

Riku Raitala

Espoon kallioperän synty

Nykyinen maisemamme

Kallioperän vaikutus espoolaiseen luonnonmaisemaan on näkyvä. Espoolaiseen maisemaan oleellisena osana kuuluvat loivasti aaltoilevat pellot, niitä lävistävät joet ja pelloista jyrkästi korkealle kohoavat kalliot. Kallion jyrkänteet jatkuvat alaspäin paikoin jopa kymmeniä peltojen alapuolelle. Peltoalueiden saviset ja hienoaineksiset maalajit tasoittavat kallioperän alavia, usein rikkonaisia ruhjelaaksoja kätkien alleen kallioperämme arpisimmat syvänteet. Kallioperän syvimmistä ja pisimmistä rotkoista on espoolaisessa maisemassa parhaiten näkyvissä monet vanhat joet ja kallion rotkoissa olevat järvet.

Kallioperän pitkiin rotkoihin ovat muodostuneet Mankinjoen, Espoonjoen, Suomenojan, Gräsanojan ja Monikonpuron uomat. Espoonjoen kanssa samassa kallioperän ruhjeessa ovat Lippajärvi ja Pitkäjärvi. Muita komeita esimerkkejä kallioperän ruhjelaaksojen järvistä ovat Nuuksion Pitkäjärvi ja Velskolan Pitkäjärvi. Meren rannikon suuret muodot kuten Espoonlahti, saaret ja Laajalahti ovat kallioperän muotoutumisen määräämiä.

Näkyvään luonnonmaisemaan voimakkaasti vaikuttavat kallioperän ominaisuudet ja muodot ovat syntyneet moninaisissa geologisissa prosesseissa. Espoon kallioperän erittäin pitkässä historiassa ovat viimeisimmän jääkauden aiheuttamat merkit ja maanpinnan muodot vaikuttaneet merkittävästi nykyiseen ympäristöömme. Viimeisimmän jääkauden mannerjäätikkö on vetäytynyt Espoon alueelta noin 13 000 vuotta sitten. Kuitenkin on hyvä muistaa espoolaisen kallioperämme syntyneen ja muovaantuneen jo 1880 - 1650 miljoonaa vuotta sitten. Jo tuolloin ovat kallioperäämme syntyneet ne kivilajit ja rakenteet, joita ihailemme nykyisin Espoon kauniin jylhänä ja kallioisena topografiana.

Etelä-Suomen kallioperän synty

Espoossa olevan kallioperän eli maapallon kuorikerroksen muovaantuminen nykyiseksi on seurausta monista suurista kivisten mannerlaattojen liikkumisesta sulan maapallon vaippakerroksen päällä. Etelä-Suomen kallioperän synnyttäneet ja muovanneet prosessit kuuluvat svekofenniseen vuorijononmuodostukseen, joka oli aktiivisimmillaan 1900-1850 miljoonaa vuotta sitten. Tapahtumat liittyvät koko maapallon, ja erityisesti sen kuorikerroksen pitkään ja yhä jatkuvaan kehitykseen.

Koko Etelä-Suomen kallioperän syntyyn liittyy merkittävästi käsitys, jonka mukaan noin 1900 miljoonaa vuotta sitten olleessa muinaisessa valtameren pohjassa oli useita tulivuorien ja tulivuori-saarten muodostamia saaristoja. Valtameren pohjana olivat ohuen merellisen laatan saumakohdista ja raoista merenpohjaan purkautuneet basalttiset laavat, tulivuoren tuhkasta ja heitteleistä koostuvat sedimentit sekä nopean rapautumisen aiheuttamat hienoaineksiset sedimentit. Tällaisia merialueita on nykyään esimerkiksi Indonesian, Filippiinien ja Japanin alueilla. Tämä tuliperäinen valtameren pohja alkoi pian muodostumisensa jälkeen työntyä merellisenä mannerlaattana kohti vieressään olevaa 2 500 miljoonaa vuotta vanhaa, paksua ja jäykkää mantereista maankuorta. Nykyään tämä vanha mantereinen kuori on näkyvissä Iisalmen, Kuopion ja Ilomantsin alueilla.

Merenpohjanlaatan puristuminen johti tuliperäisten kivilajien muovaantumiseen ja liuskettumiseen. Mannerlaattojen yhteen puristuminen aiheutti mannerlaattojen osittaista sulamista ja repeilyä. Monet graniittiset kivet ja migmatiitit eli seoskivet syntyivät, kun kivisulaa pääsi nousemaan maapallon sulasta vaippaosasta kivikehän rakoja ja repeämiä myöten ylöspäin. Tämä muovaantuminen ja hiertyminen on svekofennisen vuorijononmuodostuksen päävaihe (1880-1850 miljoonaa vuotta sitten). Sen perintönä näemme nykyisin monissa espoolaisissa kivilajeissa liuskeisuuden, joka aiheuttaa kiviä

rikottaessa niihin liuskemaisen tai kiilamaisen lohkeavuuden. Mannerlaattojen törmäyksen ja yhteen puristumisen jatkuessa rupesi uusi, voimakkaasti muovattu svekofenninen mannerlaatta repeilemään. Etelä-Suomessa nykyisin näkyvissä oleva mannerlaatta repeili sekä vaaka-, että pystysuuntaisina siirrospintoina, joita myöten alkoivat mannerlaatan kappaleet liikkua toistensa lomitse päällekkäin ja sivuttain. Siirrossaumat tai mantereiden repeämät olivat (ja ovat edelleenkin) Etelä-Suomessa erittäin pitkiä ja merkittäviä liikuntasauvoja. Tällaisia liikuntasauvoja ovat nykyään hyvin näkyvissä olevat Turku-Mikkeli-, Helsinki-Kökar-, Pori-Mikkeli- ja Hiidenmaa-Mikkeli-siirros. Näillä kaikilla siirroksilla on lisäksi useita haaroja, jotka jakavat Etelä-Suomen kallioperän viuhkamaisesti. Siirrospinnat ovat nykyisessä maanpinnassa jyrkkäasentoisia. Ne on käsitettävä leveähköinä (noin 100 m - 5 km) vyöhykkeinä. Siirrospintoja myöten on maan vaipan ja kivisen mannerlaatan välistä noussut lisää kivilajia korkealle maan kuorikerrokseen. Mannerlaattojen yhteen puristuminen väheni noin 1850 miljoonaa vuotta sitten.

Espoon kallioperä repeää ja syntyy uusia kivilajeja

Espoossa olevat karkearakeisten graniittien ja graniittisten juonikivien synty kuuluu juuri tähän muinoin (1850 miljoonaa vuotta sitten) tapahtuneeseen svekofennisen mannerlaatan äärimmäiseen venytykseen ja siitä aiheutuneeseen repeilyyn ja graniittisen kivilajin tunkeutumiseen maankuoreen. Punaiset graniitit ja niihin liittyvät seoskivet muodostavat 700 km pitkän ja 200 km leveän vyöhykkeen Tukholman saaristosta aina Laatokan pohjoispuolelle. Maininnan arvoista on myös rapakivimagmaattis-vaiheeseen (1650 miljoonaa vuotta sitten) kuuluvan Bodomin- ja Upinniemen rapakivigraniittien kivilajin tunkeutuminen maankuoreen läpi Hiidenmaa-Mikkeli-siirroksen. Bodomin ja Upinniemen rapakivigraniitit osoittavat Espoossa olevan Etelä-Suomen merkittävimmän maapallon kuorta halkovan siirroksen. Hiidenmaa-Mikkeli-siirros ja sen sivuhaarat ovat todennäköisesti aktiivisia nykyäänkin ja tulevaisuudessa. Espoon komeat järvet (Nuuksion Pitkäjärvi ja Pitkäjärvi) sekä meren rannikon suuret muodot kuten Espoonlahti ovat Hiidenmaa-Mikkeli-siirroksessa ja sen haaroissa.

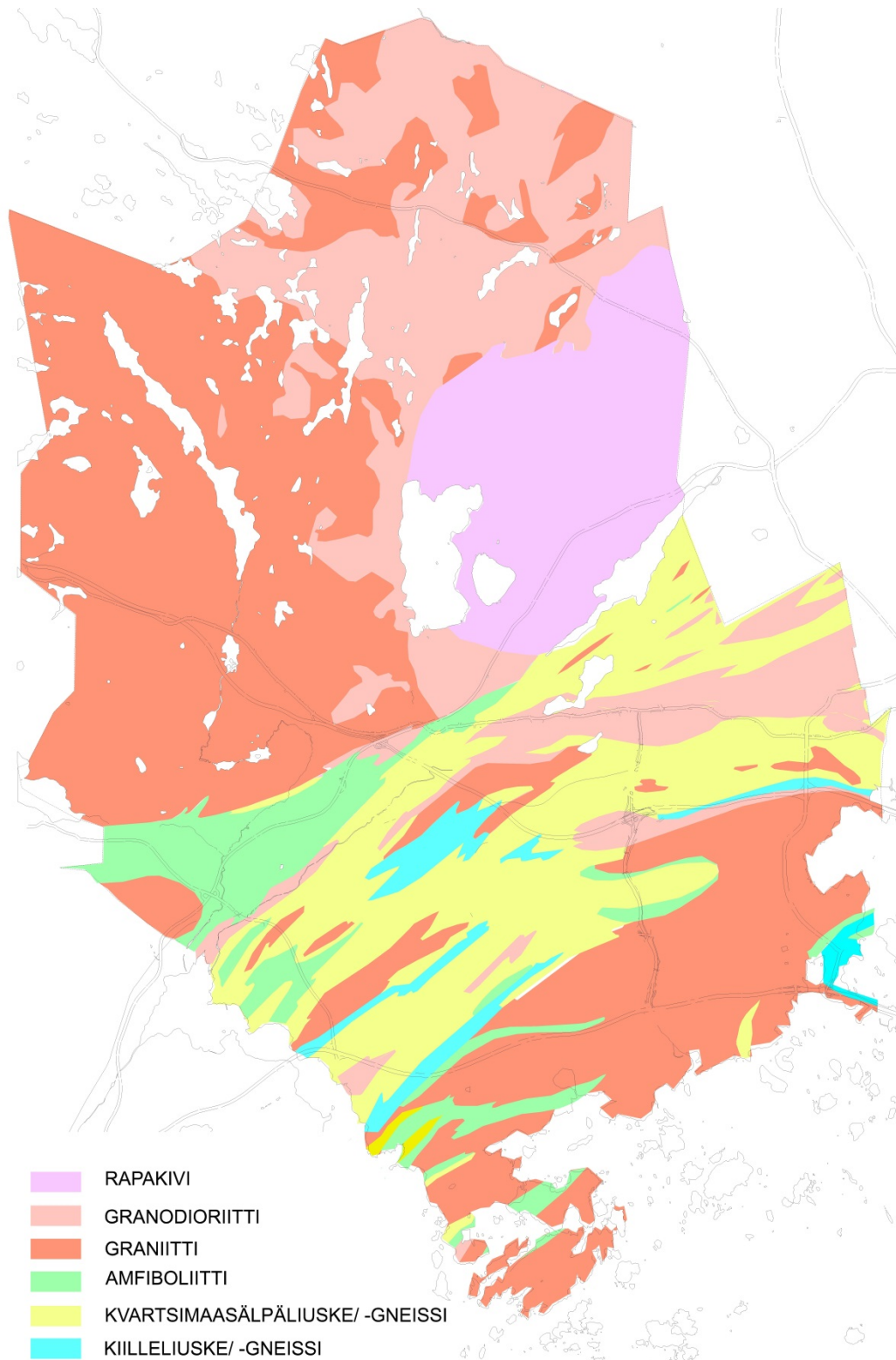
Nykyiseen maisemaamme oleellisena osana kuuluvat kallioperän piirteet ovat seurausta lähes 2 000 miljoonaa vuotta sitten tapahtuneista prosesseista. Myöhemmät kallioperän prosessit ennen jääkausia (noin 10 000 vuotta sitten) ovat vaikuttaneet melko vähän nykyiseen maisemaamme. Viimeisimmän jääkauden jälkeen on kallioperäämme syntynyt vain vähäisiä muutoksia. Näitä ovat muutaman millimetrin rapautumiset ehyissä kivissä, ja silokallioilla näkyvät muutaman senttimetrin korkuiset pykälät, jotka ovat syntyneet kallion lohkojen liikkumisesta.

Espoon kivilajeja

Monimutkaiset ja pitkäkestoiset prosessit ovat tuottaneet ja muovanneet Espoon kallioperän pääkivilajit gneissit, migmatiitit, graniitit, gabrot, amfiboliitit ja kiilleliuskeet. Gneissit, amfiboliitit ja kiilleliuskeet ovat muinaisen tuliperäisen merenpohjan kivistä muovautuneita ja muuttuneita. Nykyisin ne näyttävät mustilta tai tummanharmailta ja hienorakeisilta helposti liuskoiksi lohkeavilta kiviltä. Graniitit ja gabrot ovat syntyneet kiteytymällä maapallon vaippakerroksen kivilajista. Graniitit ovat Espoossa usein punaisia, karkearakeisia ja epämääräisesti lohkeavia kiviä. Seoskivet eli migmatiitit ovat kivilajeja, joissa on sekaisin, usein kerroksittain graniittista kiveä ja liuskeisia kiviä. Gabro on musta, keskirakeinen ja luja kivilaji, jota tavataan vain vähän Espoossa.

Omana erikoisuutenaan Espoon kivilajistosta on huomioitava harvinainen ja erittäin kaunis pallokivi Nuuksiossa. Pallokivi on syvällä maankuoreessa erikoisissa olosuhteissa kiteytynyt syväkivi, johon on kiteytymisen aikana syntynyt palloja. Nämä pallot ovat läpimitaltaan jopa 25 cm. Pallojen välitila on graniittista syväkiveä. Nuuksion pallokivi on kivilajien joukossa

harvinaisuuksiin kuuluva upea retkeilykohde, joka on Nuuksion ja koko Espoon kallioperän aarre.



Espoon kallioperäkartta

Jouni Rautiainen

Maaperän synty

Jään peittämä maa

Jääkaudet ovat ajanjaksoja, joiden aikana huomattava osa maapallon mannerpinta-alasta on jäätiköiden peitossa. Jääkausia ja mannerjäätiköitä on tutkimusten mukaan maapallolla ollut niin kauan kuin geologisin menetelmin voidaan jäljittää. Suomesta tunnetaan Pohjois-Karjalasta noin 2,3 miljardia vuotta sitten vallinneen jääkauden aikana syntyneitä kivettyneitä moreeneja. Pisimpään jääkautta on jatkunut eteläisellä napaseudulla, jo yli 10 miljoonaa vuotta.

Viimeisin jääkausiaika sai alkunsa, kun pohjoisella pallonpuoliskolla toistuvat jäätiköitymiset alkoivat peittää mantereita kvartaarikauden alussa noin 2,5 miljoonaa vuotta sitten. Kvartaarikauden aikana oli useampia eri mannerjäätiköiden laajenemisvaiheita. Näistä viimeisimmistä laajenemisvaiheista käytetään nimityksiä Veiksel-jääkausi (115 000-11600 vuotta sitten), Saale-jääkausi (288 000-130 000 vuotta sitten) ja Elster-jääkausi (600 000-300 000 vuotta sitten). Jäätiköitymisten väliin jääviä lämpimiä jaksoja sanotaan interglasiaaleiksi, joka on nykyisenkaltainen tai lämpimämpi välivaihe.

Suomen ja samalla myös Fennoskandian maaperän kerrokset, kallioperän muodot ja pinnanmuodostuksen synty ovat jääkausien ja niiden alulle panemien luonnonilmiöiden seurausta. Parhaiten ovat säilyneet viimeisen Veiksel-jääkauden aikaiset muodostumat. Näiden nuorempien Veiksel-jäätikkökerrostumien alta on Suomesta löydetty vanhempien Saale- ja Elster-jäätiköitymiseen liittyviä kerroksia vain syvimmistä painanteista. Vanhempia kerrostumia on kuitenkin hyvin vähän nähtävillä, koska mannerjäätikön virtaus ja kulutus on ne tehokkaasti hävittänyt.

Möhäis-Vaiksel-jäätiköityminen alkoi 25 000 vuotta sitten ja siitä käytetään yleisesti nimitystä mannerjäätikkö ja jääkausi. Kylmimmän vaiheen aikana noin 20 000 - 18 000 vuotta sitten 2-3 kilometrin paksuinen jäätikkö ulottui Pohjois-Saksaan, Puolaan, Baltian maihin ja lähelle Moskovaa. Noin 18 000 vuotta sitten ilmasto lämpeni ja viileni vuoronperään, jolloin jäätikkö perääntyi ja eteni jo kertaalleen paljastuneelle alueelle. Mannerjäätikkö saavutti Suomen etelärannikon noin 13 000 vuotta sitten hyvin lämpimän Alleröd-jakson seurauksena. Jäätiköityminen päättyi 11600 vuotta sitten, jolloin mannerjäätikkö oli perääntynyt Toiselle Salpausselälle, samaan aikaan Baltian jääjärvi muuttui nopeasti Yoldiamereksi. Suomesta mannerjäätikkö hävisi lopullisesti 10 200 vuotta sitten.

Maa muotoutuu ja maaperä syntyy

Jäätiköityminen alkaa, kun lämpötila laskee niin paljon, ettei lumi sula kesällä. Paksu lumikerros alkaa vähitellen puristumisen ja uudelleen kiteytymisen takia muuttua jääksi. Painavan ja paksuuntuneen jään pohjakerros muuttuu notkeaksi ja juoksevaksi paineessa ja maasta tulevan lämmön vuoksi. Jää alkaa levitä ympäristöönsä ja virrata maan vieton mukaisesti. Hitaasti virratessaan jää ottaa mukaansa irtoavanmaa-aineksen ja kuluttaa samalla alustansa. Kulutustyöstä muistoina ovat *silokalliot*, joista on usein havaittavissa mannerjään kulkusuunnassa olevia uurteita. Espoossa silokalliot ovat yleisiä rannikon läheisyydessä ja saaristossa.

Kulutustyön tuloksena irronnut aines kulkeutui jään sisällä eteenpäin. Jään pohjaosissa kulkeutunut aines puristui kalliota vasten moreeniksi. Mannerjäätiköstä irronneet jäävuoret kuljettivat sisällään suuria lohkarkeitä, jotka jään sulaessa vajosivat silloiseen merenpohjaan. Nykyisin nämä "pudonneet" kivet näkyvät maastossa *siirtolohkareina*. Jäätikön sulaessa

jäätikköjoet ja muut sulamisvedet aloittivat irtaimen aineksen tehokkaan lajittelemisen ja kerrostivat sitä jäätikön railoihin ja tunneleihin harjuiksi ja jäätikön edustan reunamuodostumiksi. Virtaavan veden pyörteisiin joutuneet kivet kuluttivat kallioperään pyöreämuotoisia kuoppia, joita kutsutaan *hiidenkirnuiksi*.

Saviaines kulkeutui veden mukana kauemmaksi jäätikön ulkopuolelle rauhallisemmille vesille, joissa se kerrostui saviksi. Näitä maalajeja kutsutaan jäätikkösyntyisiksi. Jäätiköitymisen jälkeiset maalajit, kuten rantakerrostumat ja turpeet kerrostuivat myöhemmin näiden jäätikkösyntyisten maalajien päälle.

Espoon maaperää luonnehtivat tyypillisesti saviset laaksopainanteet, jotka toisinaan laajenevat suuremmiksi peltoaukeiksi. Painanteita ja aukeita reunustavat kalliiset mäkialueet ja selänteet. Savilaaksoissa maapeitteiden paksuus on usein yli kymmenen metriä. Espoon aseman alueella on läpäisty jopa noin 40 metriä paksuja maapeitteitä. Yleisesti Espoossa kallioperän päälle kerrostunut maaperä on painanteissa paksua savikkoa. Moreeni on kerrostunut suoraan kallion päälle ja on näin ollen yleensä savien alla. Savien päälle on paikoin maankohoamisen, metsämaan soistumisen tai järvi-altaiden umpeenkasvun seurauksena muodostunut soita ja turvekerrostumia. Huuhtoutumisen seurauksena mäkien laet ovat maapeitteistä puhtaita avokallioita. Pienissä määrin Espoossa esiintyy myös karkeiden maalajien hiekka- ja soramuodostumia, jotka ovat joko harjumaisia tai muinaisten rantavaiheiden aikaansaamia kerrostumia.

Maa kohoaa - Itämeren vaiheet

Kolme kilometriä paksu mannerjäätikkö painoi viime jääkauden aikana maankuoren lommolle. On arvioitu, että "painauma" oli Pohjanlahden alueella noin kilometrin syvyinen. Jäiden sulaessa maa alkoi nousta takaisin jääkautta edeltäneeseen korkeuteen. Suurin osa Suomesta jäi veden alle. Paikoin Itä- ja Pohjois-Suomessa on alueita, joita vesi ei koskettanut. Nopeinta maannousu on Pohjanmaan rannikolla, jossa maa nousee noin kahdeksan millimetriä vuodessa. Etelärannikolla nousu on noin kolme millimetriä vuodessa. Maannousua on jäljellä vielä jonkin verran, sillä tällä hetkellä maankuoren painauman syvyys on noin 80-120 metriä ja sen oikenemisajaksi on laskettu 7 000-12 000 vuotta.

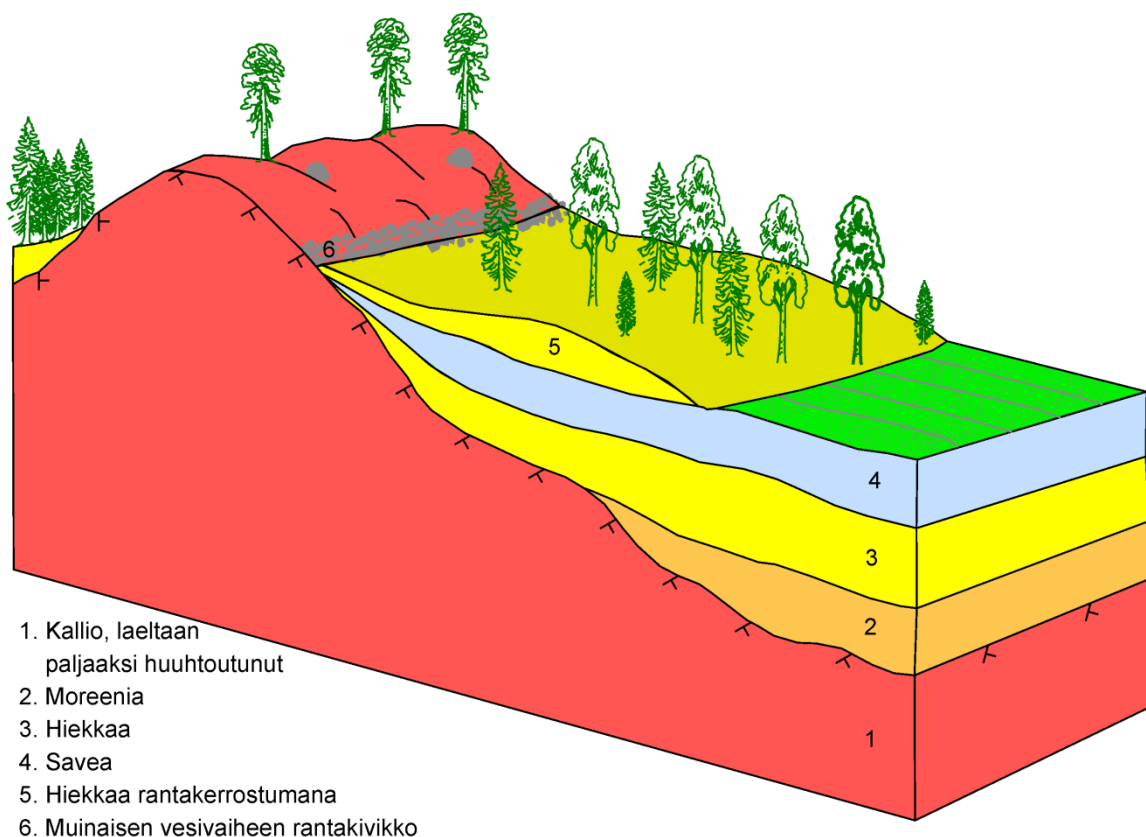
Kun jäätikkö oli perääntynyt noin 13 000 vuotta sitten Salpausselkien kohdalle, patosi se lännessä Itämeren *Baltian jääjärveksi (13 000-11 600 vuotta sitten)*, jonka pinta oli noin 30 metriä silloisen valtamerenpinnan yläpuolella. Jäätikön sulettua ja vetäytyttyä edelleen pohjoisemmaksi avautui Etelä-Ruotsissa lasku-uoma Pohjanmereen. Baltian jääjärven pinta laski hyvin nopeasti 28 metriä valtameren pinnantasoon noin 11600 vuotta sitten. Baltian jääjärven vaiheiden rantapintoja on nähtävillä Ensimmäisellä ja Toisella Salpausselällä.

Syntyneen meriyhteyden kautta suolaista merivettä sekoittui jäätiköltä sulaneeseen makeaan veteen ja *Yoldia-mereksi (11 600-10 800 vuotta sitten)* kutsuttu Itämeren vaihe alkoi. Nimensä vaihe sai Yoldia-simpukasta, jonka kuoria kauden kerrostumista löydettiin. Meren ylimmät muinaisrannat Helsingin alueella ovat noin 80 metriä nykyisen merenpinnan yläpuolella. Maa kohosi edelleen, ja Etelä-Ruotsissa oleva salmi madaltui, ja yhteys valtameren katkesi noin 10 800 vuotta sitten.

Itämeren allas kuroutui *Ancylusjärveksi (10800-9000 vuotta sitten)*. Jäätiköltä virtasi järveen vielä runsaasti sulamisvesiä. Vedenpinta nousi satoja vuosia ja korkeimman tasonsa Ancylusjärvi saavutti noin 10 000 vuotta sitten. Tällöin jää oli jo Suomesta hävinnyt. Ylimmät Ancylusjärven rannat Helsingin seudulla löytyvät noin 50 metriä nykyisen merenpinnan yläpuolelta. Kun järven vedenpinta oli kohonnut riittävän korkealle, alkoi se tulvia Tanskan salmien kohdalle muodostuneen lasku-uoman kautta valta mereen. Valtameren pinnantason Ancylusjärvi saavutti noin 9 500 vuotta sitten, ja vesi alkoi muuttua suolaisemmaksi.

Loppuvaiheen muinaisrannat ovat Suomenlahdella noin 40 metrin korkeudella merenpinnasta.

Veden suolapitoisuuden kasvaessa Littorina-kotilot alkoivat viihtyä vedessä ja niiden mukaan nimetty *Litorinamerivaihe* (8 000-3 000 vuotta sitten) alkoi Suomen etelärannikolla noin 8 000 vuotta sitten. Valtameren pinnan nousu jatkui muutamia satoja vuosia ja korkeimman tasonsa Litorinameri saavutti noin 7 500 vuotta sitten. Helsingin alueella Litorinameren rannat ovat noin 30 metriä nykyisen merenpinnan yläpuolella. Itämeren kehitykseen ovat siis 10 000 vuoden aikana vaikuttaneet jäätikön sulaminen, maankohoaminen ja valtamerenpinnan nousu. Viimeiset 2 000-3 000 vuotta Itämeri on ollut nykyisenkaltainen, mutta muuttuu edelleen hitaasti.



1. Kallio, laeltaan paljaaksi huuhtoutunut
2. Moreenia
3. Hiekkaa
4. Savea
5. Hiekkaa rantakerrostumana
6. Muinaisen vesivaiheen rantakivikko

Alkuperäinen kuva: Jääskeläinen, Raimo. Geotekniikan perusteet (2009)

Rantakerrostuma Etelä-Suomessa

Tekstin lähde: Helimäki, Jussi, toim.(2009). *Kotinurkilta kallioille. Espoon luontokohteet. Toinen, korjattu painos. Espoon tekninen keskus. Espoon ympäristökeskus.*

Kirjoittajat työskentelevät Espoon kaupungin kaupunkitekniikan keskuksen geotekniikkayksikössä. Riku Raitala tutkimuspäällikkönä ja Jouni Rautiainen geologina.