilöistä kirjeissään ja pyrkii esittelemään heidät lukijalle aikakauden muotitieteen, fysiognomian, avulla. Siinä ihmisen luonnetta ja temperamenttia luettiin ulkonäöstä.

Lexell saapui Lontooseen toukokuussa 1881. Siellä odotti uutinen, joka jälleen sysäsi aktiivitutkijan hänessä liikkeelle. Muusikosta tähtitieteilijäksi muuttunut William Herschel oli runsas kuukausi aiemmin tarkastellut taivasta itse rakentamallaan teleskoopilla tutustuakseen tähtiin. Hän oli löytänyt kohteen, jota ei ollut luettelossa. Muutamaa iltaa myöhemmin kohde oli selvästi siirtynyt. Herschel totesi, ettei kohde ollut tähtien lailla pistemäinen, vaan ”outo sumumainen tähti tai ehkä komeetta”. (Pyrstöä ei ainakaan löytöhetkellä vielä näkynyt.) Lexell löysi myös vanhempia havaintoja koh-

teesta, jota oli pidetty tavallisena tähdenä. Laskelmillaan hän ensimmäisenä osoitti, että kohteen rata ei ollut komeetalle tyypillinen. Kohde liikkui ellipsiradalla kauempana Auringosta kuin yksikään tunnettu planeetta. Lexell arvioi uuden planeetan keskietäisyyden Auringosta 18,9-kertaiseksi Maahan verrattuna. Taivaankappale tunnetaan nykyisin Uranuksena. Sen keskietäisyys on 19,2 kertaa Maan keskietäisyys.

Lexell oli matkalta palattuaan tyytyväinen sen antiin, mutta Pietarissa häntä odottivat murheeliset ajat. Tiedeakatemia oli kriisissä. Leonhard Euler kuoli syyskuussa 1783, joulukuussa saapui tieto Pehr Wargentinin kuolemasta. Joulukuussa 1784 Lexellin oma elämä päättyi odottamatta.

Stén on tutkinut perusteellisesti kohteensa ja sijoittanut hänet monipuolisesti aikakautensa virtausten kenttään. Elämäkerta antaa oivallisen kuvan Anders Johan Lexellistä, hänen ajastaan ja sen tieteistä. Nimenomaan kirjeenvaihdosta paljastuvat Lexellin henkilökohtaisimmat ajatukset ja tuntemukset. Niistä paljastuu harvinaisen luova henki, kompleksinen, välistä hermoherkkä luonne, josta ei puutu purevuutta, kun kyseessä on inhimillisten heikkouksien havainnointi. Lexell on niitä harvoja varhaisia suomalaisia, jotka kuuluvat tieteen maailmanhistoriaan.

Kirjoittaja on tähtitieteilijä ja tieteen historioitsija.