

Maaperäkartan käyttöopas

Maija Haavisto-Hyvärinen & Harri Kutvonen



GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS • GEOLOGISKA FORSKNINGSCENTRALEN • GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND

PL / PB / P.O. Box 96
FI-02151 Espoo, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 12

PL / PB / P.O. Box 1237
FI-70211 Kuopio, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 13

PL / PB / P.O. Box 97
FI-67101 Kokkola, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 5209

PL / PB / P.O. Box 77
FI-96101 Rovaniemi, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 14

Y-tunnus / FO-nummer / Business ID: 0244680-7 • www.gtk.fi

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	1
2	MAAPERÄTIETOJEN TARVE	2
2.1	Maankäytön suunnittelu ja rakentaminen	2
2.2	Maa- ja metsätalous	2
2.3	Maalajien tekninen käyttö	2
2.4	Vesihuolto	3
2.5	Ympäristön ja luonnon suojelu sekä ympäristöhuolto	3
2.6	Malminetsintä	3
2.7	Maaperäkartoituksen tavoite	3
3	MAAPERÄN PERUSKARTTA	5
4	MAAPERÄKARTOITUKSEN MAASTOTYÖT	7
5	MAAPERÄ	8
5.1	Suomen maaperän synty	8
5.2	Rapautuminen	12
5.3	Jäätikön kulutus	14
5.4	Itämeren ja järvien kehitys	15
5.4.1	Eem-meri	15
5.4.2	Baltian jääjärvi	15
5.4.3	Yoldiameri	15
5.4.4	Ancylusjärvi	16
5.4.5	Litorinameri	16
5.4.6	Suomen järvien kehitys	16
6	JÄÄKAUDEN AIKANA SYNTYNEET KERROSTUMAT	18
6.1	Moreenikerrostumat	18
6.1.1	Pohjamoreeni	19
6.1.2	Ablaatio- eli pintamoreeni	19
6.1.3	Moreenimuodostumat	20
6.2	Jäätikköjokimuodostumat	23
6.2.1	Kulutusmuodot	23
6.2.2	Kasaantumismuodot	24
6.3	Kerralliset hienorakeiset kerrostumat eli glasiaalisavet	29
7	JÄÄKAUDEN JÄLKEEN SYNTYNEET KERROSTUMAT	30
7.1	Rantakerrostumat	30
7.2	Jokikerrostumat	32
7.3	Tuulikerrostumat	33

7.4	Hienorakeiset kerrostumat eli postglasiaaliset savet	34
7.5	Eloperäiset kerrostumat	35
8	MAALAJIEN LUOKITUS	37
8.1	Kivennäismaalajien luokitus	37
8.2	Turpeiden luokitus	40
9	MAALAJIEN KUVAUS JA SOVELTUVUUS ERI KÄYTTÖTARKOITUKSIIN	41
9.1	Moreenimaalajit	41
9.1.1	Soramoreenit	41
9.1.2	Hiekkamoreenit	41
9.1.3	Hienoaineksiset moreenit	42
9.2	Lajittuneet kivennäismaalajit	42
9.2.1	Louhikot ja kivikot	42
9.2.2	Soramaat	43
9.2.3	Hiekkamaat	43
9.2.4	Hietamaat	43
9.2.5	Hiesumaat	44
9.2.6	Savimaat	45
9.3	Eloperäiset maalajit	46
9.3.1	Liejut	46
9.3.2	Saraturpeet	47
9.3.3	Rahkaturpeet	47
10	MAALAJIEN MÄÄRITYSMENETELMÄT	48
10.1	Aistihavaintoihin perustuvat menetelmät	48
10.2	Laboratoriomenetelmät	48
11	POHJAVESI	50
11.1	Pohjaveden synty ja esiintyminen	50
11.2	Maaperän pohjavesi	51
11.3	Kallioperän pohjavesi	52
11.4	Talousveden laatuvaatimukset	52
12	MAAPERÄKARTAN TULKINTA	54
12.1	Pohjakartan lukeminen ja tulkinta	54
12.2	Maaperätietouden tulkinta	55
13	KIRJALLISUUTTA	58
KUVATEKSTIT:		
Kuva 1.	Maaperän käyttö.	4
Kuva 2.	Maaperän peruskarttoja.	6
Kuva 3.	Rantavyöhykkeen pohjan maaperän kartoitusta.	7
Kuva 4.	Jäätikön levinneisyys n. 20 000 vuotta sitten.	10
Kuva 5.	Maankohoamisen isobaasit.	11

Kuva 6. Suomen maaperä.	12
Kuva 7. Rakkakivikko.	12
Kuva 8. Moroja terveen rapakallion pinnalla.	13
Kuva 9. Suomalainen podsol –maannos.	13
Kuva 10. Jäätikö kulutusmerkkejä.	14
Kuva 11. Baltian jääjärven levinneisyys 11 600 vuotta sitten.	15
Kuva 12. Yoldiameren levinneisyys 11 300 vuotta sitten.	15
Kuva 13. Ancyliusjärven levinneisyys 10 000 vuotta sitten.	16
Kuva 14. Litorinameren levinneisyys 8 000 vuotta sitten.	16
Kuva 15. Matalan merenlahden kuroutuminen järveksi ja edlleen soistuminen.	17
Kuva 16. Moreenin levinneisyys Suomessa.	18
Kuva 17. Aineksen kulkeutuminen jäätikössä.	18
Kuva 18. Moreenikalotti.	19
Kuva 19. Ablaatiomoreenin synty.	20
Kuva 20. Kaavakuva drumliineista.	20
Kuva 21. Drumliinimaastoa maaperäkartalla ja valokuvassa. 3231 08 D Juva, Vuorenmaa.	21
Kuva 22. Pieni reunamoreeni.	21
Kuva 23. DeGeer moreenin synty.	21
Kuva 24. Kumpumoreenia.	22
Kuva 25. Puljumoreeneita.	22
Kuva 26. Louhikkoista kumpumoreenimaastoa.	22
Kuva 27. Erityyppisiä moreenimuodostumia ja niiden suuntausta jäätikön liikkeeseen nähden.	23
Kuva 28. Lieveuomia tunturin rinteellä.	23
Kuva 29. Moreenipeitteinen vaara.	24
Kuva 30. Sulamisvesien kuluttamia uomia.	24
Kuva 31. Suomen harjualueet.	25
Kuva 32. Harjun synty.	25
Kuva 33. Sanduri.	25
Kuva 34. Suppien synty.	26
Kuva 35. Laaksontäyte.	26
Kuva 36. Suomen suuret reunamuodostumat.	27
Kuva 37. I Salpausselän poikkileikkaus Utista.	27
Kuva 38. Keski-Suomen reunamuodostumaan kuuluva soravaltainen sanduri-delta.	28
Kuva 39. Moreenipeitteinen harju.	28
Kuva 40. Kames-maastoa Pälkjärveltä.	28
Kuva 41. Lustosavea moreenin päällä.	29
Kuva 42. Vedenkoskematon alue Suomessa.	30
Kuva 43. Rantakerrostumia.	31
Kuva 44. Hiekkavaltaisia rantakerrostumia.	31
Kuva 45. Sarja rantavalleja.	32
Kuva 46. Suomen jokikerrostumat.	32
Kuva 47. Savikkoa peittäviä pintamaita.	33
Kuva 48. Dyynejä deltan pinnalla.	34
Kuva 49. Suomen savialueet.	34
Kuva 50. Suomen turvealueet.	35
Kuva 51. Suomen suoyhdistymätyypit.	35
Kuva 52. Aapasuon rakenne ja kasvillisuus.	36

Kuva 53. Keidassuon rakenne ja kasvillisuus.	36
Kuva 54. Moreeniluokituksen rakeisuusrajat.	38
Kuva 55. Maalajien rakeisuuskäyriä.	39
Kuva 56. Hiesumaata.	44
Kuva 57. Pohjaveden esiintyminen.	50
Kuva 58. Maaperän rakenne veden peitossa olleilla alueilla.	55

TAULUKKOTEKSTIT:

Taulukko 1. Geologiset aikakaudet.	8
Taulukko 2 Itämeren vaiheet ja kasvillisuuden kehitys.	9
Taulukko 3. Maalajien RT- ja GEO-luokitus.	37
Taulukko 4. Kivennäismaalajien raekoot RT ja GEO-luokituksessa.	37
Taulukko 5. Moreenimaalajien luokitus.	38
Taulukko 6. Hienorakeisten maalajien jaottelu humuspitoisuuden mukaan:	40
Taulukko 7. Turpeiden luokitus	40
Taulukko 8. Maalajien tunnistamismenetelmät.	48
Taulukko 9. Talousveden laatuvaatimukset yksityistalouksille.	53

1 JOHDANTO

Maaperäkartan käyttöopas on tarkoitettu maaperäkarttaa työssään tai harrastuksissaan tarvitseville sekä kaikille luonnossa liikkujille, jotka ovat havainneet kuinka vaihteleva maaperämme on ja siksi kiinnostuneet saamaan lisää tietoa sen synnyistä syivistä. Opasta voi myös hyödyntää eri oppilaitosten maaperägeologian opetuksessa.

Opas perustuu Geologian tutkimuskeskuksen aiemmin julkaisemaan ja jo loppuunmyytyyn Maaperäkartan käyttöoppaaseen (Haavisto 1983). Oppaan tarkoituksena on perehdyttää kartankäyttäjiä maaperäkartoituksen perusteisiin: maalajien luokitukseen ja tunnistamismenetelmiin, kartan kuvausohjeisiin sekä geologisten ja hydrogeologisten tietojen taustaan, joiden tunteminen ja ymmärtäminen mahdollistaa kartan tehokkaan hyväksikäytön ja tulkinnan. Oppaan loppuun on koottu maaperägeologiaa käsittelevää kirjallisuutta. Kattavammat luettelot kirjallisuudesta, kartoista jne. löytyvät GTK:n Tietoarkisto- ja Informaatiopalvelut-sivuilta.

Geologian tutkimuskeskus ja Maanmittauslaitos aloittivat vuonna 1972 yhteistyön maaperäkartoituksen kehittämiseksi. Tuloksena syntyi Suomen maaperän peruskartta, jonka mittakaava on 1:20 000 tai 1:50 000. Vuonna 1979 osapuolten välille solmittiin virallinen yhteistyösopimus. Kuvausohjeiden ja kartoitusperusteiden kehitystyötä jatkettiin 1980- ja 1990-luvuilla yhteistyösopuolten kesken. Maanmittauslaitoksen osalta maaperäkartoitus päättyi vuonna 1995. Maaperän peruskartoituksen "Kartoitusperusteet ja kuvausohjeet" päivitettiin vuonna 2003 liitteeksi GTK:n maaperäkartoituksen toimintakäsikirjaan ja vastaavat maaperän peruskarttaan tehtyjä muutoksia.

Maaperäkarttojen käyttäjien toivomuksesta myös opas päätettiin ajantasaistaa ja julkaista se sähköisessä muodossa tarvitsijoiden luettavaksi Geologian tutkimuskeskuksen verkkosivuilla. Numeerisen maaperäkarttatuotannon edelleen kehittyessä kartoitusperusteisiin ja kuvausohjeisiin mahdollisesti tehtävät muutokset voidaan näin myös päivittää entistä joustavammin. Nettiversio julkaistiin 20.5.2005 ja sen sisältö täydentää tätä pdf -muodossa tulostettavaksi laadittua opasta, josta puuttuvat mm. maaperäkartoituksen historiaa ja muita karttatuotteita esittelevät kappaleet, sanasto sekä osa nettiversion kuvituksesta.

Tekijät kiittävät Carl-Göran Sténiä ja Markku Mäkilää eloperäisiin kerrostumiin liittyvien tekstien muokkauksesta ja kuvista sekä Birgitta Backmania ja Ulpu Väisästä pohjavesi -kappaleen laatisemisesta. Kiitos myös kaikille tekstin havainnollistamiseksi saatujen valokuvien ottajille (nimet mainittu kunkin valokuvan yhteydessä).

Seuraavat aihetta koskevat tiedostot tai sivut löytyvät muualta GTK:n verkkosivuilta:

Maalajien ominaisuudet ja käyttö -taulukko:

<http://www.gtk.fi/aineistot/mp-opas/kuvat/maalajiominaisuudet.pdf>

Suomen maaperä: *http://www.gtk.fi/aineistot/liitekartat/suomi_maapera2.pdf*

Kartoitusperusteet ja kuvausohjeet: *http://www.gtk.fi/aineistot/mp-opas/MPK_1-01.pdf*

Maaperägeologinen sanasto: *<http://www.gtk.fi/aineistot/sanasto/maaperasanasto.htm>*

Maaperäkartan käyttöopas, verkkoversio: *<http://www.gtk.fi/aineistot/mp-opas/>*

Espoossa 20.06.2007

Tekijät: Maija Haavisto-Hyvärinen

Harri Kutvonen

2 MAAPERÄTIETOJEN TARVE

Suomi on harvaan asuttuna maana siinä onnellisessa asemassa, että teollistuminen ja urbanisoituminen eivät vielä ole kovin voimakkaasti muuttaneet ja saastuttaneet maankamaramme. Nykytilanteen säilyttämiseksi ja parantamiseksi tarvitaan yhteiskunnan eri toimialojen käyttöön tiedot maaperästä, joka on tärkeä osa kansallisomaisuudestamme. Maaperän pintaosa muodostaa kasvillisuuden, uusiutuvien luonnonvarojen, kasvualueen. Pohjaveden ja maaperän aineiden ottaminen vaatii tietoja riittävän paksuista maaperän kerroksista.

Alueellisen maankäytön suunnittelun pohjaksi soveltuu hyvin keskimittakaavainen maaperäkartta (1:20 000 tai 1:50 000), minkä havainnollisesti välittämät tiedot maalajeista sekä niiden paksuudesta, levineisyydestä ja ominaisuuksista hyödyntävät monella tavalla yhteiskunnan eri toimintoja. Huomionarvoista on se, että maaperäkartan hyöty jakautuu pitkälle aikavälille, koska maaperätieto ei varsinaisesti vanhene. Toki sitä voidaan ja pitääkin tarkistaa ja tehdä tarpeen niin vaatiessa entistä yksityiskohtaisempia tutkimuksia. Maaperäkarttojen kysyntä on todettu lisääntyvän sitä mukaan, kun maaperäkartoitus peittää yhtenäisiä aluekokonaisuuksia.

Maaperätietoja tarvitaan eniten seuraavissa toiminnoissa:

2.1 Maankäytön suunnittelu ja rakentaminen

Eriasteisessa yhdyskuntasuunnittelussa, seutukaavoituksesta asemakaavoitukseen, tarvitaan tietoja arvioitaessa maaperän soveltuvuutta eri käyttötarkoituksiin, esimerkiksi rakentamiseen, maa- ja metsätaloukseen, luonnonvarojen inventointiin tai virkistystarkoituksiin ja luontomatkailuun. Kaava on alueen maankäytön suunnitelma.

Ennen kuin voidaan suunnitella maankäyttöä, on tiedettävä millaista maaperä on alueella, jonka käyttöä ryhdytään suunnittelemaan. Maaperäkartan tietojen perusteella voidaan laatia esimerkiksi maaperän rakennettavuusluokitus sekä suunnitella kulkuväylien ym. rakentamisen vaihtoehtoja.

2.2 Maa- ja metsätalous

Suomen maa-alasta valtaosa on maa- ja metsätalousmaana, joten lähes jokainen maankäytön suunnitelma koskee maa- ja metsätaloutta. Valtakunnan alueen maaperätiedot ovat päätöksentekijöille välttämättömiä sellaisten maatalouspoliittisten kysymysten ratkaisussa, jotka liittyvät eri tuotantosuntien, kuten viljanviljelyyn, vihannesviljelyyn ja karjatalouden alueelliseen ohjaamiseen. Nykyisin myös Euroopan unioni edellyttää meiltä oman maaperämme tuntemisen laadittaessa yhteiseurooppalaisia suunnitelmia.

Seutukaavoituksessa hyvää maatalousmaata voidaan suojella muulta käytöltä. Paitsi, että tarvittava ja paras maa saadaan inventoiduksi, voidaan maaperäkarttojen avulla valita järkevästi ne alueet, jotka voidaan siirtää peltoalasta muihin maankäyttömuotoihin.

Järkevään metsätalouteen pyrittäessä on perusehtona maan, koko tuotannon alkulähteen, tunteminen. Metsätaloudessa kartta palvelee mm. maaperän ja puuston inventointia, metsien kasvupaikkaluokittelua, puun korjuun ja kuljetuksen, metsänhoito- ja metsänparannustoimenpiteiden sekä metsien moninaiskäytön suunnittelua.

2.3 Maalajien tekninen käyttö

Maaperän aineksia käytetään teollisuuden raaka-aineena, esimerkiksi soraa ja hiekkaa betonituotteissa sekä savea tiiliteollisuu-

nessa. Turve on kasvattanut merkitystään energian tuottamisessa. Teiden ja patojen rakentamisessa tarvitaan tietyt laatuvaatimukset täyttävää maa-ainesta. Näiden (turvetta lukuun ottamatta) uusiutumattomien luonnonvarojen käytön suunnittelussa tarvitaan maaperätietoja ja -karttoja.

2.4 Vesihuolto

Käyttökelpoisen pohjavesiesiintymän perustana ovat sopiva maaperän rakenne ja aineksen laatu. Maaperäkarta on pohjavesivarojen etsinnän ja inventoinnin tärkeä apuväline. Yleistyvien tekopohjavesilaitosten suunnittelussa ja pohjavesiesiintymien suoja-alueiden rajaamisessa tarvitaan maaperätietoja. Myös monissa hydrologian perustutkimuksissa on hyötyä maaperäkartoista.

2.5 Ympäristön ja luonnon suojele sekä ympäristöhuolto

Maaperän tuntemisen merkitys ympäristönsuojelun kannalta on lähinnä siinä, että kaikki jätteaineet, myös ilmakehään joutuneet saasteet, kerääntyvät maahan ja vesiin. Niiden joutuminen tietyille, esimerkiksi pohjaveden hankinnan alueille, on estettävä eri keinoin. Luonnontilaisten alueiden, mm. soiden ja harjujen, sekä myös kulttuurimaisemien suojeleluun tarvitaan maaperäkartoja.

Maaperätietoja käytetään mm. seuraavissa arvioinneissa: maarakentamisen ja luonnonvarojen käytön ympäristövaikutusten, hap-paman laskeutuman vaikutuksen,

erosioherkkyyden ja radon-haittojen arvioinneissa.

2.6 Malminetsintä

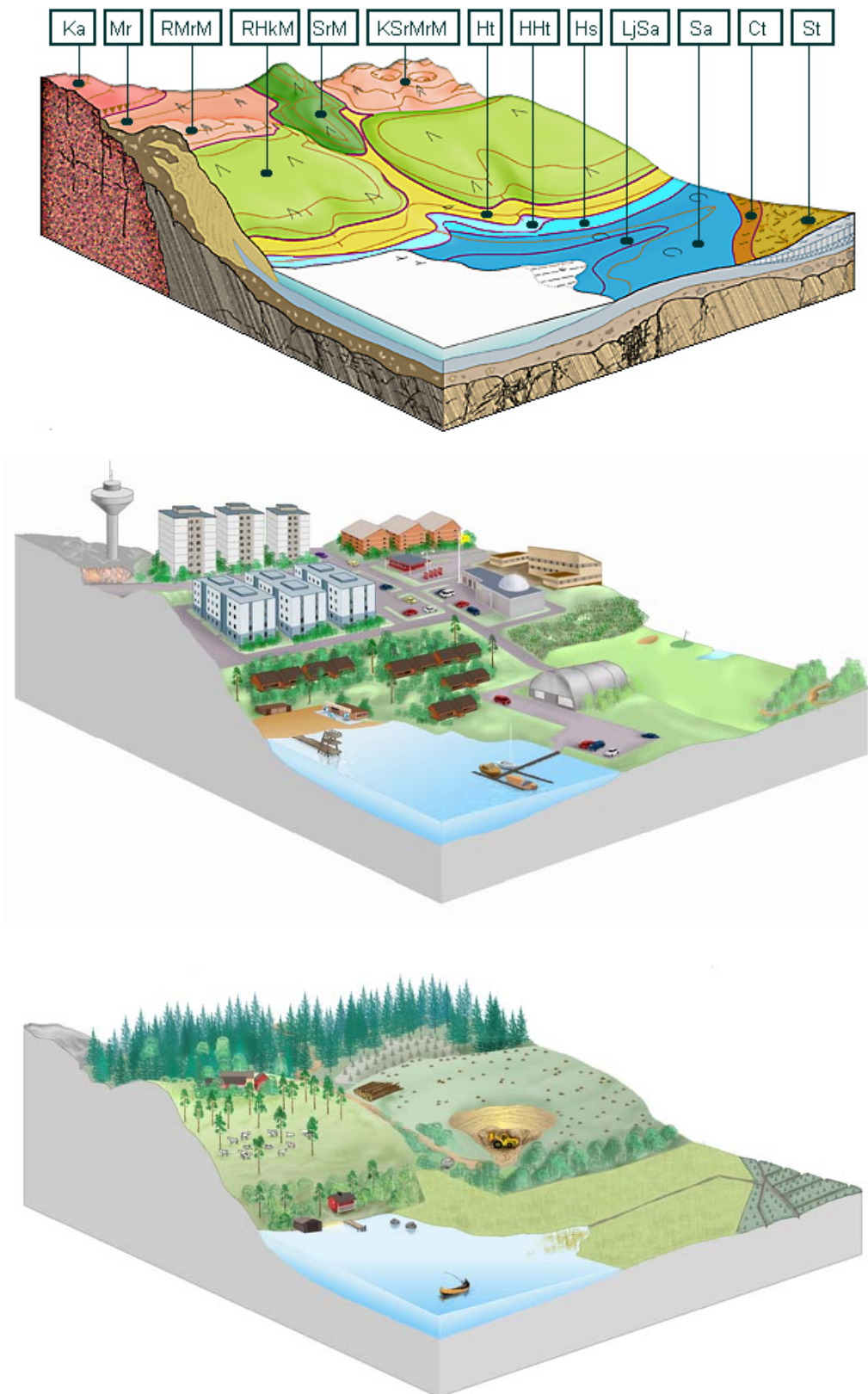
Suomen malmit ovat yleensä maakerrosten peitossa. Maaperästä löydettyjen malmilohkareiden emäkallion jäljittämiseen tarvitaan tietoja maaperästä, erityisesti moreenikerrostumissa olevien kivien kulkeutumissuunnista ja -matkoista. Maaperäkartat auttavat myös geokemiallisen kartoituksen näytteenottoverkon suunnittelussa.

Muita maaperäkartojen tärkeitä käyttäjäryhmiä ovat geologian, maarakentamisen ja maisemansuunnittelun opetus- ja tutkimus sekä maanpuolustus, jossa maaperätieto on oleellista kulkukelpoisuutta ja asevaikutusta maastossa arvioitaessa sekä linnoittamisen ja suluttamisen suunnittelussa.

2.7 Maaperäkartoituksen tavoite

GTK:n keräämän maaperätiedon ja sen sovelluksina tuotettujen maaperäkartojen tavoitteena on antaa yhteiskunnan ja elinkeinoelämän käyttöön sellaista maaperätietoa, joka edistää yhteiskunnassa taloudellisen hyödyn ja hyvinvoinnin ylläpidon luonnon asettamien ehtojen mukaisesti. Ekologisen kestävyuden ja luonnon monimuotoisuuden säilyttämisen vaatimat haasteet kuuluvat oleellisena osana maaperätutkimuksiimme.

Oheinen kuvasarja havainnollistaa, kuinka geologinen kartta antaa tietoja alueen maaperästä ja sen ominaisuuksista ja millaisena maaseudun yrittäjä tai kaupunkisuunnittelija näkevät saman alueen käyttömahdollisuudet.



Kuva 1. Maaperän käyttö.

Tieto alueen maaperästä johtaa eri ympäristöissä erilaisiin käyttötapoihin. Piirroksat :H. Kutvonen.

3 MAAPERÄN PERUSKARTTA

1960-luvun lopulla huomattiin, että maankäytön suunnittelu ja rakentaminen tarvitsevat entistä tarkempia tietoja maaperästä. Valtakunnansuunnittelutoimisto kiinnitti huomiota maaperäkartan tarpeeseen 1965, maatalousministeriö vuonna 1966 ja valtion tilintarkastajat vuonna 1970. Lisäksi valtionvarainministeriö esitti vuonna 1972 kannanotossaan kauppa- ja teollisuusministeriön toiminta- ja taloussuunnitelmasta vuosille 1973-1977 ajatuksen maanmittaushallituksen osallistumisesta maaperäkartoitukseen. Niinpä Maanmittaushallituksen aloitteesta käynnistettiin vuonna 1972 maaperäkartoitusta koskevat yhteistyöneuvottelut Geologian tutkimuskeskuksen ja Maatalouden tutkimuskeskuksen kanssa maaperän peruskartoituksesta mittakaavassa 1:20 000 tai 1:50 000.

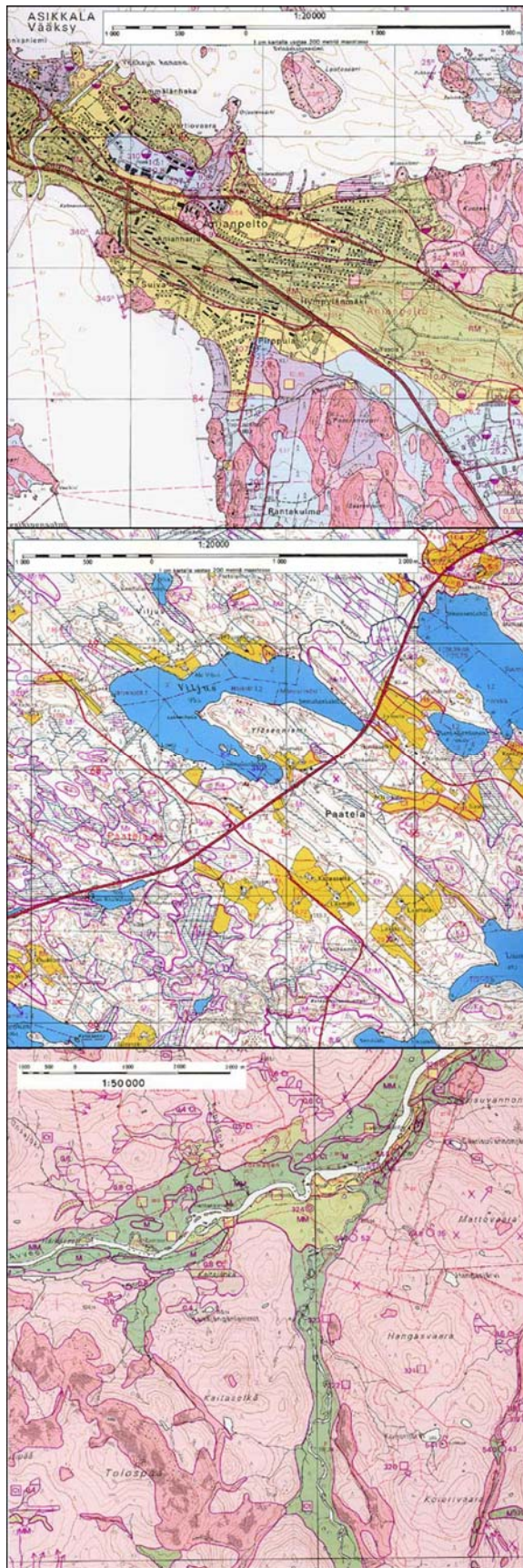
Maaperäkartan kehittämiskautena 1972-1979 tehtiin kaksi kartan sisältöä ja ulkoasua koskevaa selvitystä. Maaperäkartoituksen toteutus suunniteltiin peruskartan (1:10 000), 1:20 000 ajantasaisuuden yhteyteen (Suomen maaperän peruskartoitus 1977). Pohjois-Suomen 1:50 000 maaperäkartat Geologian tutkimuskeskus on tehnyt omana työnään noudattaen samoja kuvausohjeita. Geologian tutkimuskeskus ja maanmittaushallitus allekirjoittivat 27.12.1979 Suomen maaperän peruskartoitusta koskevan yhteistyösopimuksen. Lisäjäseninä yhteistyössä ovat olleet Maatalouden tutkimuskeskus, Metsäntutkimuslaitos ja Topografikunta. Maaperäkartan kehittämisen ja tuotantosuunnitelmia varten tehtiin vuonna 1982 tuotantotutkimus (Korpela & Niemelä 1985) ja vuonna 1989 tarveselvitys (Haavisto-Hyvärinen ym. 1989), joka sisälsi myös erillisen Pohjois-Suomea koskevan tarveselvityksen vuodelta 1988. Geologian tutkimuskeskus ja Maanmittauslaitos uusivat maaperän peruskartoituksen yhteistyösopimuksen 27.8.1991. Maaperäkartatuotannon puitesuunnitelmassa oli nopeimpana vaihtoehtona saada koko maa

kartoitettua vuoteen 2015 mennessä ja hitaimmankin vaihtoehdon mukaan vuonna 2036.

Hyvin vauhtiin päässyt yhteistyö väheni kuitenkin asteittain 90-luvun alkupuoliskolla, kun maa- ja metsätalousministeriö, jonka alainen Maanmittauslaitos on, supisti maaperäkartoitukseen tarvittavia määrärahoja. Yhteistyö päättyi vuoden 1995 lopussa, jolloin Suomesta oli peruskarttamittakaavaan ehditty kartoittaa kolmannes. Maaperäkartoitus ja maaperäkartojen valmistus sekä yhteistyössä painettujen maaperäkartojen numeeristaminen jäi Geologian tutkimuskeskuksen tehtäväksi ja sielläkin kartoituksen alkuvaiheeseen verrattuna vähentynein voimavaroin.

Maaperän peruskartat julkaistiin painetussa muodossa 1990-luvun alkupuolelle saakka. Samaan aikaan maaperäkartojen valmistuksessa siirryttiin digitaalitekniikkaan ja painetut maaperäkartat korvattiin karttatiedostoista työstetyillä tulosteilla. Maaperäkartoitusta jatketaan vuoteen 2008 saakka 1:20 000 -mittakaavaisen karttalehtijaon mukaisesti ja vakiotulosteet noudattavat samaa mittakaavaa. Lähitulevaisuudessa siirrytään kuitenkin uuteen EurefFin - karttalehtijakoon, jolloin vanhojen aineistojen karttalehtijaosta riippumaton saumattomuus tulee varmistaa.

Geologisiin maaperän yleiskarttoihin verrattuna maaperän peruskartta-aineistot 1:20 000 tai 1:50 000 antavat tarkemmin paikallistettavaa tietoa. Luonnossa liikkuja voi löytää uusia elämyksiä kartassa kuvatuista geologisista luontokohteista ja kartan maaperätiedot täydentävät ja antavat lisävalaistusta ympäröivästä maankamarasta esimerkiksi kasvu- ja elinpaikkaolosuhteisiin. Maankäytön suunnittelun pohja-aineistona tämän kartan etuna on, että maalajit on kuvattu muita geologisia maaperäkartoja



Kuva 2. Maaperän peruskarttoja.

yksityiskohtaisemmin luokiteltuna ja kartta-aineistoon on liitetty myös geologisia ja geoteknisiä tietoja kuten maaperän paksuutta kairausten ja seismisten luotausten perusteella sekä pohjavesitietoja.

Maaperän peruskartasta saatavia tietoja täydentämään julkaistiin Maaperäkartan käyttöopas (Haavisto 1983). Siinä selostetaan maalajiluokitukset, kartoitusperusteet ja karttamerkit, opastetaan kartan käyttöön ja tulkintaan ja käsitellään perustiedot Suomen maaperän synnystä, geologisista muodostumista ja niiden rakenteesta. Maaperäkartan tekijöille laadittuja kartoitus- ja kuvausohjeita on täydennetty tämän jälkeen neljästi vuosina 1985, 1989, 1994 ja 2003. Maaperäkartojen selityksissä kokeiltiin ensin Oriveden alueelta kahdentoista peruskartta-alueen kokoomaselostusta (Kujansuu ym. 1981) pitkälti samaan tyyliin painettuina kuin maaperäkartojen 1:100 000 karttalehtiselitykset. Kartan käyttäjien taholta esitetyt toiveet karttalehtikohtaisista selitysteksteistä johtivat siihen, että selityksiä alettiin liittää vuodesta 1983 lähtien painettujen maaperän peruskarttojen taustapuolelle. Siirryttäessä 1990-luvulla numeeriseen maaperäkarttatuotantoon lehtikohtaiset selitystekstit on julkaistu erillisinä monistettuina raporteina.

Maaperän peruskartoituksessa noudatetaan rakennusteknistä (RT) maalajiluokitusta (Pohjarakennuksen normit 1964), mikä vastaa maa- ja metsätaloudessa käytettävää maalajiluokitusta (Aaltonen ym. 1949). Se on karttojen merkkienselyksessä myös rinnastettu GEO-luokitukseen (Korhonen & Gardemeister 1970), joka soveltuu erityisesti maaperän rakennettavuusluokitukseen. Luokituksia on vain vähän mukautettu kartoituksen tarpeisiin. Suurimmat poikkeamat ovat moreenimaalajien luokituksessa, jossa pääpaino kiinnitettiin aineksen routivuuteen (Lindroos & Nieminen 1982). Maalajikuvausten ohella on kirjaintunnuksin eroteltu syntyvaltaan erityyppisiä moreeni- ja jää-tikköjokimuodostumia sekä omilla merkeillään muita kulutus- ja kerrostumismuotoja

kuten uurteita, uomia, dyynejä ja muinaisrantoja.

Maaperäkartoituksen lähivuosien tavoitteena on keskittää maaperätiedon keruu taajamien ja niiden kasvuympäristöjen sekä suunnitelluille tulevien kulkuyhteyksien alueille. Sitä varten tehtiin vuonna 2004 maaperäkartoituksen tarveselvitys. Maakuntaliittoilta sekä kunnilta saatujen tietojen perusteella selvitettiin eri alueiden lähiaikojen maaperätutkimusten tarpeet. Tutkimusta vaativien alueiden rajaus ja mittakaava sekä aineistosta tuotetut erilaiset teemakartat tulevat myös entistä enemmän määräytymään tarvelähtöisyydestä. Maaperätiedon keruussa on otettu

käyttöön Geotietoydinjärjestelmä, johon myös vanha tieto siirretään.

Tilaustöissä aluerajaukset ja mittakaava voidaan muokata kartta-aineiston käyttäjän tarpeita vastaavaksi. Numeerisesta maaperäaineistosta on myös mahdollista yhdistellä erilaista paikkatietoa ja tuottaa erilaisia teemakarttoja (mm. rakennettavuus-, ympäristövaikutus- ja imeytyskarttoja). Maaperätietoon voidaan myös yhdistää digitaalinen korkeusmalli viistovalaistuskuvana ilmentämään korkeussuhteita. Maaperän ja kallio-perän rakenteet ruheineen näyttävät kolmiulotteisilta, mikä antaa tavallista pintakarttaa havainnollisemman kuvan maastosta.

4 MAAPERÄKARTOITUKSEN MAASTOTYÖT

Maaperäkartoituksen maastotöitä edeltää aineiston keruu, jonka yhteydessä selvitetään aluetta koskevat aikaisemmat geologiset kartoitukset havaintoineen sekä muut alueen geologista kehitystä käsittävät tutkimukset julkaisuineen. Aikaisemmin kartoitettavalta alueelta valmistettiin työpohjat, joihin käytettiin päällekkäin liitettyjä 1:10 000 -mittakaavaisia ilmakuvia ja muovikopioita uusimmasta saatavissa olevasta Maanmittauslaitoksen (MML) perus- tai maastokartta-aineistosta. Nykyisin on siirrytty ESPA-järjestelmään mukaisesti ilmakuviin ja MML:n maastotietokantaan. Vuonna 2006 otettiin maaperäkartoituksen maastotöissä käyttöön maastotietokoneet. Automaattinen paikannusjärjestelmä (GPS) ja maastotietokoneelle tallennettujen tausta-aineistojen hyödyntäminen tehostaa kartoitusta ja parantaa sen laatua. Alueen maaperästä suoritetaan alustava ilmakeku- ja karttatulkinta, jossa huomioidaan myös ennakkoon otettujen ja analysoitujen maanäytteiden antama tieto alueella esiintyvistä maalajityypeistä. Itse maaperäkartoitus tehdään maastossa metrin mittaista kairaa sekä lapiota hyväksi käyttäen. Näin saatujen maalajihavaintojen ja maastossa jatkettujen ilmakeku- ja karttatulkinnan perusteella tehdään maalajien ja maaperämuodostumien kuviorajaukset työ-

pohjille tai maastotallentimille. Maastossa vaikeasti määritettävistä maalajeista otetaan tarpeen mukaan näytteitä laboratorio-tutkimuksia varten. Maaperäkartoituksen yhteydessä tehdyt kairaukset ja luotaukset maapeitteen paksuuden ja laadun tarkentamiseksi täydentävät niin ikään maastotöiden jälkeen viimeisteltävää kuviorajausta. Maastosta tallennetaan maaperägeologisia havaintoja liitettäväksi geotietoytimeen Maaperätiedon kohdemallissa (1999/2001) määritellyn tietosisällön mukaisesti.



Kuva 3. Rantavyöhykkeen pohjan maaperän kartoitusta.

Kuva: J. Väättäinen.

5 MAAPERÄ

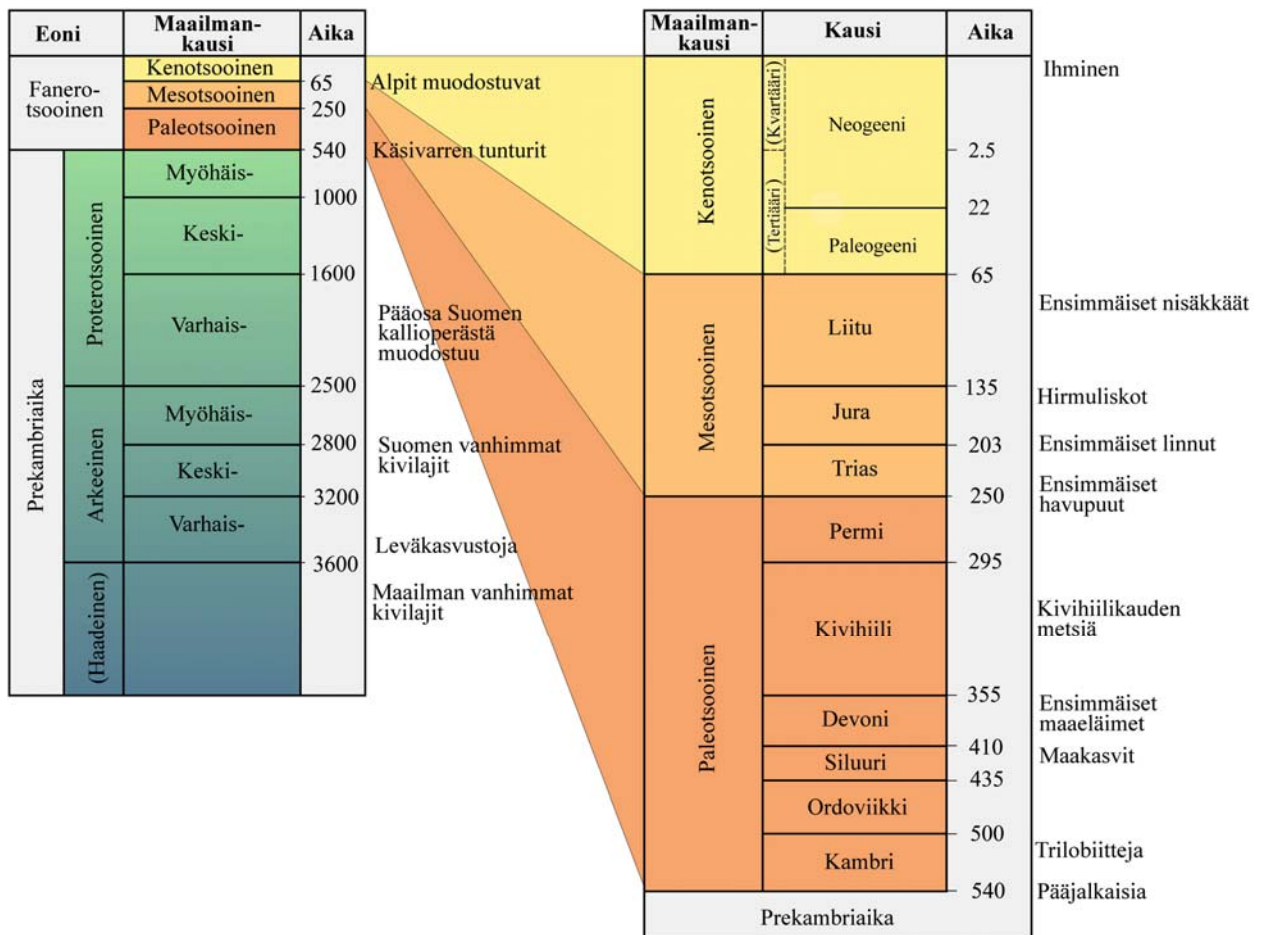
5.1 Suomen maaperän synty

Suomen maankamara koostuu ikivanhasta peruskalliosta eli kallioperästä ja sitä peittä-
vistä irtaimista maalajeista eli maaperästä.

Maapeite ei ole yhtenäinen, vaan kallioperä on paikoin paljastuneena. Maapeitteen pak-
saus voi olla jopa 100 m, mutta keskipak-
saus on vain 8,5 m.

Kallioperämme on maapallon vanhimmilta
kausilta, prekambri-ordovikikausilta ja iäl-
tään 3000–500 miljoonaa vuotta. "Geologi-
set aikakaudet" - taulukossa on esitelty
lyhyesti maapallon kehityshistoriaa.

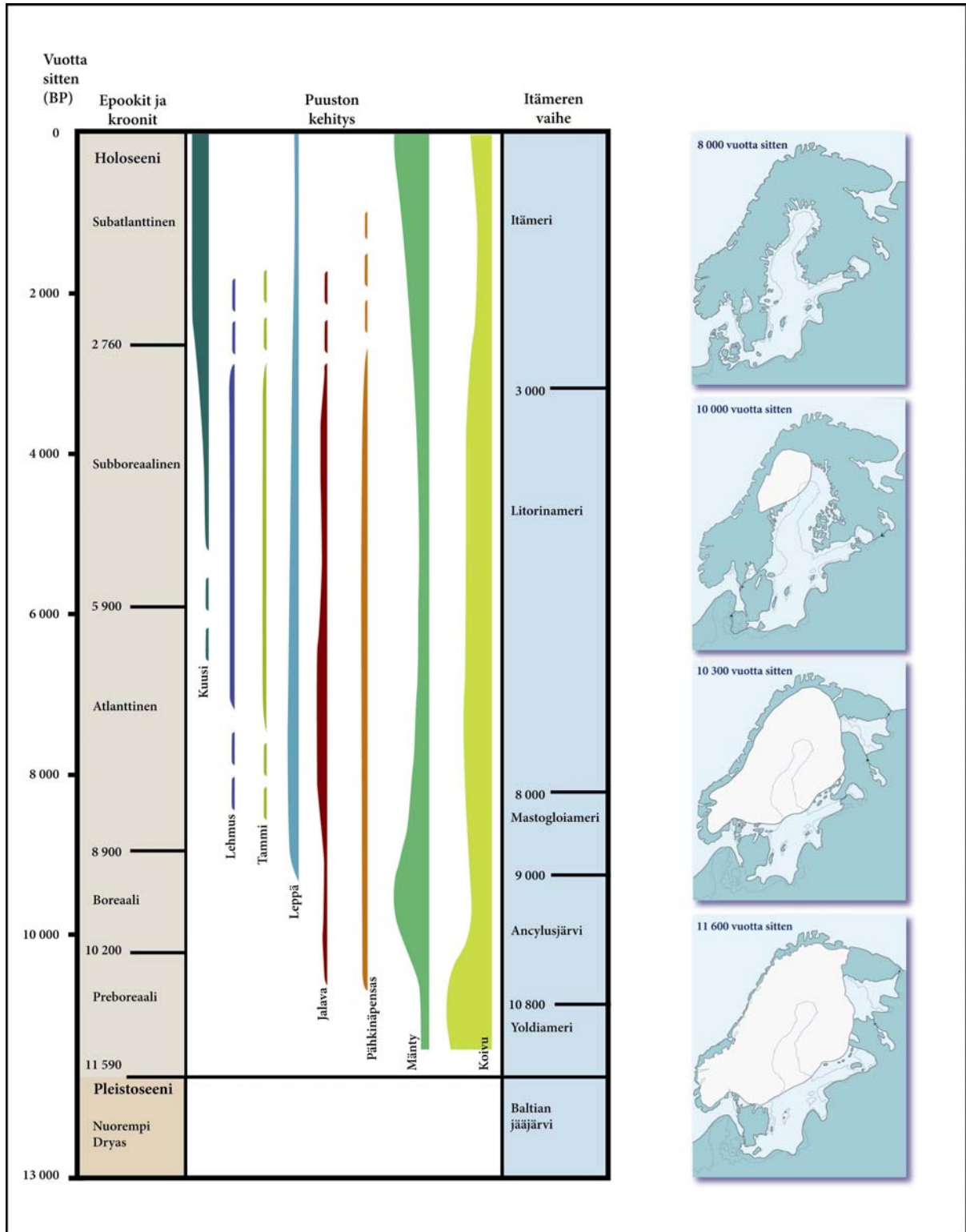
Taulukko 1. Geologiset aikakaudet.



Maaperämme on pääosin syntynyt nuorimman kauden, kvartaarikauden, viimeisen sadan tuhannen vuoden aikana. Jääkauden jälkeisen holoseeniepookin jaottelua, Itämeren

vaiheita ja kasvillisuuden kehitystä on koottu omaan taulukkoonsa.

Taulukko 2 Itämeren vaiheet ja kasvillisuuden kehitys.



Geologisesti lyhyen ajan, noin 2,5 miljoonaa vuotta kestäneen kvartaarikauden aikana maapallon ilmasto on ollut useaan kertaan poikkeuksellisen kylmä, ja siinä on tapahtunut useita lyhytaikaisia muutoksia. Pohjois-Euroopassa laajat alueet joutuivat toistuvasti mannerjäätikön peittoon. Jäätikön ollessa laajimmillaan sen reuna ulottui Keski-Eurooppaan saakka, ja jäätiköitymisalueen keskiosissa, kuten Suomessa, jäätikön paksuus oli yli 2 km. Jääkausien välillä oli jäättömiä interglasiaaliaikoja, jolloin ilmasto oli nykyisen kaltainen tai suotuisampikin. Viimeisin jääkausi, jota kutsutaan Veiksel-jääkaudeksi, alkoi 115 000 vuotta sitten. Varhais-Veikselin jäätiköityminen ulottui Suomessa Lappiin. Tämän jälkeen ilmasto vaihteli, kunnes noin 75 000 vuotta sitten alkoi Keski-Veikselin jäätiköityminen, jonka peitossa eteläinen Suomi oli 65 000–55 000 vuotta sitten. Myöhemmin Keski-Veikselin aikana suurin osa eteläisintäkin Suomea oli jäätön. Koko Suomi peittyi mannerjäätikön alle noin 30 000–25 000 vuotta sitten. Laajimmillaan Veiksel-vaiheen lopussa noin 20 000 vuotta sitten jäätikkö ulottui Berliinin eteläpuolelle ja idässä Pietarin ja Moskovan puoliväliin.



Kuva 4. Jäätikön levinneisyys n. 20 000 vuotta sitten.

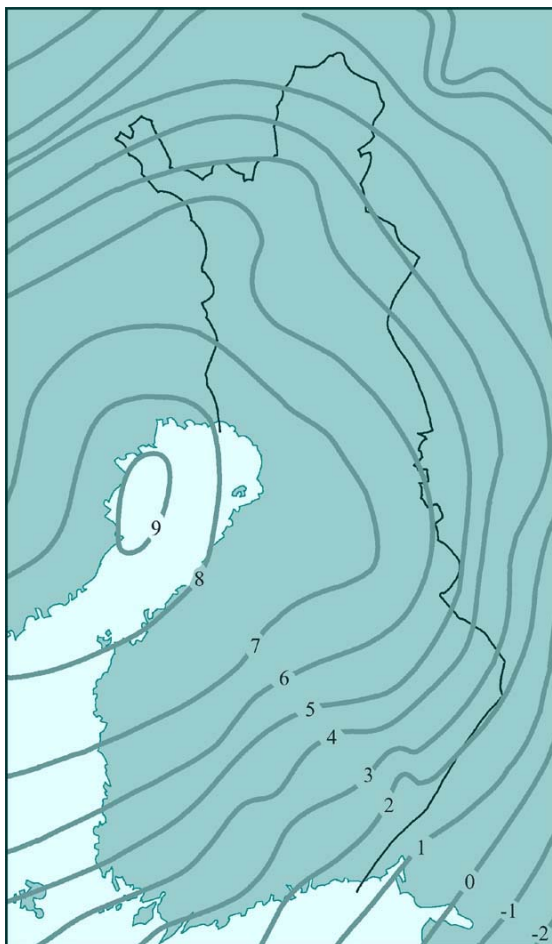
J.-P. Lunkan (1999) mukaan.

Veikselin kylmimmän vaiheen lämpeneminen ja jäätikön perääntyminen alkoi noin 17 000 vuotta sitten ja noin 15 000 vuotta sitten sulaminen ja perääntyminen oli erityisen nopeaa. Jääkausi näytti päättyneen noin 12 700 vuotta sitten, kun tapahtui äkillinen käänne. Jääkautinen kylmyys palasi ja jäätikön perääntyminen pysähtyi. Tämä vaihe oli nimeltään Nuorempi Dryas ja se päättyi noin 11 500 vuotta sitten. Tällöin katsotaan jääkauden päättyneen. Tämän kylmän vaiheen aikana syntyivät I ja II Salpausselkä. Tämän jälkeen mannerjäätikön sulaminen ja jään reunan perääntyminen jatkui. Jäätikkö hävisi maastamme noin 10 000 vuotta sitten.

Suomen maaperä on pääosin syntynyt viimeisimmän jääkauden aikana ja sen jälkeen. Paikoin tavataan viimeistä jääkautta vanhempia jääkautisia sekä interglasiaalisia ja -stadiaalisia kerrostumia. Niitä tutkimalla on saatu kuva maamme kvartaarikautisesta kehityksestä.

Mannerjäätikön toiminnan tuloksena, pääosin sen reunaosan alla, syntyi moreenia. Se on maamme yleisin maalaji, jota esiintyy kallioperää myötäilevänä peitteenä ja erilaisina moreenimuodostumina. Mannerjäätikön sulaessa valtavat vesivirrat eli jäätikköjoet koversivat erilaisia uomia. Ne myös kerrositivat lajittelemaansa soraa ja hiekkaa jäätikön alle harjuiksi (esim. Punkaharju) ja sen eteen suistoiksi eli deltoiksi (Salpausselät ovat sarja vierekkäisiä reunadeltoja).

Mannerjäätikön painon vaikutuksesta maankuori painui alaspäin ja jäätikön peräännytyä se on palautumassa aikaisempaan asemaansa aiheuttaen rannan siirtymistä meri- ja järviolueilla. Maankohoaminen oli aluksi nopeaa ja jatkuu yhä. Suurimmillaan maankohoaminen on Merenkurkussa, lähes metri ja pienimmillään Kaakkois-Suomessa, alle 20 senttimetriä sadassa vuodessa. Yli puolet maamme pinta-alasta oli painunut niin syväälle, että mannerjäätikön sulaessa vesi peitti nämä alueet.



Kuva 5. Maankohoamisen isobaasit.

Nykyään ne ovat kohonneet jopa yli 200 metriä nykyisen merenpinnan yläpuolelle. Tämän ns. ylimmän rannan alapuolelle kerrostui seisovassa vedessä savea ja hiesua. Maankohoamisen vuoksi kohoumien rinteillä ylimmän rannan tasolla ja sen alapuolella esiintyy kohoumien rinteillä muinaisrantoja ja rantakerrostumia.

Vedestä nousseella maalla joet kuluttivat ja kerrostivat hiekkaa ja hietaa jokivarsiin. Tuuli kuljetti ja kerrosti hiekkaa lentohiekkakinoksiksi eli dyyneiksi, joita esiintyy yleisesti jäätikköjoki- ja rantakerrostumilla. Alavilla veden vaivaamilla mailla alkoi soistuminen ja turpeen muodostuminen pian alueen vapauduttua jään tai veden peitosta. Kallioilla alkoi hidas rapautuminen, joka jatkuu edelleen. Sen tuloksena ovat syntyneet mm. tuntureiden rinteitä ja lakia peittä-

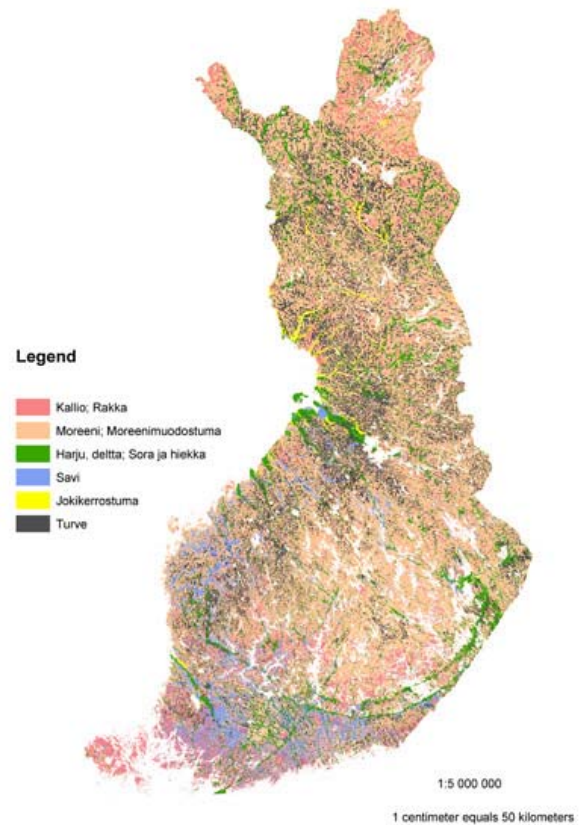
vät rakat. Näin kallioperää peittävä maakerros vähitellen saavutti nykyiset piirteensä, joita tällä hetkellä ihminen muokkaa voimakkaasti luonnonvoimien ohella.

Maaperään kuuluu kallioperää maalla ja vesistöjen pohjalla peittävä irtomaakerros, jonka pääosa koostuu murskautuneesta ja hienontuneesta kiviaineksesta eli kivennäismaalajeista. Niitä ovat mm. moreeni, sora, hiekka ja savi. Maaperään kuuluvat lisäksi eloperäisestä aineksesta syntyvät turve ja lieju sekä maaperässä oleva vesi. Maaperä on syntynyt geologisten prosessien - rapautumisen sekä mannerjäätikön, virtaavan veden ja tuulen toiminnan - tuloksena. Nykyisessä maaperässä on sekä ennen kvartaarikautta kallioperästä rapautuneita aineksia että moneen kertaan uudelleen kerrostuneita kvartaarikauden kerrostumia..

5.2 Rapautuminen

Kallioperän muuttuminen maaperäksi alkaa mekaanisella rikkoutumisella, fysikaalisella rapautumisella. Siitä hyvinä esimerkkeinä Suomessa ovat rapakivimoron ja Lapin tuntureiden rakkojen synty. Rapakivi on rakenteeltaan sellainen, että se lämpötilan vaihtelujen takia hajoaa helposti mineraalirakeiksi. Lapin tuntureiden laajat kivikot ja louhikot, rakat, ovat syntyneet tuhansien vuosien kuluessa, kun kallioperän hiushalkeamiin joutunut vesi on toistuvan jäätyneen ja sulamisen vaikutuksesta vähitellen rikkonut kallion pintaosaa. Tätä prosessia kutsutaan nimellä pakkasrapautuminen.

Mekaanisesti särkyneeseen kiviainekseen vaikuttavat veteen liuenneet suolat helpommin kuin ehjään kallioon, ja näin alkaa hidas muutosprosessi, kemiallinen rapautuminen, jolloin kallio vähitellen pintaosastaan muuttuu irtaimeksi maaksi. Maassamme oli ennen jääkautta yhtenäinen ja paikoin huomattavan paksu rapautumakerros, jonka synty oli vaatinut vuosimiljoonia ja nykyistä lämpimämmät olosuhteet. Rapautumasta osa on peräisin jo ajoilta, jolloin Fennoskandian kilpi sijaitsi nykyistä eteläisemmällä leveysasteilla. Jäänteitä vanhasta rapautumasta on säilynyt erityisesti Pohjois-Suomen jäänjakavyöhykkeellä, mutta niitä tavataan myös muualla Suomessa jäätikön kulutukselta säästyneissä paikoissa. Rapautumakerroksen paksuus on yleensä muutamia metrejä, poikkeuksellisesti kymmeniäkin metrejä. Nykyinen kallion pinta noudattaa suunnilleen ennen jääkautta Suomea peittäneen rapakallion ja sen alla olleen kiinteän kallion rajapintaa.

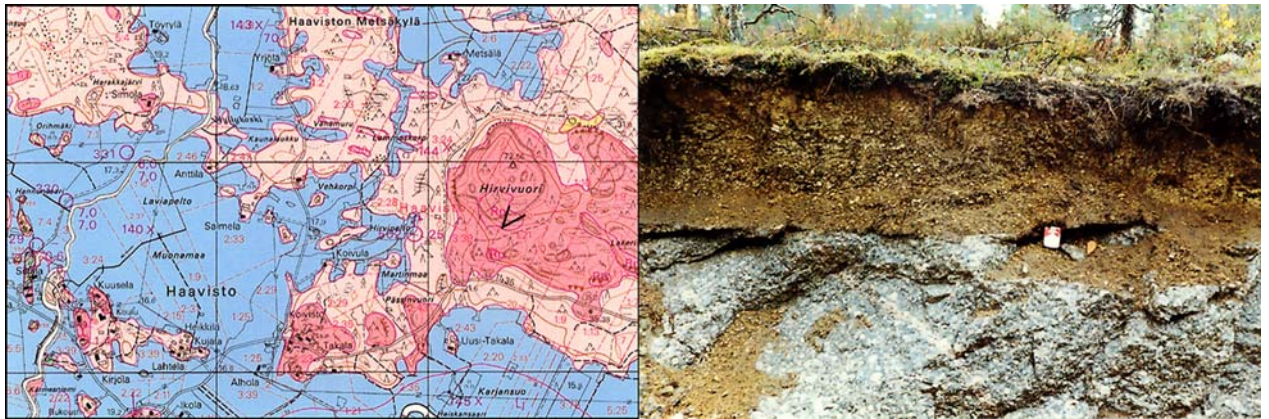


Kuva 6. Suomen maaperä.



Kuva 7. Rakkakivikkoa.

Kuva: P. Johansson.

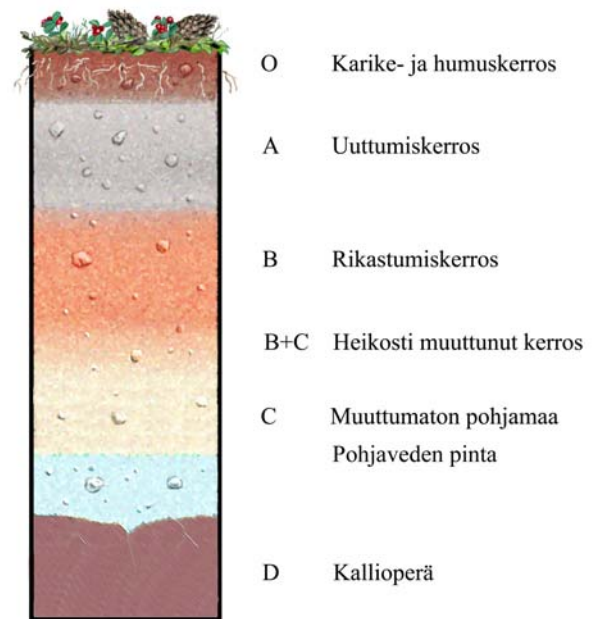


Kuva 8. Moroa terveen rapakallion pinnalla.

Rapautunut kallio on kartassa kuvattu Rp-tunnuksella. Moron rapautumisaste on rakennusgeologisen kallioluokituksen mukaan Rp2. 3024 05 C, Ruotsinpyhtää, Hirvivuori. Kuva R. Pollari.

Biologista rapautumista tapahtuu juurien mekaanisesta ja orgaanisten happojen kemiallisesta vaikutuksesta. Mekaaninen rapautuminen helpottaa kemiallista rapautumista, sillä se paljastaa uutta mineraalipintaa kemiallisille reaktioille (Lahermo ym. 1996). Biologisten, fysikaalisten ja kemiallisten tekijäin yhteisvaikutuksesta on luonnontilaisen maan pintaosaan syntynyt rapautumisasteeltaan erilaisista kerroksista koostuva maannos. Maannoksessa erotetaan yleensä A-horisontti (humuskerros ja vaalea muuttunut kerros) ja B-horisontti (rikastumiskerros), jonka alla on C-horisontti (muuttumaton pohjamaa).

Maannoksen kehittymiseen vaikuttavat maaston pinnanmuodot, kasvipeite, lämpö- ja kosteusolot, pohjavedenpinnan asema ja pohjaveden virtaus, maa-aineksen mineraali ja raekoostumus, maan pintaosan vedenjohdavuus sekä aika. Myös ihmisen toiminnalla (laiduntaminen, kaskeaminen, ojitus, auraus, ympäristön happamoittaminen jne.) on ollut ja on tärkeä vaikutuksensa.



Kuva 9. Suomalainen podsol –maannos.
Piiros H. Kutvonen.

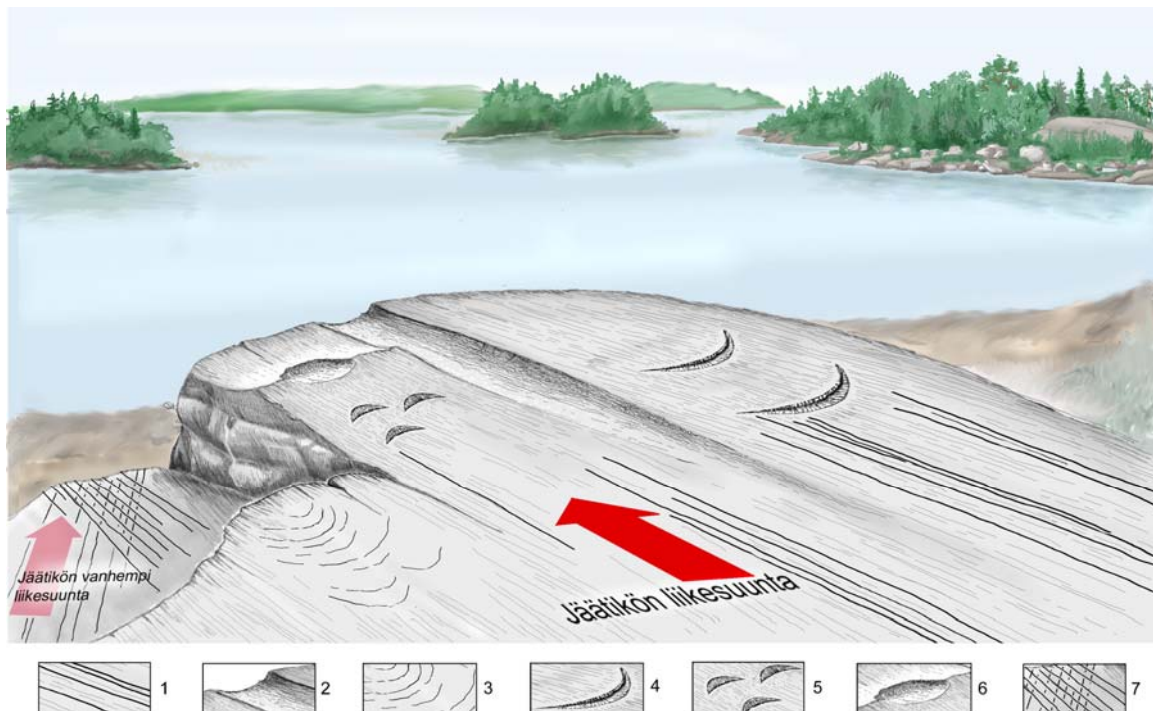
5.3 Jäätikön kulutus

Kun jäätikkö saavuttaa riittävän paksuuden, se alkaa virrata sitkaan nesteen tavoin. Lapin jäänjakaja-alueella ja Pohjanmaata lukuun ottamatta Suomi kuuluu jäätikön voimakkaasti kuluttamaan vyöhykkeeseen, jossa maankamara yleensä puhdistui rapautumattomaan kallioon asti. Virtaava jäätikkö kuljetti ja kerrosti ennen jääkautta syntynyttä irtainta maata kohti uloimpia vyöhykkeitään. Niinpä Keski-Euroopan pohjoisosasta saakka on tavattu Suomesta peräisin olevia kiviä ja lohkareita.

Jäätikön kulutus ei muuttanut suuresti maamme kallioperän topografiaa. Mannerjään on arvioitu kuluttaneen kalliota keskimäärin 7 m. Kohoumat hioutuivat ja painanteet syvenivät niin, että paikalliset kallioperän korkeuserot voimistuivat jonkin verran. Jäätikön hioessa kalliokohoumia syntyivät erityisesti rannikkoseutujen peruskallioalueille tyypilliset virtaviivaiset muo-

dot, silokalliot, joilla on sileä jään tulosuunnan puoleinen sivu eli vastasivu ja rosoinen, jäätikön louhima suojasivu, josta on irronnut kiviä ja lohkareita.

Silokallion muoto antaa jo käsityksen jäätikön yleisestä kulkusuunnasta, mutta tarkempia tietoja jään liikkeen suunnasta saadaan niistä kulutusmerkeistä, jotka syntyivät mannerjäätikön pohjalla olleiden kivien ja lohkareiden naarmuttaessa kallion pintaa. Yleisimmät kulutuksen jäljet ovat uurteet ja kourut, mutta niiden lisäksi on sirppimurroksia, pirstekaarteita, sirppikouruja ja simpukkamurroksia. Jäätikön eri virtausvaiheiden aikana syntyi erisuuntaisia kulutuspinnoja. Nuorempien virtausvaiheiden aikana jää kulutti vanhempia pintoja niin, että niistä on vain osia jäljellä kulutukselta suojaisissa paikoissa. Erisuuntaisia ja erikäisiä virtaussuuntia kuvastavia uurteita samalla kallion pinnalla kutsutaan ristiuurteiksi.



Kuva 10. Jäätikö kulutusmerkkejä.

1= uurre, 2= kouru, 3= pirstekaarre 4= sirppikouru, 5= sirppimurros, 6= simpukkamurros, 7=ristiurteita.
Piirros: H. Kutvonen.

5.4 Itämeren ja järvien kehitys

Itämeren rantaviivan muuttumiseen Suomen rannikolla ovat vaikuttaneet sekä maankohoaminen että valtamerenpinnan vaihtelut. Itämeren altaan yhteys valtameriin on ollut riippuvainen myös mannerjäätikön reunan asemasta (M. Saarnisto: Geonäyttely, Espoo).

Taulukossa 2 on koottuna Suomessa erotetut Itämeren kehitysvaiheet rinnastettuina jääkauden jälkeisiin ilmastollisiin epookkeihin ja krooneihin sekä puuston kehitykseen Etelä-Suomessa.

5.4.1 Eem-meri

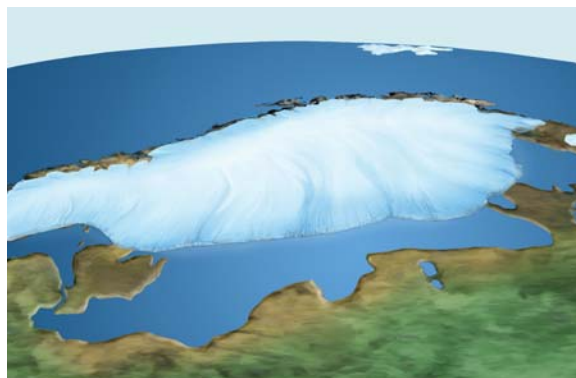
Eem-meri, ennen viimeistä Veiksel-jääkautta 130 000–115 000 vuotta sitten ollut merivaihe, peitti ilmeisesti Suomen läntisimmät ja eteläisimmät osat. Eem-meren pinta ulottui Itämeren piirissä nykyistä vedenpintaa korkeammalle. Fennoskandia oli tällöin saari, ja leveät salmet yhdistivät Itämeren sekä Tanskan salmien että Viananmeren kautta valtameriin.

Veiksel-jääkauden aikana olleiden jäättömiä vaiheiden aikaisia merenpinnan asemia ei ole voitu Suomesta määrittää.

5.4.2 Baltian jääjärvi

Baltian jääjärvi oli valtameren pinnan yläpuolelle patoutunut makeavetinen vesiallas. Se laski valtameriin Tanskan salmien kautta. Sitä mukaa kun jäätikön reuna perääntyi Etelä-Ruotsissa, Baltian jääjärvi peitti yhä suuremman alueen ja ulottui vähitellen myös Suomenlahdelle ja Laatokalle. Mannerjäätikön reunan eteen kerrostuivat lopulta Salpausselät, joiden deltataseiden avulla on määritelty Baltian jääjärven vedenpinnan korkeudet. Baltian jääjärvivaihe päättyi 11 590 vuotta sitten, kun mannerjäätikkö suli Billingenin vuoren alueelta Keski-Ruotsissa Vättern-järven länsipuolella ja

jääjärven pinta laski lyhyessä ajassa 26–28 metriä valtameren pinnan tasoon.

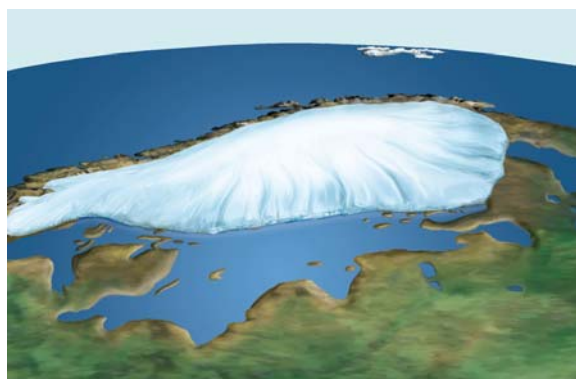


Kuva 11. Baltian jääjärven levinneisyys 11 600 vuotta sitten.

Kuvat 9, 10, 11 ja 12 piirtänyt Harri Kutvonen Matti Saarniston laatimien karttojen pohjalta.

5.4.3 Yoldiameri

Yhteys valtameriin laajeni mannerjäätikön reunan perääntyessä Keski-Ruotsissa pohjoisemmaksi. Samalla valtameren suolainen vesi pääsi tunkeutumaan Itämereen. Alkoi Itämeren ensimmäinen merivaihe jääkauden jälkeen. Tätä vaihetta 11 590–10 800 vuotta sitten on kutsuttu Yoldiamereksi. Baltian jääjärven aikana oli Itämeren piirissä kerrostunut yksinomaan lustosavea, mutta Yoldiameren aikana kerrostui ensin lustosavea ja sitten homogeenista eli tasakoosteista savea.



Kuva 12. Yoldiameren levinneisyys 11 300 vuotta sitten.

5.4.4 Ancylusjärvi

Jäätikön hävitessä Itämeren altaasta kohosi Billingenin salmen kynnyksen maankohoamisen vaikutuksesta vedenpinnan yläpuolelle ja yhteys valtameriin katkesi. Noin 10 800 vuotta sitten patoutunutta järveä kutsutaan Ancylusjärveksi, jonka alkuvaiheessa vielä osa Fennoskandiaa oli jäätikön peitossa. Tornionlaakso vapautui Suomen alueista viimeksi jäätiköstä noin 10 000 vuotta sitten.



Kuva 13. Ancylusjärven levinneisyys 10 000 vuotta sitten.

Korkeimmillaan Ancylusjärven pinta oli hieman yli 10 000 vuotta sitten ennen kuin sen lasku-uoma siirtyi tulvan seurauksena Tanskan salmiin. Vedenpinta laski nopeasti koko Ancylusjärven piirissä. Samanaikaisesti valtameren pinta nousi, ja noin 9 000 vuotta sitten syntyi Tanskan salmien kautta suora yhteys valtamerestä Itämereen, jossa alkoi heikkosuolainen Litorinameren Mastogloiamerivaihe.

5.4.5 Litorinameri

Valtameren pinnan noustessa suolaista vettä alkoi virrata Tanskan salmien kautta Itämereen. Alkoi Litorinameren aika noin 9 000 vuotta sitten. Litorinameren pohjalle kerrostui liejusavia ja simpukka- ja kotilolöydöt osoittavat veden olleen nykyistä suolaisempaa. Valtameren pinnan nousu oli niin nopeaa, että maankohoamisen reunaosissa, mm. Kaakkois-Suomen rannikolla Helsingistä itään, vedenpinta nousi nopeammin kuin maa kohosi eli tapahtui transgressiota.

On arvioitu, että valtameren pinta saavutti korkeimman tasonsa ehkä pari metriä nykyistä pintaa ylempänä – noin 8 000–7 000 vuotta sitten, minkä jälkeen se on vähitellen laskenut nykyiseen tasoonsa. Itämeren suolapitoisuus on myös vähentynyt valtameriyhteyden Tanskan salmien kautta madaltuessa. Suomen rannikolla on vedenpinta maankohoamisen vuoksi näennäisesti laskenut paljon enemmän.



Kuva 14. Litorinameren levinneisyys 8 000 vuotta sitten.

5.4.6 Suomen järvien kehitys

Suomi kuten muutkin jäätiköityneet alueet on täynnä eri kokoisia ja eri kehitysvaiheissa olevia järviä. Kaiken kaikkiaan on maassamme laskettu olevan 187 888 yli viiden aarin suuruista järveä, joista noin 56 000 on pinta-alaltaan yli hehtaarin kokoisia. Järviemme pinta-ala on noin 33 600 km².

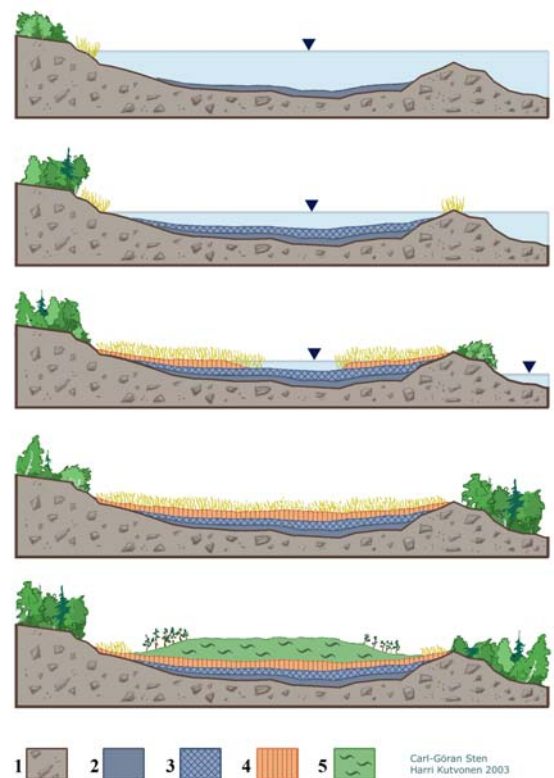
Suomen järviolueen vanhimmat järvet ovat Itä- ja Kaakkois-Suomessa, jossa maata alkoi maankohoamisen seurauksena paljastua sulavan jäätikön alta jo yli 12 000 vuotta sitten. Saimaan eteläosat, Höytiäinen ja Piehinen sekä pohjoisempana sijaitsevat Kitkajärvet, itsenäistyivät joko suoraan jään reunan eteen syntyneestä lyhyestä jääjärvivaiheesta tai samoin lyhytaikaisen Yoldiameriyhteyden jälkeen yli 10 500 vuotta sitten. Inari muodostui noin 10 000 vuotta sitten. Tärkeä vaihe järvien kuroutumisessa oli Ancylusregressio, jolloin maankohoamisen tu-

loksena paljastui runsaasti uutta maata. Sen päättyessä koko Keski-Suomen järvialue, Päijänne, Näsijärvi, Saimaa, Oulujärvi, oli kohonnut Itämeren altaan yläpuolelle. Myös Laatokka on kuroutunut Ancyclusjärvestä. Muutama kohtalaisen suuri järvi on kuroutunut vielä Litorinameren alun jälkeenkin, esimerkiksi nykyisin 45 metriä merenpinnan yläpuolella oleva Säskylän Pyhäjärvi kuroutui Litorinamerestä noin 6 500 vuotta sitten. Isoista järivistä syntymässä on vielä ns. Perämeren järvi, josta muodostuu sisäjärvi noin 2 000 vuoden kuluessa.

Järviältaiden lasku-uomat vaihtuivat suuremman maankohoamisen alueelta luoteesta vähitellen etelään ja kaakkoon kohti pienemmän maankohoamisen aluetta. Kitkajärvet laskivat aluksi Pohjanlahteen Iijoen kautta, kunnes syntyi itäinen lasku-uoma nykyiseen Kitkajokeen. Etelä- ja Keski-Suomesta poiketen Inarin altaan alueelta jään reuna siirtyi koillisesta lounaaseen päin. Jäätikön eteen muodostunut jääjärvi laski ensin koillisesta Näätämöjokea pitkin Jäämereen, mutta Paatsjoen laakson suun vapauduttua jäätiköstä Inarinjärven kaakkoisosassa lasku-uoma siirtyi Paatsjokeen. Saimaalla oli aluksi yhteys Päijänteeseen, jolloin Muinais-Päijänne ja Suur-Saimaa olivat yhteydessä toisiinsa Pielavedellä sijainneen salmen kautta. Molempien järvien muodostama suurjärvi laski Pohjanlahteen Pihtiputaalla sijainneen lastu-uoman kautta. Noin 7 000 vuotta sitten Päijänteen vesi purkautui eteläpäästään Heinolanharjuun syntyneen uoman kautta Suomenlahteen laskevaan Kymijokeen. Saimaan lasku-uomat siirtyivät myös vähitellen etelään päin kohti Kymijokea, kunnes noin 5 700 vuotta sitten avautui nykyinen uoma Vuoksen kautta Laatokkaan. Näsijärven lasku-uoma oli myös aluksi altaan luoteisosassa, kunnes noin 7 500 vuotta sitten sen etelä-osaan puhkesi uoma Tammerkosken kautta Kokemäenjokea pitkin Selkämerelle. Laatokan ensimmäinen lasku-

uoma Suomenlahteen oli lähellä Viipuria. Nykyinen lasku-uoma syntyi Nevan kohdalle vajaat 3 000 vuotta sitten.

Pieniä järviä on syntynyt ja syntyy kuroutumalla maankohoamisen yhteydessä merenlahdista kaiken aikaa. Merestä kuroutuvaa matalaa merenlahtea kutsutaan fladaksi, kluuvi on jo omaksi altaaksi kuroutunut pikkujärvi, johon kuitenkin suolainen vesi ajoittain pääsee vielä vaikuttamaan. Näin ollen uusia järviä syntyy, mutta vanhoja järviä myös häviää. Arviolta noin 100 000 entistä järviä on täyttymisen ja umpeenkasvun myötä hävinnyt luonnostamme ja tälläkin hetkellä on noin 1000 matalaa järviä muuttumassa maatuveiksi kosteikoiksi.



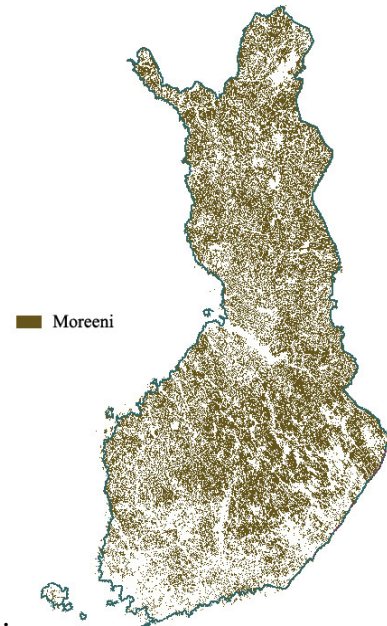
Kuva 15. Matalan merenlahden kuroutuminen järveksi ja edlleen soistuminen.

Piirros: H. Kutvonen.

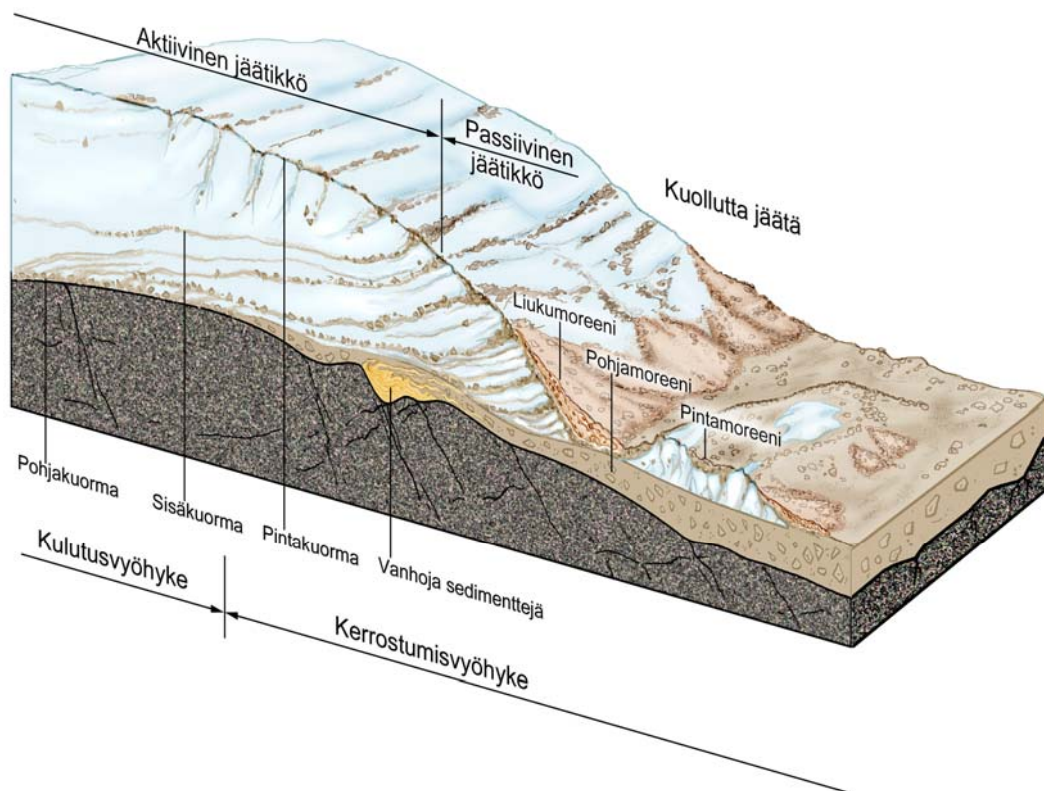
6 JÄÄKAUDEN AIKANA SYNTYNEET KERROSTUMAT

6.1 Moreenikerrostumat

Maamme yleisin maalaji, moreeni, on sekalajitteista kivimurskaa, jossa esiintyy kaikkia raekokoja savesta lohkareisiin. Se on syntynyt jäätikön kallioperästä irrottamasta, murskaamasta ja hiomasta kiviaineksesta. Siihen on sekoittunut myös kallioperän rapautumistuotteita ja jääkautta edeltävän maaperän aineksia. Moreeni sisältää vanhaa rapaamaa runsaimmin Keski-Lapissa eli samalla alueella, missä rapakalliotakin on säilynyt moreenin alla yleisimmin (kts. rapautuminen sivulla 12)



Kuva 16. Moreenin levinneisyys Suomessa.

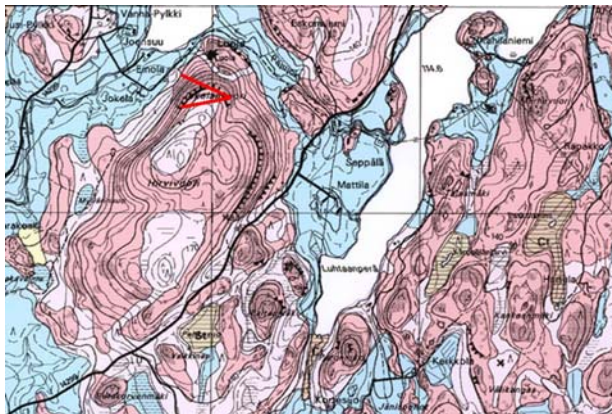


Kuva 17. Aineksen kulkeutuminen jäätikössä.

Piirros: H. Kutvonen.

Vanhasta maaperästä peräisin olevien lajituneen aineksen laattojen ja linssien lisäksi moreeni voi sisältää myös lajittunutta ainesta, joka on sekoittunut moreeniin kulkeutumis- ja kerrostumisolosuhteissa. Rapautumattoman, tuoreen kiviaineksen runsaus viittaa kuitenkin siihen, että varhaisempien jääkausien virtaukset kuluttivat huomattavan osan vanhasta rapaumasta, joten viimeisen jääkauden aikana kulutus pääsi kohdistumaan rapautumattomaan kallioon.

Moreenin alkuperäinen muuttumaton väri (harmaan eri vivahteet) vastaa Suomen kallioperän mineraaleista niiden esiintymis-suhteessa jauhetun seoksen väriä. Moreenin peitossa on yli 50% maapinta-alastamme. Lisäksi sitä on pohjamaana savikoiden ja soiden alla. Kulkeutumistapansa mukaan moreenit jaotellaan pohjamoreeniksi ja ablaatiomoreeniksi



Kuva 18. Moreenikalotti.

2142 09 D, Juupajoki, Hirvivuori. Avokallioiden reunustama moreenikalotti Hirvivuoren laella ylimmän rannan (kartassa kuvattu muinaisranta) yläpuolella. Kuva H. Sulkava.

6.1.2 Ablatio- eli pintamoreeni

Jäätikön sisällä ja päällä kulkeutunut kiviaines rikastui jäätikön sulaessa sen pinnalle. Kun jää sulii, kerrostui kiviaines vähitellen pohjamoreenin päälle ablaatiomoreenipeitteeksi. Syntytapansa vuoksi ablaatiomoreeni on pohjamoreenia löyhempää ja

6.1.1 Pohjamoreeni

Mannerjäätikön pohjaosissa kulkeutunut moreeni kerrostui pohjamoreenina, joka peittää melko yhtenäisenä kerroksena kallioperää ja tasoittaa sen epätasaisuuksia. Paikoin pohjamoreenia kuitenkin kerrostui paksuina laaja-alaisina laattoina tai virtavivaisina selänteinä (drumliinit), joita voidaan pitää itsenäisinä moreenimuodostumina. Yleensä kohoumille kerrostui vähemmän moreenia kuin laaksopaikkoihin. Veden peittämällä eli subakvaattisilla alueilla ranta-voimat huuhtoivat kohoumien rinteiltä ohuen moreenipeitteen kokonaan tai osittain pois, jolloin kalliopinta paljastui tai moreenin kivistä muodostui rantakivikoita. Näillä alueilla pohjamoreenipeitteen rikkonaisuus on siis osittain kerrostumisen jälkeisen kehityksen tulos. Jos kohouman lakiosa ulottui ylimmän rannan yläpuolelle, säilyi siellä avokallioiden tai kivioiden reunustama moreenikalotti.

raekoostumukseltaan vaihtelevampaa, usein karkeampaa ja runsaammin lajittunutta ainesta sisältävää. Ablatiomoreenikerroksen paksuus on yleensä 0–1 m, mutta saavuttaa joskus useiden metrien, poikkeuksellisesti jopa kymmenien metrien paksuuden. Näin ollen ablaatiomoreenistakin voi syntyä itsenäisiä moreenimuodostumia. Jäätikön päällä

tai sisällä sen reunalle kulkeutunut moreeniaines valui vetelänä lietevirtana reunaa alaspäin muodostaen liukumoreeniksi kutsuttua ablaatiomoreenia. Sille on ominaista aineksen viisto kerroksellisuus liukupintoi-

neen. Osa kerroksista on myös sulamisvesien lajittelemaa hiekkaa.



Kuva 19. Ablaatiomoreenin synty.

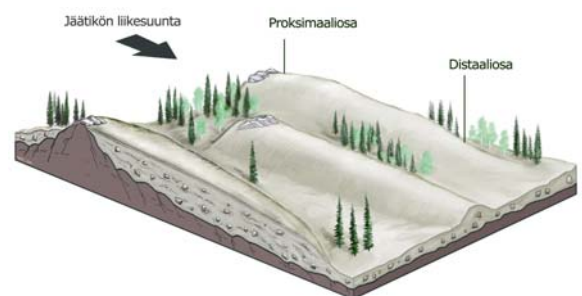
Piirros: H. Kutvonen.

6.1.3 Moreenimuodostumat

Voimakkaasti virtaavan, aktiivisen jäätikön alueille, kuten Järvi-Suomeen, Kuusamoon ja pohjoisimpaan Lappiin, syntyi pohjamooreeniaineksesta pitkänomaisia virtaviivaisia selänteitä, drumliineja, jotka moreenin ohella sisältävät myös lajittuneen aineksen kerroksia. Luonteenomaista drumliineille on kalliosydän, joka sijaitsee useimmiten joko jäätikön tulosuunnan puoleisessa päässä tai keskellä.

Drumliinit esiintyvät lähes yhdensuuntaisina viuhkamaisina parvina ja kuvastavat synnyttäneen jäätikön virtauksen luonnetta.

Yleistä on myös pienimuotoinen moreenipinnan juovikkuus, vakoutuminen (engl. fluting), jota on drumliiniinkin pinnalla. Ilmiönä se on rinnastettavissa silokallioiden uurteisiin.



Kuva 20. Kaavakuva drumliineista.

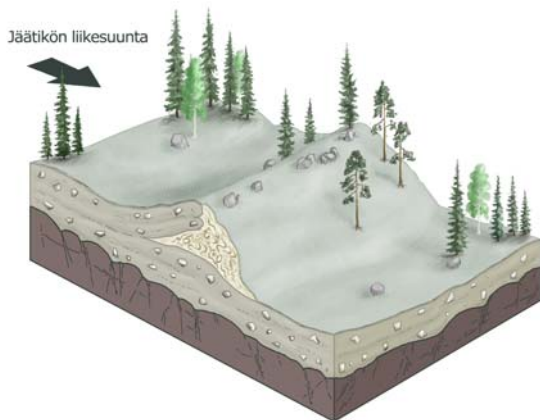
Piirros : H. Kutvonen.



Kuva 21. Drumliinimaastoa maaperäkartalla ja valokuvassa. 3231 08 D Juva, Vuorenmaa.

Kuva: J. Tikkanen.

Mannerjäätikön reunan eteen kerrostui jäätikön puskemasta tai jäätiköltä valuneesta tai varisseesta moreeniaineksesta reunamoreeneja, jotka syntyvät vuoksi sisältävät vaihtelevassa suhteessa pohjamoreenia, ablaatiomoreenia tai jäätikön etumaaston lajittuneita maalajeja jäätikön uudelleen kerrostamana ja poimuttamana, deformativana.



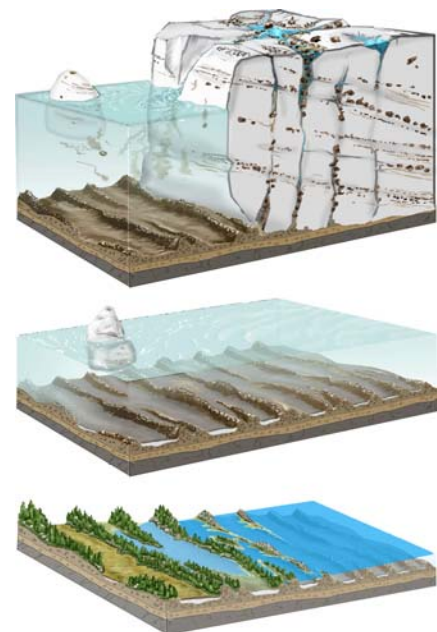
Kuva 22. Pieni reunamoreeni.

Piirros: H. Kutvonen.

Mannerjäätikön reunan pysyessä pitkään samalla paikalla kerrostui sen eteen sekä moreenia että mannerjäätikön sulamisvesien kuljettamaa lajittunutta, glasifluvialaista ainesta. Tämänkaltaista reunamoreenia kutsutaan reunamuodostumaksi, koska moreeninimitys viittaa liikaa ainekseen. Salpauksellat, jotka ovat Suomen ja ehkäpä koko maailman tunnetuimmat kvartaarikauden muo-

dotumat, koostuvat pääasiassa lajittuneesta aineksesta.

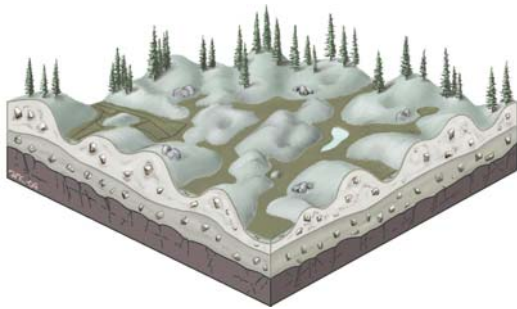
Mannerjäätikön sulaessa syntyneet pienet reunamoreenivallit esiintyvät peräkkäisten vallien parvina ja kuvastavat jäätikön reunan jokatalvistä pysähdystä tai pientä siirtymistä. Niiden synnyn kytkeminen vuodenaikojen vaihteluihin on antanut aiheen kutsua niitä vuosimoreeneiksi tai De Geer -moreeneiksi ajatuksen esittäjän mukaan. Englannin kielestä käännetty nimitys "pyykkilautamoreeni" kuvaa myös hyvin reunamoreenivalleja, sillä pyykkilautaa ne todella karttakuvassa tai ilmakuvassa muistuttavat.



Kuva 23. DeGeer moreenin synty.

Piirros: H. Kutvonen.

Ablaatiomoreenista koostuvia kumpareikkoja, kumpukuoppamaastoja ja moreenimäkimaastoja kutsutaan yhteisellä nimellä: kumpumoreenit. Kumpumoreenit ovat pinnanmuodoiltaan hyvin erilaisia: pitkänomaisia selännteitä sekä pyöreähköjä tasalakisia, kartiomaisia tai kekomaisia kasoja. Ne esiintyvät useimmiten laajoina kenttinä, jotka ovat tunnistettavissa pohjakartan korkeuskäyristä. Yhteistä kumpumoreeneille on aineksen suuri vaihtelu. Niissä saattaa olla moreenin ohella huonosti lajittunutta hiekkaa ja soraa.



Kuva 24. Kumpumoreenia.

Piirros: H. Kutvonen.

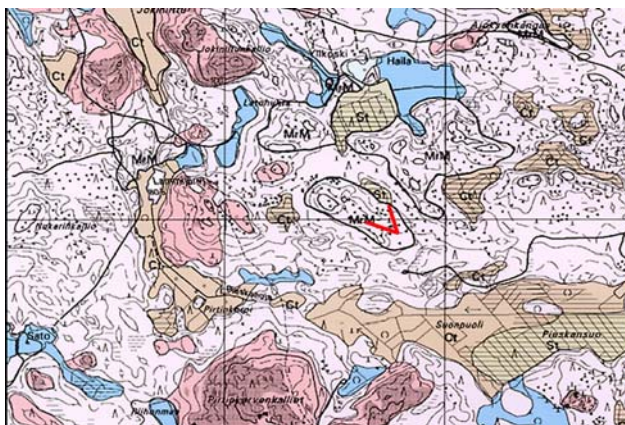
Runsas pintalohkareisuus on niin ikään ominaista useimmille kumpumoreenityypeille. Kumpujen korkeus vaihtelee 5:stä 25 m:iin, mutta on kuitenkin yleensä alle 10 m. Tavallisin kumpumoreenityyppi on joukko

jäätikön reunan- ja säteensuuntaisesti järjestyneitä epämääräisen muotoisia selännteitä, jotka muodostavat heikosti verkkomaisen pohjakuvioituksen. Laakso- paikoissa selännteillä on taipumus suuntautua laakson poikki. On ilmeistä, että tähän järjestyneisyyteen ovat syynä jäätikön reunan- ja säteensuuntaiset railot sekä jäätikön sisäiset hiertopinnat, jotka ovat ohjanneet moreeniaineksen rikastumista jäätikön sisällä ja pinnalla. Kumpumoreeneita on jaoteltu esiintymisalueidensa ja ulkomuotonsa mukaan, erimerkkinä puljumoreenit



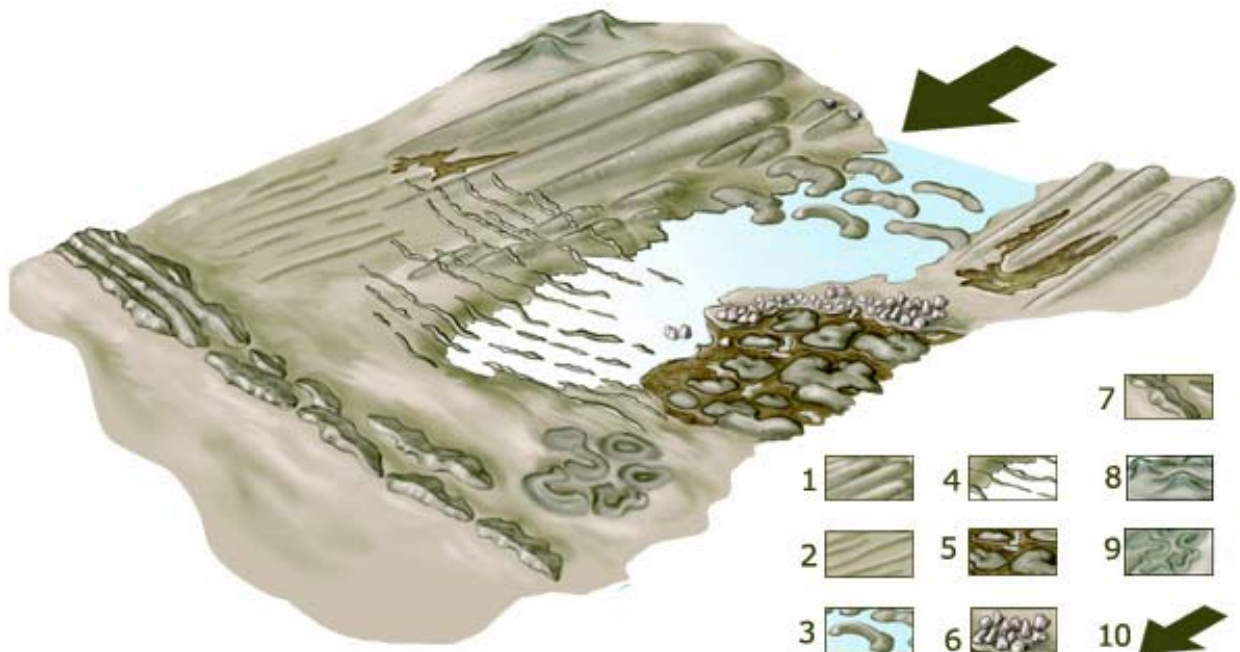
Kuva 25. Puljumoreeneita.

Utsjoen Paddaskaidin moreenikenttä, jonka muotoja syksyinen lumi korostaa. Kuva: R. Pollari.



Kuva 26. Louhikkoista kumpumoreenimaastoa.

Pääosa moreenikumpareista on syntynyt sulavan mannerjäätikön säteensuuntaisiin railoihin, osa taas jäätikön reunansuuntaisiin railoihin. 2112 06 D Äetsä, Pieskanoja. Kuva: M. Haavisto.



Kuva 27. Erityyppisiä moreenimuodostumia ja niiden suuntausta jäätikön liikkeeseen nähden.

1= drumliini, 2= vakoumia, 3= Rogenmoreeneja, 4= DeGeer –moreeneja, 5= kumpumoreeneja, 6= lohkareikkoja, 7= reunamoreeneja, 8= Veikimoreeneja, 9= puljumoreeneja, 10= jäätikön liikesuunta.
Piirros: H. Kutvonen.

6.2 Jäätikköjokimuodostumat

6.2.1 Kulutusmuodot

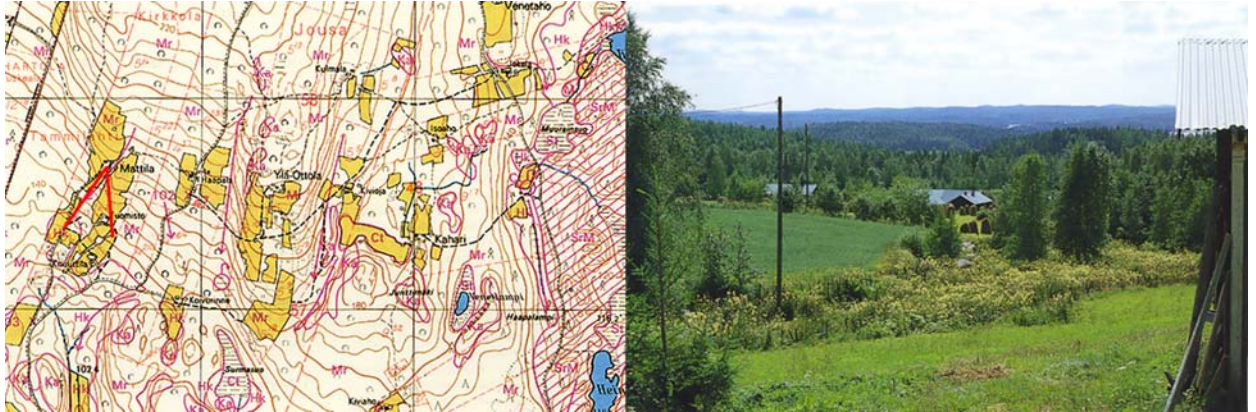
Mannerjäätikön sulaessa siitä vapautui valtavat määrät vettä. Nämä sulamisvedet virtasivat sekä jäätikön pinnalla että onkaloissa ja tunneleissa sen sisällä ja pohjalla. Virratesaan sulamisvedet muodostivat jäätikköjokia ja kuluttivat jäätikköä ja sen alustaa. Jäätikköjokien kuluttava toiminta oli voimakkainta jäätikön piirissä ja jäätikkökielekkeiden sivuilla, missä veden virtausnopeus oli suurin. Jäätikköjokien kulutuksen merkkejä on eniten Lapissa, mutta paljon myös Keski- ja Itä-Suomen vedenkoskemattomilla alueilla. Jäätikön sulamisvedet synnyttivät huuhtoutumisrajoja ja huuhtoutumisvyöhykkeitä, jotka näkyvät maastossa paljaina kalioina. Tärkeimpiä sulamisvesien kulutuksen

merkkejä ovat erilaiset uomat, kurut ja virtatörmät. Uomia ovat esimerkiksi Lapissa tavattavat ns. lieueumat, jotka syntyivät sulavan jäätikkökielekkeen ja tunturin rinteiden rajalle. Uomia ja virtatörmä syntyi myös jäätikköjokimuodostumien pinnalle.



Kuva 28. Lieueumia tunturin rinteellä.

Kuva: P. Johansson.



Kuva 29. Moreenipeitteinen vaara.

Lakiosa vedenkoskematonta maata. Uomien kohdalla on kallio paikoin huuhtoutunut esiin. 3122 09 D, Joutsa, Tammimäki. Kuva: J. Tikkanen.



Kuva 30. Sulamisvesien kuluttamia uomia.

Keski-Suomen reunamuodostumaan kuuluvan hiekkavaltaisen deltan (kartassa vihreä alue) pinnalla olevia uomia, joiden pohjalle on kerrostunut saraturvetta. Pohjavesi purkautuu maanpintaan lähteinä deltan reunamilla. 2142 03 A, Tampere, Jakamakangas. Kuva: H. Sulkava.

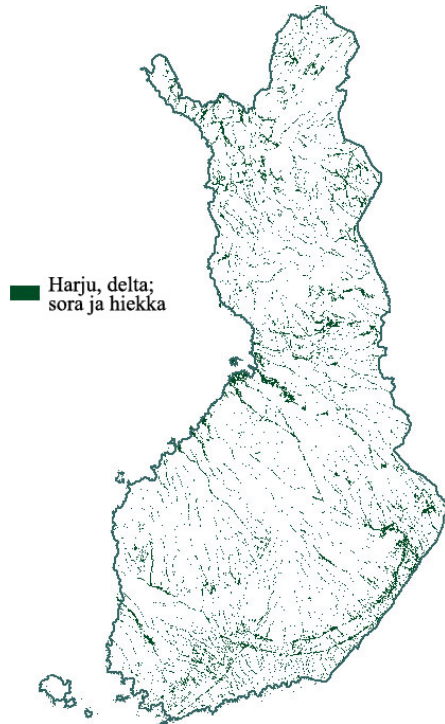
6.2.2 Kasaantumismuodot

Sulamisvesistä kertyneet jäätikköjoet synnyttivät kulutusmuotojen lisäksi kasaantumismuotoja. Virtaava vesi kulutti, pyöristi ja lajitteli mukana kuljettamaansa ainesta. Jäätikköjokimuodostumien aines on siten puhtaaksi peseytynyttä hiekkaa ja soraa sekä pyöristyneitä kiviä ja lohkareita. Jäätikköjokimuodostumien osuus maapinta-alastamme on noin 7%.

Harjut

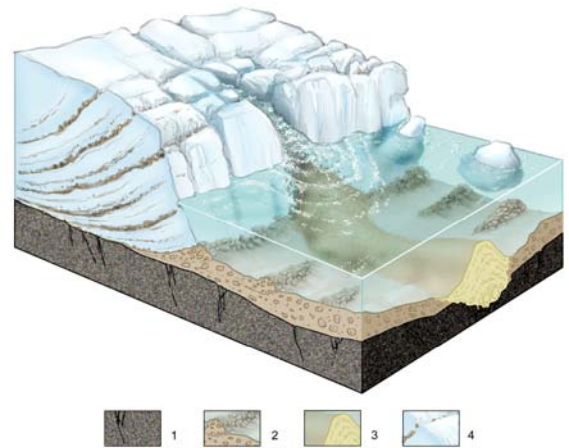
Suomessa tyypillisin ja yleisin jäätikköjojen kerrostama muodostuma on harju, joka lähes symmetrisenä selänteinä saattaa jatkua yhtenäisenä kymmeniä kilometrejä (Niemelä 1979). Harjujaksossa voi myös olla rinnakkaisia seläniteitä tai se voi levittäytyä laajalmaisiksi kentiksi, joihin hautautuneet, jäätikköstä irronneet jäälohkareet muodostivat sulaessaan soikeita tai lähes pyöreitä kuoppia eli suppia. Näistä umpilaskeumista käytetään myös nimityksiä lukko, vati, onsi ja

kaivo. Harjujaksot muistuttavat karttakuvassa jokisysteemejä. Samoin kuin jokiin tulee sivujokia, harjuihinkin saattaa liittyä sivuhaaroja. Harjujen kulku kuvastaa jäätikön reunan perääntymissuuntaa, joka on likimain päinvastainen kuin jäätikön viimeinen virtaussuunta. Siitä johtui aikaisempi pitkittäisharju-nimityksen käyttö. Harjujen järjestymisestä kuvastuvat mm. suuret viuhkamaiset jääkielekkeet.



Kuva 31. Suomen harjualueet.

Harjujen kerrostuminen alkoi jäätikön sisällä tai pohjalla oleviin sulamisvesitunneleihin, jotka sulamisen ja jäätikön ohenemisen edistyessä saattoivat aueta pintaan saakka railoiksi ja kasvaa edelleen jäätikkölahdiksi. Kapean ja jyrkkärinteisen harjun synty on tapahtunut kapeassa railossa tai tunnelissa, jossa jäätikköseinämät säätelivät kerrostumista. Leveät ja loivarinteiset harjut syntyivät jäätikön reunaosien avoimiin railoihin ja jäätikkölahtiin. Harju voi olla muodostunut myös perättäisistä erillisistä kummuista. Tällöin kerrostuminen tapahtui jäätikköjoen suulle jäätikön reunan eteen. Sulamisen edistyessä reuna perääntyi, jolloin harjujaksoon syntyi uusi kumpare.



Kuva 32. Harjun synty.

Harju syntyy jäätiköltä virtaavan joen uomaan ja suistoon. Piirros: H. Kutvonen.

Deltat ja sandurit

Sulavaa ja siitä syystä perääntyvää jäätikköä reunusti Etelä-Suomessa yleensä meri. Jäätikköjoen laskiessa mereen saattoi sen suuhun kerrostua suisto, delta, kuten nykyisten jokien suihin. Jos jäätikköjoen kuljettamaa ainesta, hiekkaa ja soraa, oli riittävästi ja jäätikön reuna perääntyi hitaasti, niin delta kasvoi vedenpinnan tasoon saakka. Hyvin kehittyneessä reunadeltassa, jollaisia on runsaasti Salpausselkien reunamuodostumissa, erotetaan jyrkkä jäätikön puoleinen eli proksimaalinen ns. jäänkontaktirinne, josta deltan pinta viettää loivasti jäätiköstä pois päin eli distaalisuuntaan.

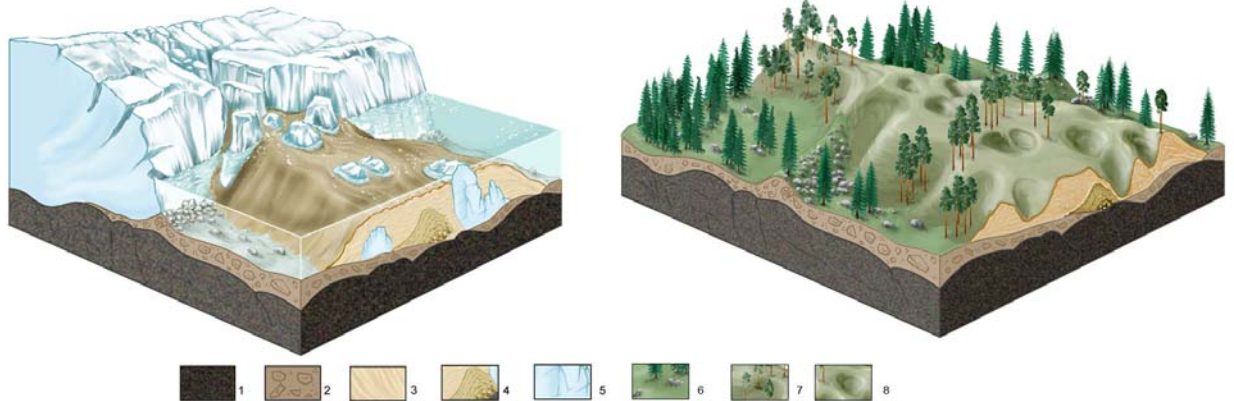


Kuva 33. Sanduri.

Kuivalle maalle päättyvä jäätikköjoki kerrostaa etumaastoonsa sandurin. Piirros: H. Kutvonen.

Jäätikköjoen purkautuessa jäätikön reunalla maalle, kuten vedenkoskemattomalla alueella esimerkiksi Lapissa, syntyi ns. kuivanmaan delta eli sanduri. Sanduri on muodoltaan viuhkamainen, ja sen pinnalla on toisiaan leikkaavia vanhoja uomia, mikä il-

mentää sulamisvesivirtojen vaihtelua muodostuman kerrostuessa ja kasvaessa. Deltan ja sandurin proksimaaliosissa voi olla suppia, mikä osoittaa, että kerrostuminen on tapahtunut osittain myös jään päälle.



Kuva 34. Suppien synty.

Kuollutta jäätä hautautuu lajittuneeseen materiaaliin. Jään sulaminen romahdutti hiekkakerrostumat kuoppaiseksi suppamaastoksi.

1= peruskallio, 2= moreenia, 3= jäätikköjokikerrostumaa, 4= karkeampirakeinen harjun ydin, 5= jäätä, 6= nykyistä moreenipeitettä, 7= nykyistä jäätikköjokikerrostuman pintaa, 8= suppia..

Piirros: H. Kutvonen.

Laaksontäytteet ja lievemuodostumat

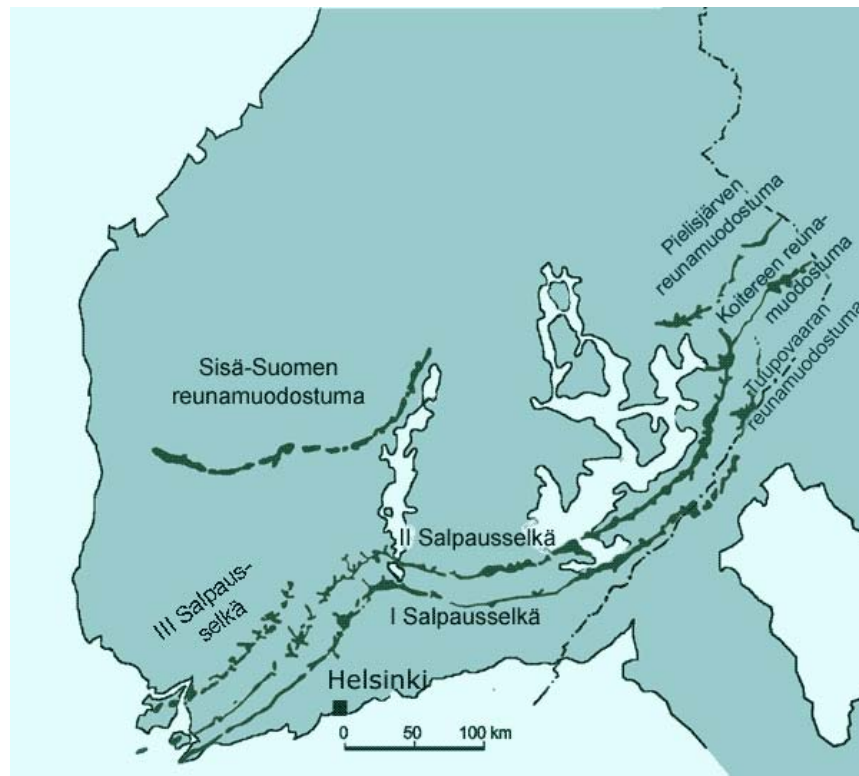
Jäätikköjokimuodostumiin kuuluvat myös pääasiassa Lapissa tavattavat laaksontäytteet, jotka ovat sulamisvesien jäätä vapautuneen alueen laaksoihin kerrostamia hiekka- ja soratasanteita sekä Lounais-Suomelle tyypilliset lievemuodostumat, jotka ovat kalliomäkien etelä- tai kaakkoisrinteiden kapeita hiekka- ja sora-reunuksia.



Kuva 35. Laaksontäyte.

Jääkauden aikaista laaksontäytettä, jonka pinnalle nykyinen joki uurtaa omaa uomastoaan.

Piirros: H. Kutvonen.

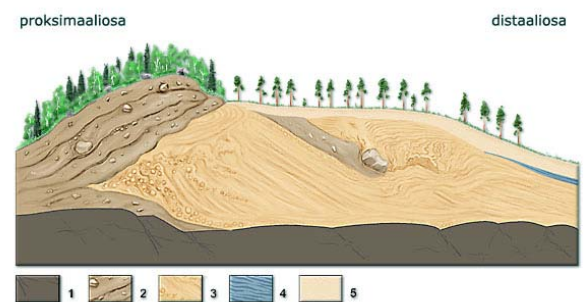


Kuva 36. Suomen suuret reunamuodostumat.

Reunamuodostumat

Huomattavia sulamisvesien kerrostamia muodostumia ovat reunamuodostumat, joita Suomessa ovat mm. Salpausselät (I Ss, II Ss ja III Ss) ja Sisä-Suomen reunamuodostuma. Reunamuodostumat syntyivät jäätikön reunan eteen rinnakkaisina deltoina tai sandureina tai niiden yhdistelminä, sanduri-deltoina Salpausselät, joista Ensimmäinen (I SS) ja Toinen (II SS) kulkevat kahtena rinnakkaisena seläntenä Etelä-Suomen poikki, ovat tällaisia kompleksireunamuodostumia. Salpausselkien proksimaaliosissa on moreenia ja usein myös suppia, kun taas distaaliosissa on pääasiassa lajittunutta ainesta, jonka paksuus voi olla useita kymmeniä metrejä. Salpausselkien syntyessä 12 250–11 590 vuotta sitten jäätikön reuna pysyi kummankin reunamuodostuman kerrostuessa paikallaan parisataa vuotta. Ensimmäinen Salpausselkä syntyi 12 250–12 050 vuotta sitten ja Toinen

Salpausselkä 11 790–11 590 vuotta. Lounais-Suomeen kerrostunut Kolmas Salpausselkä ja Pielisjärven reunamuodostuma Itä-Suomessa syntyivät 11 400–11 300 vuotta sitten. Sisä-Suomen reunamuodostuma syntyi 11 000–10 900 vuotta sitten.



Kuva 37. I Salpausselän poikkileikkaus Utista.

1= peruskallio, 2= moreenia,
3= jäätikköjokikerrostumaa,
4= pohjakerrostumaa, 5= rantakerrostumaa.
Piirros: H. Kutvonen.



Kuva 38. Keski-Suomen reunamuodostumaan kuuluva soravaltainen sanduri-delta.

(kartassa vihreä alue), jonka proksimaaliosaa (kartan luoteisosassa vinoviivoitettu alue) peittää 1-1.5 m:n paksuinen moreenikerros. Seismisten tutkimusten mukaan (kartassa luotauslinja, maakerrosten paksuudet dm) Särkikankaan kerrospaksuudet ovat paikoitellen yli 30 m. Valokuva on otettu reunamuodostuman ja turvekerrostuman vaihtumisvyöhykkeestä, joka on kartassa merkitty pintamaan ja pohjamaan raitakuvauksella. 2142 03 B-D, Ruovesi, Särkikangas. Kuva: H. Sulkava.



Kuva 39. Moreenipeitteinen harju.

Vanhan harjun hiekkavaltainen aines on puristunut jäätikön ja sen kerrostaman moreenin painosta niin, että siihen on syntynyt häiriörakenteita. 2431 08 C, Ylivieska, Alasenojankangas. Kuva: I. Kurkinen.

Reunamuodostumien tai harjujen yhteydessä tavattavaa kumpujen ja selänteiden muodostamaa maastoa kutsutaan kames-maastoksi. Harjuja ja jäätikköjokiaineksen reunamuodostumia saattaa peittää joko kokonaan tai osaksi vaihtelevan paksuinen moreenikerros. Reunamuodostumavyöhykkeillä jäätikön reuna liikkui edestakaisin, jolloin moreenia kerrostui laattoina sekä lajittuneen aineksen sisälle että muodostuman päälle. Pohjanmaalla ja Lapissa moreeni taas voi peittää viimeistä jäätiköitymistä edeltävien jäätiköitymistien aikana kerrostuneita vanhoja harjuja.



Kuva 40. Kames-maastoa Pälkjärveltä.

Kuva: W.W. Wilkman, 1894. GTK, Vanhatkuvat nro 273.

6.3 Kerralliset hienorakeiset kerrostumat eli glasiaalisavet

Jäätiköltä tulleet sulamisvesivirrat, jotka kerrostivat karkearakeista ainesta jäätikön tunneleihin tai sen eteen jäätikköjokimuodostumiksi, kuljettivat jäätikön ulkopuolelle hienorakeisemman aineksen. Sitä kerrostui alueille, joissa vettä oli vähintään 10–20 m:n syvyydeltä. Tämä hienorakeinen liete, joka sisälsi savea sekä hiesua ja hienoa hietaa (silttiä), laskeutui veden virtauksen lakattua pohjaan ja muodosti perääntyvän jäätikön reunan edustalle paksuja kerrostumia kerrallista glasiaalisavea, jota kutsutaan myös lustosaveksi.



Kuva 41. Lustosavea moreenin päällä.

Saukkola, Nummi-Pusula. Kuva: J. Väätäinen.

Lustorakenne kuvastaa vuodenaikojen vaihtelua. Keväällä ja kesällä nopean sulamisen aikaan pohjaan painuneet, runsaasti karkeampaa ainesta (silttiä) sisältävät kerrokset vuorottelevat syksyllä laskeutuneiden, jäätikön reunalta kauimaksi kulkeutuneen hienoimman aineksen, savikerrosten kanssa. Luston jyrkkä yläraja seuraavaan lustoon nähden osoittaa kerrostumisen lakanneen lähes kokonaan talvella.

Mannerjäätikön reunan perääntymistä Kaakkois-Suomesta Perämeren rannikolle on tutkittu reunamuodostumien ja Itämeren

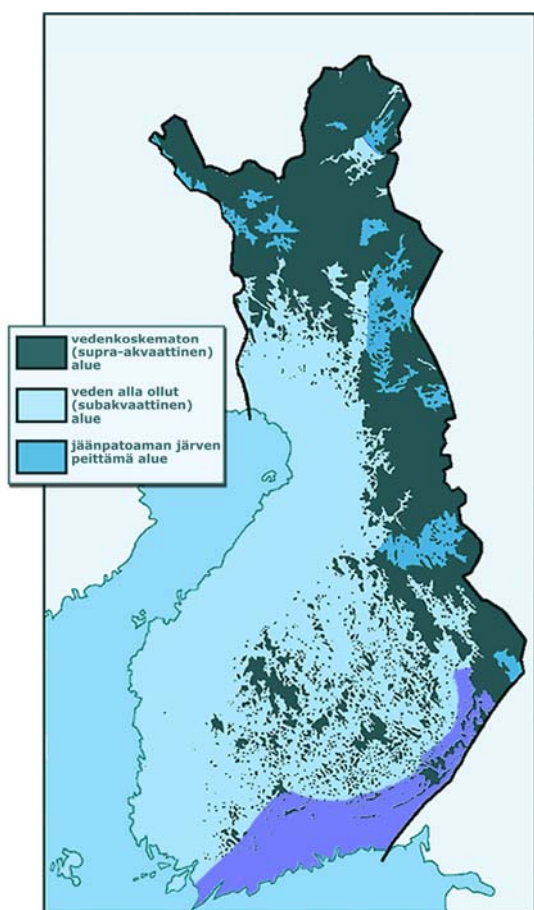
rannansiirtymisen ohella myös lustosaviin perustuvan savikronologian mukaan. Jäätikön reuna oli Suomen etelärannikolla noin 13 000 vuotta sitten ja Perämeren rannalla noin 10 200 vuotta sitten, joten jäätikön sulamiseen Etelä- ja Keski-Suomesta kului noin 2 800 vuotta.

Muinaiseen Itämereen kerrostuneet savet ovat yleensä hienorakeisempia kuin paikallisiin lyhytaikaisiin jääjärviin syntyneet hienorakeiset kerrostumat, jotka ovat pääasiassa hiesua (hienosilttiä).

7 JÄÄKAUDEN JÄLKEEN SYNTYNEET KERROSTUMAT

7.1 Rantakerrostumat

Kun jäätikkö oli hävinnyt Suomesta, jäivät laajat alueet veden peittoon ja nousivat maankohoamisen johdosta vasta myöhemmin Itämerestä. Veden peittämän alueen laajuus on selvitetty määrittämällä ylimmän rannan asema eri alueilla rantavoimien jättämien merkkien perusteella. Aallokon ja tyrskyn kuluttava ja kasaava toiminta on aiheuttanut erilaisten rantakerrostumien synnyn. Lisäksi jää ja tuuli ovat muokanneet rantaa. Rantakerrostumien osuus maapinta-alastamme on runsas prosentti.

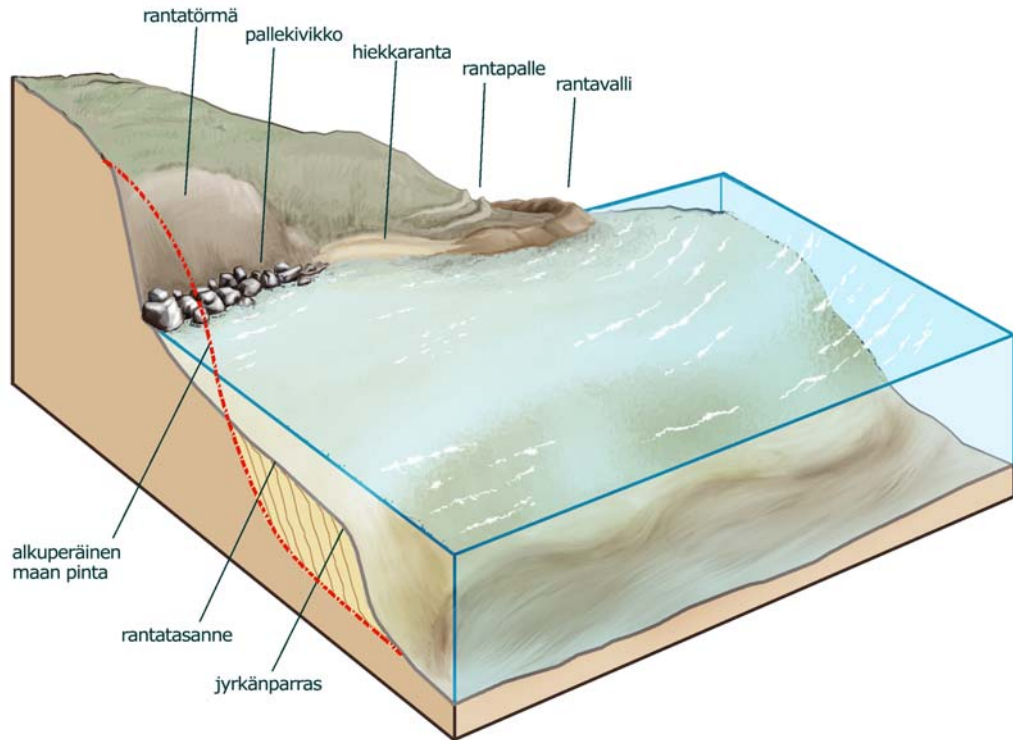


Kuva 42. Vedenkoskematon alue Suomessa.
Erosen ja Hailan (1992) mukaan.

Moreenimaastossa ylin ranta näkyy huuhtoutumisrajana, jonka yläpuolella moreeniaines on vedenkoskematon ja alapuolella pintaosastaan huuhtoutunutta tai vaihtelevan paksuisten rantakerrostumien peittämää (vrt. moreenikalotti). Moreenialueilla ylintä rantaa osoittavat usein lohkarevyöt, joita on myös ylimmän rannan alapuolella. Tyrskyn lisäksi on jään työntö muodostanut meren ja järvien rannoille kivi- ja lohkarejonoja, pallekivikoita. Jää on kassannut kivien ja lohkareiden lisäksi rantaa vasten myös maavalleja, rantapalteita.

Ylimmän rannan asemaa osoittavat niin ikään jäätikköjokideltojen pinnat. Vedenpinnan laskun eli regression aikana syntyi eri korkeuksille rantakerrostumia. Lajittuneeseen ainekseen syntyi kulumalla rantatörmä, ja niiden alapuolelle kerrostui rantaterasseja, joiden kerrokset viettävät törmästä alaspäin. Aineksessa olleet kivet ja lohkareet kerääntyivät vyöksi jyrkän törmän alapuolelle. Törmän juuren taso vastaa muinaisen vedenpinnan asemaa.

Reunamuodostumien ja suurten harjujen liepeillä rantakerrostumat saattavat olla hyvin laajoja, ja ne peittävät syvään veteen kerrostuneita hienorakeisia maalajeja, joita on vain ylimmän rannan alapuolella. Rannikoillamme vedenpinta laski useimmiten tasaisesti ja jatkuva aineksen kulutus ja uudelleen kerrostuminen muuttivat aikaisemmin syntyneitä muodostumia. Tämän seurauksena tavataan sarja rantavalleja, joiden harja on yleensä ulottunut keskivedenkorkeuden yläpuolelle. Vedenpinnan alapuolelle syntyneitä vallia nimitetään särkäksi.



Kuva 43. Rantakerrostumia.

Piirros: H. Kutvonen.



Kuva 44. Hiekkavaltaisia rantakerrostumia.

Kartassa keltainen, viivoittamaton alue harjun (kartassa vinoviivoitettu alue) liepeillä. Karttakuvassa ilmenee kuoppien eli suppien (Supanmäki) runsaus erityisesti harjun leveimmällä alueella. Oikealla valokuvan keväisellä pellolla näkyy harmaan savikon vaihtuminen ruskeaksi hietamaaksi. Kuva H. Caven. 2132 11 A, Hauho, Ruskeanmullanharju.



Kuva 45. Sarja rantavalleja.

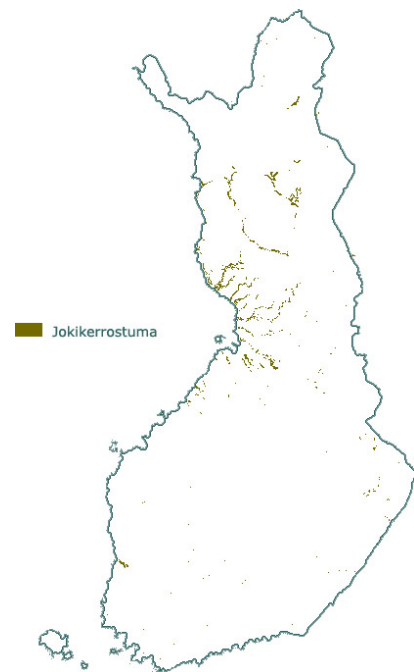
Itämeren Ancylusjärvivaiheen aikana muodostuneita rantavalleja Säköjärven (kartassa viivoitettu alue) pohjoisrinteellä. Maastossa selvimmin erottuvat vallit on kuvattu kartassa rantavallin merkein. Korkeuskäyrät paljastavat valleja olevan merkittävää runsaammin. Kuva: M. Haavisto. 2112 01 A Köyliö, Säköjärvenharju.

7.2 Jokikerrostumat

Monet Suomen suuret joet virtaavat ennen jääkautta muodostuneissa eli preglasiaalissa kalliolaaksoissa, joihin jääkauden aikana kasaantui erilaisia maakerroksia. Mm. Kemijoen laaksosta on moreenin alta löytynyt viimeistä jäätiköitymistä vanhempia maaperäkerrostumia.

Virtaava vesi kulutti syviä uomia jäätikköjokien toiminnan tuloksena syntyneisiin laaksontäytteisiin ja siirsi suuria määriä hiekkaa jokisuille suistokerrostumiksi, deltoiksi. Mannerjäätikön sulaessa kasvoi maala nopeasti; syntyi järviä ja näille laskujokia. Niistä muodostui vesistöjä, jotka purkautuivat mereen. Maankohoamisen vaikutuksesta syntyi jokilaaksoihin yhä uusia suistokerrostumia, jotka muodostavat jatkuvan sarjan ylimmän rannan tasosta nykyiseen merenpinnan tasoon. Suurimman maankohoamisen alueella, Pohjanmaalla ja Satakunnassa, jokien kaltevuuden pieneminen aiheutti yhä enemmän jokakeväisiä tulvia. Niiden peittämille alueille laskeutui humuspitoista hietaa ja veden tuomaa or-

gaanista lietettä tulvakerrostumiksi. Jokikerrostumia on maapinta-alastamme prosentoin verran.



Kuva 46. Suomen jokikerrostumat.

Joki ei aina pysy alkuperäisessä uomassaan, vaan hakee uuden uoman, jolloin vanha jää kuivilleen. Yhtenä syynä uomanmuutoksiin on meanderointi, joen kulutustoiminnasta aiheutuva kaareilu. Tätä tapahtuu tasaisessa maastossa, kun hitaasti virtaava vesi hakeutuu uoman toiseen laitaan ja aiheuttaa

siellä kulutusta ja vastarannalla kaasaantumista. Virran vuolteen heilahdellessa laidasta toiseen joki alkaa mutkitella. Joki-uomien siirtymiseen vaikuttavat olennaisesti myös maankohoamisesta johtuneet virtaus-suuntien ja laskukynnysten muutokset.



Kuva 47. Savikkoa peittäviä pintamaita.

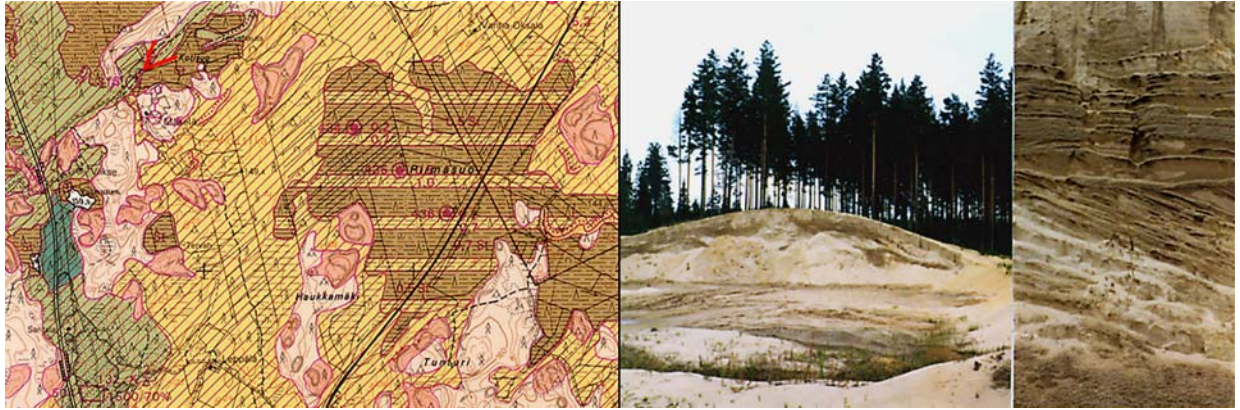
Kartan raitakuvauksella on esitetty saven päälle kerrostunut hieno hietä. Valokuvassa vaaleampana näkyvän hienon hiedan pintaosa on multavaa muokkauskerrosta. Kuva: M. Haavisto. 1134 12 A-C, Kokemäki, Rajajoja.

7.3 Tuulikerrostumat

Ennen kuin kasvillisuus sitoi jäätiköstä vapautuneen maaperän, oli tuulen helppo kuljettaa raekooltaan sopivaa ainesta. Myöhemmin tuulen toiminta on kohdistunut sellaisiin ranta-alueisiin, joilla oli paljon hienoa lajittunutta ainesta ja joiden sijainti oli valitsevalle tuulen suunnalle edullinen. Tuulikerrostumien aines on peräisin jo aiemmin lajittuneesta aineksesta, kuten ranta-, joki- tai jäätikköjokikerrostumista. Siitä on muodostunut lentohiekkakinoksia eli dyynejä tai tasaisia lentohiekkakerroksia, jotka peittävät alleen muut maalajit. Harjujen ja reunamuodostumien pinnalla ja lähimaastossa on usein vanhoja dyynejä. Dyynit ovat useimmiten U-muotoisia dyynejä, joiden

kovera puoli aukeaa vastatuuleen. Nämä ovat saattaneet kaaren kohdalta katketa, jolloin on muodostunut tuulen suuntaisia pitkittäisdyynejä. Rantojen läheisyydessä dyynit ovat muodostuneet rannan suuntaisiksi selänteiksi. Dyyniaines on hyvin lajittunutta karkeaa hietää tai hienoa hiekkää (\varnothing 0,06–0,6 mm). Dyynin rakenne on kerroksellinen. Kerrokset ovat yleensä suojapuolen rinteen suuntaisia. Kerrosrakenne on kuitenkin hyvin vaihteleva, koska tuulen suunnan muutokset ovat aiheuttaneet ns. ristikerroksellisuutta.

Salpausselkien alueilla esiintyy paikoittain tuulen kerrostamaa hienoa hietää (\varnothing 0,02–0,06 mm), lössiä, jonka raekoostumus on lähes samanlainen kuin Keski-Euroopan lössi-kerrostumien (\varnothing 0,01–0,05 mm).



Kuva 48. Dyynejä deltan pinnalla.

Dyynien aines on joko hienoa hiekkaa tai karkeaa hietaa. Karttaan on merkitty Vatiharjun (vihreä alue) eteläpäässä sijaitseva pohjavedenotto, jonka antoisuus on 1 500 m³/vrk. Valokuvassa vasemmalla on dyynin poikkileikkaus, oikealla lähikuva dyynin kerroksellisesta hienosta hiekkaisesta aineksesta, jossa erottuu myös ristikerroksellista rakennetta. Kuva H. Sulkava.

7.4 Hienorakeiset kerrostumat eli postglasiaaliset savet

Jäätikön reunan perääntyessä kohti Keski-Suomea väheni jäätiköitä tulevien sulamisvesien vaikutus Etelä-Suomen rannikkoalueella, jolloin saviin ei enää syntynyt lustorakennetta ja kerrallisten savien päälle alkoi kerrostua tasakoosteista eli homogeenista savea eli postglasiaalisavea. Sen aines on suureksi osaksi peräisin glasiaalisavista, jotka maankohoamisen vuoksi nousivat rantavyöhykkeeseen ja joutuivat aallokon kuluttamiksi ja kerrostuivat uudelleen syvempään veteen tasakoosteisiksi saviksi. Joetkin kuluttivat ja kuljettivat merestä kohonneiden savikoiden ainesta takaisin mereen. Tässä on hienorakeisista kerrostumista käytetty yleisnimitystä savi, vaikka osa kerrostumien aineksesta on rakeisuudeltaan hiesua tai hienoa hietaa (silttiä).

Savien uudelleen kerrostuminen väheni rannikkovesien mataloitessa ja kasvillisuuden peittäessä maaperää. Tällöin savien sekaan kerrostui orgaanista ainesta ja syntyi liejusavea. Varsinkin Pohjanmaan postglasiaalisavet sisältävät runsaasti orgaanista ainesta, jonka aiheuttamat sulfidiyhdisteet

ovat värjänneet kerrostumat mustiksi sulfidisaviksi.



Kuva 49. Suomen savialueet.

Rannikoilla on melko yhtenäisiä savikoita, joista harjujaksot ja osittain moreenin peittämät kalliokohoumat pistävät esiin. Savikerrostumien paksuus saattaa olla useita kymmeniä metrejä, Lounais-Suomessa jopa sata metriä. Savikot peittävät maapinta-alastamme runsaat 8 %. Lisäksi hienorakeisia kerrostumia on pohjamaana rantakerrostumien ja soiden alla.

7.5 Eloperäiset kerrostumat

Eloperäisiä maalajeja alkoi muodostua noin pari sataa vuotta mannerjäätikön sulamisen jälkeen. Suomen eteläosien järvien ja soiden kerrostumat edustavat usein lähes 10 000 vuotta käsittäviä kerrossarjoja, joiden avulla voidaan tutkia kasvillisuuden ja ilmaston kehitystä.

Eloperäiset kerrostumat jaetaan kahteen pääryhmään: liejut ja turpeet. Liejut, joissa on alloktionista eli muualta tullutta ainesta, ovat useimmiten kerrostuneet avoveteen. Turpeet koostuvat autoktonisesta aineksesta eli paikalla kasvaneen kasvillisuuden jäänteistä. Maaperäkartassa turpeet jaetaan sara- ja rahkaturpeisiin.

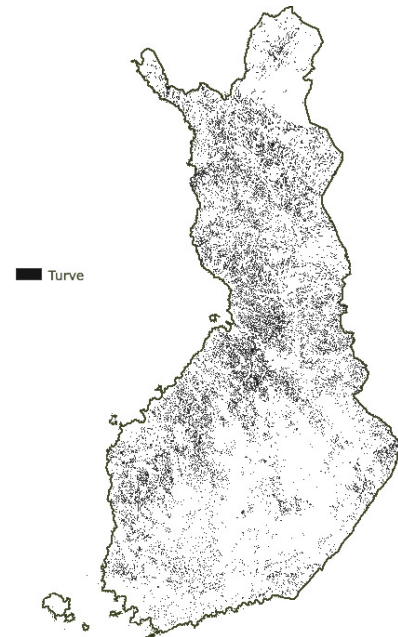
Soistuvan maan osuus lisääntyi sitä mukaa kuin maa nousi merestä. Kivennäismaan soistuminen on Suomessa huomattavasti yleisempää kuin järvien umpeenkasvusta johtuva soistuminen. Ilmastollisten tekijöiden, riittävän sademäärän, alhaisen lämpötilan ja vähäisen haihdunnan lisäksi soiden esiintymiseen vaikuttavat maaston pinnanmuodot ja soistumiselle altis maaperä.

Suot ja soistumat peittävät yli 30 % Suomen maapinta-alasta, mutta yli metrin paksuisten turvekerrostumien osuus maapinta-alasta on vain puolet eli runsaat 15 %. Soiden jakautuminen maamme eri osien kesken on hyvin epätasaista (Valovirta 1976).

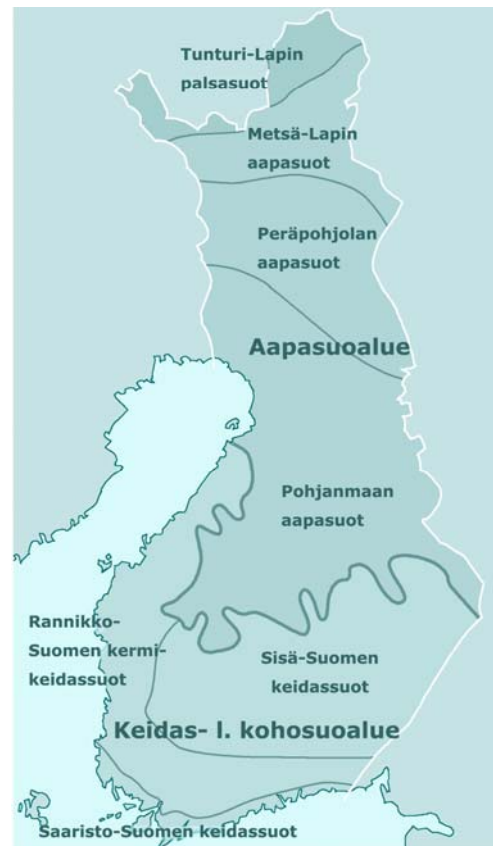
Suot voidaan jakaa kahteen päätyyppiin niiden hydrologiasta johtuvan ravinnetalouden mukaan: ombrotrofiset suot saavat vähäiset ravinteensa pääasiassa sadeveden mukana, kun taas minerotrofiset suot saavat ne kivennäismailta valuvista vesistä. Minerotrofinen suo voi olla oligo-, meso- tai eutrofinen (ravinteisuudeltaan niukka, keskinkertainen tai runsas) riippuen suoaltaan ja sitä ympäröivän maaperän ravinteisuudesta.

Etelä-Suomessa on enimmäkseen ombrotrofisia keidassoita eli kohosoita ja Keski- ja Pohjois-Suomessa minerotrofisia aapasolta. Keidassoiden keskusta on yleensä

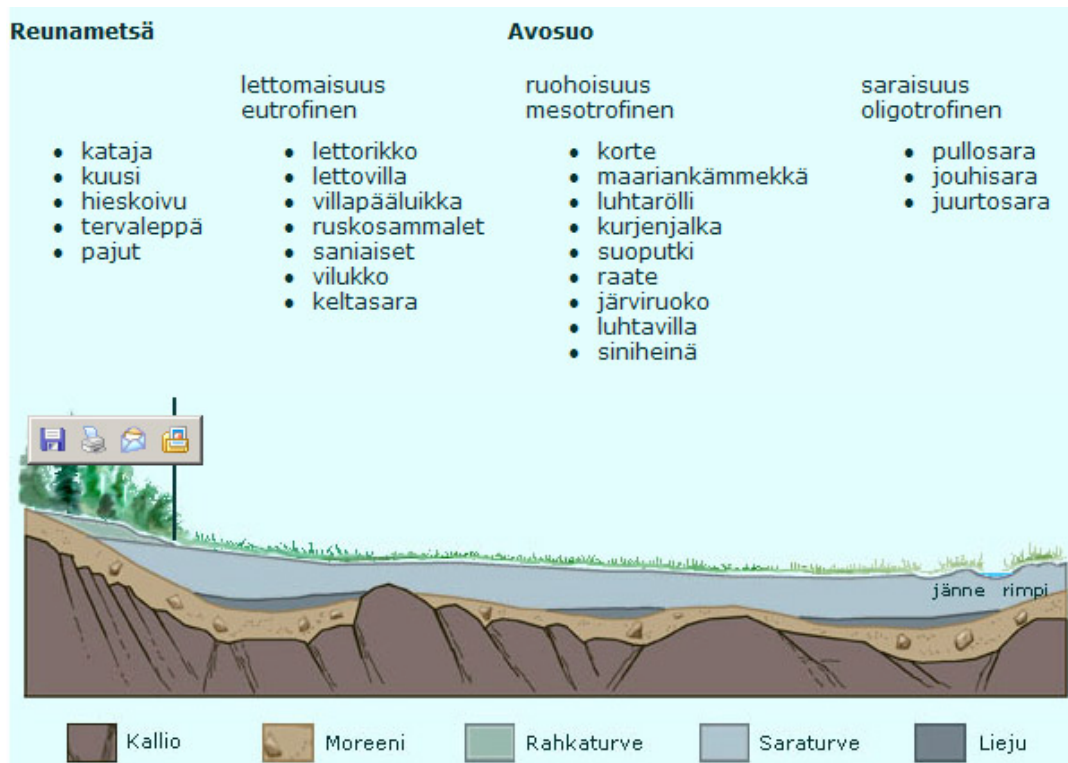
rahkaturvetta ja laide saraturvetta. Aapasuot ovat pääosin saraturvetta.



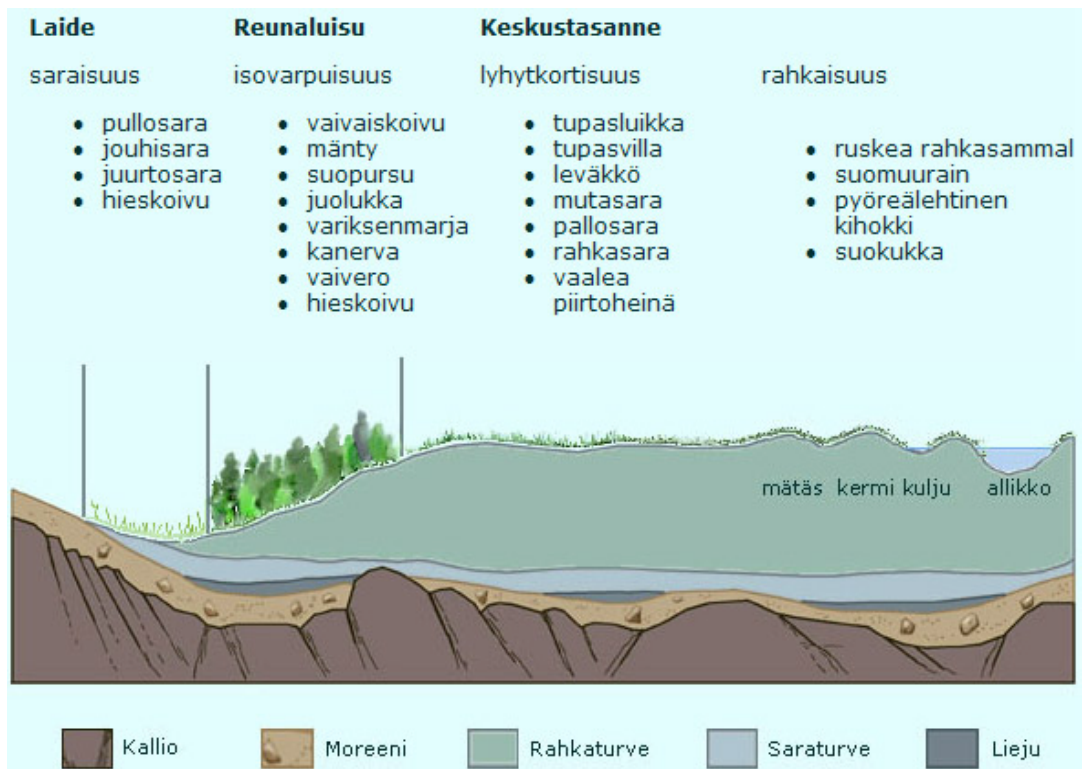
Kuva 50. Suomen turvealueet.



Kuva 51. Suomen suoyhdistymätyytit.



Kuva 52. Aapasuon rakenne ja kasvillisuus.



Kuva 53. Keidassuon rakenne ja kasvillisuus.

8 MAALAJIEN LUOKITUS

Suomen maaperän peruskartassa maalajit kuvataan käyttäen mukautettua RT-luokitusta (rakennusteknistä luokitusta), mikä on lähellä maa- ja metsätaloudessa käytettävää maalajiluokitusta (Aaltonen & all. 1949). Sen rinnalla esitetään myös GEOluokitus (geotekninen luokitus) (Korhonen & all. 1974), joka on laadittu lähinnä rakennustekniikan käyttöön.

8.1 Kivennäismaalajien luokitus

Maaperän peruskartassa kuvatut lajittuneet kivennäismaalajit on jaettu karkea- ja hienorakeisiin maalajeihin, joiden mukautettua RT-luokitusta raekokoineen on seuraavassa taulukossa rinnastettu GEO-luokitukseen.

Taulukko 3. Maalajien RT- ja GEO-luokitus.

Rakeiden läpimitta (mm)	Rakennustekninen (RT-luokitus)	Geotekninen (GEO-luokitus)	Ryhmitys
> 1000	lohkareet (Lo)	lohkareet	Karkearakeiset maalajit (kts. myös karkearakeiset maalajit)
1000 - 60	isot kivet (Ki)	kivet	
60 - 2,0	pienet kivet, sora (Sr)	sora	
2,0 - 0,2	hiekkä (Hk)	karkea- ja keskihiekka	
0,2 - 0,06	karkea hieta (Ht)	hieno hiekka	Hienorakeiset maalajit (kts. myös hienorakeiset maalajit)
0,06 - 0,02	hieno hieta (HHT)	karkea siltti	
0,02 - 0,002	hiesu (Hs)	keski- ja hienosiltti	
< 0,002	savi (30 %) (Sa)	savi	

Taulukko 4. Kivennäismaalajien raekoot RT ja GEO-luokituksessa.

RT-luokitus maalaji	RT-luokitus lajite	rakeiden läpimitta mm	GEO-luokitus lajite	GEO-luokitus maalaji
lohkareet	lohkareet	>600	lohkareet	lohkareet
		600-200	isot kivet	kivet
kivet	isot kivet	200-60	pienet kivet	kivet
	pienet kivet	60-20	karkeasora	
sora	karkea sora	20-6	keskisora	sora
	hieno sora	6-2	hienosora	
hiekkä	karkea hiekka	2-0,6	karkeahiekka	hiekkä
	hieno hiekka	0,6-0,2	keskihiekka	
hieta	karkea hieta	0,2-0,06	hienohiekka	hiekkä
	hieno hieta	0,06-0,02	karkeasiltti	
hiesu	karkea hiesu	0,02-0,006	keskisiltti	siltti
	hieno hiesu	0,006-0,002	hienosiltti	
savi	savi	<0,002	savi	savi

Sekalajitteiset maalajit, kuten moreenit, sisältävät toisiinsa sekoittuneena useita eri lajitteita savesta lohkareisiin saakka. RT-luokituksessa moreenit jaetaan viiteen ryhmään, sora-, hiekka-, hieta-, hiesu- ja savimoreeneihin, kun taas GEO-luokituksessa ne jaetaan

kolmeen ryhmään, sora, hiekka- ja silttimooreneihin. Maaperän peruskartoituksessa moreenit on jaettu vuoteen 1981 asti kahteen ryhmään: sora- ja hiekkamoreenit sekä hienoaineksiset moreenit.

Taulukko 5. Moreenimaalajien luokitus.

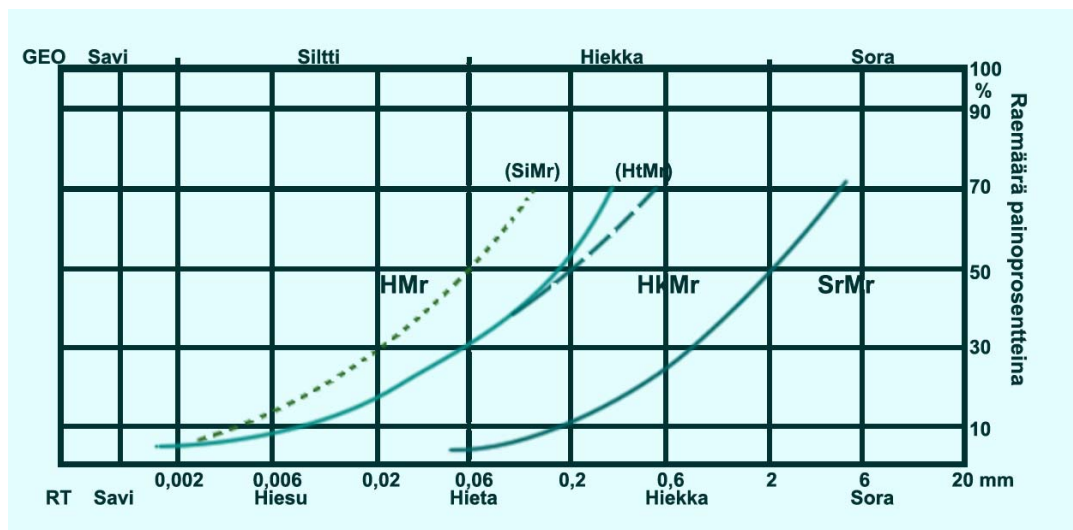
maaperäkartoitus 1982 -	maaperäkartoitus 1972-1981	RT-luokitus	GEO-luokitus
soramoreeni	sora- ja hiekkamoreeni	soramoreeni	soramoreeni
hiekkamoreeni		hiekkamoreeni hietamoreeni (karkea)	hiekkamoreeni
hienoainesmoreeni	hienoainesmoreeni	hietamoreeni (hieno) hiesumoreeni savimoreeni	silttimoreeni

Yhdessä Tampereen teknillisen korkeakoulun rakennusgeologian osaston kanssa on 1980-luvun alusta selvitetty maaperän peruskartoituksen tarpeisiin soveltuvinta moreeniluokitusta (Lindroos & Nieminen 1982) ja päädytty seuraavaan kolmijakoon:

- soramoreeni SrMr
- hiekkamoreeni HkMr (kartassa Mr)
- hienoaineksinen moreeni HMr

Näiden moreenien luokitteluperusteet ja rajat ovat seuraavat: soramoreeni määritetään d50-menettelmän mukaan, mutta lisäksi siinä saa olla enintään 5 painoprosenttia läpimitaltaan alle 0,06 mm:n ainesta.

Maaperäkartoituksessa määritelty soramoreeni on RT- ja GEO-luokitusten mukaisia soramoreeneja, jos hienoaineksen osuus ei ole edellä esitettyä suurempi.



Kuva 54. Moreeniluokituksen rakeisuusrajat.

Vertailun vuoksi on RT-luokituksen mukaisen hietamoreenin (HtMr) koostumus esitetty katkoviivalla ja GEO-luokituksen mukaisen silttimoreenin (SiMr) koostumus pisteviivalla.

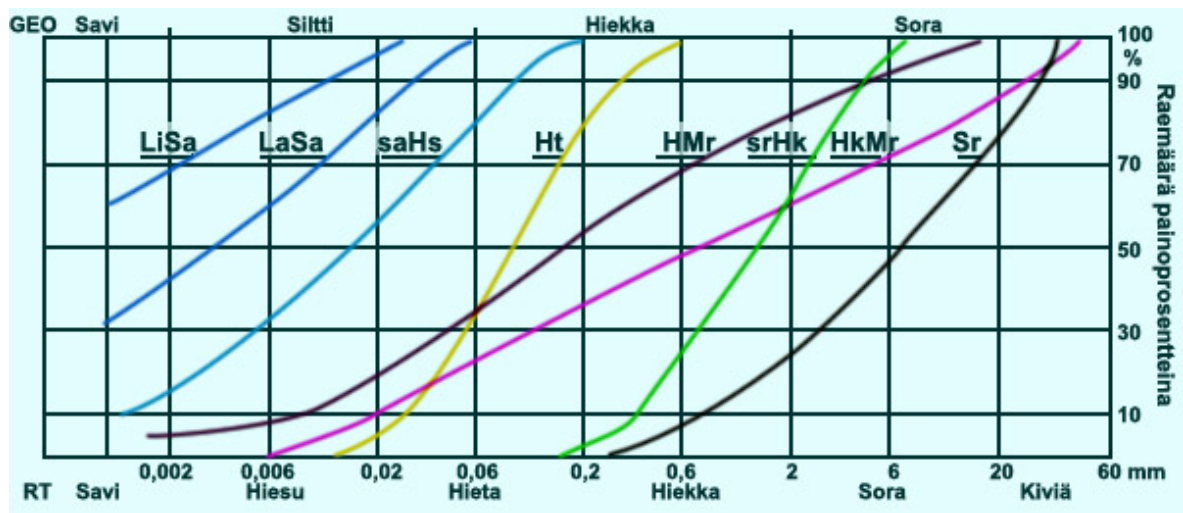
Hiekkamoreeni rajautuu soramoreeniin ja hienoaineksiseen moreeniin.

Hienoaineksisessa moreenissa tulee olla yli 30 painoprosenttia läpimitaltaan alle 0,06 mm:n ainesta ja lisäksi vähintään 5% tai sitä enemmän läpimitaltaan alle 0,002 mm:n ainesta eli savilajitetta. Hienoaineksinen moreeni on siis RT-luokituksen mukaista savi-, hiesu- tai hietamoreenia, jos savilajitetta on riittävä määrä. Kaikki GEO-luokituksen mukaiset silttimoreenit kuuluvat myös tähän luokkaan. Luokituksen rajausta ei kuitenkaan voitu tehdä silttimoreenin (d50) mukaan, koska useat tekijät, kuten routivuus,

kapillaarisuus ja adsorptio, muuttavat moreenin ominaisuuksia jo silloin, kun hienoainemäärä on 30–50 %.

Uusi moreeniluokitus on otettu käyttöön kenttäkaudesta 1982 lähtien, ja uuden luokituksen mukaan tehtyjä maaperäkartoja alkoi ilmestyä painosta vuodesta 1985 lähtien.

Geologian tutkimuskeskuksessa kivennäismaalajit savea lukuun ottamatta nimitetään d50-menetelmän avulla. Maalajin nimi määräytyy sen päälajitteen mukaan, jonka alueella maalajin rakeisuuskäyrän läpäisyprosenttia 50 vastaava raekoko sijaitsee.



Kuva 55. Maalajien rakeisuuskäyriä.

LiSa = lihava savi; *LaSa* = laiha savi; *saHs* = savinen hiesu (GEO:savinen siltti); *Ht* = karkea hieta (GEO:hienohiekka); *HMr* = hienoaineksinen moreeni; *srHk* = sorainen hiekka; *HkMr* = hiekkamoreeni; *Sr* = sora

Savet jaotellaan savilajitteen määrän perusteella. Saveksi sanotaan maalajia, joka sisältää savilajitetta eli savesta vähintään 30 painoprosenttia.

Maalajien raekoon lisäksi eloperäisen aineksen osuus eli humuspitoisuus vaikuttaa maan kemiallisiin ja fysikaalisiin ominaisuuksiin. Humuspitoisuuden perusteella jaotellaan hienorakeisia maalajeja seuraavan sivun taulukon mukaisesti:

Taulukko 6. Hienorakeisten maalajien jaottelu humuspitoisuuden mukaan:

Humuspitoisuus paino-% kivennäis- maalajista	RT-Luokitus	GEO-luokitus
2-6	liejuinen hieno hieta	liejuinen siltti
	liejuhiesu	
	liejusavi	liejuinen savi
6-20	lieju	silttinen lieju
		savinen lieju
> 20	lieju	lieju

8.2 Turpeiden luokitus

Maaperän peruskartoituksessa turpeet jaetaan kahteen ryhmään, sara- ja rahkaturpeisiin.

Turpeiden luokituksessa on yksityiskohtaista suotyypijakoa (Heikurainen & Huikari 1960) lähtökohtana käyttäen ryhmitelty suot kuuteen ravinteisuutta kuvaavaan luokkaan.

Kolmen runsasravinteisimman luokan suot kuvataan kartassa saraturpeena (Ct) ja kolmen vähäravinteisimman luokan suot rahkaturpeena (St). Jokaisella ravinteisuusluokalla on omat tunnuskasvinsa, joiden mukaan suot luokitellaan seuraavasti:

Taulukko 7. Turpeiden luokitus

Suon turvelaji	Ravinteisuusluokka	Tunnuskasvit
Saraturpeet (Ct)	1. Lettomaisuus	ruskosammalet, kataja, saniaiset, lettorikko, lettovilla
	2. Ruokoisuus	järvi- ja suokorte, luhtarölli, kurjenjalka, suoputki, villapääluikka, raate, maariankämmekekä, järviruoko, luhtavilla (monitähkävillä)
	3. Saraisuus	pullosara, jouhisara, juurtosara
Rahkaturpeet (St)	4. Lyhytkortisuus	pallosara, tupasvilla, tupasluikka, rahkasara, leväkkö
	5. Isovarpisuus	suopursu, juolukka, kanerva, vaivaiskoivu, vaivero
	6. Rahkaisuus	ruskea rahkasammal vallitsevana

9 MAALAJIEN KUVAUS JA SOVELTUVUUS ERI KÄYTTÖTARKOITUKSIIN

Kivennäismaalajeissa eloperäisen aineksen osuus on hyvin pieni. Kivennäismaalajit jaetaan kahteen ryhmään: moreenimaalajit ja lajittuneet kivennäismaalajit. Maalajit saavat nimensä sen maalajitteen tai niiden maalajitteiden mukaan, jotka ovat vallitsevina. Eloperäiset maalajit koostuvat pääasiallisesti eloperäisistä aineksista tai ne sisältävät eloperäistä ainesta yli 6 painoprosenttia.

Maankäytön kannalta tärkeimpiä maalajien ominaisuuksia ovat raekoostumus, tiiviys, kivi- ja lohkarapitoisuus, vesipitoisuus ja eloperäisen aineksen määrä. Maan rakennuskelpoisuuteen vaikuttavat lisäksi maaperän kerrosjärjestys, kantavuus, kaivettavuus, routivuus, vedenläpäisevyys sekä pinnanmuodot ja pohjavedenpinnan korkeusvaihtelut. Rakennuskelpoisuuden selvittämiseksi tarkkaa maankäyttösuunnitelmaa varten tarvitaan siis tieto rakennusalueen geologisesta rakenteesta ja siitä, mihin maalajiryhmiin maaperän aines kuuluu. Teollisuuden raaka-aineeksi kelpaavien maalajien on myös usein täytettävä tiukat laatuvaatimukset (aineksen puhtaus, mm. humuksettomuus). Maalajien kaivuvaikeutta kuvaamaan on eri maalajiryhmille määritetty omat kaivuluokansa, joiden luokitusperusteisiin ovat vaikuttaneet kaivettavuus, kaivuvastus sekä maapohjan kantavuus (Korhonen, Gardemeister & Tammirinne 1974).

Yhteenveto maalajien soveltuvuudesta eri käyttötarkoituksiin on koottu taulukkoon, <http://www.gtk.fi/aineistot/mp-opas/kuvat/maalajiominaisuudet.pdf>

Maalajien geologisen syntyävän, raekoostumuksen ja humuspitoisuuden perusteella on muodostettu neljä maalajiryhmää: moreenimaalajit, karkearakeiset maalajit, hienorakeiset maalajit ja eloperäiset maalajit. Moreeni- ja karkearakeisia maalajeja kutsutaan myös kitkamaalajeiksi, joissa maalajien

lujuus aiheutuu pääasiassa rakeiden välisestä kitkasta, kun taas hienorakeisilla eli koheesiomaalajeilla lujuus aiheutuu enimmäkseen rakeiden välisistä kiinnevoimista, koheesiosta.

9.1 Moreenimaalajit

Moreeni on Suomen yleisin maalaji. Siinä on kaikkia tai useita lähikokoisia lajitteita keskenään sekoittuneena. Moreeni on väriltään harmaata tai harmaanruskeaa. Moreenin rakeet ovat särmikkäitä tai vain vähän särmiltään kuluneita. Moreenissa on yleensä kiviä ja lohkarkeitä, joista löytyy jäätikön aiheuttamia uurteita ja hioutumia. Moreenin aines on savilajitteen takia tahraavaa ja kivien pinnat hienoaineksen peittämiä. Runsaasti hienoainesta sisältävä moreeni onkin kuivana pölyävää. Moreenialueilla pohjavesi on yleensä lähellä pintaa maalajin huonon vedenläpäisevyyden vuoksi.

9.1.1 Soramoreenit

Soramoreenin (SrMr) osuus maamme moreeneista on noin 10 %. Se on yleensä vähäravinteinen maalaji, jossa metsän kasvu on heikko ja joka on viljelysmaaksi kelpaamattomaa. Raekoostumuksensa ansiosta soramoreenia voidaan käyttää soraa korvaavana rakennusmateriaalina, joka kivisyydestä ja lohkaraisuudesta riippuen voi olla myös murskauskelpoista. Routimattomana se on hyvä rakennuspohja, jonka haittapuolena saattaa olla runsaskivisyys ja -lohkaraisuus.

9.1.2 Hiekkamoreenit

Maamme moreeneista noin 75 % kuuluu uuden luokituksen mukaan hiekkamoreeneihin (Mr). Se on sopivaa metsämaata ravinteisuutensa ja kosteussuhteidensa vuoksi. Viljelysmaaksi karkeimmat hiekkamoreenit

ovat liian kuivia ja hienommatkin hiekkamoreenit soveltuvat tähän tarkoitukseen vain siinä tapauksessa, etteivät ole liian kivisiä. Rakentamisessa hiekkamoreenia käytetään maapatojen tiivistemateriaalina sekä teiden penkereisiin. Routivuus heikentää hiekkamoreenin käyttöä rakennuspohjana.

9.1.3 Hienoaineksiset moreenit

Hienoaineksisten moreenien (HMr) osuus maamme moreeneista on noin 15 %. Hienoaineksiseen moreeniin kuuluvat maataloudellisen luokituksen mukaiset hietta-, hiesu- ja savimoreenit. Näistä hietamoreeni on metsänkasvulle edullisinta. Sen kosteus- ja ilmavuussuhteet sekä ravinnetilanne ovat keskimäärin parhaat mahdolliset. Hietamoreeni kuuluu ns. hikeviin maihin ja on siten myös viljelysmaaksi sopivaa. Hiesumoreenissa hiesulajitteen huonot ominaisuudet ovat sitä tuntuvampia, mitä suurempi hiesun osuus on. Siinä esiintyy mm. metsätalouden kannalta haitallisen voimakasta rousteen muodostusta. Ravinnetilanne on edullisempi kuin karkea-aineksisisä moreeneissa, mutta ilmavuus- ja kosteussuhteet ovat huonot. Noin 3-5 painoprosenttia savilajitetta sisältävän moreenin vedenläpäisevyys on jo huomattavan heikko. Savimoreenin esiintymisestä Suomessa on vain vähän tietoja. Viljelysominaisuuksiltaan se vastaa lähinnä hietta- ja hiesusavia, sillä savimoreenin kivisyyskin on yleensä vähäistä. Keski-Lapissa moreenit ovat varsin yleisesti hienoainesmoreenia johtuen niiden sisältämästä rapakallioaineksesta. Rapakallioaineksen ollessa huomattavan suuri moreenia kutsutaan rapakalliomoreeniksi.

Hienoainesmoreenit soveltuvat rakennusteknisesti hiekkamoreenien tavoin maapatojen tiivistaineeksi tai tiepenkereiden massaksi. Routimisherkyys huonontaa hienoainesmoreenin soveltuvuutta rakennuspohjaksi.

9.2 Lajittuneet kivennäismaalajit

Lajittuneet kivennäismaalajit jaetaan karkearakeisiin (lohkareet, kivet, sora, hiekka, karkea hieta) ja hienorakeisiin (hieno hieta, hiesu, savi) maalajiryhmiin. Karkearakeiset lajittuneet kivennäismaalajit ovat synnyltään joko jäätikköjoki-, reuna- ja erilaisia marginaalisia muodostumia tai ranta-, joki- ja tuulikerrostumia (kts. maaperätietouden tulkinta/karkearakeiset maalajit). Hienorakeiset lajittuneet kivennäismaalajit ovat muinaisten vesistöjen pohjille kerrostuneita sedimenttejä, joista osa on maankohoamisen vuoksi nykyisin vedenpinnan yläpuolella (kts. maaperätietouden tulkinta/hienorakeiset kerrostumat).

Jäätikköjokimuodostumien, ranta-, joki- tai tuulikerrostumien ja hienorakeisten kerrostumien sekä liejuisten hienorakeisten kerrostumien soveltuvuudet eri käyttötarkoituksiin löytyvät johdannossa esitellystä taulukosta.

9.2.1 Louhikot ja kivikot

Louhikoiden ja kivikoiden vallitsevana aineksena ovat lohkarat (Lo) tai kivet (Ki), joiden läpimitta on yli 60 mm (RT-luokitus: lohkarat ja isot kivet, GEO-luokitus: lohkarat ja kivet). Lohkarat ovat tavallisesti särmikkäitä, kun taas kivet ovat kulmistaan pyörityneitä. Maa- ja metsätalouden kannalta louhikot ovat joutomaita, kivikot puolestaan joko joutomaita tai huonokasvuisia metsämaita.

Jos esiintymät ovat kyllin laajoja ja kuljetuksen kannalta edullisia, ne soveltuvat murskeen raaka-aineksi.

Louhikoita ja kivikoita on erityisesti vedenjakajaseuduilla, vaarojen ja tunturien lailla rakkana, harjujen ja reunamuodostumien liepeillä vanhoissa rantavyöhykkeissä sekä vesiväylien uomissa.

9.2.2 Soramaat

Soramaiden vallitsevana aineksena ovat soralajitteet (\emptyset 60–2 mm, RT-luokitus: pienet kivet, sora, GEO-luokitus: sora). Soramaat sisältävät tavallisesti myös kivi- ja hiekkalajitteita, toisinaan myös hienompaa ainesta.

Sora (Sr) on hienoista lajitteista puhtaaksi pesetyntynyttä ainesta. Kivistä ja runsaskivistä (10–50 painoprosenttia kiviä) soraa sanotaan someroksi. Somero on selvästi kerroksellista ja hyvin vettä läpäisevää. Someroa on harjujen ja muiden jäätikköjokimuodostumien ydinosassa. Sen kivet ja sorarakeet ovat pyörityneitä ja puhdaspintaisia. Sora on kuivaa ja siten useimmiten huonokasvuista metsämaata. Lisäksi sen soveltuvuutta puuston kasvualustaksi heikentää soramuodostumien jyrkkärinteisyys.

Rakennusteknisesti sora on arvokasta betonin runkoainesta sekä teiden ja penkereiden päällystysmateriaalia että maapatojen suodatinainesta.

Routimattomana sora-alueet ovat hyviä rakennuspohjia. Muodostumien jyrkät rinteet ja niiden liepeille kiilautuvat savi- ja siltilinssit saattavat kuitenkin heikentää rakennettavuutta.

9.2.3 Hiekkamaat

Hiekkamaiden vallitsevana aineksena ovat hiekkalajitteet (\emptyset 2,0–0,2 mm, RT-luokitus: hiekka, GEO-luokitus: karkea- ja keskiahiekka). Hiekan (Hk) rakeet ovat selvästi paljain silmin nähtäviä ja sormin eroteltavia, puhtaita, sisältämiensä mineraalien värisiä ja maasälvän takia tavallisesti punertavia. Hiekkamaiden aines on yleensä löyhää. Se läpäisee hyvin vettä, joten veden nousu ja pidättyminen niissä on vähäistä. Sen ilmaisuus on suuri, mutta ravinnemäärä yleensä pieni.

Karkea hiekka on suurimmalta osaltaan karkean hiekkalajitteen (\emptyset 2,0–0,6 mm) muo-

dostamaa. Se on viljelysmaaksi kelpaamattonta ja kuuluu metsämaanakin huonoimpiin tuottoluokkiin. Karkeaa hiekkaa käytetään rakennusmateriaalina teiden päällysteisiin ja penkereisiin sekä maapatojen suodatinaineksena. Hiekkaa käytetään lisäksi lasiteollisuuden raaka-aineena ja valuhiekkana.

Hieno hiekka (GEO-luokitus: keskiahiekka) on usein lähes kokonaan muodostunut hienommasta hiekkalajitteesta (\emptyset 0,6–0,2 mm). Se soveltuu jotenkuten maanviljelykseen, jos hiekkakerros tiiviin pohjamaan päällä on alle 0,5 m ja maa on multavaa. Muussa tapauksessa se on poutivaa. Hienoa hiekkaa tarvitaan mm. betonin valmistuksessa fillerinä, kalkkihiekkatiilien pääraaka-aineena sekä kattohuopateollisuudessa huovan pinnan sirotteena.

GEO-luokituksen mukaan hiekkoihin kuuluisi myös hienohiekkalajite (\emptyset 0,2–0,06 mm), jota RT-luokituksen mukaan nimitetään karkeaksi hiedaksi. Sitä käsitellään hietamaiden yhteydessä.

9.2.4 Hietamaat

Hietamaiden vallitsevana aineksena ovat hietalajitteet (\emptyset 0,2–0,02 mm, RT-luokitus: karkea ja hieno hietä, GEO-luokitus: hienohiekka, karkeasiltti). Hietamaat ovat parhaita viljelysmaita, hikeviä maita.

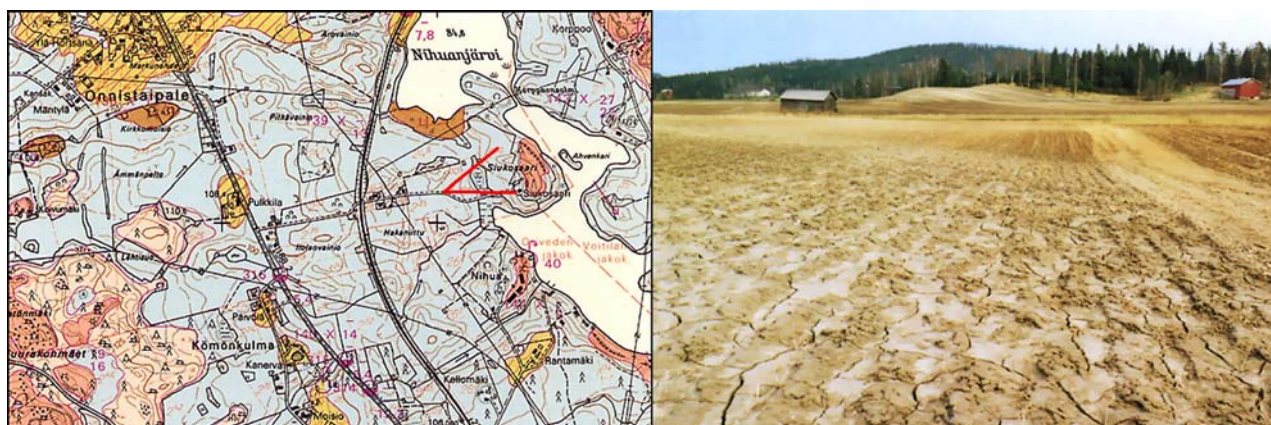
Karkean hiedan (Ht) (GEO-luokitus: hienohiekka) rakeet ovat paljain silmin nähtäviä. Siinä on usein runsaasti myös muita hiekkalajitteita ja yleensä alle 10 painoprosenttia savilajitetta. Maalaji on väriltään kellanruskeaa ja rakenteeltaan tavallisesti irtonaista ja kuohkeaa, joskus löyhästi kokkareista. Vesi nousee pohjavedenpinnasta melkoisen korkealle. Maalaji läpäisee vettä melko hyvin, mutta myös pidättää sitä. Kosteussuhteiltaan maa on hyvää viljelysmaata ja parhaita metsämaitamme, mutta ravinteiden pidättyminen on huonoa. Ojat pysyvät verraten hyvin kunnossa.

Hienon hiedan (HHt) (GEO-luokitus: karkeasiltti) hiukkasia on vaikea erottaa paljain silmin. Siinä on usein runsaasti myös karkeampaa hietaa ja karkeampaa hiesulajitetta sekä yleensä myös savilajitetta, useimmiten kuitenkin alle 20 painoprosenttia. Maalaji on väriltään kellanharmaata, rakenteeltaan löyhästi kokkareista ja pehmeää. Veden nousu on hyvä. Hieno hietä läpäisee vettä huonosti ja pidättää sitä melko runsaasti. Maa on tavallisesti sopivan kosteata, riittävän ilmavaa ja ravinteita pidättyä yleensä hyvin.

Hienolla hietamaalla on jonkin verran "juoksuominaisuuksia"; ojien luiskat eivät kestä kovin hyvin.

9.2.5 Hiesumaat

Hiesu (Hs) (GEO-luokitus: keski- ja hienosiltti) (kansanomaisia nimityksiä: juoksu-, hylly-, liehusavi sekä aulu) sisältää vallitsevana aineksena hiesulajitetta (\varnothing 0,02–0,002 mm). Savilajitteen määrä on tavallisesti 20–30 painoprosenttia niin kuin myös hienon hiedan osuus.



Kuva 56. Hiesumaata.

Kartassa vaaleansininen alue, joka on kuivien keväsäiden aikana halkeillut. Kartan viljavuusnäytepisteistä voidaan yhtä lukuun ottamatta todeta Onnistaipaleen alueen hiesun savilajitteen osuuden olevan pieni. Kuohkeaksi muokattu hiesupelto on aikaisemmin keväällä kostunut liikaa ja hiesun pinnalla nähdään vielä ylimääräisen veden erottumisesta johtuvia "lasehtimisen" merkkejä. Kuva H. Sulkava.. 2142 05 C, Orivesi, Onnistaipale.

Hiesun rakeita ei voida erottaa paljain silmin. Maalaji on väriltään valkeanharmaata ja hieman perunajauhon kaltaista. Kuivana tiiviin ja kovan kappaleen saa sormin hienonnetuksi "liukkaaksi" jauhoksi, joka on erittäin pölisevää ja takertuvaa. Tuore hiesukappale voi aluksi olla kova ja hauras, mutta se muuttuu taputtelemalla ja venyttämällä helposti hytkyväksi, kittimäiseksi. Hiesu ei ole muovailtavaa eikä sitkeätä. Kuivuessaan hiesumaa halkeilee jonkin verran Hiesussa veden nousu on huomattavasti hitaampi kuin hienossa hiedassa ja pieni vesimäärä tekee

sen juoksevaksi massaksi. Kuohkeaksi muokattu hiesumaa kostuu sateella helposti liikaa, jolloin se "lasehtii" tiiveimpään mahdolliseen hiukkasasentoon ja ylimääräinen vesi erottuu maan pinnalle kuin hera juustosta.

Hiesumaa soveltuu huonosti maanviljelykseen. Se kovettuu ja kuivuu liian tiiviiksi ja on vaikeaa muokata. Ojat juoksevat helposti umpeen. Ravinteita hiesumaat sisältävät luonnostaan enemmän kuin hietamaat ja pidättävät niitä myös hietamaita paremmin.

9.2.6 Savimaat

Savimaa (Sa) sisältää savilajitetta ($\emptyset < 0,002$ mm) vähintään 30 painoprosenttia. Karkeampi savilajite ($\emptyset 0,002-0,0002$ mm) on vaaleanharmaata, "juoksevaa" ja kuivana kovaa, mutta hieman jauhoavaa. Hienompi savilajite ($m < 0,0002$ mm) sitä vastoin on väriltään tumman ruskeanharmaata, sitkeää, kuivana erittäin kovaa ja jauhoamatonta.

Savimaan yleistuntomerkkejä ovat kosteana muovailtavuus ja sitkeys sekä kuivana kovuus ja huomattava halkeilu. Kuivaa savipalasta ei sormin saa kokonaan jauhoksi, vaan se jää muruiksi ja siruiksi. Vesi nousee savimaissa hitaasti ja vettä pidättyy runsaasti. Huomattavan halkeilun ja kestävien murujen muodostumisen vuoksi savimaa läpäisee vettä helpommin kuin hiesumaa.

Maatalouden käytännön tarpeita varten savet jaetaan kolmeen ryhmään, hieta-, hiesu- ja aitosavet. Hietasaven savilajitteen määrä on yleensä 30–40 painoprosenttia ja hietalajitetta on keskimäärin yli 20 painoprosenttia. Hietasavi on selvästi hietaista, helposti epäsäännöllisiksi palasiksi murenevaa, kevyttä muokata sekä kosteus- ja ilmavuussuhteiltaan hyvin edullista viljelysmaata. Veden nousu on suhteellisen nopea ja ravinteiden pidättyminen hyvä. Hietasavi on maanviljelyksen kannalta paras savimaalajimme.

Hiesusaven savilajitteen määrä on 40-60, hiesulajitetta on yli 30 ja hietalajitetta alle 20 painoprosenttia. Hiesusavi on väriltään tavallisesti hyvin vaaleanharmaata, mutta Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla punertavaa. Sillä on hiesun huonoja juoksuominaisuuksia, mutta se on hyvin muovailtavaa. Kuivuessaan se halkeilee ja kovettuu erittäin kestäviksi kokkareiksi, jotka käsiteltäessä jauhoavat. Syvemmällä hiesusavi on tavallisesti kerrallista. Muokkaus on vaikeaa ja sopiva muokkaus-aika lyhyt. Kasvien juurten hapensaanti on tavallisesti huonoa, koska maa sateella helposti kuorettuu ja kovettuu. Hiesusavi

onkin maanviljelyksen kannalta huonoin savimaalajimme.

Aitosaven savilajitteen määrä on vähintään 60, mutta voi olla jopa 95 painoprosenttia. Hiesulajitetta on noin 20 painoprosenttia ja hietalajitetta vain nimeksi. Aitosavi on väriltään tummanharmaata, usein ruskehtavaa (suklaanruskeaa). Aitosavet ovat useimmiten lustosavia ja niiden kerrallisuus näkyy värierona (ruskea ja vaaleanharmaa). Tuore aitosavi on hyvin muovailtavaa (muovailusavea). Kuivuessaan aitosavi kutistuu huomattavasti, ja maa halkeilee usein metrien syvyyteen. Pellon pinta ja ojien luiskat ovat pouta-aikoina täynnä suuria risteileviä rakoja. Saven kostuessa halkeamat taas turpoavat ja liettyvät umpeen. Kuivana aitosavi lohkeilee helposti särmäisiksi muruiksi. Kuiva savikappale on erittäin kova, se ei jauhoa, mutta leikattaessa tai hangattaessa sen pinta tulee kiiltäväksi. Sopivin aitosaven muokkaus-aika on yleensä hyvin lyhyt. Vettä ja ravinteita pidättyy aitosaveen runsaasti, eikä happamuus luonnostaan ole haitallista. Pohjamaa on yleensä lievästi hapan tai jopa neutraali (pH 7). Vesi nousee erittäin hitaasti. Jäykkä aitosavi ei "juokse", vaan ojat pysyvät auki eikä maan pinta kuoretu.

GEO-luokituksessa savet jaetaan lihaviin ja laihoihin saviin. Lihavassa savessa on savilajitetta yli 50 painoprosenttia, ja siitä saadaan kierittämällä millimetriä ohuempi rihma. Laihoista savista (savilajitetta 30–50 painoprosenttia) saa noin millimetrin paksuisen rihman, ennen kuin se katkeaa.

Eloperäistä ainetta sisältävistä hienorakeisista kivennäismaalajeista liejuinen hieno hieta (LjHht) on useimmiten hyvää viljelysmaata. Liejuisuus tekee hiesun (LjHs, liejuhiesu) kuivana kovemaksi, lisää sen rakoilua ja edistää mururakenteen muodostumista. Litorinakaudella syntyneet liejuiset kerrostumat ovat usein sulfidipitoisia ja liian happamia, mikä huonontaa näiden liejuisten maiden viljelyskelpoisuutta.

Liejusavi (LjSa) on usein varsin suolapitoista, erityisesti rauta-, alumiini- tai rikki-

pitoista. Tuore liejusavi on väriltään ruskehtavan tai vihertävän harmaata, pehmeätä, jossain määrin muovailtavaa, mutta yleensä muovailtaessa ja murretaessa helposti repeilevää. Kuivuessaan se kutistuu huomattavasti ja halkeilee sekä murenee tasapintaisiksi, suorasärmäisiksi, koviksi kappaleiksi ja muruiksi, joiden pintaa tavallisesti peittää pohjavedestä erottunut ruskea ruoste. Kappaleet eivät jauhoa. Päinvastoin kuin aitosaven liejusaven rakoilu on yleensä pysyvää ja murut vedessä kestäviä. Liejusavialueilla on pohjavesi tavallisesti kirkasta ja usein hapanta. Liejusavimaan muokkausaika on pitkä ja muokkaus helppoa. Liian kosteana muokattaessa liejusavi on kuitenkin hyvin takertuvaa.

Hienorakeisten maalajien tärkein käyttö on tiiliteollisuuden raaka-aineena. Raaka-aineeksi soveltuvien savien on oltava riittävän muovautuvia eikä niiden kuivumis- tai polttokutistuma saa olla suuri. Silttiä käytetään tiiliteollisuudessa laihduttamaan liian lihavia savia. Rakennusmateriaalina hienorakeisilla maalajeilla on vähäisempi käyttö. Savea käytetään jossain määrin maapatojen tiivisteenä ja silttiä teiden penkereisiin.

Hienorakeiset maalajit ovat rakennuskelpoisuudeltaan huonoa maata routivuutensa ja heikon kantavuutensa vuoksi. Vähintään metrin paksuinen kuivakuori lisää kuitenkin siltti- ja savialueiden kantavuutta niin, että ne ovat kohtuullisia pientalojen rakennuspohjia.

Hienorakeisten maalajien sekä runsaasti hienoa ainesta sisältävien moreenien maarakennusominaisuudet riippuvat myös vesipitoisuudesta. Jos näiden maalajien vesipitoisuus on suuri, niin ne muuttuvat kaivun yhteydessä vaikeasti käsiteltäväksi massaksi. Sateet ja roudan sulaessa vapautuva ylimääräinen vesi pahentavat edelleen tilannetta.

9.3 Eloperäiset maalajit

9.3.1 Liejut

Lieju (Lj) on veteen kerrostunut kasvi- ja eläinjäänteiden (humuspitoisuus 6–40 painoprosenttia) sekä hienojen kivennäisainesten seos. Siihen kuuluvat myös paikalleen kerrostuneet kasvi- ja eläinjäänteet. Lieju on tuoreena hieman vihertävää ja juustomaista. Se ei ole muovailtavaa, vaan murtuu ja repeilee helposti. Kuivuessaan se kutistuu huomattavasti, mutta ei turpoa uudelleen kostuessaan. Kuiva lieju on kovaa, sarvimaista ja kevyttä. Lieju on fysikaalisilta ominaisuuksiltaan helppohoitoista viljelysmaata. Usein liejumaat ovat kuitenkin luonnostaan liian happamia.

Järvimuta on pääasiassa veden mukana kulkeutunutta, tummien vesien pohjalle kerrostunutta ja saostunutta humusta. Kivennäisaineksen määrä järvimudassa on yleensä pienempi kuin liejussa. Järvimuta säilyttää tumman värinsä kuivanakin. Järvimutaa esiintyy suurten suoalueiden vesistöissä ja umpeen kasvaneiden lampien turvekerroksen ja liejukerroksen välissä. Maaperän peruskartoituksessa järvimuta yhdistetään liejuun, kuten muutkin makean veden järvikerrostumat (kalkkilieju, piilevälieju ja levälieju). Sama koskee myös murto- tai suolaiseen veteen kerrostunutta simpukkamaata eli kuorimerkeliä.

Piimaata käytetään raaka-aineena mm. suodattimia, mineraalitäytteitä ja eristysaineita valmistettaessa.

Eloperäisille maalajeille on ominaista suuri painuminen ja routivuus. Ne ovat yleensä rakennuspohjaksi kelpaamatonta maata, etenkin silloin kun eloperäisen kerrostuman alla jatkuu toinen pehmeikkö kuten savi-pohja. Sen sijaan ohut eloperäinen kerrostuma voidaan poistaa kantavamman maapohjan päältä ja korvata täytemaalla, jolloin maapohjasta saadaan rakennuskelpoinen.

9.3.2 Saraturpeet

Saraturpeet (Ct) ovat muodostuneet sarakasvien, lehtisammalten, heinien ja ruohojen jäänteistä. Saraturpeissa voi lisäksi olla kortteen varsia, sarojen pähkylöitä ja raatteen siemeniä. Silmävaraisesti määritettävissä aineksina turpeessa voi olla myös puiden ja varpujen jäänteitä. Sarojen juurihuovasto tekee turpeen huopamaiseksi, ja juurien hienot päät näkyvät murtopinnalla ohuina vaaleina rihmoina. Saraturpeissa on runsaasti typpeä, ja niiden kalsiumpitoisuus on suurempi ja pH korkeampi kuin rahkaturpeiden (Urvas & all. 1979). Saraturpeita ovat ruskosammalsaraturve, eutrofinen rahkasaraturve, saraturve, metsäsaraturve ja rahkasaraturve. Saraturpeet ovat viljelys- ja metsäojituskelpoisia.

Maatunut saraturve soveltuu erityisen hyvin polttoturpeeksi.

9.3.3 Rahkaturpeet

Rahkaturpeet (St) ovat muodostuneet vaatimattomista rahkasammalista ja tupasvillasta sekä varvuista. Raassa rahkaturpeessa ovat sammalien lehdet ja pehmeät varret sekä varvut selvästi tunnistettavissa. Turve on värittään vaaleaa. Kosteassa maatuneessa turpeessa on rahkan saippuamaisuus ja liukaus hyvä tuntomerkki. Kuivuessaan rahkaturve tulee sarvimaisen kovaksi ja tummaksi. Rahkaturpeita ovat mm. sararahkaturve, metsärahkaturve, tupasvillarahkaturve ja rahkaturve. Rahkaturpeet ovat vähäravinteisia ja happamia.

Maatunutta rahkaturvetta voidaan käyttää myös polttoturpeena. Heikommin maatunut rahkaturve soveltuu kasvaturpeeksi puutarhoihin ja viljelyturpeeksi kasvihuoneisiin sekä karjasuojien puhtaanapitoon. Vettä kevyempänä turvetta voidaan käyttää imeytysaineena öljyvahinkojen torjunnassa.

Turpeen energiakäytön ohella on viime aikoina kiinnitetty huomiota turpeen jatkojalostukseen (ammoniakki, metanoli, hartsit).

Turpeen käyttö on lisääntynyt myös hoito- ja kylpyturpeina sekä tekstiilien raaka-aineena.

Myös eloperäisten kerrostumien soveltuvuus eri käyttötarkoituksiin löytyy johdannossa esitellystä taulukosta.

10 MAALAJIEN MÄÄRITYSMENETELMÄT

10.1 Aistihavaintoihin perustuvat menetelmät

Maalajit voidaan likimain määrittää aistiha-
vainnoin. Tällöin kiinnitetään huomiota mm.
väriin, kovuuteen, sitkeyteen, rakeisuuteen
ja kasvinjäänteisiin. Maastossa kivennäis-
maalajien määrittäminen tapahtuu erilaisilla
käsin suoritettavilla tunnistamiskokeilla,

joista yleisimmät löytyvät oheisesta taulu-
kosta (Korhonen & all. 1974). Turpeiden
luokittelu perustuu suurelta osin turvetta
muodostavien kasvien ja niiden jäänteiden
tunnistamiseen.

Taulukko 8. Maalajien tunnistamismenetelmät.

Tunnistamismenetelmä							
Maalajiryhmä	Maalaji	Silmänvarainen rakeisuus	Kierityskoe (rihman paksuus)	Ravistuskoe (reagoi)	Kuivalujuus	Kiilto	Pölyäminen
Moreeni- maalajit	soramoreeni	voidaan likimäärin arvioida	ei sovellu	heikosti	ei sovellu	ei sovellu	heikosti
	hiekkamoreeni	silmämääräisesti	ei sovellu	kohtalaisesti			kohtalaisesti
	siltimoreeni		n. 4-6 mm	helposti			runsaasti
Karkea- rakeiset maalajit	sora	yksittäiset rakeet voidaan erottaa silmävaraisesti	ei sovellu	ei sovellu	ei sovellu	ei sovellu	ei pölyä
	hiekkamora						ei pölyä
	silttinen hiekkamora						kohtalaisesti
Hieno- rakeiset maalajit	hiekkainen siltti	yksittäisiä rakeita ei voida erottaa silmävaraisesti	n. 4-6 mm	helposti	hyvin pieni	jauhomainen	kohtalaisesti
	siltti		n. 3-6 mm	helposti	pieni	jauhomainen	runsaasti
	savinen siltti		n. 2-3 mm	kohtalaisesti	kohtalainen	himmeä	kohtalaisesti
	laiha savi		n. 1 mm	ei reagoi	suuri	puolikiiltävä	heikosti
	lihava savi		< 1 mm	ei reagoi	hyvin suuri	kiiltävä	ei pölyä

10.2 Laboratoriomenetelmät

Maalajien tarkka määrittäminen tapahtuu laborato-
riossa. Geologian tutkimuskeskuksen labora-
torion ja aikaisemmin myös Maatalouden
tutkimuskeskuksen laboratorion lisäksi on
maaperäkartoituksessa käytetty kenttälabora-
torioita varmistamaan maastossa tehtyä
hienorakeisten maalajien arviointia ja niiden
humuspitoisuutta.

Raekoon jakauma-analyysi tehdään karkean
hiedan (\varnothing 0,06–0,2 mm, GEO: hienohiekkamora)
ja sitä karkeampien lajitteiden osalta seulo-
malla. Hienon hiedan (GEO: karkeasiltti) ja
sitä hienompien lajitteiden (\varnothing < 0,06 mm)
määrittämiseen käytetään areometrausta, se

digraph- tai laser-
laitteistoa. Näytteiden
raekokojakauman määrittämisessä selvitetään
maanäytteen raekokoluokkien kumulatiivinen
jakauma. Koko raekokojakauma saa-
daan yhdistämällä hienot ja karkeat raeko-
koluokat 0,06 mm kohdalla. Hienojen raeko-
koluokkien määrittämisessä kappaleet ole-
tetaan pyöreiksi. Areometrimenetelmässä
maahiukkasten laskeutumisnopeus todetaan
määrittämällä lietteen tiheys tietyin aikavä-
lein määräsyydydeltä. Sedigraph eli auto-
maattinen partikkelianalysointilaitteisto on nestee-
seen lietetyn mineraaliaineen sedimentaatio-
nopeuden mittaamiseen perustuva laite,
joka tulostaa sedigraph -ajossa automaatti-
sesti tiedostoon eri raekokoja vastaavat lä-

päisyprosentit. Laite määrittää sedimentaationopeuden näytteen läpäisevän röntgensäteen vaimenemisen perusteella. Laser-analysaattori perustuu tilastolliseen otokseen mittausaikana havaituista partikkelien massoista, jotka laite mittaa laser -säteen taittuminen perusteella.

Maanäytteiden eloperäisen aineksen pitoisuus (humuspitoisuus) määritetään joko kolorimetrillä tai polttamalla. Kolorimetri- ja spektrometrimenetelmissä verrataan näytteen heijastaman sähkö-magneettisen aallon taajuutta ja intensiteettiä (kolorimetrielukema) tunnettujen vertailunäytteiden heijastuksiin. Polttomenetelmässä orgaaninen aines (humus) poltetaan pois. Humuksen määrä lasketaan polttamisen yhteydessä tapahtuneesta painon alenemisesta. Jos saves -fraktio on suuri, korjataan tulosta arvioimalla haihtuneen kideveden määrä.

Edellä mainittujen maaperäkartoituksessa yleisesti käytettyjen laboratoriomääritysten lisäksi on tilaustöissä määritetty maanäytteistä myös vesipitoisuutta, vedenläpäisevyyttä, tiiviyyttä (parannettu Proctor -koe), kapillarisuutta (Seditest/Sahi) sekä ominaispinta-alaa (Flowsorb II 2300 laite). Savinäytteistä voidaan määrittää tiiliteknisiä ominaisuuksia, kuten muovauskosteus, plastisuusluku, kuivakutistuma, kokonaiskutistuma ja vedenimukyky. Maalajin vesipitoisuudesta johtuvia konsistenssiominaisuuksia selvitetään juoksurajan (Casagranden koputuskoe), kieritysrajan ja plastisuusluvun avulla. Hienorakeisten maalajien leikkauslujuutta määritetään kartiokokeella.

11 POHJAVESI

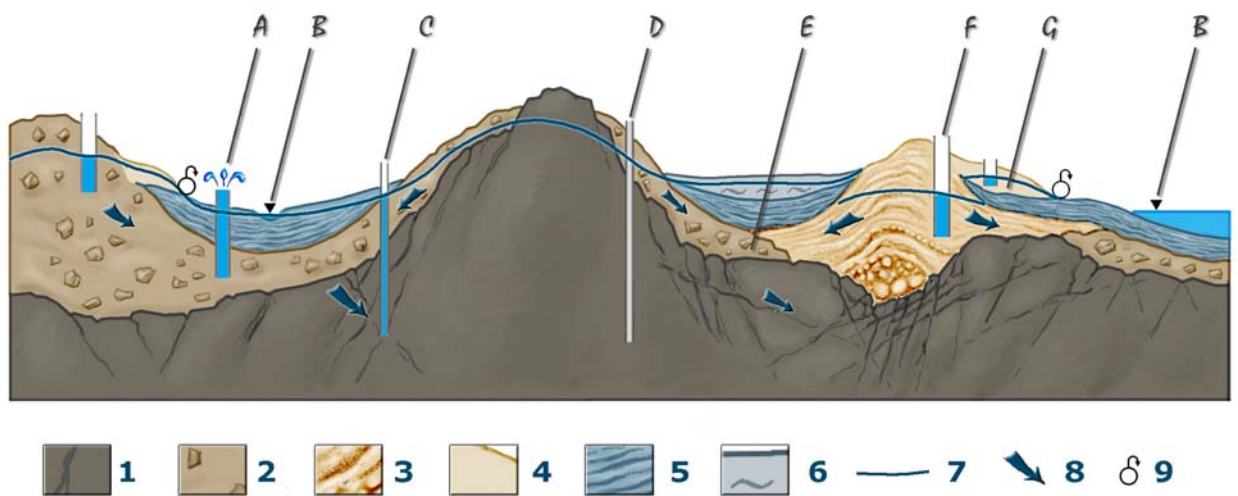
11.1 Pohjaveden synty ja esiintyminen

Maa- ja kallioperään varastoituneet sadevedet ja lumien sulamisvedet ovat joko maavettä tai pohjavettä. Maanpinnan ja pohjavedenpinnan välisessä maavesivyöhykkeessä vesi täyttää maaperän huokostilat ja kallioperän hiushalkeamat vain osittain, kun taas pohjavedenpinnan alapuolella ne ovat kokonaan veden täyttämiä. Pohjavesivyöhykkeessä pohjavesi virtaa maaston alimpien kohtien suuntaan ja purkautuu paikoin maanpintaan tai vesistöihin painovoiman tai paineen vaikutuksesta.

Pohjavedenpinta on Suomessa yleensä 1–4 metrin, harjuissa ja kallioperässä jopa 20

metrin syvyydessä. Ylimmillään pohjavedenpinta on keväällä, kun lumet ja routa ovat sulaneet, ja alimmillaan kevättalvella. Sen vuotuiset korkeusvaihtelut ovat yleensä 0,1–1,0 metriä, mutta voivat poikkeustapauksissa olla useitakin metrejä.

Esiintymispaikan tai -tavan mukaan pohjavesi on vapaata pohjavettä, orsivettä tai salpavettä. Suurin osa Suomen pohjavesistä on vapaata pohjavettä. Orsivesi on tiiviin, eristävän maakerroksen päällä olevaa pohjavettä. Orsivesikerros saattaa ajoittain kuivua, toisin kuin syvemmällä oleva vapaan pohjaveden kerros.



Kuva 57. Pohjaveden esiintyminen.

1 = kallioperä, 2 = moreenia, 3 = jäätikköjokikerrostumia, 4 = rantakerrostumaa, 5 = savea, 6 = turvetta, 7 = pohjaveden pinta, 8 = virtaussuunta, 9 = lähde.

A = artesinen kaivo, B = pintavesi, C = vettä antava kallioporakaivo, D = tyhjä kallioporakaivo, E = salpavesi, F = kuilukaivo, G = orsivesi.

Piirros: H. Kutvonen.

Pohjavesi on ns. salpavettä, jos se rajoittuu tiiviiseen kerrostumaan, esimerkiksi saveen, joka estää vedenpintaa nousemasta vesimassan, ilmanpaineen ja geologisen ympäristön säätelämälle painetasolle. Jos tiivis kerros puhkaistaan, vesi kohoaa painetasoon, jota pohjavesiympäristön olosuhteet säätelävät. Tästä on esimerkkinä ns. artesinen kaivo, josta vesi nousee maanpinnalle omalla paineellaan.

Vedenhankintaa varten tärkeiden pohjavesialueiden antoisuus on Suomessa 2,77 milj. m³/vrk. Kaikkien pohjavesialueiden arvioitu antoisuus on 5,8 milj. m³/vrk ja keskimääräinen pohjaveden käyttö 0,71 milj. m³/vrk (Yhdyskuntien vedenhankinnalle tärkeät pohjavesialueet, 1976, Britschgi, R. & Gustafsson, J. (ed). 1996. Suomen luokitellut pohjavesialueet). Vedenhankinnalle tärkeiden pohjavesialueiden laskennallisesta antoisuudesta on keskimäärin käytössä vain 26 %. Tiedot perustuvat vuosina 1988–1995 koottuihin tietoihin.

11.2 Maaperän pohjavesi

Vuotuisesta sadannasta kertyy pohjavedeksi eri maalajeihin nollasta yli viiteenkymmenen prosenttiin. Pohjavedeksi imeytyvän veden määrään vaikuttavat kasvillisuus, maanpinnan muodot, pintakerroksen kosteus, maalajien raekoostumus, kerrosrakenne ja tiivistyneisyys. Sateen intensiteetti sekä haihdunnan määrä vaikuttavat myös merkittävästi muodostuvan pohjaveden määrään. Eniten pohjavettä muodostuu keväällä lumien sulaessa sekä syysateiden aikaan. Kesällä haihdunta on usein niin suuri, että pohjavettä ei juuri muodostu. Pienet sademäärät haihtuvat yleensä kokonaan, varsinkin jos kasvillisuus on runsas. Maahan imeytyvä vesimäärä jää pieneksi myös, jos runsaskin sadanta jakaantuu lämpimän kauden aikana pitkälle jaksolle (Mälkki, E. , 1999).

Pohjaveden muodostumiselle ja hankinnalle tärkeimpiä ovat karkean lajittuneen aineksen kerrostumat - jäätikkökokisyntyiset harjut tai reunamuodostumat sekä sora-, hiekka- ja hietavaltaiset ranta- ja jokikerrostumat - joissa hienoaineksen (hieno hieta, hiesu ja savi) osuus on alle 10 %. Karkearakeisten lajittuneiden maalajien huokostilavuus on suuri ja vedenjohtavuus hyvä. Harjujen ja muiden paksujen hiekka- ja sorakerrostumien reunaosissa pohjavedenpinta on lähempänä maanpintaa kuin muodostumien keskiosissa. Siksi reunaosissa vedensaataavuus on helpompaa. Hiekka- ja sora- muodostumissa pohjaveden laatu on yleensä hyvä: vesi on happipitoista ja se sisältää vain vähän humusta, mutta sopivassa määrin muita liuenneita aineita. Hyvän vedenjohtavuuden takia hiekka- ja sora-alueiden pohjavesi on myös likaantumisherkkää, mikäli pohjavedenpinnan yläpuoliset maaperäkerrostumat ovat ohuet.

Moreenikerrostumien vedenantoisuus riippuu moreenin rakenteesta ja aineksen raekoostumuksesta. Moreenin hienoaines vähentää muodostuvan pohjaveden määrää, kun taas karkean lajittuneen aineksen linssit ja kerrokset sekä rinteillä olevien moreenien huuhtoutuneet pintakerrokset lisäävät sitä. Suomen moreenikerrostumat ovat usein ohuita ja kallionpinnan vaihtelevasta topografiasta johtuen pinta-alaltaan pieniä. Pohjavedenpinnan korkeus vaihtelee niissä nopeasti sateisuuden mukaan ja pohjaveden laadun vuodenaikaisvaihtelu on usein suurta. Keväällä ja syksyllä vedessä on runsaasti humusta ja vedet ovat happamia johtuen lyhyestä viipymästä. Laaja-alaisissa moreenikerrostumissa pohjavedenpinnan korkeuden ja veden laadun vaihtelut ovat vähäisiä. Suurin osa maaseudun haja-asutuksen talouskaivoista on moreenikerrostumissa. Näiden kaivojen antoisuus on yleensä pieni, mutta riittää yksityiseen käyttöön. Vedenotamoiden tarpeisiin moreenikerrostumien vedenantoisuus on riittämätön.

Savenalaisissa moreenin tai lajittuneen aineksen kerrostumissa pohjaveden virtaus on lähes poikkeuksetta hidasta, ja vesi on usein lähes hapetonta. Kokonaissuolapitoisuus on korkeahko, ja sekä rauta- että mangaanipitoisuudet ovat usein niin suuret, ettei vesi sovellu talousvedeksi.

Hienorakeisilla kerrostumilla (hieno hieta, hiesu ja savi) ei ole pohjaveden muodostumisen kannalta merkitystä. Turvekerrostumien vedenjohtavuus riippuu ensisijassa turpeen maatuneisuudesta ja on yleensä pintaosaa lukuun ottamatta pieni. Turvekerrostumien veden käytön esteenä on myös niiden veden humushapoista johtuva huono laatu.

11.3 Kallioperän pohjavesi

Maamme kallioperä on lähes kokonaan kiteistä peruskalliota, jonka kiviaines on vähähuokoista ja hydraulinen johtavuus on hyvin pieni. Kallioperän pohjavesi virtaakin ruhjeiden, siirrostien ja rakojen muodostamissa tiloissa. Kallioperän rikkonaisuus vaikuttaa siten ratkaisevasti pohjaveden määrään. Rikkonaisuus on usein suurinta kallion pintaosissa. Rikkonaisuus riippuu kuitenkin enemmän kivilajin rakoiluominaisuuksista. Liuskealueiden kalliokaivojen antoisuudet ovat yleensä suurimmat.

Kallioperän rikkonaisen pintaosan pohjavesi on laadultaan usein samankaltaista kuin sen päällä olevien maaperäkerrostumien pohjavesi. Syvemmillä oleva kalliopohjavesi on sitä vastoin pitkän viipymän vettä, jossa vetten liuenneiden ionien määrä on suuri. Kallioperän kivilajin vaikutus veteen liuenneiden aineiden määrään on huomattava. Liuskeiden ja emäksisten kivilajien pohjavedessä on enemmän liuenneita aineita kuin happamien kivilajien alueilla. Kalliopohjavesi on emäksisempää kuin saman alueen maaperän pohjavesi ja pintaosia lukuun ottamatta vähähappista tai hapetonta.

11.4 Talousveden laatuvaatimukset

Pohjaveden laatuun vaikuttavat maa- ja kallioperän koostumus, mineraalien geokemialliset ominaisuudet ja kestävyys rapautumista vastaan sekä ihmistoiminta. Suomessa on alueita, joilla pohjaveden laatu on heikentynyt geologisista syistä: esimerkiksi rapakivialueilla pohjavedessä on usein paljon fluoridia ja mustaliuskealueilla vedessä on suuria raskasmetallipitoisuuksia. Ihmistoiminta on kuitenkin yleensä suurin pohjaveden laatuongelmia aiheuttava tekijä ja siksi pohjavettä likaavia ja saastuttavia toimintoja pohjavesialueilla estetään ja rajoitetaan lainsäädännön avulla (vesilaki, ympäristönsuojelulaki, maa-ainelaki ja terveydensuojelulaki).

Terveydellisesti hyvän talousveden saamiseksi Sosiaali- ja terveysministeriö on määritellyt talousveden laatuvaatimukset ja -taavoitteet (Sosiaali- ja terveysministeriö 2000/2001). Seuraavalla sivulla olevassa taulukossa on esitetty suositukset ja vaatimukset talousveden käyttökelpoisuuteen vaikuttavien aineiden ja ominaisuuksien enimmäispitoisuuksista. Pohjaveden kemiallisista haitoista ovat yleisimpiä suuret rauta- ja mangaanipitoisuudet, jotka usein ylittävät raja-arvosuositukset. Talousveden pH:n alarajaksi on esitetty 6,5, koska happamat vedet aiheuttavat vesijohtoverkoston korroosiota. Terveydelle haitallisten raskasmetallien (mm. arseeni, kadmium, kromi ja lyijy) enimmäispitoisuudet ylittyvät vain harvoin luonnonvaraisissa pohjavesissä.

Taulukko 9. Talousveden laatuvaatimukset yksityistalouksille.

Suluissa olevat arvot ovat vedenottamoille annetut enimmäispitoisuudet.

Määrittäminen	Suositus enimmäispitoisuudeksi
pH	6,5-9,5
Sähkönjohtavuus mS/m, 25°C	250
Väriluku, Pt mg/l	5
Kaliumpermanganaattiluku, KMnO ₄ -luku mg/l	20
Kloridi, Cl mg/l	100 (250)
Fluoridi, F mg/l	1,5
Nitraatti, NO ₃ mg/l	25 (50)
Sulfaatti, SO ₄ mg/l	250
Alumiini, Al µg/l	200
Arseeni, As µg/l	10
Boori, B µg/l	1000
Kadmium, Cd µg/l	5
Kromi, Cr µg/l	50
Kupari, Cu µg/l	2000
Rauta, Fe mg/l	0,4 (0,2)
Mangaani, Mn µg/l	100 (50)
Nikkeli, Ni µg/l	20
Lyijy, Pb µg/l	10
Antimoni, Sb µg/l	5
Seleen, Se µg/l	10

12 MAAPERÄKARTAN TULKINTA

Maaperäkartan tehokas hyväksikäyttö perustuu toisaalta pohjakartan ja maaperää koskevien merkintöjen lukemiseen (kartanluku) sekä toisaalta näiden tietojen toisiaan täydentävään tulkintaan (kartantulkinta). Kartankäyttäjällä on mahdollisuus poimia ja yhdistellä kartoista omia tarpeitaan koskevia tietoja maaperästä ja pohjavedestä.

12.1 Pohjakartan lukeminen ja tulkinta

Pohjakartan tietosisältö voidaan jaotella pohjakuvio-, korkeus- ja kiinteistörajatietoihin (Rahkila 1980). Pohjakuvioiden ensisijainen merkitys on graafisessa muodossa olevan teema-aineiston, maaperätietouden, paikantamisessa. Lisäksi pohjakuvioaineisto sisältää runsaasti sellaisia maaperätietoja, joita ei ole otettu varsinaiseen teema-aineistoon (avokalliot, pienet alle 2 ha:n suot, ohutturpeiset alle 0,4 m:n soistumat sekä kivikot ja louhikot). Korkeustiedot täydentävät olennaisesti maaperätietoja. Korkeuskäyrien muodot antavat viitteitä maaperämuodostuman synnystä, josta voidaan edelleen tulkita muodostuman rakennetta ja ainesta. Käytännön sovellutuksissa tarvitaan käyräkuvausta mm. rakennelmien sijoittelussa ja perustamisessa sekä kivennäisraaka-ainevarojen massamääriä arvioitaessa. Kiinteistörajat osoittavat taas alueiden omistussuhteet. Näillä tiedoilla on merkitystä mm. kaavoituksessa sekä erilaisissa maankäytön ja suojelukohteiden suunnittelutehtävissä. Lisäksi pohjakartan nimistö saattaa antaa viitteitä maaperän laadusta (esim. Pirttikorvenkalliot, Pernunnummi, Särkikangas, Ruskeanmullanharju, Erkylän lukot, Hietala, Savela, Suopelto, Isorahka jne.).

Maan kasvipeitteen, tekumuotojen ja aineksenottoalueiden kuvaaminen peruskartassa on muodostumien ja maalajien kuvauksen ohella hyvänä apuna arvioitaessa kartan pe-

rusteella maaperän kosteutta ja maakerrosten paksuutta (Vähäsarja 1971).

Mäntyä kasvava maa on yleensä sora- tai hiekkamoreenia, soraa tai hiekkaa. Pohjavesi on yleensä niin syvällä, ettei se vaikeuta maankaivua. Kuusta kasvava maa on yleensä hiekka- tai hienoaineksista moreenia, hietaa, hiesua tai savea. Pohjavesi on lähellä maanpintaa. Havusekametsien osalta on vallitsevana maalajina hiekka- tai hienoaineksinen moreeni, hiekka tai hieta. Niissä pohjavesi on lähempänä pintaa kuin puhtaissa mäntymetsissä. Lehtimetsät sekä lehti- ja havupuita kasvavat sekametsät ja notkojen luonnonniityt ovat kostean maaperän tunnusmerkkejä. Vallitsevana maalajina on hienoaineksinen moreeni, hieta, hiesu tai savi. Kartassa soistumina ja osittain turvepiteisinä kuvatut kuusimetsät, korvet, samoin kuin mäntyvaltaisina kuvatut suot, rämeet, ovat yleensä ohutturpeisempia kuin pääosa puuttomista, vetisistä soista, nevoista ja letoista. Rantojen kaislikot ilmentävät moreeni-, hiesu- tai savipohjaa, jota yleensä peittää liejunkerros.

Kartassa kuvatut tekumuodot ovat usein yhdistettävissä tiettyihin maaperän kerrostumiin tai muodostumiin. Vanhat tiet seuraavat harjuja tai reunamuodostumia. Urheilukentät, raviradat, sairaala- tai laitosalueet sekä tiheä teiden ja polkujen verkko ovat useimmiten sora- ja hiekkakankailla (deltat, sandurit). Maa-aineksen ottoalue ilmaisee usein muodostuman, josta kuoppa on vain osa. Toisinaan kartassa kuvatut pienet sora- ja hiekkakuopat ovat osoituksena moreenimäkien rinteiden ohuista rantakerrostumista, kun taas teiden ja rautateiden maaleikkaukset ovat osoituksena paksummista maakerroksista sekä kalliroleikkaukset kalliosta.

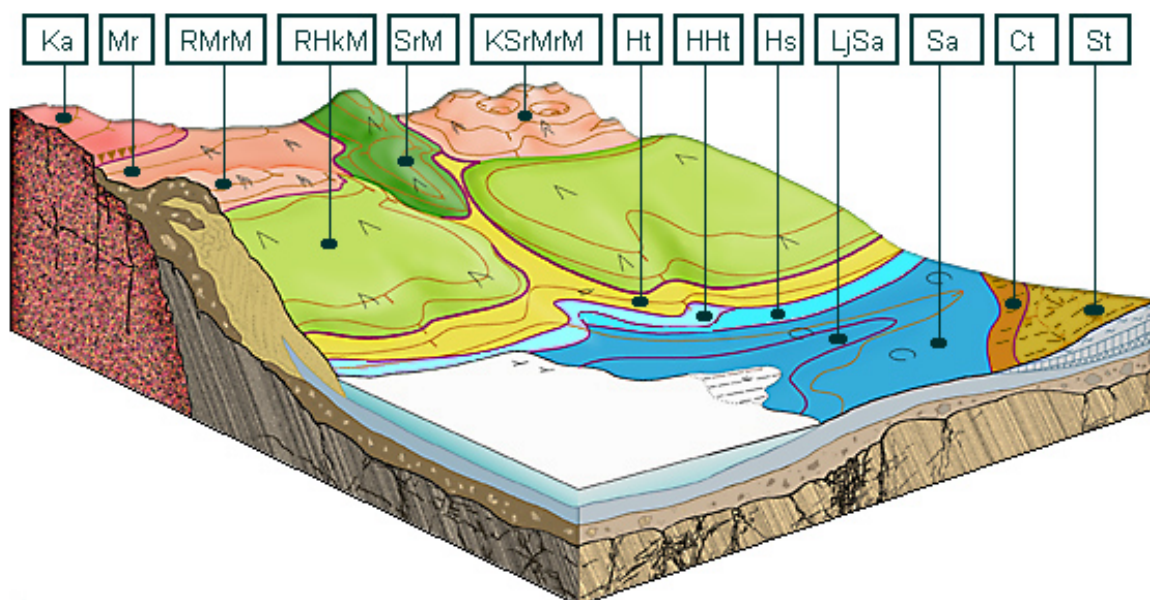
Pellot ovat yleensä savikoita ja hiesu- tai hietamaita. Yksittäiset maatalot talousraken-

nuksineen ovat hienorakeisten maalajien ympäröimillä kallioilla, moreeni-, sora- tai hiekkakumpareilla tahi rinteillä. Viljelemätön kohta pellossa on osoitus kalliosta tai moreenista. Peltojen reunat yhtyvät usein maalajirajoihin tai niiden vaihtumisvyöhykkeisiin, joita maaperäkartassa kuvaa pinta- ja pohjamaan raidoitus. Itä-Suomessa vedenkoskemattomien alueiden mäkien ja vaarojen lakiosiin raivatut pellot antavat viitteitä hienoaineksisesta moreenista. Suohon liittyvät suoraviivaiset ja -kulmaiset peltokuviot ovat usein kokonaan suovilje-

lyksiä. Suolla olevat ladot ilmaisevat usein turvepehkuksi soveltuvan, heikosti maatu-
neen rahkaturpeen esiintymän.

12.2 Maaperätietouden tulkinta

Maaperän kerrosrakenteen ja muodostumien tulkinta maaperäkartasta perustuu maamme jääkauden aikaisen ja sen jälkeisen geologisen kehityksen tuntemiseen. Oheinen kaavio antaa yksinkertaistetun kuvan kallioperää peittävän maaperän rakenteesta aiemmin veden peitossa olleilla alueilla.



Kuva 58. Maaperän rakenne veden peitossa olleilla alueilla.

Piirros: H. Kutvonen.

Vedenkoskemattomilta alueilta puuttuvat savet ja rantakerrostumat. Näillä alueilla jäätikön sulamisvaiheen aikana tapahtuneet jäätikön reunan paikalliset etenemiset ovat aiheuttaneet kaaviokuvasta poikkeavia kerrosjärjestyksiä.

Koska pohjamaan maalajikuvaus perustuu metrin syvyydeltä tehtyihin havaintoihin, jää tieto syvemmillä olevista kerrostumista tulkinnan varaan, ellei alueelta ole suoritettu

kairauksia tai seismisiä luotauksia. Muodostumien kuvauksessa noudatetaan niiden synnyn mukaista luokittelua. Niinpä myös maanpintaan nähden negatiiviset muodostumat, kuten Pohjanmaan tasaisten savikoiden peitossa olevat jäätikköjokimuodostumat, kuvataan muodostumina (esim. 1,5 Sa/HkM). Morfologinen muoto on ainoastaan tulkitsijan apukeino muodostumien alajaottelussa.

Maaston topografia on kallioperän ja maaperän muotojen yhdistelmä. Näistä kallioperä vaikuttaa enemmän korkokuvaan. Laajoilla alueilla ohuet maaperäkerrostumat vain myötäilevät kallioperää, joka peittyy paksujen maakerrosten alle vain savi- ja hiesutasangoilla tai jäätikköjoki- ja moreenimuodostumien yhteydessä. Kallion läheisyyttä osoittavat karttakuvassa mm. avokallioiden runsas esiintyminen, jyrkänteet, jyrkkäpiirteiset laaksot, korkeuskäyrissä havaittava pientopografian aiheuttama "suorakulmainen" rakenne, puron- ja joenuomien kosket ja nivat sekä muinaisrantoina merkityt kallottimäkien huuhtoutumisvyöhykkeet, ylin ranta. Lisäksi kalliokohouman vastasivun puoleinen maapeite on erittäin ohut, ellei kallio ole kokonaan paljastunut. Kohouman suojasivun puoleinen maapeite on yleensä paksu. Irtomaan peitossa olevalle alueelle merkitty uurrenuoli ilmaisee sen poikkiviuhan kohdalla olevan pienen kalliopaljastuman. Kallioköyhillä alueilla tavattavia pieniä kalliohavaintoja varten on oma merkintä;(x).

Karttaan merkityillä jäätikön liikesuunnan tiedoilla on keskeinen merkitys morfologialtaan erilaisten muodostumien tunnistamisessa. Koska maaperämuodostumien synty liittyy joko jäätikön etenemiseen tai sen sulamisvaiheen aikaisiin liikkeisiin tai pysähtymisiin, niin muodostumat ovat yleensä järjestyneet joko jäätikön reunan tai säteen suuntaisesti.

Yleispiirteissään jäätikön liikesuunta ilmenee kallioperän suurmuodoissa vesistöjen suuntauksena. Mannerjää kulutti eniten liikeensä suuntaisia kallioperän heikkousvyöhykkeitä, joissa sijaitsevat nykyiset järvenne. Yksityiskohtaista alueellista tietoa jäätikön liikkeistä antavat kartan geologiset lisätiedot, kuten silokallioiden uurteita, moreenin pinnan vakoutumista ja moreeniaineksen kivien suuntausta osoittavat kartamerkit. Tieto jäätikön liikesuunnasta auttaa kartankäyttäjää seuraamaan katkeilevia muodostumajaksoja tai jäljittämään

maaperästä löydettyjen malmilohkareiden emäkallion.

Kallioperän ja maaperän muotojen suuntauksien yhtyminen vaikeuttaa maaperän muodostumien tunnistamista. Tulkintaa helpottavat kartan pohjakuvioina esitetyt aineksenottoapaikat tai geologisina lisätietoina merkityt maakerrosten paksuutta osoittavat kairaukset ja seismiset luotaukset. Kaikkia maaperämuodostumia ei ole merkitty karttaan muodostuman kuvauksella joko niiden pienen koon tai runsauden takia, tahi sitten ne eivät ole maastossa tarpeeksi selvästi havaittavissa. Kartan korkeuskäyräkuvauksen perusteella ne saattavat kuitenkin olla tulkittavissa erillisiksi muodostumiksi (pienet päätmoreeniselänteet, dyynit ja rantavallit).

Maalajikuvauksen kannalta huomattavin ero RT- ja GEO-luokituksen kesken on hienorakeisissa kerrostumissa (vrt. taulukko >). Yhdistämällä maaperäkartassa kuvatut hieno hieta- ja hiesualueet saadaan rajatuiksi siltti-alueet geoteknistä käyttöä varten. Liejuinen siltti koostuu liejuisesta hienosta hiedasta ja liejuhiesusta.

Maanäytepisteiden savipitoisuustiedoista on hyötyä maatalouden ohella mm. tiilisavien inventoinnissa.

Suokairauspisteiden turpeen paksuutta ja maatuneisuutta ilmaisevat luvut antavat viitteitä turpeen käyttömahdollisuuksista. Jos turvekerrostuman huonosti maatunut pintakerros on ohut tai puuttuu kokonaan ja kokonaispaksuus on yli 2 m, niin suo saattaa soveltua polttoturvetuotantoon. Kasvuturvetta voidaan puolestaan ottaa soista, joissa on paksu heikosti maatunut kerros. Turvetuotannon käyttöön jo otetut alueet on karstoissa rajattu ja merkitty tekstillä: Turvetuotantoalue.

Lähteitä eli pohjaveden purkautumispaikkoja kuvataan maaperäkartassa sekä pohjakartan merkein että pohjavesitietoina. Lähteen merkitseminen hydrogeologisena tietona edellyttää, että lähteestä tai lähdevyöhykkeestä virtaa selvästi vettä ja että sen

virtaama on vähintään 0,2 l/s. Lisäksi lähteen lämpötilan tulee olla matala sekä veden kirkasta ja juomakelpoista. Jäätikköjokimuodostumiin liittyvät lähteet täyttävät parhaiten nämä vaatimukset. On kuitenkin muistettava, että maaperäkartassa esitetyt lähteiden virtaamat osoittavat mittaushetken tilanteen, ja niitä voidaan käyttää antoisuutta arvioitaessa ainoastaan suuntaa antavina. Pohjavedenpinnan tason arvioinnissa antavat viitteitä - kaivoista ja havaintoputkista mitattujen pohjavedenpinnan korkeuksien lisäksi - harjulampien ja sorakuoppien pohjavesilammikoiden vedenpintojen korkeudet.

Kartantulkinta on paljon taitoa ja kokemusta vaativaa työtä. Hyväksi tulkitsijaksi voi kehittyä henkilö, jolla on riittävät teoreettiset tiedot ja joka hankkii pitkäaikaisen maastokokemuksen mahdollisimman monilla geologisesti erilaisilla alueilla.

13 KIRJALLISUUTTA

- Aaltonen, V. T., Aarnio, B., Hyyppä, E., Kaitera, P., Keso, L., Kivinen, E., Kokkonen, P., Kotilainen, M., Sauramo, M., Tuovila, P. & Vuorinen, J. 1949.** Maaperäsanaston ja maalajien luokituksen tarkastus v. 1949. Summary: A critical review of soil terminology and soil classification in Finland in the year 1949. Maataloustieteellinen aikakauskirja 21, 37-66.
- Alalammi, P. (toim.) 1992.** Suomen kartasto, Vihko 123-126, Geologia. 5. Laitos. Helsinki: Maanmittaushallitus ja Suomen Maantieteellinen Seura. 58 s., 3 liitekarttaa, 29 liites.
- Berghell, H. 1905.** Savonlinna. Suomen geologinen yleiskartta 1:400 000, maalajikartan selitys, lehti D 2. Geologinen komissioni. 117 s.
- Britschgi, R. & Gustafsson, J. (ed). 1996.** Suomen luokitellut pohjavesialueet. Abstract: The classified groundwater areas in Finland. Suomen ympäristö 55. 387 p.
- Donner, J., 1978.** Suomen kvartaari-geologia. Helsingin yliopisto, Geologian laitos, Geologian ja paleontologian osasto. Moniste n:o 1, 264 s.
- Haavisto, M. (toim.). 1983.** Maaperäkartan käyttöopas 1 : 20 000, 1 : 50 000. Geologinen tutkimuslaitos. Opas 10. Espoo. 80 s.
- Haavisto-Hyvärinen, M., Hirviniemi, H., Lindroos, P. & Niemelä, O. 1989.** Maaperäkarttaa aina tarvitaan. Maankäyttö 2. 31-46.
- Haavisto-Hyvärinen, M. & Rainio, H. 1997.** Maaperäkarttoja yli sadan vuoden ajalta. Saimaan Luonto. Lappeenranta. 22-25.
- Haavisto-Hyvärinen, M., Grönholm, S., Kielosto, S. & Stén, C-G. 2001.** Nuuksion järviylänkö: Geologinen retkeilykartta 1:25 000 ja opaskirja (48 s). Geologian tutkimuskeskus. Espoo.
- Haavisto-Hyvärinen, M., Kutvonen, H., 2005.** Maaperäkartan käyttöopas. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. Verkkojulkaisu ISBN 951-690-924-8 ©GTK
- Heikurainen, L. & Huikari, O. 1960.** Käytännön suotyypit ja niiden metsäojituskelpoisuus. Keskusmetsäseura Tapio, Helsinki. 40 s.
- Huttunen, T., Hytönen, M., Kejonen, A., Rönty, H., Saarelainen, J., Tervo, T., Väänänen, T. & Äikäs, O. 2003.** Koli. Geologinen retkeilykartta 1:20 000 ja opaskirja. Geologian tutkimuskeskus. Kuopio.
- Hyyppä, E. & Penttilä, S. 1961.** Pohjois-Suomen maaperä 1:1 000 000. Geologinen tutkimuslaitos. Espoo.
- Johansson, P. & Mäkinen, K. (toim.). 1994.** Koilliskaira. Maaperägeologinen kartta (1:100 000) ja selitys. Geologian tutkimuskeskus. Rovaniemi. Uusittu painos 2003.
- Johansson, P. (toim.). 1998.** Pallas-Ounas-tunturi. Maaperägeologinen kartta (1 : 50 000) ja selitys. Geologian tutkimuskeskus. Rovaniemi. Uusittu painos 2003.

- Johansson, P., Huhta, P., Nenonen, J. & Hirvasniemi, H. 2000.** Kultakaira: Geologinen retkeilykartta ja opaskirja Ivalonjoki-Saariselkä 1:50 000. Geologian tutkimuskeskus. Rovaniemi.
- Johansson, P., Nenonen, J., Hirvasniemi, H., Valkama, J., Bister, T., Tranberg, J. & Manninen, T. 2002.** Lemmenjoki: Geologinen retkeilykartta ja opaskirja 1:50 000. Geologian tutkimuskeskus. Rovaniemi.
- Johansson, P ja Kujansuu, R. (toim.), Eriksson, B., Grönlund, T., Johansson, P., Kejonen, A., Kujansuu, R., Maunu, M., Mäkinen, K., Saarnisto, M., Virtanen, K. ja Väisänen, U. 2005.** Pojois-Suomen maaperä: maaperäkartojen 1:400 000 selitys. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 229 s.
- Johansson, P., Kortelainen, V., Kutvonen, H., Nenonen, J., Ojala, A., Räisänen, J. 2006.** Ylläs-Levi: Geologinen retkeilykartta ja opaskirja 1:50 000. Geologian tutkimuskeskus. Rovaniemi.
- Kartoitusperusteet ja kuvausohjeet 2003.** Maaperän peruskartoitus. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 9 s, 2 liitettä.
- Kakkuri, J. 1990.** Fennoskandian maankohoaminen. Julkaisussa: Alalammi, P. (toim.) 1990. Suomen kartasto: vihko 123-126: Geologia, 35-36. Helsinki: Maanmittaushallitus ja Suomen Maantieteellinen Seura. 58 s.
- Koivisto, M., (toim.). 2004.** Jääkaudet. Helsinki: WSOY. 240 s.
- Korhonen, K-H. & Gardemeister, R. 1970.** Geoteknillinen maalajiluokitus. Maansiirto 6.
- Korhonen, K-H., Gardemeister, R. & Tammirinne, M. 1974.** Geotekninen maaluokitus. Geotekniikan laboratorio, tiedonanto 14. 20 s, 2 liitettä.
- Korpela, K. & Niemelä, O., 1980.** Suomen maaperän peruskartoitus. Summary: Mapping of Quaternary Deposits in Finland. Resume: Grundkartläggningen av Finlands jordarter. Maanmittaus 1-2, 16 s.
- Korpela, K. & Niemelä, O. 1985.** Maaperäkartat 1:20 000 ja 1:50 000. Maankäyttö 2.
- Kujansuu, R. (toim.), Erviö, R., Herola, E., Hyypä, J., Kae, E., Lahermo, P., Raikamo, E., Stén, C-G. & Taka, M. 1981.** Oriveden alueen maaperä. Maaperäkartojen selitykset, lehdet 2142 01-12 (1:20 000). Geologinen tutkimuslaitos. Espoo. 44 s.
- Kujansuu, R. & Niemelä, J. (toim.). 1984.** Suomen maaperä 1 : 1 000 000. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.
- Kurki, M., Lakanen, E., Mäkitie, O., Sillanpää, M. & Vuorinen, J. 1965.** Viljavuusanalyysien tulosten ilmoitustapa ja tulkinta. Summary: Interpretation of soil testing results. Ann. Agric. Fenn. 4, 145-153.
- Lahermo, P.; Väänänen, P.; Tarvainen, T.; Salminen, R.; 1996.** Suomen geokemian atlas. Osa 3 : Ympäristögeokemia - purovedet ja -sedimentit = Geochemical atlas of Finland. Part 3 : Environmental geochemistry - stream waters and sediments. Espoo : Geologian tutkimuskeskus. 149 p.
- Lappalainen, E., Stén, C-G. ja Häikiö, J. 1984.** Turvetutkimusten maasto-opas N:o 12. Geologian tutkimuskeskus. 62 s.

- Lindroos, P. & Nieminen, P. 1982.** Maaperäkartoituksen uusi moreeniluokitus. *Geologi* 34 (4), 65-67.
- Liukko, A. 1998.** Diplomityö: Painetun maaperäkartan 1 : 20 000 numeeristamisprosessin kehittäminen. Teknillinen korkeakoulu, maanmittausosasto. Espoo. 79 s.
- Maa- ja kalliorakennus (8.322 Rapautuneisuus), 1976.** Suomen rakennusinsinöörien liitto, Helsinki. 520 s.
- Maaperätiedon kohdemalli. GTK. Raportti 30.7.1999/Ajantasaistusversio 2, 6.6.2001.**
- Mälkki, E. 1999.** Pohjavesi ja pohjaveden ympäristö. Helsinki: Tammi. 304 p.
- Nevalainen, R. ja Nikkarinen, M. 1995.** Geologiset tietoaineistot. Julkaisussa: Nikkarinen, M. (toim.) 1995. Geologista tietoa yhdyskuntasuunnitteluun. Iisalmen teemakartat, 43-47. Geologian tutkimuskeskus, Opas 39. 49 s.
- Nevalainen, R. 1996.** Maaperäkartan tekeminen numeerisia aineistoja käyttäen. *Geologi* 48. 166-169.
- Niemelä, J., 1971.** Die quartäre Stratigraphie von Tonablagerungen und der Rückzug des Inlandeises zwischen Helsinki and Hämeenlinna in Südfinnland. *Geol. Surv. Finland, Bull.* 253, 79 s.
- Niemelä, J. (toim.). 1979.** Suomen sora- ja hiekkaesiintymät 1 : 1 000 000. Geologinen tutkimuslaitos. Espoo.
- Niemelä, J., Ekman, I. & Lukasov, A. (toim.). 1993.** Suomen ja Venäjän Federaation luoteisosan maaperä ja sen raaka-ainevarat. Mittakaava 1 : 1 000 000. Espoo: Geologian tutkimuskeskus.
- Niemelä, O. (toim.). 1984.** Suomen kartasto, Vihko 112, Suomen kartoitus. 5. Laitos. Helsinki: Maanmittaushallitus ja Suomen Maantieteellinen Seura. 40 s.
- Niemelä, O. 1998.** Suomen karttojen tarina 1633-1997. Näin Suomi kartoitettiin katseltavaksi. Maanmittauslaitos, Karttakeskus Oy, Suomen Kartografinen Seura. 176 s.
- Niemelä, O. 2004.** Maasto ja kartta. Kartanvalmistajan ja kartankäyttäjän käsikirja. Maanmittauslaitos, Genimap Oy, Suomen Kartografinen Seura ry. 176 s.
- Paatonen, E., Rantala, J. ja Vahanne, P. 1992.** Rakennusgeologia. Maaperä. Julkaisussa: Alalammi, P. (toim.) 1990. Suomen kartasto: vihko 123-126:Geologia, 42-44. Helsinki: Maanmittaushallitus ja Suomen Maantieteellinen Seura. 58 s.
- Pohjarakennuksen normit 1964.** Rakennusinsinööriliiton julkaisuja, Sarja A, 45. Helsinki: Rakennusinsinöörien liitto. 38 s.
- Pohjatutkimusmerkinnät, 1978.** Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry. 3 s.
- Rahkila, P., 1980.** Maaperätietojen hankkimisesta ja maaperätietojärjestelmän suunnittelusta. Kangasalan kirjapaino, Hämeenlinna. 104 s.
- Saarnisto, M. ja Taipale, K. 1991.** Tulivuorista jääkausiin. Suomen maankamaraan kehitys. Helsinki: WSOY. 416 s.

Salonen, V-P., Eronen, M., ja Saarnisto, M. 2002. Käytännön maaperägeologia. Turku: Kirja Aurora. 237 s.

Sauramo, M., 1958. Die Geschichte der Ostsee. Ann.Acad. Sci. Fennicae A III, 51, 522 s.

Soiniemi, Leena. 1972. The classification of lake sediments based on color determinations. Bulletin of the Geological Society of Finland 44 (1), 9-11.

Sosiaali- ja terveysministeriö 2000. Päätös talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 19.5.2000. STMp 461/00

Sosiaali- ja terveysministeriö 2001. Päätös pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 17.5.2001. STMp 401/01

Suomen maaperän peruskartoitus. 1977. Maanmittaushallituksen julkaisu n:o 44. Maanmittaushallituksen karttapaino. 32 s.

Urvas, L., Sillanpää, M. & Erviö, R., 1979. Classification of peat and peatlands. Proc. Int. Symp. Hyytiälä. Finland. 184-189.

Valovirta, V. 1976. Suomen suot 1 : 1 000 000. Geologinen tutkimuslaitos. Espoo.

Virkkala, K. 1972. Maaperäkartoituksen maasto-opas. Geologinen tutkimuslaitos. Opas 4. Espoo. 37 s.

Virkkala, K. 1986. Geologian tutkimuskeskuksen 100-vuotishistoriikki. Geologian tutkimuskeskus. 93 s.

Virtanen, K., Hänninen, P., Kallinen, R.-L., Vartiainen, S., Herranen, T. & Jokisaari, R. 2003. Suomen turvevarat. Summary: The Peat Reserves of Finland. Tutkimusraportti 156. Geologian tutkimuskeskus.

Vuorinen, J. & Mäkitie, O., 1955. The method of soil testing in use in Finland. Selostus: Viljavuustutkimuksen analyysimenetelmistä. Agrogeol. Julk. 63.1-44.

Vähäsarja, P., 1971. Karttatulkintaopas. Karisto, Hämeenlinna. 29 s.

Yhdyskuntien vedenhankinnalle tärkeät pohjavesialueet, 1976. Summary: Groundwater Areas Important for Public Water Supply. Vesihallitus, tiedotus 109, 94 s.