

Geologien kertomaa jääkausista

KOIVISTO, MARJATTA (2004; toim.). *Jääkaudet*. 233 s. Werner Söderström, Porvoo.

Suomen järeää peruskalliota peittävä maaperä on syntynyt pääosin viimeisimmän jääkauden seurauksena. Tämän Weiksel-jääkautena tunnetun kylmän ilmastovaiheen kestäessä Suomi peittyi useita kertoja paksun mannerjään alle. Viimeinen jäätiköityminen muotoili maamme maankamaran pinnanmuodot suunnilleen nykyisen kaltaiseksi. Jäätiköitymisen kestäessä ja jään sulamisvaiheissa kerrostuivat kivennäismaalajit, joista yleisin on moreeni. Jäätiköltä tulevat sulamisvedet kerrostivat runsaasti myös hiekkaa ja soraa, joista syntyivät maamme ainutlaatuiset harjut. Maan kohotessa merestä aallokko ja tuuli ovat paikoin muovanneet maanpintaa, mutta maiseman perusrunko syntyi kuitenkin jäätikön ja sen sulamisvesien vuotoilemana.

Jääkauden jäätiköiden vaikutukset ovat nähtävissä paljon Suomea laajemmalla alueella. Jäätiköt peittivät laajimmillaan noin 30 prosenttia maapallon maapinta-alasta. Nykyjäätiköiden osuus on vain noin 10 prosenttia, ja sekin pääosin Antarktiksien ja Grönlannin mannerjäätiköiden ansiosta. Jäätiköiden jättämiä merkkejä on löydetty jopa trooppisesta Afrikasta, sillä mantereet ovat vaeltaaneet laattaliikuntojen kuljettamina erilaisissa ilmasto-työhykkeissä. Tiedot vanhimmista jääkausista ovat yli

kahden miljardin vuoden takaa. Viimeisin jääkausiaika, pleistoseeni, alkoi yli kaksi miljoonaa vuotta sitten. Siinä on ollut useita kylmiä jääkausia ja niiden välisiä lämpimiä jaksoja, interglasiaaleja, joista yhtä parhaillaan elämme. Suomen maaperäkerrostumista löytyy todisteita ainakin kolmesta jääkaudesta, joista vanhimmat 300 000 vuoden takaa. Vaikka nykyisin keskustellaan lähinnä ilmaston lämpenemisestä, on uusi, laajaan jäätiköitymiseen johtanut jääkausi nykytietämyksen mukaan edessä viimeistään 60 000 vuoden kuluttua.

Geologian professori Matti Sauramon teos *Suomen luonnon kehitys jääkaudesta nykyaikaan* julkaistiin vuonna 1940. Yli 60 vuodessa tietämys jääkausista ja luonnon kehitysvaiheista on kasvanut valtaisesti. Vaikka aihepiiriä käsitteleviä teoksia on myöhemmin julkaistu useitakin (esim. Rankama 1964; Eronen 1991; Taipale & Saarnisto 1991; Salonen ym. 2002), on varmasti paikallaan, että tutkimuksen uusimmat tulokset esitetään jälleen kirjan muodossa. Marjatta Koiviston toimittama *Jääkaudet* koostuu 29 luvusta, joiden kirjoittajia ovat hänen ohellaan pääosin Geologian tutkimuskeskuksen tutkijat.

Maapallon pitkstä kehityshistoriasta on voitu osoittaa lukuisia kylmiä ja pitkiä ilmastovaiheita, joiden aikana maanpintaa ovat peittäneet laajat jäätiköt. Kirjassa näiden vanhimpien jääkausien käsittelyyn uhrataan kuitenkin vain muutama sivu, vaikka Suomestakin on löydetty

merkkejä näistä vanhimmista jääkaudesta. Esimerkiksi Enon Urkkavaaran kivettynyt moreeniaines, tilliitti, on noin 2,3 miljardin vuoden takaa. Samaan jääkausiaikaan liittyviä kivettyneitä kerrostumia on löydetty muualtakin Pohjois-Karjalasta ja Kainuusta sekä Venäjän Karjalasta ja Kuolan niemimaalta, mikä kuvastaa jäätiköitymisen olleen laajaa. Nämä kerrostumat ovat syntyneet kylmässä ilmastovaiheessa, jota Pohjois-Amerikassa on kutsuttu Huron-jääkaudeksi.

Teoksessa keskitytään viimeisen jääkausiajan viimeisimmän jäätiköitymisvaiheen, Veiksel-jääkauden sekä sen jälkeisen ajan ja tapahtumien tarkasteluun. Kvartaarikautisilla jääkausilla on eri alueilla eri nimet. Suomessa erotetaan kolme jääkautta: Elster, Saale ja Veiksel, joiden väliin jäävät interglasiaalit Holstein ja Eem. Alppien alueen Günz-, Mindel-, Riss- ja Würm-jääkausia vastaavat Pohjois-Amerikassa Nebraska, Kansas, Illinois ja Wisconsin. Kirjan mukaan viimeisen jääkauden mannerjäätiköt eivät peittäneet Suomea yhtäjaksoisesti, vaan välillä oli lämpimämpiä interstadiaalivaiheita, joiden aikana ainakin osa maa-alueista oli jäästä vapaata mammuttiaroa. Tästä todistavat useiden mämmuttilöytöjen luista tehdyt ajoitukset, joista nuorimmat ajoittuvat 22 500 vuoden taakse. Jäätömistä vaiheista kertovat myös moreenin peittämät orgaaniset sedimenttikerrostumat, jollaisia on löydetty yli sadasta kohteesta. Löytöpaikat sijaitsevat pääosin Pohjanmaalla ja Pohjois-Suomessa, missä jäätikön kulutus on ollut heikointa.

Suurimman laajuutensa Veiksel-jääkauden mannerjäätiköt saavuttivat noin 20 000–18 000 vuotta sitten, mutta silloinkaan jäätiköt eivät levittäytyneet niin laajalle kuin Elster- ja Saale-jääkausien aikana. Teoksen mukaan Veiksel-jääkaudessa on erotettavissa ainakin neljä jäätiköitymisvaihetta ja kaksi interstadiaalia. Noin 18 000 vuotta sitten koko pohjoista Eurooppaa peittänyt, parhaimmillaan 2–3 kilometriä paksu jäämassa alkoi kuitenkin nopeasti sulaa. Sulaminen ei tapahtunut tasaisesti, vaan jäätikön reuna vetäytyi tai eteni ilmaston vuorotellen lämmetessä ja viiletessä. Hyvin lämpimän Alleröd-kauden aikana jäänreuna oli jo siirtynyt Suomen etelärannikolle noin 13 000 vuotta sitten. Jääkauden katsotaan päättyneeksi 11 590 vuotta sitten, jolloin mannerjään reuna alkoi vetäytyä Toiselta Salpausselältä ja Baltian jääjärvi laski valtameren tasoon. Ikien yhteydessä teoksessa on käytetty pelkästään kalibroituja kalenterivuosia, jotka antavat vanhastaan tuttuihin radiohiili-ikiin tuntuvaan ikälisän.

Varsinaisen jääkauden päätyttyä huomattavaa osaa Suomesta peitti edelleen jäätikkö ja kesti vielä 1 400 vuotta, ennen kuin jään reuna siirtyi lopullisesti Tornionjokilaaksosta Ruotsin puolelle. Sen lopullisesta perääntymisestä tosin esiintyy kirjassa hiukan erilaisia lukuja. Jäätikön sulamista käsittelevässä luvussa sanotaan jään reunan vetäytyneen Suomesta noin 10 000 vuotta sitten (s. 81). Dyynejä käsitellessä kuitenkin kerrotaan, että ne alkoivat kehittyä mannerjään vetäytyttyä 9 800–9 300 vuotta sitten (s. 109), kun taas toisaalla sanotaan Suomen alueen olleen täysin jäätön jo 10 200 vuotta sitten (s. 206). Kirjassa tuodaan esille myös, että geologien käyttämä termi *jäätikön perääntyminen* on hieman harhaanjohtava, jäätikkö kun ei ryömi taaksepäin kuten sanasta voisi päätellä. Jää voi virrata vain eteenpäin kohti reunojaan ja reuna siirtyy taaksepäin silloin, kun reunavyöhyke sulaa etenemistä nopeammin.

Noin 3 000 vuotta kestäneen jäätikön häviämisen eli deglasiation päävaihetteä täsmennettyne ikineen esitetään selkeästi. Lukijalle kerrotaan, että sulamiseen liittyy useita pysähdysvaiheita ja ainakin kaksi etenemisvaihetta. Salpausselät ja Keski-Suomen reunamuodostumat saavat tarkat syntyikänsä, samoin Pielisjärven reunamuodostuma, joka on kirjan mukaan syntynyt samanaikaisesti Kolmannen Salpausselän kanssa. Hiukan jäin kaipaamaan tarkempaa karttakuvaa jäänreunan asemista deglasiation eri vaiheissa. Ruotsin mallin mukaisesti jopa sadan vuoden välein esitettäviin jäänreunan asemiin ei ilmeisesti Suomessa ole vielä riittävästi aineistoa käytettävissä.

Jääkauden päätyttyä ja jään väistyttyä esillä olivat jäätikön ja sen sulamisvesien synnyttämät geomorfologiset muodostumat. Niitä ja jääkauden jälkeisellä ajalla syntyneitä pinnanmuotoja ja kerrostumia kuvataan useissa luvuissa. Jäätikön kuluttamia kalliopinnan muotoja esitellään lyhyen tekstin sekä korkeatasoisten kuvien ja piirrosten avulla. Mahtaville Salpausselille on kirjassa omistettu lähes parikymmentä sivua. Tämä on perusteltua, koska Salpausselät ovat aina olleet tärkeä kiinnekohta maanpinnan muotoihin ja Itämeren kehitykseen liittyvälle tutkimukselle. Salpausselkien merkitystä kohottaa myös se, että niissä on noin puolet Suomen sora- ja hiekkavaroista eli yli 20 miljardia kuutiometriä ja se, että ne sisältävät runsaasti pohjavettä. Myös yleisintä maalajia moreenia ja sen muotoja kuvataan teoksen useassa luvussa.

Pinnanmuotojen myöhempään kehitykseen suuresti vaikuttaneen Itämeren vaiheita käsitellään yhdessä luvussa, jossa on kuitenkin melkoisesti horjuvuutta. Ensinnäkin Itämeren eri kehitysvaiheita kuvaavissa kartakkeissa esitetään kunkin vaiheen koko kesto-aika, vaikka kuvassa on esillä vain tietyn ajankohdan tilanne. Kestihän esimerkiksi Litorinameri-vaihe kirjan mukaan noin 5 000 vuotta ja rantaviiva siirtyi tuona aikana huomattavasti. Tekstissä väitetään, että ”Perämerellä [mikä tarkoittanee Perämeren ympäristöä] Litorinamerestä ei näy rantavalleja ja muita merkkejä, koska maankohoaminen on ollut niin nopeaa, ettei vesi ole ehtinyt kuluttaa rantaa”. Kuitenkin on yleisesti tunnettua, että esimerkiksi Siikajoen ja Oulujoen seuduilla on poikkeuksellisen runsaasti rantavalleja alekkaisina sarjoina aina Rokuanvaaralta nykyiselle rannikolle saakka.

Luvun kirjoittajalla näyttää olevan käsitys, että ranta-merkkien syntymisen edellytyksenä on transgressio tai ainakin vedenpinnan pysyminen samalla tasolla joitakin satoja vuosia. Kuitenkin rantamuotoja voi syntyä jopa yhden poikkeuksellisen voimakkaan myrskyn seurauksena, kun olosuhteet (kuten rannan kaltevuus ja suhde ulappaan sekä rannan materiaali) ovat suotuisat. Samalla tavoin voimakkaat myrskytuulet yhdistettynä syviin matalapaineisiin ovat helposti voineet aiheuttaa hetkellisiä 2–3 metrin vedenpinnan nousuja ja tuoda suolaista merivettä pilvevineen jo merestä irti kuroutuneisiin altaisiin. Siinä ei erityistä Itämeren transgressiota tarvita, kuten kirjassa yhteen havaintoon perustuen näytetään uskovan. Sen sijaan ohitetaan ne lukuisat altaiden kuroutumiseen ja rannansiirtymiseen liittyvät tutkimukset Suomen rannikoilta, joissa ei ole löytynyt stratigrafisia merkkejä Litorinameri-vaiheen ensimmäisen transgression jälkeisistä vedennousuista. Ei niitä löytynyt geologian tuoreessa väitöskirjassakaan, jossa kohteena oli hitaan maannousun alue Kaakkois-Suomessa ja Karjalan kannaksella (Miet-

tin (2002). Vanhanaikaiselta tuntuu puolestaan 1900-luvun alkupuolen morfologisissa rantatutkimuksissa käytettyjen Litorinameren alavaiheiden esittely.

Olisin odottanut, että Suomen luonnon kaksi peruselementtiä, suot ja järvet, olisivat saaneet omat lukunsa. Soista tosin kerrotaan jonkin verran sinänsä oivallisesti kirjoitetussa kasvillisuuden vaiheita käsittelevässä luvussa ja järvien kehitykselle uhrataan sivu Itämeren käsitteilyn yhteydessä. Järviä koskevassa tekstissä on kuitenkin kosolti toivomisen varaa. Lukijalle ei oikein hahmotu missä järjestyksessä lasku-uomat kuivuivat, vedenpinnat kohosivat, järvet tulvivat ja uudet uomat syntyivät. Saimaan lasku-uomista puhuttaessa unohdetaan Vuoksen edeltäjä Kärjenlammen uoma ja Matkuslammen uoman kerrotaan johtavan Puulaan ja sieltä Kymijokeen. Kuitenkin Puulan pinta oli tuolloin (kuten nykyäänkin) kymmenkunta metriä Saimaata ylempänä! Asiantuntemusta tekstin tarkastukseen olisi varmasti löytynyt Geologian tutkimuskeskuksestakin.

Kirjan loppukevennyksenä kerrotaan geologiaan liittyvistä kansanuskomuksista ja pohdiskellaan muun muassa kysymystä Suomen suurimmasta saaresta. Esitys, ettei reittivesien saartama Soisalo olisikaan Suomen suurin saari tai saari ylimalkaan, koska vedenpinta on saaren eteläpuolella muutaman metrin pohjoispuolta alempana, tuntuu oudolta. Eihän esimerkiksi Niagaran putousten yhteydessä olevaa Grand Islandin saarta ole asetettu kyseenalaiseksi, vaikka vedenpinta sen pohjoispäässä on yli 50 metriä ylempänä kuin putousten alapuolisella rannalla. Vesijaosta Kokemäenjoen ja Kymijoen reitteihin lähtevien purojen rajaama ”Etelä-Suomen saari” taas tuntuu vähintäänkin keinotekoiselta. Yhtä hyvin löytyy varmasti yhteyksiä vaikkapa Suomenselän ojitettujen suomaiden kautta Pohjanlahteen ja Suomenlahteen virtaavien latvurojen välillä.

Teoksen lopussa on kattava hakemisto sekä luettelot lähdekirjallisuudesta ja kuvien ja piirrosten lähteistä. Kirjallisuusluettelo on melko niukka, eikä edes kaikkia teoksessa käytettyjen karttojen lähdeoteoksia tai artikkeleita ole mainittu. Kuvienkin lähteissä on puutteita. Esi-

merkiksi sivun 74 Itämeren ylintä rantaa esittävän karttakuvan tekijät on merkitty seuraavan sivun valokuvan ottajiksi eikä kartalle löydy lainkaan tekijää.

Silti *Jääkaudet* sisältää paljon hyvää ja kaunista. Siinä on runsaasti uutta tietoa mielenkiintoisella ja havainnollisella tavalla tarjoiltuna. Kirjan kuvitus on loistava ja piirrokset korkeatasoisia. Erityisesti valokeilassa on Veiksel-jääkauden viimeinen vaihe 25 000–10 000 vuotta sitten, jolloin Suomi sai jäätikön uurtamat muotonsa. Lähes jännityskertomuksen tavoin lukijalle kerrotaan mitä tapahtui jäätikön alla tai reunalla ja miten elollinen luonto palasi jään ja veden alta paljastuneelle maankamaralle. Samoin pohditaan jäätiköitymisen ja ilmastovaihtelun syitä. Kirjan käyttöä esimerkiksi yliopistollisena oppikirjana heikentää kuitenkin sen paikoin hieman vaihtelevantasoinen teksti sekä siihen sisältyvät puutteet ja suoranaiset virheet.

KIRJALLISUUS

- Eronen, M. (1991). *Jääkausien jäljillä*. 271 s. Ursa, Helsinki.
- Miettinen, A. (2002). Relative sea level changes in the eastern part of the Gulf of Finland during the last 8000 years. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae, Geologica-Geographica* 162. 100 s.
- Rankama, K. (1964; toim.). *Suomen geologia*. 414 s. Kirjayhtymä, Helsinki.
- Salonen, V.-P., M. Eronen & M. Saarnisto (2002). *Käytännön maaperägeologia*. 236 s. Kirja-Aura, Turku.
- Sauramo, M. (1940). *Suomen luonnon kehitys jääkaudesta nykyaikaan*. 286 s. WSOY, Porvoo.
- Taipale, K. & M. Saarnisto (1991). *Tulivuorista jääkausiin*. 416 s. WSOY, Porvoo.

MATTI TIKKANEN
Maantieteen laitos,
Helsingin yliopisto