

Maan ytimestä avaruuteen

ILMO KUKKONEN

Suomalainen tiedeakatemia järjesti viime vuonna 100-vuotisen taipaleensa juhlistamiseksi useita tilaisuuksia ja symposiumeja, yksi näistä keskittyi geotieteisiin. *Maan ytimestä avaruuteen* -symposiumin esityksistä on koottu tiivis paketti perustietoa maapallon synnystä, rakenteesta ja prosesseista sekä ympäristön tilan, eritoten ilmaston muutoksesta. Edelleen kirja kurkottaa avaruuteen ja tarkastelee planeettaamme yhtenä aurinkokunnan kappaleista ja pohtii mahdollisuuksia löytää elämää muualta aurinkokunnasta ja maailmankaikkeudesta.

Kirjaan on koottu 19 artikkelia, joiden kirjoittajina ovat suomalaiset eturivin tutkijat. Monet heistä ovat tunnettuja myös tieteen kansantajuistamisesta. Kirjan lähes kaikenkattavaa aihepiiriä ei ole ollut helppo puristaa yksien kansien väliin, mutta tämän kokoomateoksen toimittaneet Ilmari Haapala ja Tuija Pulkkinen ovat onnistuneet tehtävässään hyvin. Useiden kirjoittajien teksteistä kootut teokset kärsivät aina tyylien ja tekniikoiden vaihteluista, mutta *Maan ytimestä avaruuteen* kuitenkin vain vähän.

Kirjan monitieteisyys on yksi sen vahvoista puolista. Tästä teoksesta löytää perustiedot niin

maapallon synnystä, Suomen kallioperän laattatektonisesta historiasta kuin ilmastomuutokseen vaikuttaneista tekijöistä tuhansien vuosien aikajanalla tai ihmisen seuraavasta suuresta harppauksesta Marsiin.

Maapallon ja Fennoskandian varhaista historiaa valaistaan kolmella artikkelilla. Lauri J. Pesonen ja Mary-Juen Sohn kirjoittavat supermantereista. Ainakin neljä kertaa maapallon historian aikana ovat mantereet koontuneet valtaviksi supermantereiksi, ja näiden satoja miljoonia vuosia kestäneiden jaksojen aikana on myös Suomen kallioperä muodostunut. Nyt mantereet ovat hajallaan pitkin maapallon pintaa, mutta kirjoittajat ennakoivat uuden supermantereen muodostuvan noin 500 miljoonan vuoden päästä. Raimo Lahtinen tarkastelee Suomen kallioperän kehitystä ja esittää uusimpia tulkintoja laattojen liikkeistä ja törmäyksistä Fennoskandian alueella 2700–1500 miljoonaa vuotta sitten. Tapani Rämö kertoo mineraalien isotooppianalyysiin perustuvista ikämääritysmenetelmistä. Suomen vanhimmat kivet ovat Pudasjärveltä, jossa Siuruan gneissin ikä on lähes 3500 miljoonaa vuotta. Tämä on kivelle korkea ikä, sillä koko maapallon ikä on 4550 miljoonaa vuotta. Pekka Nurmi, Pasi Eilu ja Saku Vuori tekevät yhteenvedon Suomen kal-

Maan ytimestä avaruuteen

Ajankohtaista suomalaista
geo- ja ympäristötieteellistä tutkimusta

Toimittaneet Ilmari Haapala ja Tuija Pulkkinen

► Ilmari Haapala ja Tuija Pulkkinen
(toim.): Maan ytimestä avaruuteen.

Ajankohtaista suomalaista geo- ja ympäristötieteellistä tutkimusta. Suomen Tiedeseura, 2009, 246 s. 30 €. Kirjaa myy Tiedekirja, Hki, Kirkkokatu 14 ja kirjakaupat.

lioperän mineraalisista luonnonvaroista. Suomessa on merkittäviä nikkeli-, platina-, kulta-, kromi-, kupari-, sinkki-, rauta- ja kupariesiintymiä. Niiden jalostaminen ja hyödyntäminen on ollut ja on edelleen tärkeä osa kansantaloutta. Malmien synty on osa kallioperän yleistä historiaa ja liittyy tulivuoritoimintaan, laattojen törmäykseen, muinaisten poimuvuoristojen muodostukseen ja sedimenttien kerrostumiseen jo kauan sitten kadonneiden merien pohjalle. Pekka Heikkinen kertoo artikkelissaan, kuinka maankuoren rakennetta tutkitaan käyttäen seismisiä aaltoja läpivalaisemaan kallioperää kymmenien kilometrien syvyydeltä. Suomessa maankuori on poikkeuksellisen paksu Oulun eteläpuolisella alueella, keskimäärin 53 km ja Outokummun alueella jopa yli 60 km.

Juhani Kakkuri käsittelee artikkelissaan yhtä Suomen luontoon ratkaisevalla tavalla vaikuttanutta prosessia, jääkauden jälkeistä maannousua. Jääkauden jälkeen noin kaksi kolmasosaa Suomen nykyisestä pinta-alasta oli veden peitossa, mutta maa alkoi nopeasti kohoata mannerjään sullettua. Kohoaminen jatkuu hitaana edelleen ja Pohjanmaan rannikkoalueella maannousu on noin sentin vuodessa. Vielä 1700-luvulla oletettiin, että maannousu johtuisi merenpinnan alenemisesta, kunnes jääkausiteoria syrjäytti nämä käsitykset. Merenpinnan korkeusvaihtelun tutkimus ja varsinkin sen tulevaisuuden ennustaminen liittyvät läheisesti nykyisen maannousun tutkimukseen, sillä ilmaston lämpiämisen mahdollisesti sulattaessa jäätiköitä, merenpinta nousee. Kytkenät merenpinnan korkeuden ja jäätiköiden sulamisen välillä eivät ole kuitenkaan suoraviivaisia, sillä jäätiköstä sulava vesi painaa merenpohjaa alemmas, mikä vipuaa mantereita vastaavasti ylemmäs.

Matti Leppäranta on tutkinut Itämeren muutoksia ja käynnissä olevan ilmastomuutoksen vaikutuksia meille tärkeän meren talviolosuhteisiin. Itämeren ja sen lahtien jäätyminen tapahtuu entistä myöhemmin ja jäiden lähtö entistä aikaisemmin. Ennuste on, että vuonna 2100 keskimääräisenä talvena vain

Perämeri ja Suomenlahden pohjukka jäätyisivät. Pentti Mälkki ja Matti Perttilä tarkastelevat Itämeren vedenvaihtoa ja Tanskan salmien kautta ajoittain tulevia suolavesipulsseja. Ne ovat tärkeitä Itämeren syvänteiden veden happipitoisuuden kannalta. Suolavesipulsseja on vuoden 1984 jälkeen esiintynyt vain kahdesti, mikä on omalta osaltaan vaikuttanut vaikeasta ravinnekuormituksesta kärsivän Itämeren veden laatuun. Suolavesipulssien harvinaistumisen syytä ei tunneta. Matti Perttilän kirjoitus meren hiilidioksidista valaisee merien merkitystä hiilidioksidin globaalissa kierrossa ja sen sitomisessa.

Ilmastomuutoksesta on kirjassa viisi artikkelia. Matti Saarnisto käsittelee ilmastomuutoksia jääkauden jälkeisenä aikana, siis noin 10 000 vuoden aikajaksolla. Ilmastossa on tapahtunut merkittäviä muutoksia, osa varsin äkillisiäkin. Ilmastomuutosten tärkeimmät tekijät tänä aikana ovat olleet maapallon radan ja pyörimisakselin vaihtelut, jotka voidaan tarkasti laskea, mutta toisaalta myös auringon säteilyenergian muutokset ja tulivuorten tuhkapäätöt, joita ei tunneta samalla tarkkuudella. Markku Kulmala toteaa artikkelissaan, että nykyinen ilmastomuutos on kenties suurin ihmisen aiheuttama ympäristömuutos. Hänen edustamansa aerosolitutkimus on tärkeä osa tutkittaessa ilmaston muutosmekanismeja ja niiden keskinäisiä kytkentöjä. Pekka Kauppi kirjoittaa metsien suurmuutoksesta ja esittää, että maailman metsien luontaisen elpymisen avulla sitoutuu huomattavia määriä hiilidioksidia. Metsäpolitiikka on siten ilmastopolitiikka. Jouni Räisänen kirjoittaa, että kasvihuoneilmaston voimistuessa Suomen ilmasto muuttuu talvella lauhemmaksi, kesällä lämpimämmäksi ja että sademäärä tulee kasvamaan. Esko Kuusisto kirjoittaa yhdestä maapallon kenties tärkeimmästä luonnonvarasta, vedestä, ja sen riittävydestä. Ilmaston muutos ja väestönkasvu aiheuttavat tulevaisuudessa tilanteen, jossa

vesivarat eivät nykyisellä kasvuvauhdilla tule riittämään.

Kirjan neljännessä osiossa tarkastellaan maapalloa kolmantena kivenä auringosta. Heikki Nevanlinna ja Hannu Koskinen käsittelevät artikkeleissaan avaruussäätä, jolla tarkoitetaan niitä avaruuden olosuhteita, jotka vaikuttavat ihmisen laitteisiin maan päällä tai avaruudessa. Avaruussää syntyy maapallon magneettikentän ja auringon hiukkastuulen yhteisvaikutuksesta. Esim. radioyhteydet ja GPS-satelliittipaikannus ovat avaruussäälle herkkiä. Auringon aktiivisuus vaihtelee 11 vuoden jaksossa ja juuri nyt on menossa hyvin hiljainen kausi. Markku Poutanen yhdistää avaruusgeodesiaa käsittelevässä artikkelissaan Etelämantereen, ruotsinlaivat, Jukolan viestin ja lähijunan Kirkkonummelle. Kaikissa näissä hyödynnetään nimittäin joitain satelliittitekniikoita. Satelliittisovellutusten avulla voidaan mitata mm. mannerten liikkeitä tai jäätiköiden sulamista. Risto Pellisen artikkelissa on otettu päämääräksi Mars. Mars on lähinaapurimme, jonka kylmien kivialueiden olosuhteet ovat vähitellen selviämässä varsinkin planeetalle lähetettyjen avaruusluotainten avulla. Miehitetty lento Marsiin voi olla totta vielä meidän aikanamme. Harry J. Lehto kertoo miten elämän merkkejä tällä hetkellä etsitään aurinkokunnan eri kappaleilta ja kuinka maankaltaisten planeettojen olemassaoloa arvioidaan muilta tähdiltä, sillä niiden suoraan havaitsemiseen ei vielä ole menetelmiä.

Maan ytimestä avaruuteen on erinomainen kokoomateos ja päivittää nopeasti lukijan tiedot monilta geotieteen tutkimuksen alalta. Suosittelen kirjaa kaikille maapallostaan kiinnostuneille.

ILMO KUKKONEN

Kirjoittaja on geofysiikan dosentti