

Suomalaiset auringonpimennystä tutkimassa

Tapio Markkanen

Maapallon ja maailmankaikkeuden mittasuhteiden selvittäminen on ollut luonnontieteiden keskeinen haaste vuosituhansien ajan. Suomalaiset tieteenharjoittajat ovat osallistuneet ponnistuksiin menestyksellisesti jo 1700-luvun puolivälistä alkaen ja vieneet siten osaltaan maatamme tieteen kansainväliseen eturintamaan ja yhteistyöhön.

Kun on mitattava välimatkoja, jotka ovat liian pitkiä kyynäräkepillä hallittaviksi, turvaututaan kolmiomittaukseen. Siinä maastoon mitataan verraten lyhyt perusviiva, jota sitten laajennetaan viivasta lähtevien kolmioketjujen kulmia mittaamalla ja trigonometrian avulla laskemalla. Näin voidaan selvittää mantereiden yli ulottuvia tuhansien kilometrien matkoja. Kolmiomittaus vaatii kuitenkin kiinteitä pisteitä kolmioiden kärjiksi, tyypillisesti korkeita paikkoja, kuten vuorenhuippuja, niin että ne näkyvät taivaanrannan yllä muutaman kymmenen kilometrin päässä sijaitseville toisille kärjille. Mutta miten päästään kolmioimaan tuhansien kilometrien mittaisten valtamerien ylitse? Kolmiot on viritettävä avaruuteen taivaankappaleiden avulla.

Tieteessä monet kiinnostavat kysymykset ovat ikivanhoja, ja usein niiden ratkaisemiseksi on ehdotettu varteenotettavia keinoja jo kauan sitten. Mutta usein periaatteeltaan erinomaisenkaan menetelmän käyttö ei ole ollut mahdollista joidenkin välttämättömien edellytysten jäätyä täyttymättä. Auringonpimennysten käyttö pitkien matkojen mittaamiseen on sellaisesta oivallinen esimerkki.

Menetelmän historia on pitkä. Antiikin tähtitieteilijät Hipparkhos ja Ptolemai os esittivät pimennysten havaitsemista maantieteellisten pituuksien mittaamiskeinoksi. Petrus Apianus ehdotti 1540 teoksessaan *Astronomicum Caesareum* käytettäväksi erityisesti auringonpimennystä. Pidemmälle kehitetty idea on kahden ja puo-

len vuosisadan takaa. Sen esitti yksi kaikkien aikojen suurimmista matemaatikoista ja tähtitieteilijöistä, sveitsiläissyntyinen Leonhard Euler, joka loi suuren osan uskomattoman laajasta tieteellisestä tuotannostaan Pietarin keisarillisessa tiedeakatemiassa.

Euler ehdotti 1700-luvun puolimaissa (*Theoria motus lunae*, 1753), että mantereiden väliä etäisyyksiä voitaisiin mitata tarkasti käyttämällä hyväksi täydellistä auringonpimennystä, joka kulkee valtameren poikki mantereelta toiselle. Kuten tunnettua, auringonpimennyksessä Maata kiertävä Kuu kulkee Auringon editse. Kuun heittämän varjokartion kärki pyyhkii maanpintaa lännestä itään tuhansien kilometrien tuntinopeudella noin 90 asteen matkan. Kiinteällä paikalla täydellinen pimennys kestää korkeintaan muutamia minuutteja.

Englantilainen Isaac Newton oli 1600-luvun lopulla esittänyt luonnontutkimuksen mullistaneen yleisen vetovoimalain. Se määrää kuinka taivaankappaleet, tähdet, planeetat ja kuut liikkuvat. Leonhard Euler itse vei tätä taivaanmekaniikaksi kutsuttua tieteenalaa monta pitkää askelta eteenpäin. Kuu kiertää Maata itse asiassa hyvin mutkikkaalla tavalla. Euler selvitti Kuun liikettä aiempaa tarkemmin, niin että Kuun nopeus tunnettiin nyt varsin täsmällisesti. Siitä Euler päätyi esittämään kaukana toisistaan sijaitsevien paikkakuntien välimatkan määrittämistä periaatteessa yksikertaisella keinolla. Mitataan täydellisen pimennyksen alkuhetki läntisemmässä ja sitten itäisemmässä havaintopaikassa. Kun näiden aikojen erotus kerrotaan Kuun varjon taivaanmekaniikasta tunnetulla nopeudella, saadaan havaintopaikkojen välimatka, joka siis voi olla tuhansia kilometrejä. Todella eleganttia, mutta kuten niin usein muissakin vastaavanlaisissa yrityksissä, menetelmä kompastui vaikeuteen määrittää kyllin tarkasti pimennyksen alkamishetki.

Eulerin idea tuli jälleen kiinnostavaksi vajaan kaksi vuosisataa myöhemmin, kun käytettäväksi tarjoutui kaksi merkittävää keksintöä, tiedonvälityksen mullistanut radio ja uuden taiteenlajin synnyttänyt elokuva. Puolalainen Tadeusz Banachiewicz kuvasi Ruotsin Lapissa 1927 täydellistä auringonpimennystä, ja tulosten perusteella uusi keino näytti mahdolliselta. Kuvaamalla pimennys kaksikymmentäneljä ruutua sekunnissa liikkuvalla filmille ja tallentamalla radion antama aikamerkki ääniraidalle saavutettaisiin riittävä ajanmääritystarkkuus. Filmiltä voitiin ajanhetket lukea noin sadasosasekunnin tarkkuudella, ja se vastaa maanpinnalla noin kymmenen – viidentoista metrin matkaa.

Geodeettisen laitoksen ensimmäinen johtaja Ilmari Bonsdorff päätti kehittää menetelmää todellisen keinon mantereiden etäisyyksien mittaamiseen. Ensimmäinen tilaisuus kokeiluun tarjoutui heinäkuun 9. päivänä 1945, jolloin täydellinen pimennys kulki Pohjois-Amerikan länsiosista Grönlannin ja Pohjois-Euroopan poikki Turkestaniin.

Suomessa valmistelut aloitettiin pari vuotta aikaisemmin jatkosodan aikana. Toimikuntaan kuuluivat puheenjohtajan, professori Ilmari Bonsdorffin lisäksi professorit Veikko Heiskanen, Jaakko Keränen, Erik Palmén, Karl Sundman ja Yrjö Väisälä, tohtorit Gustaf Järnefelt ja Eyvind Sucksdorff sekä sihteerinä tohtori Pentti Kalaja, siis maamme tuon ajan tähtitieteen, geodesian ja geofysiikan eturivin edustajia. Pitkien välimatkojen mittausmenetelmän kokeilun ohella valmisteltiin muitakin Auringon ja Maan fysiikkaa koskevia havainto-ohjelmia. Kaikkiaan vuoden 1945 pimennyksen havaintoihin osallistui suuri joukko maamme tutkijoita.

Valmistelussa pyrittiin kansainväliseen yhteistyöhön parhaillaan riehuvasta maailmanpalosta huolimatta. Erityisesti Veikko Heiskanen näyttää uskoneen lujasti, että tieteen universaalit arvot saavat suurvaltojen tutkijat toimimaan yhdessä vihollisuuksista huolimatta. Ajan todellisuudessa kuitenkin ratkaisivat toisenlaiset ihanteet. Vuoden 1945 pimennystoiminnan valmistelussa Suomi pääsi yhteistyöhön oikeastaan vain Ruotsin tutkijoiden kanssa, mutta sillä oli sodan eristämälle maallemme suuri merkitys. Suomen lisäksi havaintoja tehtiin Ruotsissa ja Kanadassa.

Pimennyksen kuvaaminen ei käynyt kuitenkaan päinsä tavanomaisella elokuvauskalustolla, vaan laitteisto vaati huomattavan määrän

kehitystyötä ja monien teknisten yksityiskohtien ratkaisemista. On kiinnostavaa panna merkille, että teollisuus tuki jo tuolloin sanan varsinaisessa mielessä perustutkimusta. Suomi-Filmin toimitusjohtaja, ohjaaja, 120 näytelmäelokuvan ja 2000 lyhytelokuvan tuottaja Risto Orko osallistui innolla kuvauslaitteiston kehittämiseen. Elokuvakameroiden eteen tarvittavat kaukoputket valmisti Yrjö Väisälä Turussa.

Geodeettinen laitos varusti kaksi retkikuntaa, toisen Pentti Kalajan johdolla Pohjanlahdella, Kokkolan edustalla sijaitsevalle Poroluodolle, toisen tohtori Uuno Pesosen johdolla Kangaslammin Kurenlahteen. Kummankin retkikunnan käytössä oli kaksi kameraa, toinen ilmiön suoraan kuvaamiseen, toinen pimennyksen täydellisen vaiheen alkaessa näkyvän leimahdusspektrin kuvaamiseen. Leimahdusspektri ilmestyy yhtäkkiä, kun Kuu on kokonaan peittänyt Auringon pinnan ja vain Auringon kaasukehän sisäosat jäävät näkyviin. Tätä äkillistä ilmiötä voitiin käyttää pimennyksen täydellisen vaiheen alun tarkkaan ajoitukseen.

Havaintopaikat, Kangaslampi ja Poroluoto, valittiin pimennyksen keskilinjalta, jotta pimennys kesti mahdollisimman pitkään – runsaan minuutin. Painavan kaluston saattoi veraten helposti kuljettaa ja pystyttää paikoille, jotka voitiin vaivatta liittää kolmioverkkoon. Kangaslammin valintaan saattoi vaikuttaa syy, joka nykypäivän yltäkylläisyyteen tottuneelle ei heti juolahda mieleen. Kangaslammin Mankilansaarella syntyneelle Veikko Aleksanteri Heiskaselle seutu oli tuttu. Ehkäpä hän tiesi, että lähistön taloissa retkikunta, jossa oli ulkomaidenkin edustusta, saisi sodanjälkeisen pulan ja säännöstelyn oloissa hyvän majoituksen ja ylläpidon viikkoja kestäneiden valmistautumis- ja havaintotyövaiheiden aikana. Noiden päivien sanomalehtikirjoitukset antavat aihetta uskoa, että niin asia oli.

Valmistelujen ja harjoitusten jälkeen koitti heinäkuun yhdeksäs. Pimennys osui iltapäivään, täydellinen vaihe alkoi Poroluodolla 16.04, Kangaslamilla 16.09, Savonlinnassa 16.11. Englannin Greenwichin kuninkaallisen Rygbyn aikamerkkiaseman tätä tarkoitusta varten lähettäminä ja ruotsalaisen Motalan ja Lahden radioasemien välittämänä Poroluodolle ja Kangaslamille. Aamupäivän mittaan taivaalle kertyneet pilvet synnyttivät ahdistusta tutkijoissa, mutta havaintoja seurannut innokas tähtiharrastaja ja Ursan varhaisvuosien keskeinen hahmo, taidemaalari ja Kansallisteatterin lavastaja Matti Warén rauhoit-

teli kumppaneitaan vakuuttamalla olevansa sellainen taivaanluuta, että pilvet kyllä ajoissa häipyisivät. Niin tapahtuikin jo ennen puolta päivää, ja täydellisen pimennyksen havainnot saatiin tehdyiksi. Retkikunta kirjasi käyntinsä muiston kallioon, jossa on luettavissa teksti "Auringonpimennysretkikunta 9.7.1945". Vaikka havaintopaikan koordinaatit ovat tallessa, kirjoitus olisi tuskin helposti löytynyt, ellei sitä olisi tietoisesti vaalittu. Koulupoikana retkikuntaa avusti Paavo Tuovinen, jonka perheen mailla havainnot tehtiin. Paavo Tuovinen on kuuden vuosikymmenen ajan uskollisesti huolehtinut, ettei kallion kirjoitus ole peittynyt karikkeen ja sammaleen alle, vaan on edelleen esillä ja tullut nyt muistomerkin osaksi.

Atlantin valtameren leveys mitataan

Kangaslammin ja Poroluodon havainnot osoittivat menetelmän toimivan ja antoivat perusteita jatkaa työtä. Kaksi vuotta myöhemmin sopiva pimennys kulki jälleen Atlantin poikki, nyt Etelä-Amerikasta päiväntasaajan Afrikkaan. Sotaa seuranneiden vuosien taloudellisessa niukuudessa ponnistelevasta Suomesta löytyi taitoa ja voimavaroja lähettää matkaan kaksi retkikuntaa, nyt entistä paremmiksi kehitetyin havaintovälinein. Toinen matkusti tohtori R. A. Hirvosen johdolla Brasiliaan Bocaiúvan rautatien päätepisteeseen, noin 600 kilometriä Rio de Janeiron pohjoispuolelle. Tohtori T. J. Kukkamäen retkikunta puolestaan matkusti Ghanaan, silloiselle Kultarannikolle, josta havaintopaikaksi valittiin Banan kylän viereinen kukkula, noin 70 kilometriä Ghanan pääkaupungin Accran pohjoispuolella.

Vuoden 1947 pimennys tapahtui toukokuun 20. päivänä. Matkaan lähdettiin lavoilla maaliskuussa, jotta olisi aikaa pystyttää tilapäinen havaintoasema ja valmistautua lyhyeen, mutta intensiiviseen havaintorupeamaan. Kuljetusvaikeuksia kohdattiin, ja kummallakin retkikunnalla oli ongelmia radioaikamerkin kuuluvuuden kanssa, mutta kaikki toimi havaintohetken koittaessa. Sää suosi molempia, ja kun havainnot kotimaahan palattua käsiteltiin, saatiin Bocaiúvan ja Banan välinen 5458,8 kilometrin matka mitatuksi ennen näkemättömällä 141 metrin tarkkuudella. Suhteellisena tarkkuutena se on $2,6 \times 10^{-5}$ eli 2,6 sadastuhannesosaa. Kuun reunan topografian epämääräisyys rajoitti edelleen mittauksen tarkkuutta. Jos vuosikymmentä myöhemmin julkaistu kuukartasto olisi ollut

käytössä, tarkkuus olisi puristunut vielä kolmasosaan saavutetusta. Geodeettinen laitos julkaisi hankkeen tulokset vuonna 1954.

Vuonna 1954 sattui jälleen sopiva pimennys, ja Suomi lähetti sitä varten retkikunnan Gotlantiin ja Norjan rannikolle. Suomalaispanos oli voimakas myös Yhdysvaltojen retkikunnissa, sillä Ohion valtionyliopisto lähetti peräti neljä retkikuntaa, kaksi Labradoriin, yhden Grönlantiin ja yhden Iraniin. Syynä amerikkalaiseen innostukseen oli, että V. A. Heiskanen oli silloin Ohion yliopiston geodesian professori ja tutkimuslaitoksen johtaja. Grönlannin retkikuntaa johti T. J. Kukkamäki. Nyt käytössä oli aiempiin ponnistuksiin verrattuna ruhtinaalliset voimavarat. Sää asettui kuitenkin vastahankaan, kuten niin monesti tähtitieteellisten havaintohankkeiden yhteydessä historian aikana. Tuloksia ei 1954 saatu.

Lokakuun 4. päivänä 1957 alkoi uusi aika-kausi ihmisen lähettämien satelliittien myötä, ja niin auringonpimennysten käyttö suurten etäisyyksien mittauksessa korvautui seuraavan vuosikymmenen aikana tehokkaammilla ja tarkemmilla menetelmillä. Uusien menetelmien luomisessa suomalaiset tutkijat ovat edelleen kulkeneet kansainvälisessä eturintamassa. Nykyisillä keinoilla esimerkiksi mannerlaattojen liikkeitä voidaan seurata millimetrin tarkkuudella.

Suomalaisten retkikuntien muistomerkki

Muutama vuosi sitten syntyi ajatus, että tämä suomalaisten pimennysretkikuntien saavutus ansaitsee kuuden vuosikymmenen jälkeen muistomerkin. Muistomerkin tekijäksi kutsuttiin kuvanveistäjä, professori Lauri Anttila, joka on monissa teoksissaan pohtinut ihmisen ja kosmoksen suhdetta (muistomerkistä enemmän: ks. Lauri Anttilan kirjoitus seuraavalla sivulla).

Muistomerkki paljastettiin Varkaudessa Kangaslammin Kurenlahdella 9.7.2005 klo 16, kun pimennyshavainnoista oli kulunut 60 vuotta. Se luovutettiin Varkauden kaupungille julkisena taideteoksena säilytettäväksi ja ylläpidettäväksi.

Kirjoittaja on professori ja Suomen yliopistojen rehtorien neuvoston pääsihteeri. Hän toimi muistomerkkitoimikunnan puheenjohtajana. Kirjoitus perustuu teoksen paljastuspuheeseen Kurenlahdella 9.7.2005.