

Pannukakusta geoidiksi

POUTANEN, MARKKU (2003; toim.). Maan muoto. *Ursan julkaisuja* 86. 176 s.

Samoslaisen Pythagoraan arvellaan keksineen Maan pallomaisen muodon jo runsaat 500 vuotta ennen ajanlaskumme alkua. Ajatus pallomaisuudesta voi olla vanhempiakin, sillä muinaiset kreikkalaiset merenkävijät olivat saattaneet saada viitteitä asiasta jo ennen Pythagorasta. Joka tapauksessa antiikin ajoista alkaen vallitsi tieteellinen käsitys, jonka mukaan pallon muotoinen Maa sijaitsi liikkumattomana maailmankaikkeuden keskipisteessä ja kaikki taivaankappaleet kiersivät sen ympäri. Näistä väittämistä kaksi viimeisintä on saanut väistyä, mutta ajatus Maan muodosta on osoittautunut lähes oikeaksi ja tarvinnut vain pientä tarkennusta.

Tarkentaminen kävi mahdolliseksi, kun painovoimalle oli saatu täsmällinen teoria ja kun saatiin selville, että Maa pyöri akselinsa ympäri. Vaikka oppineisto oli hyväksynyt ajatuksen Maan pallonmuotoisuudesta, se ei saavuttanut yleistä hyväksyntää vielä pitkään aikaan. Esimerkiksi Uusi testamentti kirjoitettiin useita vuosisatoja ajanlaskumme alun jälkeen, mutta silti sen kirjoittajat pitivät Maata litteänä tai peräti nelikulmiona. Samanlainen käsitys vallitsi myös kiinalaisten ja mayojen keskuudessa. Maailmanympäripurjehdukset ja viimeistään satelliittien ottamat kuvat ovat kuitenkin osoittaneet kiistatta, että Maa on pyöreä planeetta. Silti käsitystä liitteestä puolustaa vieläkin pieni eksentrikkojen joukko.

Maan nykyisin tunnetuista ulottuvuuksista on saatu tarkempia tietoja suurta tarkkuutta edellyttävien geodeettisten mittausten avulla. Näistä mittauksista vastaa Suomessa Geodeettinen laitos. Sen 70 vuotta täyttäneelle emeritusylijohtajalle Juhani Kakkurille on omistettu Suomen tähtitieteellisen yhdistyksen Ursan julkaisema teos, joka käsittelee monipuolisesti Maan muotoa ja sen selvittämiseen liittyvää historiaa. Markku Poutasen toimittama kirja koostuu yhteensä 14 geodesian, geofysiikan ja tähtitieteen tutkijan kirjoittamasta artikkelista, jotka välittävät lukijalle perusteellisen kuvan siitä, millainen Maan muoto on ja millaisia menetelmiä sen selvittämiseen on tarvittu.

Mittaustiedon karttuessa kuva Maan muodosta on vähitellen tarkentunut. Nykyisin tiedämme, ettei Maa olekaan tarkasti ottaen pallon muotoinen. Pannukakun litteästä Maasta tuli ensin pallo, sitten ellipsoidi ja nykyisin planeettaamme kutsutaan geoidiksi, jonka pinnan poikkeamat tekevät siitä mukuraisen.

Teoksen mukaan poikkeama pallonmuotoisuudesta paljastui sattumalta 1670-luvulla Marsiin kohdistuneiden mittausten yhteydessä. Tuolloin ranskalainen fyysikko Jean Richer havaitsi nykyisessä Ranskan Guyanassa lähellä päiväntasaajaa, että mittausretkikunnan heilurikello jätätti yli kaksi minuuttia vuorokaudessa, vaikka kello oli tarkistettu huolellisesti ennen matkalle lähtöä. Tästä Richer päätteli, että Maan vetovoiman täytyi olla päiväntasaajalla pienempi kuin kellon lähtöpaikassa Pariisissa, vaikka Maan pyörimisestä aiheutuva keskipakoisvoimakin otettaisiin huomioon. Asia selittyi sillä, että etäisyys

Maan keskipisteeseen oli päiväntasaajalla suurempi kuin Pariisissa. Havainto oli kuitenkin ongelmallinen siksi, että Maa otaksuttiin tuolloin palloksi.

Vähän myöhemmin Isaac Newton esittikin teoreettisiin laskelmiin perustuen, että maapallo oli navoiltaan litistynyt pyörähdykselliseksi, jonka litistyneisyyden arvo oli 1/230. Teorian todistamiseksi tehdyt mittaukset antoivat kuitenkin ristiriitaisia tuloksia. Niinpä kiistan ratkaisemiseksi päätettiin tehdä uusia ja entistä tarkempia mittauksia. Tässä astui Suomikin kuvaan mukaan, sillä 1730-luvulla Ranskasta saapui Tornionjokilaaksoon 15-jäseninen tieteellinen retkikunta, jota johti kreivi Pierre-Louis Moreau de Maupertuis. Retkikunnan tehtävänä oli selvittää yhden leveysasteen pituinen matka maapallon pinnasta. Tämä tapahtui tekemällä geodeettisia mittauksia noin sadan kilometrin matkalla Tornion ja Pellon välillä ja suorittamalla linjan päätepisteissä tarvittavat tähtitieteelliset mittaukset maantieteellisten leveyspiirien selvittämiseksi. Toinen retkikunta teki vastaavat mittaukset Perussa lähellä päiväntasaajaa. Saatuja tuloksia vertaamalla pyrittiin sitten määrittämään Maan muodon mahdollinen poikkeama pallost.

Kirjassa kuvataan mielenkiintoisesti Maupertuisin retkikunnan työskentelyyn liittyviä ongelmia. Esimerkiksi kesäiset sääski- ja paarmaparvet eivät antaneet mittaajille hetkenkään rauhaa. Talvella haittasivat paukkuvat pakkaset. Välillä lämpötila oli niin alhainen, että ainoastaan paloviina pysyi sulana – yli 40 asteen pakkasilla jopa konjakkijäätyi lämmittämättömissä huoneissa ja juomakuppi tarttui herkästi kiinni janoa sammuttavan huuliin. Maupertuis oli paitsi laaja-alainen tutkija ja tiedemies myös mainio seurannpitäjä, jonka runoilun ja soiton taidot saivat paikalliset naiset ihastumaan häneen. Kaksi heistä jopa lähti Maupertuisin mukaan retkikunnan palatessa Pariisiin.

Nykyisin Maan muotoa ei mitata pelkästään maanpinnalla tehtävillä geodeettisilla mittauksilla, vaan apuun ovat tulleet satelliitit, jotka tuottavat nopeasti tarkkaa geodeettista tietoa maapallosta. Mannerten välisiä etäisyyksiä voidaan mitata satelliittilasereiden avulla jopa senttien tarkkuudella. Näin saadaan tietoa myös mannerlaattojen liikkeistä ja maapallon pinnan muutoksista.

Vanhan määritelmän mukaan geodesia on tieteenala, joka tutkii Maan kokoa ja muotoa. Nykypäivänä geodesia on paljon muutakin. Uusiksi tutkimuksen haasteiksi ovat nousseet monet ympäristönmuutokseen liittyvät kysymykset kuten ilmaston lämpeneminen, merenpinnan nousu ja niiden globaalit ja paikalliset muutokset. Suomessa geodeettiset mittaukset ovat olleet keskeisessä asemassa selvittäessä maankohoamisen alueellisia piirteitä. Maamme kartoitukseen perustana on Geodeettisen laitoksen vuosina 1919–1987 mittaama ensimmäisen luokan kolmioverkko. Satelliittipaikannuksella saadaan nykyisin maannousustakin tarkkaa tietoa. Muutaman vuoden mittausarjalla päästää nyt tulokseen, jonka saaminen edellytti ennen vuosikymmeniä veväitä painovoiman mittauksia.

Teoksen loppuun on liitetty lyhyt katsaus Maan ulko-
pölsisen planeettakunnan muotoihin. Saamme tietää,

että hitaasti pyörivät Merkurius ja Venus ovat pallomaisimpia kun taas suuret kaasujättiläiset Jupiter, Saturnus, Uranus ja Neptunus pyörivät paljon Maata nopeammin ja sen vuoksi poikkeavat muodoltaan vahvasti pallost. Mars muistuttaa litistyneisyydeltään eniten Maata, ja oma Kuummekin on selvästi navoiltaan litistynyt. Planeettakunnan epäsäännöllisimmät muodot löytyvät sen pienimmiltä jäseniltä, asteroideilta, komeettojen ytimiltä ja planeettojen kuilta. Kaikkein suurimmat asteroidit ovat lähes pyöreitä, mutta pienet ovat miltei poikkeuksetta hyvin epäsäännöllisiä.

Maan muoto tarjoaa lukijalle kiintoisan kuvauksen maapallomme muodon mittauksen historiasta ja menetelmistä geodesian ja geodeettien näkökulmasta. Maa ei ole staattinen ja pysyvä, vaan monet prosessit muovaavat sen muotoja jatkuvasti. Sen vuoksi tarkkoja mittauksia

tarvitaan edelleen. Muotojen ja niissä tapahtuvien muutosten tunteminen on tärkeässä asemassa myös vastaisia ympäristömuutoksia selvitettäessä.

Teos on sujuvasti kirjoitettu ja mielenkiintoinen. Se tarjoaa runsaasti tietoa monista Maan geofysikaalisista ominaisuuksista ja on suositeltavaa luettavaa kaikille geotieteiden opiskelijoille ja harrastajille. Vaikka jotkut kirjan kohdat vaativat avautuakseen jonkin verran aihepiirin perustietoja, on teksti pääosin helppolukuista. *Maan muoto* on jälleen erinomainen lisä Ursan julkaisemaan oppi- ja tietokirjojen sarjaan.

MATTI TIKKANEN

*Maantieteen laitos,
Helsingin yliopisto*