

# Sininen planeetta

Juhani Kakkuri

**James F. Luhr (päätoimittaja): *Maapallo. Suomenkielisen laitoksen päätoimittaja Matti Tikkanen. Karttakeskus, Helsinki 2007. 520 s.***

Karttakeskuksen toimittama *Maapallo*-kirja koostuu viidestä pääosasta. Niistä ensimmäinen käsittelee Maata kokonaisuutena, seuraavat kolme osaa – mantereet, meret ja ilmakehä – maapallomme elinympäristöjä ja viides eli viimeinen mannerlaattoja karttapiirroksin.

## *Maapallo*

Kun Maa muodostui 4 560 miljoonaa vuotta sitten, se oli kuumasta kiviaineesta koostunut taivaankappale. Ainekset, joista se koostui, olivat perintöä aikaisemmilta tähtisukupolvilta. Aluksi Maa oli ainakin osittain sula. Sulaminen joihtui osaksi ankarasta meteoriittipommituksesta, osaksi painovoiman aiheuttamasta puristumisesta ja osaksi radioaktiivisten ainesosien hajoamisesta, siis prosesseista, joissa kehittyi lämpöä. Tarvittiin satoja miljoonia vuosia, ennen kuin Maan sisäosat saavuttivat lämpötilan, jossa rautasuli. Siitä alkoi prosessi, jossa Maalle kehittyi kerroksellinen rakenne, sisimmäksi rautanikkeliydin, sen päälle suhteellisen raskaita alkuaineita sisältävistä silikaattimineraaleista vaippa ja päällimmäiseksi keveähdöistä silikaateista kuori.

Elämä sikisi maapallomme merissä osapuulle neljä miljardia vuotta sitten. Mantereita ei silloin vielä ollut. Vanhimmat solujen fossiilit ovat ainakin 3,5 miljardin vuoden ikäisiä. Ne ovat jäänteitä kaikkein yksinkertaisimman tason organismeista ja vastaavat nykyisiä bakteereita ja sinibakteereita, siis sellaisia yksisoluisia eliöitä, joilla ei ole tumaa. Yhteisesti niitä kutsutaan prokaryooteiksi. Aitotumalliset eli eukaryoottiset solut ilmestyivät maapallon meriin suunnilleen 2,2 miljardia vuotta sitten. Monisoluisien eliöiden osalta evoluutio käynnistyi hiljalleen vasta hapellisissa olosuhteissa. Vanhimmat tunnetut paljain silmin havaittavat monisoluiset eliöt ovat peräisin proterotsooisen eonin päättäneeltä ediakarakaudesta 580 miljoonan vuoden takaa Ne olivat litteähdöjä, tavallaan kaksiulotteisia eliöitä, joista suurimmat olivat varsin kookkaita.

Arvokasta tietoa Maan varhaisvaiheista saa-

daan meteoriiteista ja muista aurinkokunnan kappaleista. Maankuoren kivet, mineraalit ja fossiilit puolestaan kertovat myöhemmistä tapahtumista, esimerkiksi mannerlaattojen liikkeistä ja maankuoren pintaosien kehityksestä. Maan sisäinen rakenne, kivilajit, mineraalit ja luonnonvarat esitellään teoksen maapallo-osassa yksityiskohtaisesti, samoin tuliperäinen toiminta ja maanjäristykset, maannokset, rapautuminen, eroosio, kerrostuminen ja massaliikunnot sekä vesistöjen ja ilmakehän keskeiset ilmiöt. Asteroidi-iskujen synnyttämistä eri-ikäisistä impaktikraattereista on kuvaus valokuvineen, samoin yleisesitys tektonisista laatoista, joiden hidaskäyttö on miljardien vuosien aikana avannut ja sulkenut valtameriä ja sekoittanut mannerten järjestystä. Tekstejä havainnollistavat selkeät piirroksiset ja yksityiskohtaiset kartat.

## *Mantereet*

Meret peittävät pysyvästi valtaosan maapallomme pinnasta antaen sille sinisen värin. Merenpinnan yläpuolelle kohoavat vain mantereet ja saaret, joiden muoto ja maantieteellinen sijainti ovat laattaliikunnoissa aikojen saatossa suuresti muuttuneet. Elämää on maapallon lähes joka kolkassa, jopa sedimenttikerrosten ja kallioperän onkaloissa useiden kilometrien syvyydessä. Maan kaikki prosessit ovat jatkuvasa vuorovaikutuksessa keskenään.

Vuoristot ja yksittäiset tulivuoret ovat maankuorta muokkaavien tektonisten voimien synnyttämiä maanpinnan muotoja. Niistä kirjassa on laajahko selostus valokuvineen. Muita merkkejä tektonisista voimista ovat siirros- ja maanjäristysvyöhykkeet mannerlaattojen reunoilla. Erityyppisiä siirroksia ja niihin liittyviä maanjäristyksiä kirja kuvaa yksityiskohtaisesti useilla sivuillaan. Maanjäristysten ja laaja-alaisten maanvyöryjen synnyttämät tsunamit, merten vaarallisimmat tuhoaalot, se sen sijaan sivuuttaa muutamalla lyhyellä maininnalla.

Jokia ja järviä on kaikkialla aavikoita lukuun ottamatta. Niiden osuus makeista pintavesistä on pieni mutta elintärkeä. Joet ovat huomattava eroosiovoima, joka uurtaa syviä rotkolaaksoja vuoristoalueille ja rahtaa sedimenttiainesta vuorien rinteiltä meriin. Useimmat joet ovat padottuja. Suurimpien jokien padot ovat valtavia

teknillisiä rakennelmia, jotka tuottavat viidenneksen maailman sähköstä. Monissa maissa tekoaltaisiin varastoidaan vettä myös kasteluvedeksi.

Noin neljä viidesosaa maapallomme makeasta vedestä on jäätyneenä ympäri vuoden. Sitä on vuoristo- ja mannerjäätiköissä, korkeimpien vuorien lakipeitteessä, napa-alueiden jääkentissä, jäävuorissa ja periglasiaalisissa routamuodostumissa. Jäämeressä kelluva jääpeite on keskimäärin 5–7 metriä paksu. Jäätiköistä suurimmat, Grönlannin ja Etelämantereen mannerjäätiköt, käsittävät 96 prosenttia kaikesta jäätiköiden peittämästä manneralasta. Niiden huokosissa on kemikaaleja, ilmaa ja pölyä, jotka välittävät tutkijoille tietoa jopa satojen tuhansien vuosien takaisista ilmastomuutoksista.

Metsät puolestaan peittävät noin kolmasosan mannerten pinta-alasta. Eri puolilla maapalloa kasvaa erityyppisiä metsiä, esimerkiksi korkeilla pohjoisilla leveysasteilla boreaalisia havumetsiä, lauhkeilla vyöhykkeillä lehti- ja sekametsiä ja tropiikissa sademetsiä. Metsät tarjoavat kasvupaikkoja kasveille sekä ravintoa ja suojaa monenlaisille eläimille. Niillä on keskeinen rooli veden ja hiilen kiertokulussa. Ne parantavat ilmanlaatua ja ehkäisevät maaperän köyhtymistä ja eroosiota. Nykyisin luonnontilaisia metsiä uhkaa hävitys, sillä ihminen raivaa niitä asutusta ja teitä varten yhä kiihtyvällä vauhdilla. Teollisuus puolestaan riistää niitä ryöstöhakkuilla erityisesti tropiikissa.

Kosteikot ovat tärkeitä ekosysteemejä. Ne ylläpitävät monimuotoista kasvistoa ja eläimistöä, erityisesti vesilintuja. Kosteikko on mikä tahansa veden kyllästävä tai ajoittain tulviva maa-alue, jota peittää suokasvillisuus. Niitä on kaikkialla maailmassa siellä, missä valunta on estynyt, samoin suurien jokien tulvatasangoilla ja suistoissa. Koska suuria alueita kuivatetaan asuma-alueiksi tai maa- ja metsätalouskäyttöön, ovat kosteikot vaarassa vähentyä.

Maapallolla on myös laajoja aavikoita ja ruohostoja. Aavikot ovat kaikille tuttuja loputtomasti kumpuilevista hiekkadyyneistä, kamelikaravaaneista ja eroosion muovaamista mitä merkillisimmistä kalliomuodostumista, ruohostot taas aroista ja savanneista. Ruohostot peittävät paksun, hedelmällisen maaperän alueita, missä sademäärä vaihtelee kausittain ja kasvukausi on 120–200 päivää. Sademäärä, joka on liian vähäinen metsänkasvulle, on riittävä ylläpitämään savanneille ja aroille tyypillistä kasvillisuutta.

Tundrat ovat arktisilla alueilla puurajan

yläpuolella tavattavia matalakasvuisia kasvilisuusalueita. Tuulen tuivertama tundra on suuren osan vuodesta jäässä, mutta keväisin ohut maan pintakerros sulaa. Kesät ovat lyhyitä ja kiihkeitä auringon paistaessa läpi vuorokauden. Tundran kaltaista kasvillisuutta esiintyy myös puurajan yläpuolella vuoristoissa.

## *Maapallomme vesivaippa*

Maa on ainutlaatuinen taivaankappale laajojen veden peittämien alueiden ja hapellisen ilmakehän vuoksi – ainakin aurinkokunnassa. Meret peittävät maapallon pinta-alasta noin 70 prosenttia.

Merenpohja on monin paikoin vuoristojen peitossa. Näistä mahtavimpia ovat levenemiselänteet, jotka kaikkine haaroineen muodostavat 75 000 kilometriä pitkän vuorijonon. Merenpohjalla on myös saarikaaria syvänmeren hautoineen, samoin yksittäisiä tulivuoria ja merivuoria. Kauttaaltaan merenpohja on mantereihin verrattuna nuorta, enintään 200 miljoonan vuoden ikäistä, sillä viimeistään sen ikäisenä se uppoaa vaippaan.

Tektonisesti aktiivisten alueiden lisäksi merenpohjalla on rauhallisia alueita. Niitä ovat mannerjalustat, jotka kuuluvat laajempaan mantereita reunustavaan mannerreunukseen, ja abysssaalitasangot, jotka hallitsevat syvänmeren alueita mannerreunuksen ja keskiselänteiden välillä.

Vesi kiertää kaikkialla valtamerissä, sekä pintakerroksessa että syvyyksissä. Virtausten takana ovat lunisolaariset vuoksiavoimat, auringonsäteilyn lämmittämä ilmakehä ja merenpinta, lämpenemisestä johtuvat tuulet, coriolisliike ja monet muut tekijät, jotka vaikuttavat pintavesien lämpötilaan, suolaisuuteen ja tiheyteen.

Merten erilaisista elinympäristöistä mainitakoon koralliriutat, jotka peittävät maapallon merialueita noin 600 000 neliökilometrin laajuudelta. Riuttaa rakentavat korallit voivat elää ainoastaan matalissa, kirkkaissa vesissä, missä on saatavilla runsaasti auringonvaloa, veden lämpötila on vähintään +18 °C ja suolaisuus 36 promillea. Monet erilaiset stressitekijät voivat vahingoittaa tai jopa tuhota koralliriuttoja. Osa vaurioista johtuu ihmisen toiminnasta, osa jäätiköiden sulamisen aiheuttamasta merenpinnan noususta. Luontaisia häiriöitä aiheuttavat useat korallisairaudet, trooppiset myrskyt ja erilaiset saalistajat, kuten papukajakala, kotilo ja piikäs meritähti.

## Ilmakehä

Ilmakehä on maapallomme ympäröivä kaasukehä. Sillä on kerroksellinen rakenne. Kerrokset ovat kemialliselta rakenteeltaan jokseenkin toistensa kaltaisia, mutta niiden tiheys laskee korkeuden kasvaessa. Alin kerros, troposfääri, ylläpitää elämää, ja koska siinä tapahtuvat myös auringonlämmön aiheuttamat sääilmiöt, se on ilmakehän tärkein kerros.

Ilma koostuu pääasiassa kolmesta kaasusta, nimittäin typestä, hapestä ja argonista, joiden osuudet pysyvät tasaisina. Ilma sisältää myös vaihtelevan määrän vesihöyryä. Lisäksi siinä on vähän hiilidioksidia, neonia, heliumia, metaania, kryptonaa, vetyä, dityppioksidia, hiilimonoksidia, ksenonia ja otsonia. Näiden osuus ilman tilavuudesta on osapuilleen neljä promillea.

Ilmakehällä on kyky läpäistä saapuvaa auringonsäteilyä ja samalla estää Maasta lähtevää lämpösäteilyä. Tämän niin sanotun luonnollisen kasvihuoneilmion vaikutuksesta maapallon pintalämpötila on keskimäärin + 15 °C. Tärkeimmät lämpösäteilyä estävät kaasut ovat vesihöyry, hiilidioksidi, metaani ja otsoni. Ilman saastuessa näiden pitoisuudet kasvavat ilmakehässä. Tämä vahvistaa kasvihuoneilmiota ja todennäköisesti tulee nostamaan maapallon keskilämpötilaa useilla asteilla tulevan sadan vuoden aikana.

Ilmamassat ja merivedet ovat jatkuvassa liikkeessä. Maapallonlaajuiset ilmapirtaukset muodostavat ilmakehän yleisen kiertoliikkeen, joka siirtää lämpöä päiväntasaajalta korkeammille leveysasteille ja viileää ilmaa kohti tropiikkia. Järjestelmä koostuu kolmesta erillisestä solusta, joissa esiintyvät tuulivyojhykkeet eli vallitsevat tuulet liikkuvat valtameren pintavesiä synnyttäen merivirtoja.

Kohti päiväntasaajaa ja sieltä pois virtaavan ilman reitti kaartuu pohjoisella pallonpuoliskolla oikealle ja eteläisellä vasemmalle. Tämä johtuu Maan pyörimisestä vastapäivään, mikä vuoksi alapuolinen maanpinta liikkuu eri nopeudella kuin maanpinnan ylitse virtaava ilmassa. Ilmiötä sanotaan coriolisilmioiksi.

Ilmastossa esiintyy eri aikaväleihin heilahtelua, joka johtuu ilmanpaineen jakautumisen jaksottaisesta vaihtelusta. Tällaista ilmastosykliä edustaa esimerkiksi Pohjois-Atlantin oskillaatio, jota merkitään kirjainyhdistelmällä NAO. Se aiheutuu Azorien korkean ja Islannin matalan ilmanpaine-erosta. Vielä tunnetumpi on El Niño, jolla tarkoitetaan Tyynellämerellä päiväntasaajalla 2–7 vuoden välein tapahtuvaa meren vir-

taussuunnan kääntymistä. Se alkaa vaikuttaa joulukuun alussa. Syytä ovat eteläisellä Tyynellämerellä tapahtuvat ilmanpaineen muutokset, niin sanottu eteläinen oskillaatio. Tavallisesti eteläisen Tyynenmeren itäosassa vallitsee korkeapaine ja länsiosassa matalapaine. Tämä saa aikaan pasaatituulet, jotka ruokkivat Eteläistä päiväntasaajavirtaa kuljettaen lämmintä vettä Etelä-Amerikasta kohti Indonesiaa. Seurauksena on kaatosateita Indonesiassa ja äärimmäistä kuivuutta Perun ja Pohjois-Chilen rannikolla. El Niñon myötä tämä ilmanpaine-ero heikkenee ja kääntyy, mistä seuraa myös pasaatituulen kääntymisen. Tämä aiheuttaa Perussa ja Chilessä rankkasateita, mikä saa aavikot kukkimaan. Indonesiassa taas kärsitään kuivuudesta, johon liittyy pahoja metsäpaloja.

## Uhkakuvia

Edellä esitetyn lisäksi *Maapallo*-kirjassa on paljon ajankohtaista tietoa monenlaisista asioista, jotka vaikuttavat elinolosuhteisiin sinisellä planeetallamme. Sellaisiin kuuluu kasvihuoneilmiö erilaisine seurauksivaikutuksineen.

Noin puolet maapallon väestöstä asuu nykyisin kaupungeissa, ja kaupunkiväestön määrä kasvaa nopeasti väkiluvun kasvun myötä. Kaupungit ovat liikenteen, kaupan ja teknologian keskuksia. Niiden asema nyky-yhteiskunnissa on niin tärkeä, että kaukaisimmatkin maaseutualueet on valjastettava tuottamaan ruokaa, raaka-aineita ja energiaa kaupunkien kasvavaan tarpeeseen. Kaupungit paitsi kattavat asfaltilla yhä suuremman osan maapallon pinta-alasta myös muuttavat ilmastoja. Ne muodostavat paikallisia lämpösaarekkeitä ja täyttävät ilmakehän päästöillä, joita syntyy valtavasta energiankulutuksesta.

## Lopuksi

*Maapallo*-teos on käännös englanninkielisestä alkuteoksesta *Earth*. Se on sujuvasti suomennettu hakuteos, jossa on runsaasti lähiavaruutta ja maapalloa, maantiedettä, geofysiikkaa ja geologiaa koskevia asiatietoja. Teos on epäilyksettä kuluva kirjasyksyn mielenkiintoisimpia ja hyödyllisimpiä tietokirjoja. Sen käyttöä helpottaa laajahko sanasto tärkeimmistä geotieteellisistä käsitteistä, samoin laaja asiahakemisto.

*Kirjoittaja on geodeettisen laitoksen entinen ylijohtaja ja professori.*