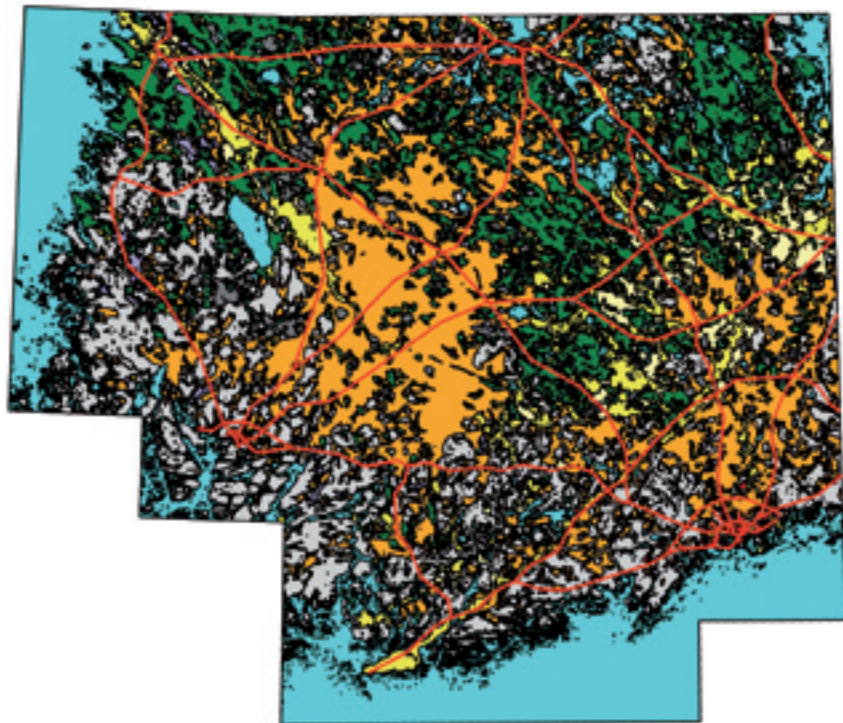




# Suomen maannostietokanta

Maannoskartta 1:250 000 ja maaperän ominaisuuksia

Harri Lilja, Risto Uusitalo, Markku Yli-Halla,  
Raimo Nevalainen, Tapio Väänänen  
ja Pekka Tamminen



MTT:n selvityksiä 114  
70 s.

## **Suomen maannostietokanta**

**Maannoskartta 1:250 000 ja maaperän ominaisuuksia**

Harri Lilja, Risto Uusitalo, Markku Yli-Halla, Raimo Nevalainen,  
Tapio Väänänen ja Pekka Tamminen

ISBN 952-487-018-5 (Painettu)  
ISBN 952-487-019-3 (Verkkajulkaisu)  
ISSN 1458-509X (Painettu)  
ISSN 1458-5103 (Verkkajulkaisu)  
[www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts114.pdf](http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts114.pdf)

Copyright

MTT

Harri Lilja, Risto Uusitalo, Markku Yli-Halla, Raimo Nevalainen,

Tapio Väänänen ja Pekka Tamminen

Julkaisija ja kustantaja

MTT, 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti:

MTT, Tietohallinto, 31600 Jokioinen

Puhelin (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339

Sähköposti [julkaisut@mtt.fi](mailto:julkaisut@mtt.fi)

Julkaisuvuosi

2006

Kannen kuva

Harri Lilja

Painopaikka

Kotkan Kirjapaino Oy

# Suomen maannostietokanta

## Maannoskartta 1:250 000 ja maaperän ominaisuuksia

Harri Lilja<sup>1)</sup>, Risto Uusitalo<sup>1)</sup>, Markku Yli-Halla<sup>2)</sup>, Raimo Nevalainen<sup>3)</sup>, Tapio Väänänen<sup>3)</sup> ja Pekka Tamminen<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen, harri.lilja@mtt.fi, risto.uusitalo@mtt.fi

<sup>2)</sup> Soveltavan kemian ja mikrobiologian laitos, PL 27, 00014 Helsingin yliopisto, markku.yli-halla@helsinki.fi

<sup>3)</sup> Geologian tutkimuskeskus, Kuopion yksikkö, PL 1237, 70211 Kuopio, raimo.nevalainen@gsf.fi, tapio.vaananen@gsf.fi

<sup>4)</sup> Metsäntutkimuslaitos, Vantaan tutkimuskeskus, Maantutkimusryhmä, PL 18, 01301 Vantaa, pekka.tamminen@metla.fi

### Tiivistelmä

Eurooppalaisen maankäyttö- ja ympäristöpolitiikan luomista on vaikeuttanut digitaalisen spatiaalisen maaperätiedon puute. Suomessakin maaperää koskevaa tietoa (dataa) on paljon tarjolla, mutta se on ollut hajallaan eri lähteissä, eikä sen pohjalta voida useinkaan tehdä valtakunnallisia yleistyksiä. Kolmivuotisessa hankkeessa käynnistettiin EU:n komission alaisen Euroopan maaperätoimiston ohjeeseen perustuvan maaperätietokannan ja maannoskartan laadinta. Hankkeen toteuttivat Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT), Geologian tutkimuskeskus (GTK) ja Metsäntutkimuslaitos (Metla). Hankkeen aikana tietokannan kattavuus saavutti 35 % valtakunnan pinta-alasta. Valtakunnallinen kattavuus saavutetaan vuonna 2009.

Hankkeessa yhdistettiin uustuotantoa ja olemassa olevia tietovarantoja paikkatietoteknisiä (GIS) menetelmiä käyttäen. Pohjana käytettiin geologista maaperäkarttaa, jonka kuviot edustavat metrin syvyydessä olevaa maalajia. Keskeiset tutkimuskohteet olivat maalajikuvioiden yleistäminen GIS-menetelmin, tietokantaan tarvittavien suureiden johtaminen olemassa olevasta tiedosta ja muu ATK-menetelmien kehitys. Geofysikaalisten matalalentoaineistojen tulosten tulkinnalla voitiin rajata esimerkiksi liejuiset alueet ja erottaa ohutturpeiset ja syvät suot toisistaan. Suomalaisen luokittelun mukaisille maalajikuvioille johdettiin maannosnimet FAO/Unescon järjestelmän ja uuden WRB-järjestelmän (World Reference Base for Soil Resources) mukaan.

Maannoskartta tuotetaan siten, että pohjamaalajiaineistoon yhdistetään vaihteittain tiedot pintamaalajista ja määritetään kansainvälisen luokituksen mukainen maannos automaattisesti projektissa kehitettyä Visual Basic (VB) -sovellusta käyttäen. Alle 6,25 hehtaarin suuruiset karttakuviot poistetaan yhdistämällä ne viereisiin kuvioihin. Kuviot yleistetään edelleen vähintään 150 hehtaarin suuruiseksi maannosmaisemiksi toisella VB-sovelluksella. Maalajien ja maannosten ominaisuustiedot kootaan tietokantaan hankkeeseen osallistuvien laitosten tuottamasta aineistosta. Tietokannan karttaliittymä voidaan tuotantovaiheessa toteuttaa ESRI:n ArcInfo Desktop -työkaluilla ja käyttäjäsovellus seläin pohjaisena kaikkien hankkeeseen osallistujien kesken yhteensopivalla teknologialla.

Tämä raportti sisältää maannoskartan ja -tietokannan keskeiset käsitteet, menetelmät ja tuotantovaiheet, esimerkin maannosmaisemakartasta ja maalajien/ maannosten keskeisiä ominaisuuksia. Metsämaista esitetään valtakunnallinen maannosjakauma ja maalajien ja maannosten ominaisuuksia noin 500 maaprofiilin tulosten perusteella. Maatalousmaiden maannosten jakauma esitetään 10 maakunnan alueelta. Maatalousmaiden ominaisuustiedot perustuvat noin 60 000 maanäytteen tuloksiin.

---

*Avainsanat: GIS, maannos, maaperäkartoitus, paikkatietotekniikka, tietokanta*

---

# Finnish Soil Database

## Soil map at scale 1:250,000 and properties of soil

Harri Lilja<sup>1)</sup>, Risto Uusitalo<sup>1)</sup>, Markku Yli-Halla<sup>2)</sup>, Raimo Nevalainen<sup>3)</sup>, Tapio Väänänen<sup>3)</sup> and Pekka Tamminen<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> MTT Agrifood Research Finland, Plant Production Research, FIN-31600 Jokioinen, harri.lilja@mtt.fi, risto.uusitalo@mtt.fi

<sup>2)</sup> Department of Applied Chemistry and Microbiology, P.O. Box 27, FIN-00014 University of Helsinki, markku.yli-halla@helsinki.fi

<sup>3)</sup> GTK, Kuopion yksikkö, PL 1237, 70211 Kuopio, raimo.nevalainen@gsf.fi, tapio.vaananen@gsf.fi

<sup>4)</sup> Finnish forest research Institute, Vantaa Research Centre, P.O. Box 18, FIN-01301 Vantaa, pekka.tamminen@metla.fi

### Abstract

Lack of spatial soil data in digital form has been a primary obstacle in establishing European policies on land use and environmental protection. Abundant data on soil characteristics exist in Finland but have been scattered among various sources, making it difficult for authorities to make country-wide presentations and predictions. The objective of this three-year project was to create georeferenced soil map and database according to the instructions of the European Soil Bureau using data from existing databases and collecting some new data. During the project, 35% coverage of Finland has been achieved. The map will cover the whole country by 2009.

The basis of the work was a geological map of quaternary deposits, which describes the soil at a depth of 1 metre according to the Finnish classification based on the concentration of organic matter and the texture of mineral material. Primary research topics included generalization methodology of soil polygons with GIS technology, calculation of soil characteristics needed in the database and computerizing the existing non-digital soil information. It was proved that aerial geophysics can be used for separation of shallow peats from deep peat soils and muddy soils and other wet areas can be identified. Soil names according to the FAO/Unesco system and the World Reference Base for Soil Resources (WRB) were derived from the soil names of the Finnish soil classification system and geophysical data. The process starts with combining the different data layers of the topsoil one by one with the data of the subsoil (database of the quaternary deposits). The soil names according to the FAO/Unesco and WRB systems are derived automatically using a Visual Basic (VB) application. Polygons smaller than 6.25 ha are merged with adjacent larger polygons. Polygons are further generalized to soil associations (soilscape) of a minimum size of 150 ha with another VB-application. The attribute data of soils are collected to a database. The interface to the database will be built with ESRI's ArcInfo Desktop tools. The web-based end-user application can be constructed as browser based application, which uses technology common to the project partners and users of the data.

This report presents the basic concepts and terminology of the soil map and database and describes the production process. An example of a soilscape map is shown. A country-wide prediction of the distribution of the soil types in the forest soils is presented. Distribution of soil types in agricultural soils is presented in selected areas. Tables of essential soil properties were also compiled.

---

*Keywords: GIS, soil, soil mapping, database*

---

## Alkusanat

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT), Geologian tutkimuskeskus (GTK) ja Metsäntutkimuslaitos (Metla) käynnistivät vuonna 2002 tietokantahankkeen valtakunnallisen maalajien ja maannosten levinneisyyttä ja ominaisuuksia sisältävän kartan ja tietokannan laatimiseksi. Hanke parantaa Suomen valmiuksia vastata maaperän kestävä käytön ja suojelun haasteisiin. Tietoja maaperämme ominaisuuksista tarvitaan myös kansainvälisessä yhteistyössä. Yksivuotisessa pilottihankkeessa, jonka raportti on ilmestynyt aiemmin, todettiin, että edellytykset EU:n komission alaisen Euroopan maaperätoimiston ohjeen mukaisen 1:250 000 -mittakaavaisen maannostietokannan tuottamiseksi ovat olemassa. Hankkeen nimeksi tuli *Maaperän informaatiojärjestelmä: maannostietokanta 1:250 000*. Tässä raportissa esitellään ensimmäisen kolmivuotiskauden (2003-2005) tulokset.

Tämä valtakunnallinen, kansainvälisesti yhteensopiva maannostietokanta pohjautuu GTK:n eri hankkeena parhaillaan laatimaan geologiseen maaperäkartaan ja tietokantaan (maaperän yleiskartta). Maannostietokannan tuotantonopeus kytkeytyy GTK:n hankkeeseen, joka saa valtakunnallisen kattavuuden vuonna 2008. Maannostietokanta sisältää maalajien ja maannosten levinneisyydet ja niiden ominaisuustietoja. Ensimmäisen kolmivuotiskauden aikana on tehty tarvittavien ohjelmien kehitystyötä, tietokannat on suunniteltu, ominaisuustiedot on pääosin koottu ja kartoituksessa on saavutettu 35 %:n valtakunnallinen peitto.

MTT on johtanut maannosnimet GTK:n muodostamille, suomalaisen maalajiluokituksen mukaisille kuvioille, yhdistänyt ne maannosmaisemiksi, koonnut maalajien ja maannosten ominaisuustiedot ja toiminut hankkeen koordinaattorina. Metla on osallistunut metsämaiden maannostulkintaan ja tuottanut ominaisuustietoa. Tämän raportin kirjoittajien lisäksi työhön on osallistunut lukuisia henkilöitä: MTT:ssä paikkatietokäsittelijä Arsi Ikonen ja harjoittelija Jaakko Heikkinen, GTK:ssa geofyysikko Jouni Lerssi ja geologi Jussi Myllykangas Kuopion yksikössä, joka on koordinoanut GTK:n osuutta, Espoon yksikössä geologit Jukka-Pekka Palmu ja Janne Leskinen, tutkija Hanna Virkki ja Rovaniemen yksikössä geologit Pauliina Liwata, Maarit Middleton ja geofyysikko Eija Hyvönen. Metlasta hankkeeseen ovat osallistuneet Vantaan tutkimuskeskuksen maantutkimusryhmä ja Valtakunnan metsien inventointihanke (VMI) professori Erkki Tompon johdolla. Viljelymaiden ominaisuustietoja on saatu myös Viljavuuspalvelu Oy:ltä ja Oy Hortilab Ab:ltä.

Hanke on saanut rahoitusta Maa- ja metsätalousministeriön (MMM) maaperäohjelmasta ja Ympäristöministeriöstä (YM). MMM asetti maaperäohjelmalle ohjausryhmän, jonka puheenjohtaja oli Markku Järvenpää (MMM) ja varapuheenjohtaja Sini Wallenius (MMM). Ryhmän muut jäsenet olivat Jukka Ahokas (Helsingin yliopisto), Helinä Hartikainen (Helsingin yliopisto), Raimo Kauppila (Kemira GrowHow Oy), Simo Kivisaari, Juhani Kivistö, (Viljavuuspalvelu Oy), Rauno Peltomaa (Salaojakeskus ry.), Markku Puustinen (Suomen ympäristökeskus), Perttu Pyykkönen (Pellervon taloudellinen tutkimuskeskus) ja Hannu Seppänen myöhemmin Kaisa Tolonen (ProAgria). Ympäristöministeriön asettaman ohjausryhmän puheenjohtajana oli ohjelmajohtaja Hannu Idman (GTK) ja jäsenenä tietohuoltopäällikkö Juha Vuorimies (YM), ylitarkastaja Antti Vertanen (MMM) ja tutkimusjohtaja Ilkka P. Laurila (MTT). Raportin kirjoittajat esittävät parhaat kiitöksensä kaikille hankkeeseen osallistuneille ja sen toimintaa tukeneille henkilöille ja organisaatioille.

Jokioisilla, Kuopiossa ja Vantaalla toukokuussa 2006

Kirjoittajat

# Sisällysluettelo

1	Johdanto .....	7
2	World Reference Base (WRB) –maannosluokitus ja sen soveltaminen Suomeen .....	8
3	Maaperän suuralueet .....	10
4	Maannoskartan tuotanto .....	13
4.1	Suomalaiseen maalaji jaotteluun perustuvat maalajikuviot: GTK:n Maaperän yleiskartta -hanke maannoskartan pohjana .....	13
4.2	Maaperän yleiskartan maaperäkuvioiden ja tietokannan tuotantoprosessi.....	13
4.2.1	Maalajikuvioiden muodostaminen .....	13
4.2.2	Aerogeofysikaaliset mittaukset ja soiden/soistumien rajaukset .....	15
4.2.3	Avokallioiden ja kalliomaiden tulkinta .....	18
4.3	Maalajikuvioiden muunnokset maannoksiksi.....	18
4.4	Maannosmaisemien muodostaminen .....	20
4.4.1	Maannosmaisemaydinten muodostaminen.....	20
4.4.2	Kuvioiden liittäminen ytimiin .....	25
4.4.3	Kuvioiden viimeistely .....	26
5	Tietokannan rakenne ja käyttö internetissä.....	27
5.1	Käyttöliittymän sisältämät maan ominaisuudet .....	28
5.2	Karttapalvelun toteuttamisvaihtoehdot ja kustannukset .....	31
6	Kartoituksen eteneminen .....	32
7	Maannosmaisemat valmiina olevilla kartoitusalueilla.....	34
8	Maalajien ja maannosten jakauma .....	36
8.1	Maannosten valtakunnallinen jakauma metsämaissa .....	36
8.1.1	Metsämaa-aineisto.....	36
8.1.2	Metsämaidien maalajit ja maannokset .....	37
8.2	Maalajien ja maannosten jakauma maatalousmailla.....	38
8.2.1	Maatalousmaidien aineistot.....	38
8.2.2	Maatalousmaidien maalajit.....	38
8.2.3	Suomalaisten maalajien muuntaminen maannosluokkiin .....	39
8.2.4	Maatalousmaan maannosten kymmenessä maakunnassa.....	42
9	Maannosten ominaisuustietoja.....	43
9.1	Aineistot, sisällöt ja muunnokset.....	43
9.1.1	Aineistojen kuvaus .....	43
9.1.2	Maan kationinvaihtokapasiteetin arvioiminen .....	44
9.2	Maannosten ja maahorisonttien fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet.....	46
9.2.1	Metsämaan eri maannosten maakerrosten ominaisuuksia .....	46
9.2.2	Maatalousmaan pH ja kationinvaihtokapasiteetti .....	51

# 1 Johdanto

Maaperä on keskeinen luonnonvaramme, jonka tuntemus kuuluu jokaisen valtion perustietovarantoihin. Maaperään kohdistuvien toimenpiteiden suunnittelua ja näiden toimenpiteiden vaikutusten arviointia varten tarvitaan ajantasaista tietoa maan ominaisuuksista. Spatiaalista tietoa maaperästä tarvitaan mm. luonnonvarojen inventoinnissa, maa- ja metsätalouden ympäristövaikutusten arvioinnissa, ilmastonmuutosskenaarioissa, kestävän tuotannon indikaattorien kehittämisessä ja niiden toimivuuden arvioinnissa ja kansainvälisessä tutkimusyhteistyössä. Tämän tiedon on oltava sähköisessä, paikkatietoteknisin menetelmin käytettäväksi soveltuvassa muodossa.

Suomen maaperää koskeva, koko valtakunnan alueen kattava 1:1000 000 -mittakaavainen kartta on yleispiirteinen. Tarkka 1:20 000 -mittakaavainen maaperäkartoitus (Haavisto 1983) kattaa lähinnä eteläisimmän Suomen. Koko maan kattavan suurmittakaavaisen maaperäkartoituksen toteuttamisesta on toistaiseksi luovuttu. Pohjois-Suomesta on olemassa 1:400 000 -mittakaavainen kartta-aineisto, mutta Väli-Suomen alueelta kattava numeerinen maaperäkartoitusaineisto on saatavissa ainoastaan 1:1000 000 -mittakaavaisena. Eri hankkeiden yhteydessä tehdyt tarkemmat kartoitukset ovat teemaltaan tai alueeltaan rajoittuneita. Epätyydyttävän kartoitustilanteen korjaamiseksi Geologian tutkimuskeskus päätti vuonna 2002 käynnistää yleismittakaavaisen 1:250 000 -mittakaavaisen valtakunnallisen maaperäkartan ja tietokannan laadinnan. Tämän kartan kuviot edustavat pääsääntöisesti metrin syvyydellä esiintyvää maalajia. Hanke on tarkoitus saada päätökseen vuonna 2008.

Maalajien levinneisyyden lisäksi tarvitaan numeerista tietoa maalajien tyypillisistä ominaisuuksista. Vaikka maaperämme ominaisuuksista on tehty runsaasti analyysejä, nämä tiedot ovat tähän asti olleet hajallaan ja vaikeasti tiedon tarvitsijoiden löydettävissä. Helposti saatavissa olevan tiedon edustavuutta on usein vaikea arvioida. Tästä syystä sen perusteella tehtävät alueelliset tai valtakunnalliset yleistykset voivat olla epäluotettavia. Kansalliset määrittämenetelmät ja maaperän luokittelujärjestelmät ovat lisäksi vaikeuttaneet sinänsä relevantin ominaisuustiedon käyttöä kansainvälisessä yhteistyössä.

Valtakunnallisen, kansainvälisen termistön mukaisen maaperätiedon tarve on lisääntynyt. EU:ssa jo hyväksytty vesipuitedirektiivi edellyttää valuma-alueiden maaperän luonnehtimista. EU:n komissio hyväksyi 16.4.2002 maaperän suojelua käsittelevän tiedonannon ”Towards a Thematic Strategy for Soil Protection – Kohti maaperänsuojelun teemakohtaista strategiaa (EU 2002, Van Camp ym. 2004). Parhailtaan EU valmistelee Maaperänsuojelun puitedirektiiviä, johon sisältyy maaperän tilaa koskeva kansallinen seurantavelvoite. Vuonna 2006 valmistuvassa luonnoksessa edellytetään, että EU:n jäsenmaat rajaavat ne riskialueet, joilla seuraavat prosessit heikentävät maan tilaa: 1) orgaanisen aineksen väheneminen, 2) tiivistyminen, 3) eroosio, 4) suolaantuminen ja 5) maanvyörymät. Tekijöistä 1, 2 ja 3 ovat eri painotuksin merkittäviä Suomessa ja nimenomaan viljelymaillamme, joidenkin käsitysten mukaan myös metsämailla ja soilla. Direktiivissä tultaneen esittämään, että riskialueiden rajausten lähtökohtana ovat 1:250 000 -mittakaavaiset maaperäkartat. Maalaji/maannos olisi se ensisijainen tekijä, josta käsin riskin olemassaolo ja vakavuus johdettaisiin. Maaperänsuojelun teemastrategiassa (EU 2002) mainittujen maaperän pilaantumisen ja maaperän sulkemisen tarkasteluun direktiivissä esitettäneen vapaammin valittavissa olevaa kansallista lähestymistapaa, jossa siinäkin digitaalisilla maaperäkartoilla ja maan ominaisuuksia sisältävillä tietokannoilla on keskeinen merkitys. Myös käsiteltävänä oleva Euroopan paikkatietojärjestelmää koskeva direktiivi (INSPIRE, Infrastructure for Spatial Information in Europe) tulee edellyttämään jäsenvaltioilta maaperää koskevan tietopalvelun järjestämistä.

Suomen maaperää koskevia tietoja käytetään myös maamme rajojen ulkopuolella erilaisten Euroopan, Pohjoiskalottialueen tai koko maailman maaperäkartojen tai maaperäkartoista

johdettujen riskitarkastelujen ja ennusteiden tekemiseen. Esimerkkinä mainittakoon EU:n alueen hiilivarakartta (Jones ym. 2003). Jotta Suomi näyttäytyisi näissä esityksissä totuudenmukaisesti, niitä laativien tahojen käytössä on oltava edustavaa ja kansainvälisesti yhteismitallista tietoa maaperämme ominaisuuksista.

Suomea koskeva osuus useilla pienimittakaavaisilla, FAO terminologian mukaan (FAO 1974) laadituilla kansainvälisillä maaperäkartoilla perustuu 1970-luvulla Maatalouden tutkimuskeskuksen Maantutkimuslaitoksessa tehtyyn työhön. Tällaisia maanoskartoja ovat Maailman maaperäkartta (FAO 1974), Euroopan maaperäkartta (FAO 1965, Dudal ym. 1966), Norjan, Ruotsin, Suomen ja Tanskan maaperäkartta (Rasmussen ym. 1991) sekä Euroopan maaperätoimiston kokoamat 1:1000 000 -mittakaavaiset Euroopan maaperäkartat, joita on ilmestynyt niin painettuina kuin digitaalisinakin (Montaranella ym. 2001). Sama Suomen maaperäkartta ilmestyi vielä hiljattain osana Pohjoiskalottialueen maaperäkarttaa (Tarnocai ym. 2003) ja Euroopan maaperäatlaksessa (Jones et al. 2005). Tämä olemassa oleva kartta, jossa Suomen maaperä esitetään noin 1000 karttakuvilla, on kuitenkin nykyisiin tarpeisiin nähden liian yleispiirteinen. Tähänastisten tietokantojen puutteena on lisäksi ollut ominaisuustietojen niukkuus.

Suomen maaperää koskevan tiedon tarkkuuden ja saatavuuden parantamiseksi MTT:n, GTK:n ja Metlan käynnistämässä hankkeessa tuotetaan valtakunnallinen 1:250 000 –mittakaavainen Euroopan maaperätoimiston ohjeen (European Soil Bureau 1998, 2001) mukainen kansainvälisesti yhteensopiva maaperäkartta ja tietokanta. Työn lähtökohtana on käytetty GTK:n parhaillaan koostamaa geologista maaperäkarttaa, minkä lisäksi tarvittava pintamaata koskeva tieto on saatu tulkitsemalla GTK aerogeofysiikan tuloksia ja käyttämällä viljavuustutkimuksen ja valtakunnan metsien inventoinnin tuloksia. Aerogeofysiikan matalalentoaineistoista tehtyjen tulkintojen avulla on voitu rajata esimerkiksi liejuiset alueet ja erottaa ohutturpeiset ja syvät suot toisistaan. Maannosnimet on johdettu pinta- ja pohjamaan maalajista MTT:n (Yli-Halla ym. 2000) ja Metlan tekemien maaprofiilitutkimusten perusteella. Maalajeja ja maannoksia koskeva ominaisuustieto on koottu useista eri lähteistä. Tämän hankkeen pilottivaiheen raportti on ilmestynyt aiemmin (Yli-Halla ym. 2003). Tässä julkaisussa esitetään kartan ja tietokannan päivitetty tuotantoprosessi, nykyinen kartoitustilanne, maalajien ja maannosten ominaisuustietoja ja näytteitä kartasta. Vaikka Internet tulee olemaan kartan ja tietokannan pääasiallinen jakelukanava, tätä julkaisua voi alustavasti käyttää maaperää koskevien ominaisuustietojen lähteenä, sillä julkaisuun on taulukoitu viljely- ja metsätalouskäytössä olevien maalajien ja niillä esiintyvien maannosten ominaisuuksia melko kattavasti. Digitaalisen aineiston käyttäjät ovat helmikuusta 2006 saakka voineet saada Lounais-Suomen kartan ja siihen liittyvää ominaisuustietoa koekäyttöön Turun yliopiston ylläpitämästä paikkatietolainaaamosta ([www.paikkatietolainaaamo.utu.fi](http://www.paikkatietolainaaamo.utu.fi)).

## **2 World Reference Base (WRB) –maannosluokitus ja sen soveltaminen Suomeen**

Suomessa maalajit on perinteisesti nimetty pääasiassa orgaanisen aineksen pitoisuuden ja lajitekoostumuksen (raekokojakauman) perusteella, liejun osalta myös maan syntyvän perusteella (Aaltonen ym. 1949). Maalajit jaetaan orgaanisen aineksen perusteella eloperäisiin maihin ja kivennäismaihin. Kivennäismaat jaetaan lajittumattomiin (moreenit) ja lajittuneisiin maihin, ja ne saavat varsinaisen nimensä vallitsevan maalajitteen mukaan. Maalajien nimeäminen sen perusteella, millaisesta aineksestä ne ovat muodostuneet, kuvaa hyvin maalajien ominaisuuksia ja käyttöarvoa Suomessa, jossa maaperä on melko nuorta.

Maa voidaan luokitella myös siinä tapahtuneiden muuttumisprosessien eli maannostumisen aikaansaamien ominaisuuksien perusteella. Maannostuminen synnyttää maaprofiiliin erilaisia horisontteja, jotka ovat maannosluokittelun pohjana. Maaperäalan kansainvälinen tie-

donvaihto perustuu yleensä maannosnimistöön. Euroopassa käytetyin maannoksiin pohjautuvista luokittelujärjestelmistä on näihin asti ollut FAO/Unescon järjestelmä (FAO 1974, 1998). Sitä on uudistettu 1990-luvulla Kansainvälisen Maaperätieteiden Seurojen Liiton (IUSS) aloitteesta, ja uudesta **World Reference Base for Soil Resources** -järjestelmästä on ilmestynyt jo kaksi versiota (FAO 1998, 2001). Tästä uudesta järjestelmästä käytetään yleisesti lyhennettä WRB. FAO/Unescon järjestelmästä ja WRB-järjestelmästä ovat suomeksi kirjoittaneet Yli-Halla ym. (2000). Norjassa WRB-järjestelmä on jo otettu kansalliseksi luokittelujärjestelmäksi. WRB-järjestelmän käyttöä edellytetään myös EU:n ohjeistamisissa 1:250 000 -mittakaavaisissa maaperäkartoitushankkeissa.

WRB-järjestelmässä on 30 pääluokkaa, jotka ovat seuraavat (\*\*=maan todettu esiintyvän Suomessa, \*=maata todennäköisesti esiintyy Suomessa): Acrisols, Albeluvisols, Alisols, Andosols, Anthrosols, Arenosols\*\*, Calcisols, Cambisols\*\*, Chernozems, Cryosols\*\*, Durisols, Ferralsols, Fluvisols\*, Gleysols\*\*, Gypsisols, Histosols\*\*, Kastanozems, Leptosols\*, Lixisols\*\*, Luvisols, Nitisols, Phaeozems\*\*, Planosols, Plinthosols, Podzols\*\*, Regosols\*\*, Solonchaks, Solonez, Umbrisols\*\* ja Vertisols. Pääluokan nimeä täydennetään yhdellä tai useammalla attribuutilla. Suomessa esiintyviksi tiedettyjä maannoksia luonnehditaan liitteessä 6.

WRB-järjestelmää kehitettäessä päämääränä on ollut, että luokittelu voidaan tehdä mahdollisimman pitkälle kentällä morfologisten ominaisuuksien (väri, rakenne jne.) perusteella. Luokittelua täsmennetään laboratoriossa tehtävien määritysten perusteella. WRB-järjestelmän soveltuvuutta Pohjoismaiden oloihin ovat tarkastelleet Tiberg ym. (1998), Greve ym. (2000) ja Yli-Halla ja Mokma (2003). Näissä esityksissä on todettu, että WRB-järjestelmän Podzols-maan kriteerit edellyttävät voimakkaampaa podsoloitumista kuin Pohjoismaissa usein on asian laita, ja varsinkin podsoloituneiden moreenien rikastumiskerros on usein vaaleampi kuin Podzols-maannoksen tiukat värivaatimukset edellyttäisivät. Koska podsoloituminen kuitenkin on näiden maiden tärkein maannostumisprosessi, nämä maat luokitellaan tässä hankkeessa Podzols-maannoksiksi. Lisäksi on käynyt ilmi, että sellaiset viljellyt hietamaat, joiden pohjamaa on savea, joutuvat WRB-järjestelmän kriteerejä tiukasti noudattaen Phaeozems-luokkaan (Yli-Halla ja Mokma 2001). Phaeozems-maannokset kuuluvat tyypillisesti kuitenkin kuivempien alueiden maannoksiin, ja niiden näennäisen esiintymisen Suomessa ja muissa Pohjoismaissa (Greve ym. 2000) voidaan katsoa liittyvän siihen, että WRB-järjestelmän kriteerit ovat tältä osin vielä kehityksen alla. Toistaiseksi todetut Phaeozems-esiintymät ovat lisäksi pienialaisia, eikä tätä maannosta siitä syystä kartoituksessamme esiinny.

Aikaisemmissa suomalaisissa maannoskartoissa hiesu- ja hienohietamaita on pidetty Cambisols-maannoksina, koska niissä voidaan havaita jonkin verran maannostumista. Tässä tietokannassa ne kuitenkin luokitellaan Regosols-maiksi, jotka edustavat astetta vähäisempää pedologista kehitystä. Tämä tulkinnan muutos ei liity WRB-järjestelmän kriteereihin.

Suomen oloissa WRB-maannosten pääluokista tavataan laajemmalti seitsemää maannosta. Kallioisilla mailla on Leptosoleja, karkeilla kivennäismailla Podzoleja ja Arenosoleja, keskikarkeilla lajittuneilla mailla Regosoleja, savimailla Cambisoleja ja Gleysoleja ja turvemailla Histosoleja.

Seuraava kaavio auttaa suomalaisten maiden jakamisessa maannosten pääluokkiin:

1. Onko maan pinnalla yli 40 cm turvetta? Jos on, maa on Histosol. Jos ei, niin ...

2. Onko maakerros (kallion tai kivikon päällä) korkeintaan 25 cm paksu? Jos on, maa on Leptosol. Jos ei, niin ...
3. Onko maassa alle 50 cm:n syvyydessä hapeton, siniharmaa kerros tai tuleeko pohjaveden pinta vastaan alle 50 cm:n syvyydellä maan pinnasta? Jos kyllä, maa on Gleysol. Jos ei, niin ...
4. Onko maassa selvästi erotettavat huuhtoutumis- ja rikastumiskerrokset? Jos on, maan on Podzol. Jos ei, niin ...
5. Onko maa savimaa (mutta ei ollut Gleysol)? Jos kyllä, maa on Cambisol. Jos ei, niin ...
6. Onko maan lajitekoostumus karkearakeinen ja maata on vähintään metrin vahvuinen kerros (mutta maa ei ollut Podzol)? Jos kyllä, maa on Arenosol. Jos ei, niin ...
7. Maa on Regosol.

Tästä kaaviosta on jätetty pois ne 23 maannoksen pääluokkaa, joita Suomessa esiintyy harvoin tai ei lainkaan. Maannosnimeen kuuluu pääluokan lisäksi yksi tai useampi määre, jota käytetään yhdessä pääluokkanimen kanssa.

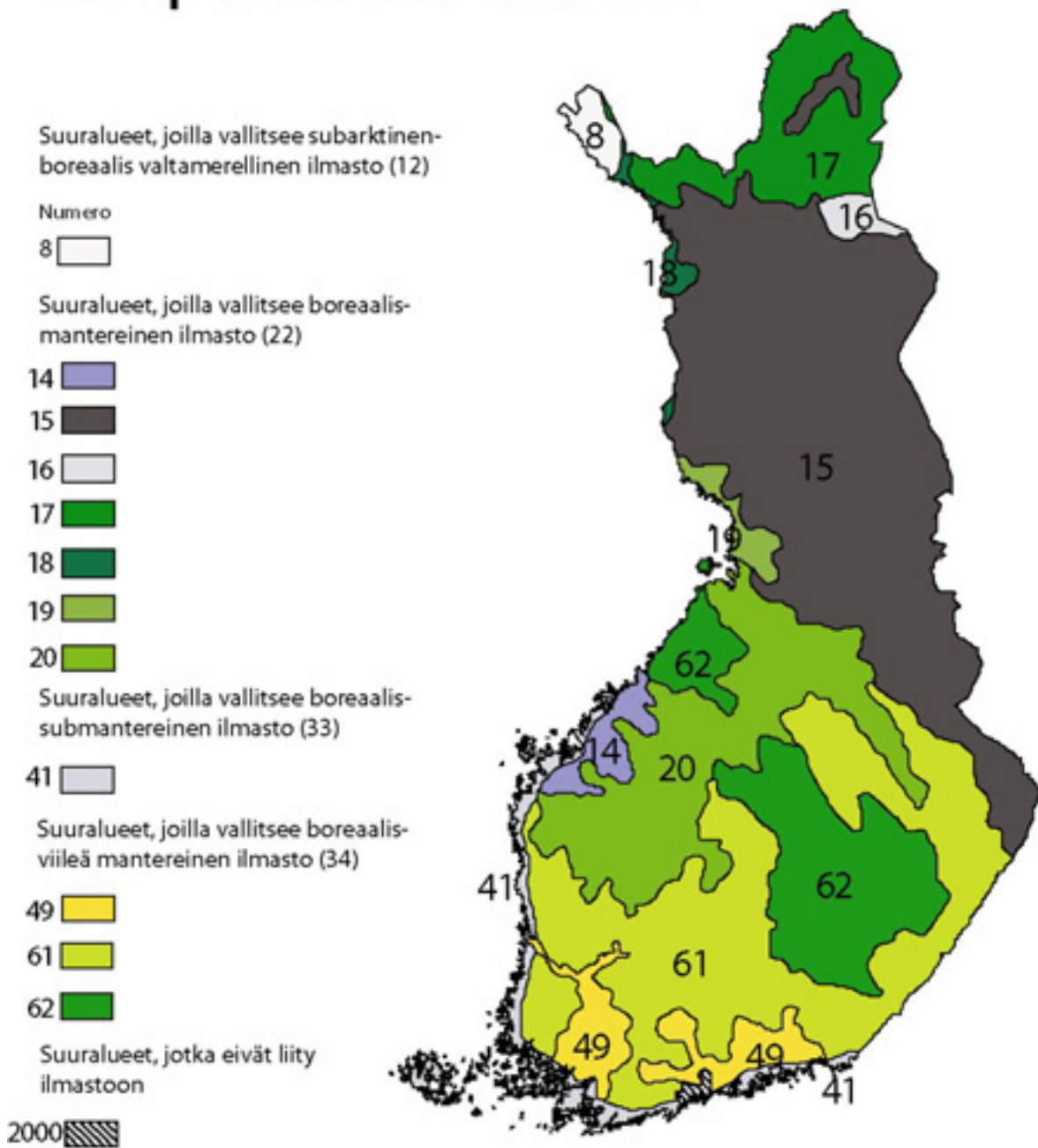
### 3 Maaperän suuralueet

Maaperän suuralueet (Soil regions) ovat karkein Euroopan maaperäkartalla esiintyvä taso. Euroopan maaperätoimisto (ESB) julkaisi uuden maaperän suuraluejaon (versio 2) loka-kuussa 2005. Suomen osalta siinä on käytetty lähteenä Norjan, Ruotsin, Suomen ja Tanskan maaperäkarttaa (Rasmussen ym. 1991) ja "Nordic Reference Soils" -projektissa laadittua karttaa (Tiberg ym. 1998, s. 18).

Euroopan maaperän suuralueet edustavat viittä ilmastovyöhykettä (boreaalinen, boreaalislauhkea, lauhkea, välimerellinen ja macaronesiaistyyppinen; viimeisin käsittää ainoastaan Kanarian saaret). Maaperän suuraluejako perustuu eri maannostumistekijöihin. Kukin suuralue erotetaan viereisistä alueista lähtöaineksen, ilmasto-olojen (lämpötila ja sademäärä) ja/tai maaston muotojen perusteella. Suuralueet jaetaan yleensä edelleen 3–5 alaryhmään. Esimerkiksi podsolimaiden ollessa vallitsevana maannoksena alaryhmiä voidaan erottaa turvemaiden ja kalliomaiden esiintymistiheyden perusteella.

Suomessa on ESB:n luokittelun mukaan neljä ilmastovyöhykettä (Taulukko 1) ja kaksitoista maaperän suuraluetta (Taulukko 1, kuva 1). Boreaalisen vyöhykkeen alueita on kaksi: "Histosol-Podzol -alue Pohjois- ja Keski-Suomessa (ilmastovyöhyke 22, suuralueet 14-20), "Podzol-Leptosol -alue Pohjois-Norjassa ja Suomessa (Käsivarren Lappi) (ilmastovyöhyke 12, suuralue 8), Boreaalisen ja viileän vyöhykkeen rajavyöhykkeelle sijoittuva "Podzol-Cambisol alue Etelä-Suomessa (ilmastovyöhyke 34, suuralueet 49, 61 ja 62) ja "Lithic Leptosol"-valtainen alue, joka käsittää etelä- ja länsirannikon (ilmastovyöhyke 33, suuralue 41). Suuralueisiin voisi vielä lisätä Muhos-muodostuman ja Keski-Lapin rapakivialueen. Näin ei toistaiseksi ole tehty, koska suuralueiden pirstoutuminen vähentäisi kartan selkeyttä.

# Maaperän suuralueet



Kuva 1. Suomen maaperän suuralueet

Taulukko 1. Maaperän suuralueiden kuvaus

<b>Ilmastovyöhyke 12</b>		<b>Suuralueet, joissa vallitsee subarktinen-boreaalivaltamereellinen ilmasto</b>	
<i>Suuralue</i>	<i>Vallitseva maannos</i>	<i>Muut merkittävät maannokset</i>	<i>Vallitseva lähtöaines</i>
8	Lithic ja Umbric Leptosols, Dystric Regosols	Haplic Podzols, Dystric Histosols	magmaattiset ja metamorfiset kivilajit, ohuet moreenikerrostumat, turve
<b>Ilmastovyöhyke 22</b>		<b>Suuralueet, joissa vallitsee boreaalinen mantereinen ilmasto</b>	
<i>Suuralue</i>	<i>Vallitseva maannos</i>	<i>Muut merkittävät maannokset</i>	<i>Vallitseva lähtöaines</i>
14	Dystric Gleysols, Haplic Podzols	Lithic Leptosols, Dystric Cambisols, Dystric Histosols	saviset moreenikerrostumat, magmaattiset ja metamorfiset kivilajit, turve
15	Eutric ja Dystric Histosols	Haplic Podzols	turve, saviset moreenikerrostumat
16	Lithic Leptosols, Gleyic ja Haplic Podzols	Dystric ja Eutric Histosols	magmaattiset kivilajit, moreenikerrostumat, turve
17	Gleyic ja Haplic Podzols, Lithic Leptosols	Dystric Histosols	saviset moreenikerrostumat, Paleotsoiset sedimenttikivilajit, turve, osittain ikirouta
18	Haplic, Gleyic ja Carbic Podzols	Eutric ja Dystric Histosols, Dystric Cambisols	saviset-hiekkaiset moreenikerrostumat turve, magmaattiset ja metamorfiset kivilajit
19	Haplic Podzols, Dystric Cambisols	Gleyic ja Carbic Podzols, Haplic Arenosols	moreeniset ja glasifluviaaliset-fluvilaaliset kerrostumat, osittain magmaattiset ja metamorfiset kivilajit
20	Haplic Podzols, Dystric Histosols	Dystric Cambisols	saviset moreenikerrostumat, turve, magmaattiset ja metamorfiset kivilajit
<b>Ilmastovyöhyke 33</b>		<b>Suuralueet, joissa vallitsee boreaalinen submantereinen ilmasto</b>	
<i>Suuralue</i>	<i>Vallitseva maannos</i>	<i>Muut merkittävät maannokset</i>	<i>Vallitseva lähtöaines</i>
41	Lithic Leptosols	Dystric Cambisols, Haplic Podzols, Dystric Gleysols	magmaattiset ja metamorfiset kivilajit, moreenikerrostumat
<b>Ilmastovyöhyke 34</b>		<b>Suuralueet, joissa vallitsee boreaalinen mantereinen ilmasto</b>	
<i>Suuralue</i>	<i>Vallitseva maannos</i>	<i>Muut merkittävät maannokset</i>	<i>Vallitseva lähtöaines</i>
49	Vertic Cambisols, Haplic Podzols	Vertic Gleysols, Dystric Histosols	saviset ja hiekkaiset glasiaaliset järvierkerrostumat, turve
61	Haplic Podzols, Dystric Cambisols	Dystric Histosols, Vertic Cambisols, Vertic Gleysols	saviset-hiekkaiset moreenikerrostumat, turve
62	Haplic Podzols, Dystric Histosols	Carbic Podzols, Dystric Cambisols	saviset moreenikerrostumat, turve
<b>Suuralueet, jotka eivät liity ilmastoon</b>			
<i>Suuralue</i>	<i>Vallitseva maannos</i>	<i>Muut merkittävät maannokset</i>	<i>Vallitseva lähtöaines</i>
2000	Anthrosols (kaupunkialueet)		

## 4 Maannoskartan tuotanto

### 4.1 Suomalaiseen maalajijaotteluun perustuvat maalajikuviot: GTK:n Maaperän yleiskartta -hanke maannoskartan pohjana

GTK käynnisti vuonna 2003 valtakunnallisen kartoitushankkeen, jonka tavoitteena on ensimmäisen version tekeminen koko maan kattavasta maaperän yleiskartasta ja tietokannasta vuoteen 2009 mennessä. Tiedonkeruussa on huomioitu maaperäkartan eri käyttötarpeet, jolloin syntyvästä karttatietokannasta on johdettavissa asiakkaiden haluamia tuotteita.

Geologian tutkimuskeskuksen tekemässä 1:20 000 -mittakaavaisessa maaperäkartoituksessa kuvataan maalajien ja maaperägeologisten muodostumien esiintymistä ja ominaisuuksia (Geologian Tutkimuskeskus 2005). Maaperäkartta tehdään maastohavaintojen sekä kartta- ja ilmakuvatulkinnan perusteella. Maalajien nimeämisessä käytetään rakennus- ja geoteknistä luokitusta. Lisäksi otetaan huomioon muodostumien syntytyyppi ja eloperäisen aineksen osuus. Viime vuosina GTK on kartoittanut maaperää lähinnä mittakaavassa 1:20 000 (maaperän peruskartoitus). Tämä aineisto kattaa kuitenkin vain osan Suomen alueesta. Aikaisemmin kartoitusta on tehty myös 1:100 000 -mittakaavassa ja Pohjois-Suomessa myös mittakaavassa 1:400 000. Vanhat, lähes koko Suomen kattavat 1900-luvun alkupuoliskolla laaditut 1:400 000 -mittakaavaiset maalajikartat eivät kuvioiden sijaintitarkkuudeltaan ole enää numeerisina aineistoina kovinkaan käyttökelpoisia, mutta ne antavat vieläkin hyvän yleiskuvan maalajien esiintymisestä. Maaperän yleiskartta-aineisto tuotetaan 1:200 000 -mittakaavassa. Aineisto sisältää maalajitason (maalajien jakautumisen metrin syvyydessä) ja pintakerrostason (1 metrin syvyydestä maan pintaan). Myöhemmin tuotetaan aineisto, joka sisältää myös geomorfologisen tason (jäätikön synnyttämät muodot ja muodostumat).

Kartoissa on eroteltu eri maalajit, avokalliot, kalliomaat, kivikot/louhikot ja soistumat. Jo nyt riittävällä tarkkuudella kartoitettujen alueiden aineisto tuotetaan yleistämällä numeerisesti näiltä alueilta olemassa oleva 1:20 000 ja 1:100 000 -mittakaavainen maaperäkartoitusaineisto.

Aineisto tuotetaan pääosin karttatulkinnalla käyttäen GIS- ja kuvankäsittelytekniikoita. Käytettäviä aineistoja ovat mm. erilaiset GTK:n tekemät kartoitukset ja havainnoinnit, kairaukset ja analyysit. Geofysikaalisia matalalentoaineistoja eli aerogeofysiikkaa käytetään sekä turpeen paksuuden määrittämiseen että hienorakeisten sedimenttien rajaamisen apuna. Maanmittauslaitoksen tuottamista aineistoista tärkeimmät ovat digitaalinen korkeusmalli ja maastotietokanta eri mittakaavoissa. (Nevalainen ym. 2004 ja 2002).

Kartoituksen yhteydessä kerätään samalla maannostulkinnassa tarvittavaa geologista ym. lisätietoa. TIKE:n hallussa olevien peltolohkokasterin ja Viljavuuspalvelu Oy:n ja Oy Hortilab Ab:n määrittämän lohko-kohtaisen maalajitiedon käyttäminen referenssipisteinä helpottaa suomalaisen luokituksen mukaisen maalajitiedon tulkintaa viljelymaista niiltä alueilta, joilta ei ole 1:20 000 -mittakaavaista maaperäkarttaa. Vastaavasti Metlan Valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) koaloilta keräämää aineistoa käytetään metsäalueiden maalajin määrittämisen apuna.

### 4.2 Maaperän yleiskartan maaperäkuvioiden ja tietokannan tuotantoprosessi

#### 4.2.1 Maalajikuvioiden muodostaminen

Maaperäkuvioiden tulkinnassa käytetään mm. digitaalista korkeusmallia (DEM), matalalento-geofysiikkaa, maastotietokantaa (1:20 000 ja 1:250 000), aikaisempia geologisia karttoja ja havaintoja sekä ilmakuvia. Korkeusmalli on tutkimusalueilta interpoloitu GTK:ssa maasto-

tietokannan korkeuskäyristä 15 metrin solukokoiseksi rasteriksi niiltä alueilta, joista maastotietokanta on ollut käytettävissä. Muilla alueilla on käytetty MML:n valmiiksi laskemaa 20 m korkeusmallia. Maaperäaineistojen tiedot (pehmeikköjen kairaustiedot, suokairaustiedot moreenimonttutiedot jne.) on kerätty työtietokantaan tulkinta-avaimiksi. Hienoainessedimenttien rajaamiseksi on kerätty vesistö- ja jääjärvivaiheiden rantahavainnot ja -pinnat mahdollisimman kattavasti. Peltomaiden osalta on käytetty viljavuusnäytteiden maalajitietoa peltolohkoittain ja metsämaiden osalta Metlan VMI-aineistoa.

Tulkinta tehdään ArcMap-ohjelmistoa käyttäen. Luokittelussa ja varsinkin geofysiikan aineistojen analysoinnissa käytetään automaattista laskentaa ja ohjelmien GIS-makroja mahdollisimman paljon Yhdistämällä maastotietokannan, geofysiikan ja eri havaintoaineistojen tietoja ohjelmallisesti luodaan tulkintaa varten nk. pohjataso, joka jaetaan edelleen piste-, viiva- ja aluegeometrioihin. Kuvaruututulkinnassa aiemmin luotuun pohjatasoon lisätään tulkitut kalliomaa ja maalajikuviot. Ennakkotulkinnan jälkeen tehdään maastossa kenttätarkistuksia ja -mittauksia. Tietokantaan on tarkoitus tallentaa myös kuvioita ja viivoja täydentävää lisätietoa sekä kerättävää pistetietoa.

Maaperäkartoitetuille karttalehdille (1:20 000) on GTK:n Espoon ja Kuopion yksiköissä kehitetty yleistysalgoritmi, jolla voidaan muuntaa 1:20 000 -mittakaavainen maaperäkartta 1:250 000 -mittakaavaiseen käyttöön soveltuvaksi. Tämä yleismittakaavainen yleistetty maaperäkartta on liitetty edellä kuvattuun pohjatasoon ennen tulkintavaihetta, jolloin olemassa oleva kartoitustieto toimii karttalehtien laidoilla samalla referenssiaineistona alueen maalajien jakaumasta. Yleiskartoituksen yhteydessä voidaan samalla tehdä karttalehtien reunaverailu, jotta maalajikuviot jatkuvat saumattomana.

Maaperän yleiskartan sisältö noudattaa melko tarkkaan normaalin geologisen maaperäkartan tietosisältöä. Maalajien suhteen noudatetaan rakennusteknisen (RT) luokituksen mukaista jakoa kuitenkin siten, että siitä on johdettavissa myös geoteknisen (GEO) luokituksen (Korhonen ym. 1974) mukainen jako. Eräitä maalajiluokkia on yhdistetty mittakaavan ja tulkinnan rajoitusten takia. Pohjamaalajitasolla esiintyviä maalajiluokkia ovat kalliomaa, moreeni, karkearakeiset lajittuneet (sora, hiekka, karkea hieta), hienorakeiset lajittuneet (hiesu, hieno hieta), savi ja eloperäiset maalajit (turve, lieju). Pintakerroksena kuvataan kivikot ja avokalliot sekä soistumat. Tämä jaottelu palvelee mm. maannostulkintaa. Taulukossa 2 on esitetty 1:20 000 -mittakaavaisessa maaperäkartoituksessa ja maaperän yleiskartoituksessa käytetty maalajiluokitus ja niiden keskinäinen vastaavuus.

Maaperän yleiskarttatietokantaan tulkittavien tai kartoitettujen maalajikuvioiden minimikoko on 2 – 6 ha (vaihtelee teemoittain), jolloin sieltä saadaan mm. uusiin maakuntakaavoihin 1:100 000 -mittakaavaan soveltuva teemakartta. Maaperän peruskartoituksen minimikuviokoko on 0,1 – 2,0 ha. Näin saadaan jatkumo 1:20 000 -mittakaavaiselle maaperän peruskartalle. Maannostietokantaa varten kuviot yleistetään ja minimikuviokooksi määritetään 6,25 ha. Kuvassa 2 on esitetty pala GTK:n tuottamaa Maaperän yleiskarttaa. Tulevaisuudessa varaudutaan EUREF-FIN -koordinaatiston käyttöönottoon ja yleisimmän tulostuskoon vaihtumiseen 1:200 000 -mittakaavaan.

Taulukko 2. Maalajiluokitus 1:20 000 –mittakaavaisessa maaperäkartoituksessa (20K) ja yleiskartoituksessa. Luokitus perustuu Rakennustekniseen (RT) maalajiluokitukseen. MPY=Maaperän yleiskartta RT = rakennustekninen maalajiluokitus.

Maalajit MPY	Lyhenne MPY	Maalajit 20K (RT)	Lyhenne 20K (RT)	Koodi MPY
<b>Avokallio</b>	KaPa	Avokallio	KaPa	195110
<b>Kalliomaa</b>	Ka	Kalliomaa	Ka	195111
		Rapakallio	Rp, RpKa	
<b>Rakka</b>	Ra(Ka)	Rakka	Ra	195112
<b>Kivikko</b> (lohkareikko)	Ki	Lohkareita < 1000 mm	Lo	195312
		Lohkareita ja kiviä	Ki	
		Roudan moreenista nostama kivikko	MrLo, MrKi	
<b>Moreeni</b>	SY	Soramoreeni	SrMr	195210
		Hiekkamoreeni	Mr	
		Hienoainesmoreeni	HMr	
		Roudan moreenista nostama kivikko	MrLo, MrKi	
<b>Lajittuneet</b>				
<b>Karkearakeiset</b>	KY	Sora	Sr	195310
		Hiekka	Hk	
		Karkea hietta	Ht	
<b>Hienorakeiset</b>	HY	Hieno hietta	HHT	195410
		Hiesu	Hs	
<b>Savi</b>	Sa	Savi	Sa	195413
<b>Eloperäiset</b>			Ct, St, Tv	
paksut > 60 cm	Tvp	paksut > 90 cm		19551892
ohuet < 30-60 cm	Tvo	ohuet < 40-90 cm		19551891
<b>Liejut</b>	EY	Liejuiset maat (LjHHT, LjHs, LjSa, Lj)	LjHHT, LjHs, LjSa, Lj	19551021
<b>Soistuma</b> (=turvetta < 30 cm)	Tvs	Turvetta < 40 cm		19551822
<b>Kartoittamaton</b>	0	Kartoittamaton, täytemaa	Tä, 0	195602
		Maalajia ei kartoitettu		

#### 4.2.2 Aerogeofysikaaliset mittaukset ja soiden/soistumien rajaukset

Geofysikaaliset lentomittaukset on tehty GTK:n valtakunnallisessa matalalento-ohjelmassa. Mittausten aikana lentokoneen maanopeus on noin 50 m/s ja keskimääräinen lentokorkeus 34 m. Lentolinjat ovat joko pohjois-etelä-suunnassa tai itä-länsi-suunnassa noin 200 metrin välein. Paikannustarkkuus on alle 10 m. Mittausten pisteväliksi muodostuu siten 12,5 ja 25 m. Gammasäteilyn (radiometrinen) mittauksen havaintopisteväli on noin 50 m. Interpoloitujen binäärimatriisien pikselikoko on 50 m (Hyvönen ym. 2005).

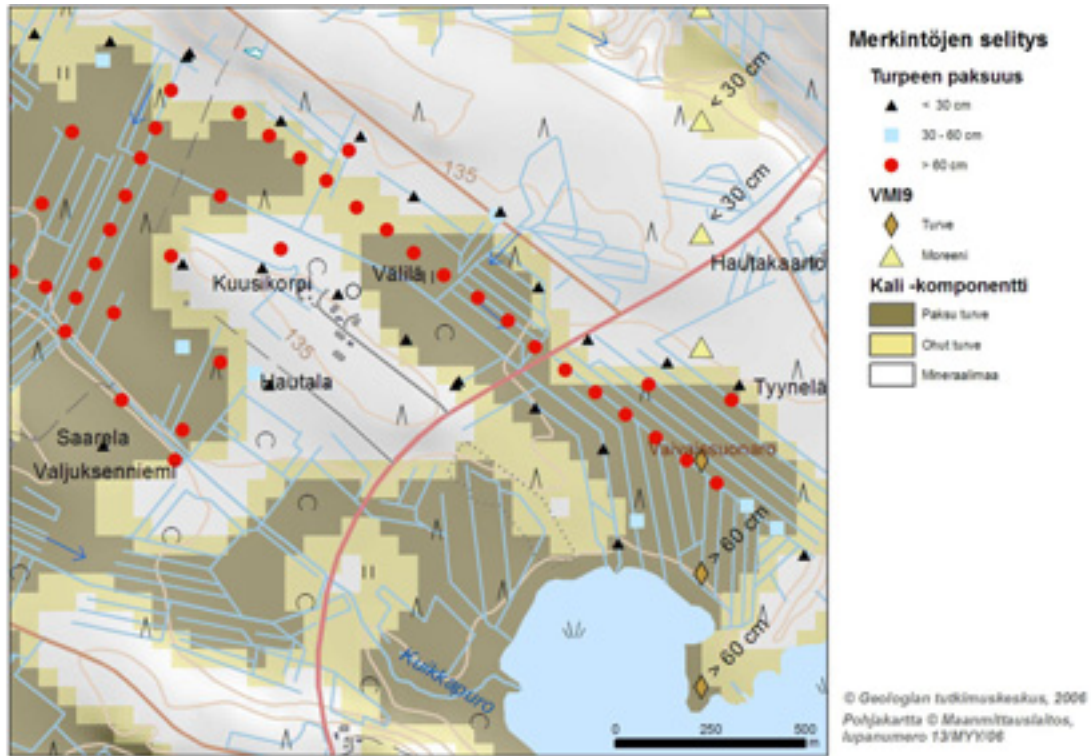


Kalium/Thorium (K/Th): Erottaa karkeat ja hienot maalajit toisistaan

Thorium/Uraani (Th/U): Erottaa siltit savista

Uraani/Kalium (U/K): Erottaa hiekat, siltit ja savet.

Maannostulkintaa varten ohuet turvekerrostumat (turvetta 30 - 60 cm) pitää pystyä erottamaan paksummista. Kosteikot ja suoalueet voidaan paikantaa ja turvekerrostumien paksuutta voidaan arvioida säteilykarttojen (kalium) avulla (Peronius ym. 1998). Soistumien tulkinnassa ja rajaamisessa käytettiin maastotietokannan soistuma-aineistoa sekä ojikkotietoa. Yhdistämällä maastotietokannasta em. aineistot ja lisäämällä saatuun tasoon säteilyaineiston kosteikkotulkinta saadaan rajattua todennäköiset soistuma-alueet (Kuva 3). Suuria ohutturpeisia suokuvioita esiintyy yleisesti tasaisilla alueilla, etenkin Pohjanmaalla ja Lapissa.



Kuva 3. Luokittelemalla radiometristä kaliumaineistoa saadaan mm. tietoa maaperän kosteusvaihtelusta ja soiden turvekerroksen paksuudesta. Pohjakartta-aineisto © Maanmittauslaitos lupanro 356/MYY/06.

Sähköä johtavien maalajien (mm. sulfidisavet) erottamiseen voidaan käyttää apuna geofysiikkaalista matalalentoaineistoa. Esimerkiksi savella sähkönjohtokyky on  $n.15-30 \times 10^{-3} \text{ S/m}$  ja siltillä  $5-12 \times 10^{-3} \text{ S/m}$ . Näiden alueiden rajaamisessa käytetään lisäksi korkeusmallista tehtävää allasanalyysiä, muinaisrantahavaintoja ja radiometristä lentomittausaineistoa. Maannostuokittelussa savet on erotettava hiesusta ja hienosta hiedasta, koska ne luokittelevat eri maannostuokittelyihin. Hiesu ja hieno hietta on edelleen erotettava karkeasta hiedasta. Savien erottuminen hiesusta on mahdollista ainakin, jos savi on kerrostunut aikanaan suolaiseen veteen (muinaiset merivaiheet jääkauden jälkeen tai Itämeren maankohoamisrannikko). Sähkönjohtavuutta kuvaavaa mittausaineistoa ei voida käyttää alueilla, joissa kallioperän sähkönjohtavuus on niin korkea, että se peittää irtomaapeitteen vaikutuksen.

Tulkintaa varten luotavassa pohjatasossa on suot luokiteltu alustavasti geofysiikan ja mahdollisten turvetutkimuspisteiden sekä VMI-aineiston avulla ohueen (30 - 60 cm) ja pakuun turpeeseen (yli 60 cm). Suokuviot otetaan pohjatasoon yleistysoireisiin suoraan maastotietokannasta, sitten ne yleistetään ja luokitellaan em. aineistoilla. Tulkinnan yhteydessä kuvi-

oita edelleen korjataan ja tulkintaan tai maastotarkistuksiin perustuen voidaan osittain luokitella uudelleen. Radiometrisen aineiston luokittelussa suurimmat virheet tulevat yleensä pienialaisissa topografialtaan voimakkaasti vaihtelevassa maastossa (Hyvönen ym. 2003).

Pintakerroksen soistumakuviot päätettiin tässä projektissa tuottaa suoraan maastotietokannan soistumat yleistämällä. Lentogeofysikaalinen aineisto tuo kyllä esille myös näiden alueiden ulkopuolella olevia kosteita maa-alueita, mutta ne ovat yleensä pienialaisia, eikä voida varmuudella sanoa mikä on niiden todellinen kuviokoko ja kosteustaso eikä sitä, onko niissä turvetta vai ei (Kuva 3).

#### **4.2.3 Avokallioiden ja kalliomaiden tulkinta**

Maannostulkintaa varten pyritään erottamaan avokalliot kalliomaista. Kalliomailla tarkoitetaan GTK:n maaperäkartoituksessa alueita, joissa irtomaan paksuus on alle yksi metri kovan kallion päällä. Avokallioita ei ole esitetty erillisinä alueina aiemmin GTK:n tekemässä maaperäkartoituksessa. Maannostkarttaa varten tehdyssä koetyössä Sotkamossa kallio- ja kalliomaa-alueiden määrittämisessä käytettiin Maanmittauslaitoksen maastotietokantaa ja sen eri mittakaavaisia tuotteita. GTK:n ja muiden tahojen keräämä piste- ja karttamuotoinen maastotieto muodostavat lisäksi tärkeän tulkinnan apuvälineen. Kalliomaiden rajaamista varten on koottu mm. kaikki kallioperäkartoituksen yhteydessä kerätyt havainnot. Kalliomaiden tulkinnassa käytetään lisäksi korkeusmallin avulla varjostettua K/Th -suhdekarttaa, josta maastonmuodon ja K/Th suhteen avulla osa ohut peitteisistä kalliomaista saadaan eroteltua alueina. Näistä aineistoista on yleistetty avokallioalueet riittävän suuriksi kuvioiksi erotettuna niiden ympärille jäävistä kalliomaakuviosta.

### **4.3 Maalajikuvioiden muunnokset maannoksiksi**

GTK:n tuottamat suomalaisen maalajiluokituksen mukaiset maalajikuviot prosessoidaan maannoksiksi ArcMap-ohjelmassa tarkoitukseen kehitetyllä Visual Basic (VB) -sovelluksella. Sovelluksessa valitaan ensin muunnettava aineisto ja annetaan soilregion numero. Tämän jälkeen sovellus muuntaa maalajit muunnetaan maannoksiksi pinta- ja pohjamaasta olevan tiedon perusteella (Taulukko 3). Maannosten määrittämisen jälkeen poistetaan mahdolliset alle 6,25 ha:n kuviot yhdistämällä ne sellaiseen viereiseen kuvioon, johon ne ovat eniten tunkeutuneet ("biggest intrusion"). Muunnostaulukossa (Taulukko 3) esiintyy kuusi maannosten pääluokkaa (Podzols, Histosols, Leptosols, Cambisols, Regosols, Gleysols). Seuraavia maassamme esiintyviä maannoksia ei taulukossa ole: Arenosols (podsoloitumattomia karkeita maita), Cryosols (meillä palsakumpareet), Fluvisols (nuoret, virtaavan veden tuomat maat), Luvisols (maat, joissa on huomattavaa saveksen kulkeutumista alaspäin), Phaeozems (tummat, rehevät maat), Umbrisols (tummat, karut maat). Näiden nimeämiseksi tarvittavia tietoja ei ole saatavissa käytettävissä olevasta aineistosta. Nämä maannokset ovat lisäksi Arenosoleja lukuun ottamatta luultavasti pienialaisia, eivätkä ne siksi tulisi itsenäisinä karttakuvioina näkyviin 1:250 000 -mittakaavaisella kartalla.

Taulukko 3. Suomalaisten maalajien muuntaminen maannoksiksi.

GTK:n tunnus	Pohjamaalaji	GTK:n tunnus	Pintamaalaji	Maannos (maatyyppi)	Maatyyppin numero
195110	Avokallio	195110	Avokallio	Lithic Leptosols 1	101
195110	Avokallio	19551822	Soistuma	Fibric/Terric Histosols 3	630
195110	Avokallio	19551891	Ohut turve	Fibric/Terric Histosols 2	620
195111	Kalliomaa	195111	Kalliomaa	Dystric Leptosols	102
195111	Kalliomaa	19521001	Kivikko	Lithic Leptosols 2	103
195111	Kalliomaa	19551822	Soistuma	Gleyic Podzols 1	210
195111	Kalliomaa	19551891	Ohut turve	Fibric/Terric Histosols 2	620
19521001	Kivikko	0		Lithic Leptosols 2	103
195312	Lohkareikko	0		Lithic Leptosols 2	103
195210	Moreeni	19521001	Kivikko	Lithic Leptosols 2	103
195210	Moreeni	195210	Moreeni	Haplic Podzols 1	200
195210	Moreeni	19551822	Soistuma	Gleyic Podzols 1	210
195210	Moreeni	19551891	Ohut turve	Fibric/Terric Histosols 2	620
195310	Karkearak lajitt	195310	Karkearak lajitt	Haplic Podzols 2	300
195310	Karkearak lajitt	19551822	Soistuma	Gleyic Podzols 2	310
195310	Karkearak lajitt	19551891	Ohut turve	Fibric/Terric Histosols 2	620
195410	Hienorak lajitt	195410	Hienorak lajitt	Eutric Regosols	400
195410	Hienorak lajitt	19551822	Soistuma	Umbric Gleysols 2	410
195410	Hienorak lajitt	19551891	Ohut turve	Fibric/Terric Histosols 2	620
195413	Savi	195413	Savi	Vertic Cambisols	501 (1)
195413	Savi	195413	Savi	Eutric Cambisols 2	503 (2)
195413	Savi	195310	Karkearak lajitt	Eutric Cambisols 1	502
195413	Savi	195410	Hienorak lajitt	Eutric Cambisols 1	502
195413	Savi	19551822	Soistuma	Umbric Gleysols 1	510
195413	Savi	19551891	Ohut turve	Fibric/Terric Histosols 2	620
19551892	Paksu turve	0		Fibric/Terric Histosols 1	610
19551892	Paksu turve	19551892	Paksu turve	Fibric/Terric Histosols 1	610
19551892	Paksu turve	19551822	Soistuma	Fibric/Terric Histosols 1	610
19551892	Paksu turve	19551891	Ohut turve	Fibric/Terric Histosols 1	610
0		19551891	Ohut turve	Fibric/Terric Histosols 2	620
195510	Eloperäinen	0		Dystric Gleysols	700
19551021	Liejuinen maa	0		Dystric Gleysols	700
195510	Eloperäinen	195510	Eloperäinen	Dystric Gleysols	700
195510	Eloperäinen	19551891	Ohut turve	Fibric/Terric Histosols 2	620
19551021	Liejuinen maa	19551891	Ohut turve	Fibric/Terric Histosols 2	620
195510	Eloperäinen	19551822	Soistuma	Umbric Gleysols 3	710

(1) = Etelä- ja länsirannikolla  
(2) = Muualla kuin etelä- ja länsirannikolla  
Karkearak lajitt = Sr, Hk, KHt  
Hienorak lajitt = HHt, Hs  
Soistuma = Turvetta <30 cm  
Ohut turve= Turvetta 30-60 cm  
Paksu turve = Turvetta >60 cm

Monista maannoksista on erotettu useampia alatyyppejä lähinnä suomalaisen maalajin perusteella, ja niille annetaan tietokannassa oma maatyypikohtainen numeronsa. Tämä maatyypipi vastaa ESB:n työhöjeen käsitettä Soil Body.

#### 4.4 Maannosmaisemien muodostaminen

Maannosmaisemakuviot ("soilscape") muodostetaan yhdistelemällä maannoskuvioita (soil body) vähintään 150 hehtaarin suuruisiksi assosiaatioiksi noudattaen periaatteita, jotka on esitetty hankkeen pilottivaiheen raportissa (Yli-Halla ym. 2003). Tämän vaiheen tietotekninen toteutus on ollut yksi hankkeen merkittävimmistä innovaatioista. Tässä käytetään sääntöjen mukaisen yhdistelyn menetelmää ("rule based merging"). Maannoskuvioita yhdisteltäessä aineisto pidetään koko ajan vektorimuodossa. Käytettävä ohjelmisto on Arcmap 8.3. Maannosmaisemakuvioiden muodostamisessa käytetään ArcMap:n vektorieditointitoimintoja ensin "käsini" ja lopuksi erillisellä VB-sovelluksella. Sopivaksi työskentelyalueen kooksi on käytännössä osoittautunut yksi 1:200 000 -mittakaavaisen karttalehtijaon ruutu eli noin 4500 km<sup>2</sup>.

##### 4.4.1 Maannosmaisemaytimien muodostaminen

Ensin aineistosta poistetaan maannoksiin kuulumattomat polygonit, joita ovat vedet ja karvoittamattomat (täytemaa) alueet. Tämän jälkeen ryhdytään muodostamaan maannosmaisemien ytimiä, joihin niiden ympärillä olevat pienemmät maannoskuviot myöhemmin liitetään iteratiivisesti siten, että maannosmaisemakuviot koostuvat mahdollisimman samantapaisista maannoksista. Ytimien hakeminen tapahtuu Arcmap8.3-ohjelmalla määrätyssä järjestyksessä seuraavasti:

Liejuisten maannosmaisemien ytimien haku, jota ohjaavat säännöt esitetään Taulukossa 4 (sarake C), aloitetaan kyselyllä: "FAO" = 'Dystric Gleysol' OR "FAO" = 'Umbric Gleysol 1' OR "FAO" = 'Umbric Gleysol 2' OR "FAO" = 'Umbric Gleysol 3'. Tämä kysely valitsee kaikki kyseiset polygonit riippumatta siitä, koskettavatko/leikkaavatko polygonit toisiaan vai eivät. Seuraavaksi käynnistetään editointitila ja yhdistetään kaikki polygonit toisiinsa "merge" komennolla. Ne polygonit, jotka koskettavat/leikkaavat toisiaan, sulautuvat yhteen, kun taas yksinäiset polygonit jäävät erilleen. Syntynyt polygoni on ns. vektoriblokki, joka on räjäytettävä yksittäisten, mutta yhdistyneiden polygonien saamiseksi erilleen. Tämä tapahtuu editointikomennolla "explode". Nyt potentiaaliset liejuytimet on erotettu muusta aineistosta, mutta vielä on saatava selville, onko mikään niistä sovelias liejuytimeksi, eli on vähintään 150 hehtaarin kokoinen. Pinta-alan laskemiseen käytetään ArcMap:n Xtools -sovellusta, joka laskee polygonien pinta-alat suoraan hehtaareiksi. Vähimmäiskoon ylittävät polygonit valitaan liejuydinten joukkoon.

Taulukko 4. Liejuvaltaisten maannosmaisemien ytimien muodostaminen. Sarake ”vaihe” kuvaa maannosmaisemaytimien muodostamisjärjestystä. Sarake ”Soilscape-tyyppi” ilmaisee muodostettavan maannosmaiseman tyyppin. ”Ytimet, vaihe I” määrittää ne maannokset, jotka voivat muodostaa ytimen. ”Vaihe II” sisältää ensijaiset liitettävät maannokset ja ”Vaihe III” toissijaiset.

Vaihe	Soilscape-tyyppi	”Ytimet, Vaihe I”	Vaihe II	Vaihe III	Kommentti
0	Liejuinen	Dystric Gleysols +	Vertic Cambisols	Dystric Gleysols	
		Umbric Gleysols 1 +	Eutric Regosols	Dystric Leptosols	
		Umbric Gleysols 2 +	Eutric Cambisols 1	Eutric Cambisols 1	<i>Vaiheessa III on jäljellä enää sellaisia pieniä maannoskuviota, jotka ovat melko paljon itsestään poikkeavan maannoksen ympäröimiä ja kooltaan alle 150 ha.</i>
		Umbric Gleysols 3	Eutric Cambisols 2	Eutric Cambisols 2	
	<i>Pyritään muodostamaan melko hienojakoisten maiden märkiä kuviota. Käytössä 20K:sta yleistettyä aineistoa, päätetään ensin otetaanko liejuiset maat huomioon. Jos ei oteta, aloitetaan kohdasta 1.</i>	YHDESSÄ >150 ha		Eutric Regosols	
			<i>Vaiheessa II on jäljellä vain alle 150 ha:n kuviota.</i>	Fibric/Terric Histosols 1	
				Fibric/Terric Histosols 2	
				Fibric/Terric Histosols 3	
				Gleyic Podzols 1	
				Gleyic Podzols 2	
				Haplic Podzols 1	
				Haplic Podzols 2	
				Lithic Leptosols 1	
				Lithic Leptosols 2	
				Umbric Gleysols 1	
				Umbric Gleysols 2	
				Umbric Gleysols 3	
					Vertic Cambisols

Sen jälkeen tunnistetaan hienojakoisten, savimaavaltaisten maannosmaisemien ytimet Taulukossa 5 (sarake ”Soilscape-tyyppi”) esitettyjen sääntöjen mukaisesti. Nämä ytimet voivat sisältää myös liejuisia maannoksia, jos kyseiset kuviot ovat olleet niin pieniä, ettei niistä ole voitu muodostaa omia ytimiä. Tästä syystä on ensin poistettava ne maannoskuviot, joista jo muodostettiin liejuytimet. Tämä tapahtuu valitsemalla kyselyn avulla ne kuviot, joiden keskipiste on liejuytimien alueella: Arcmap-kysely ”have their center in”. Poiston jälkeen voidaan hakea savivaltaisten maannosmaisemien ytimet seuraavalla kyselyllä: "FAO" = 'Vertic Cambisol' OR "FAO" = 'Eutric Cambisol 1' OR "FAO" = 'Eutric Cambisol 2' OR "FAO" = 'Umbric Gleysol 1' OR "FAO" = 'Umbric Gleysol 3' OR "FAO" = 'Dystric Gleysol'. Tämän jälkeen tehdään taas yhdistely ja räjäytys, pinta-alojen lasku ja savimaavaltaisten maannosmaisemien ytimien valinta.

Taulukko 5. Savimaavaltaisten maannosmaisemien ydinten muodostaminen.

Vaihe	Soilscape-tyyppi	"Ytimet, Vaihe I"	Vaihe II	Vaihe III	Kommentti
1	Savimaat (+LjS)	Vertic Cambisols +	Eutric Regosols	Dystric Gleysols	
		Eutric Cambisols 1	Umbric Gleysols 2	Dystric Leptosols	
		Eutric Cambisols 2 +		Eutric Cambisols 1	
		Umbric Gleysols 1 +		Eutric Cambisols 2	
		Umbric Gleysols 3 +		Eutric Regosols	
		Dystric Gleysols		Fibric/Terric Histosols 1	
		YHDESSÄ >150 ha		Fibric/Terric Histosols 2	
				Fibric/Terric Histosols 3	
				Gleyic Podzols 1	
				Gleyic Podzols 2	
				Haplic Podzols 1	
				Haplic Podzols 2	
				Lithic Leptosols 1	
				Lithic Leptosols 2	
				Umbric Gleysols 1	
				Umbric Gleysols 2	
				Umbric Gleysols 3	
				Vertic Cambisols	

Sen jälkeen tunnistetaan hienojakoisten Hs + HHT-valtaisten maannosmaisemien ytimet (Taulukko 6, sarake ”Soilscape-tyyppi”). Tämänkin ydin voi niinkään sisältää lieju- ja savimaavaltaisten ytimien ulkopuolelle jääneitä lieju- ja savimaita edustavia maannoskuvioita. Siksi taas poistetaan ne maannoskuviot, joiden keskipiste on saviytimen alueella. Tämän jälkeen haetaan hienojakoisten Hs + HHT-valtaisten maannosmaisemien ytimet seuraavalla kyselyllä: "FAO" = 'Eutric Regosol' OR "FAO" = 'Umbric Gleysol 2' OR "FAO" = 'Eutric Cambisol 1' OR "FAO" = 'Eutric Cambisol 2' OR "FAO" = 'Umbric Gleysol 3' OR "FAO" = 'Vertic Cambisol' OR "FAO" = 'Dystric Gleysol' ja tehdään vastaavat operaatiot kuin lieju- ja savimaavaltaisia ytimiä paikannettaessa.

Taulukko 6. Hienojakoisten Hs+HHT-valtaisten maannosmaisemien ytimen muodostaminen

Vaihe	Soilscape-tyyppi	"Ytimet, Vaihe I"	Vaihe II	Vaihe III	Kommentti
2	Hienojakoiset: Hs + HHT	Eutric Regosols +		Dystric Gleysols	
		Umbric Gleysols 2 +		Dystric Leptosols	
		Eutric Cambisols 1 +		Eutric Cambisols 1	
		Eutric Cambisols 2 +		Eutric Cambisols 2	
		Umbric Gleysols 1+		Eutric Regosols	
		Umbric Gleysols 3 +		Fibric/Terric Histosols 1	
		Vertic Cambisols +		Fibric/Terric Histosols 2	
		Dystric Gleysols		Fibric/Terric Histosols 3	
		YHDESSÄ > 150 HA		Gleyic Podzols 1	
				Gleyic Podzols 2	
				Haplic Podzols 1	
				Haplic Podzols 2	
				Lithic Leptosols 1	
				Lithic Leptosols 2	
				Umbric Gleysols 1	
				Umbric Gleysols 2	
				Umbric Gleysols 3	
				Vertic Cambisols	

Harjuvaltaisten maannosmaisemien ytimiä muodostettaessa (Taulukko 7, sarake ”Soilscape-tyyppi”) ei enää tarvitse poistaa maannoskuvioita, koska hakukriteerit eivät enää sisällä päällekkäisyyksiä aiemmin erotettujen ytimien kanssa. Harjuvaltaisten maannosmaisemien ytimet haetaan seuraavalla kyselyllä: "FAO" = 'Haplic Podzol 2' OR "FAO" = 'Gleyic Podzol 2'. Tämän jälkeen tehdään taas yhdistely ja räjäytys, pinta-alojen lasku ja lopullisten harjuvaltaisten maannosmaisemien ytimien valinta.

Taulukko 7. Harjuvaltaisten maannosmaisemien ytimien muodostaminen

Vaihe	Soilscape-tyyppi	"Ytimet, Vaihe I"	Vaihe II	Vaihe III	Kommentti
3	Harjut (Kht+Hk+Sr)	Haplic Podzols 2 +	Eutric Regosols	Dystric Gleysols	
		Gleyic Podzols 2	Umbric Gleysols 2	Dystric Leptosols	
		YHDESSÄ > 150 HA		Eutric Cambisols 1	
				Eutric Cambisols 2	
				Eutric Regosols	
				Fibric/Terric Histosols 1	
				Fibric/Terric Histosols 2	
				Fibric/Terric Histosols 3	
				Gleyic Podzols 1	
				Gleyic Podzols 2	
				Haplic Podzols 1	
				Haplic Podzols 2	
				Lithic Leptosols 1	
				Lithic Leptosols 2	
				Umbric Gleysols 1	
				Umbric Gleysols 2	
				Umbric Gleysols 3	
				Vertic Cambisols	

Kalliomaavaltaisten maannosmaisemien ytimet (Taulukko 8, sarake ”Soilscape-tyyppi”) haetaan seuraavalla kyselyllä: "FAO" = 'Lithic Leptosol 1' OR "FAO" = 'Lithic Leptosol 2' OR "FAO" = 'Dystric Leptosol'. Tämän jälkeen tehdään taas yhdistely ja räjäytys, pinta-alojen lasku ja lopullinen kalliomaavaltaisten maannosmaisemien ytimien valinta.

Taulukko 8. Kalliomaavaltaisten maannosmaisemien ytimien muodostaminen

Vaihe	Soilscape-tyyppi	"Ytimet, Vaihe I"	Vaihe II	Vaihe III	Kommentti
4	Kalliomaat	Lithic Leptosols 1		Dystric Gleysols	
		Lithic Leptosols 2		Dystric Leptosols	
		Dystric Leptosols		Eutric Cambisols 1	
		YHDESSÄ > 150 HA		Eutric Cambisols 2	
				Eutric Regosols	
				Fibric/Terric Histosols 1	
				Fibric/Terric Histosols 2	
				Fibric/Terric Histosols 3	
				Gleyic Podzols 1	
				Gleyic Podzols 2	
				Haplic Podzols 1	
				Haplic Podzols 2	
				Lithic Leptosols 1	
				Lithic Leptosols 2	
				Umbric Gleysols 1	
				Umbric Gleysols 2	
				Umbric Gleysols 3	
				Vertic Cambisols	

Suovaltaisen maannosmaisemien ytimet (Taulukko 9, sarake ”Soilscape-tyyppi”) haetaan seuraavalla kyselyllä: "FAO" = 'Fibric/Terric Histosol 1' OR "FAO" = 'Fibric/Terric Histosol 2' OR "FAO" = 'Fibric/Terric Histosol 3'. Sen jälkeen tehdään vastaavat operaatiot kuin edellisissäkin vaiheissa.

Taulukko 9. Suovaltaisten maannosmaisemien ytimien muodostaminen

Vaihe	Soilscape-tyyppi	"Ytimet, Vaihe I"	Vaihe II	Vaihe III	Kommentti
5	Suovaltainen	Fibric/Terric Histosols 1 +		Dystric Gleysols	
		Fibric/Terric Histosols 2 +		Dystric Leptosols	
		Fibric/Terric Histosols 3		Eutric Cambisols 1	
		YHDESSÄ >150 ha		Eutric Cambisols 2	
				Eutric Regosols	
				Fibric/Terric Histosols 1	
				Fibric/Terric Histosols 2	
				Fibric/Terric Histosols 3	
				Gleyic Podzols 1	
				Gleyic Podzols 2	
				Haplic Podzols 1	
				Haplic Podzols 2	
				Lithic Leptosols 1	
				Lithic Leptosols 2	
				Umbric Gleysols 1	
				Umbric Gleysols 2	
				Umbric Gleysols 3	
				Vertic Cambisols	

Moreenivaltaisten maannosmaisemien ytimet (Taulukko 10, sarake ”Soilscape-tyyppi”) haetaan seuraavalla kyselyllä: "FAO" = 'Haplic Podzol 1' OR "FAO" = 'Gleyic Podzol 1'. Sen jälkeen tehdään vastaavat operaatiot kuin edellisissäkin vaiheissa.

Taulukko 10. Moreenivaltaisten maannosmaisemien ytimien muodostaminen

Vaihe	Soilscape-tyyppi	"Ytimet, Vaihe I"	Vaihe II	Vaihe III	Kommentti
6	Moreenivaltainen	Haplic Podzols 1 +		Dystric Gleysols	
		Gleyic Podzols 1		Dystric Leptosols	
		YHTEENSÄ >150 ha		Eutric Cambisols 1	
				Eutric Cambisols 2	
				Eutric Regosols	
				Fibric/Terric Histosols 1	
				Fibric/Terric Histosols 2	
				Fibric/Terric Histosols 3	
				Gleyic Podzols 1	
				Gleyic Podzols 2	
				Haplic Podzols 1	
				Haplic Podzols 2	
				Lithic Leptosols 1	
				Lithic Leptosols 2	
				Umbric Gleysols 1	
				Umbric Gleysols 2	
				Umbric Gleysols 3	
				Vertic Cambisols	

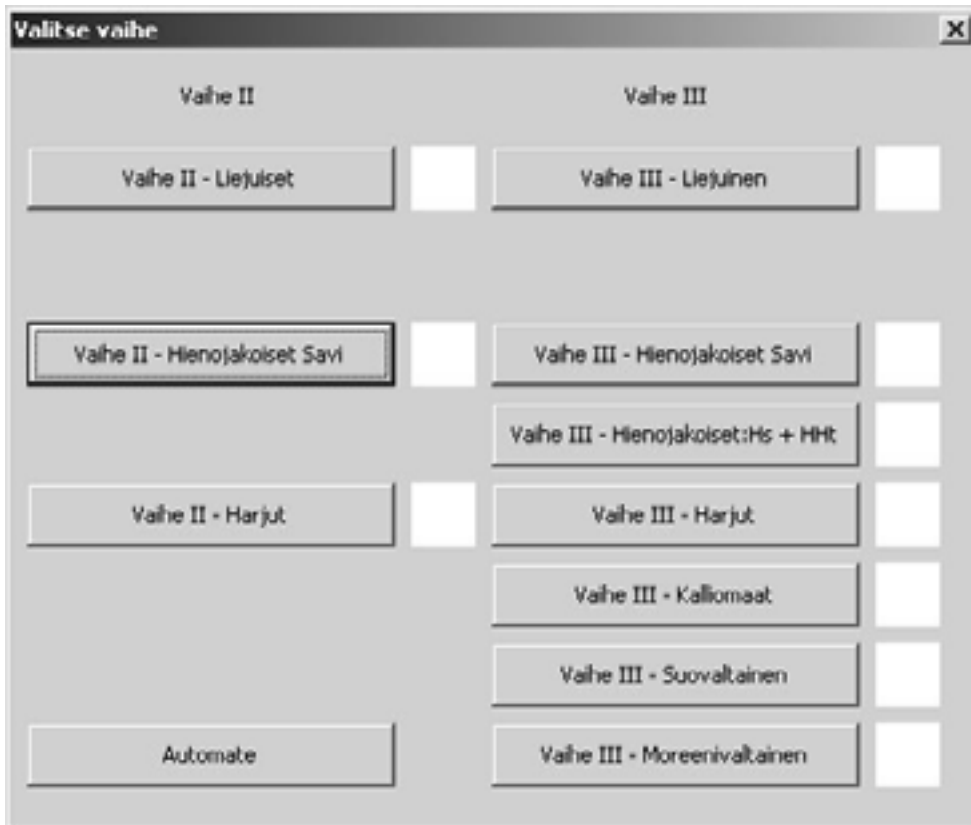
#### 4.4.2 Kuvioiden liittäminen ytimiin

Edellä on muodostettu maannosmaisemien ytimet. Jäljelle on jäänyt vielä paljon kooltaan alle 150 ha:n suuruisia maannoskuvioita, jotka tulee yhdistää relevantteihin ytimiin. Tämä tapahtuu työvaiheissa II ja III käyttäen apuna projektin aikana kehitettyä Visual Basic -sovellusta, jolla kuvioita voidaan yhdistellä ohjelmallisesti.

Hankkeessa kehitetty ohjelma, jonka käyttöliittymän ulkoasu on kuvassa 4, toimii siten, että kuvioita yhdistellään priioteetin mukaisessa järjestyksessä iteroiden eli toistamalla prosessia. Prosessia voidaan ajaa käsin käyttöliittymän painikkeiden avulla seuraavasti: Vaiheessa II klikataan nappia ”Vaihe II – Liejuiset”, jolloin ohjelma yhdistelee liejuytimiin kuviot, jotka sopivat taulukon 4 sarakkeessa ”Vaihe II” oleviin kriteeriin: ne leikkaavat ydintä ja edustavat tiettyä maannosta. Kun ohjelma on suorittanut tämän toimenpiteen, oikealla näkyvään ruutuun ilmestyy teksti ”Rnd 1”, joka tarkoittaa yhtä iteraatiota. Näin iteraatioiden määrä pysyy käyttäjän tiedossa. Vaihetta II edetään käyttöliittymässä (Kuva 4) alaspäin: Liejuiset => Hienojakoiset => Harjut. Maannoskuvioiden yhdistelyä kyseisiin ytimiin säätelevät Taulukoiden 5 ja 7 sarakkeessa ”Vaihe II” olevat säännöt. Tämä työvaihe toistetaan kahdesti, jolloin kaikissa oikealla olevissa ruuduissa tulee näkyä teksti ”Rnd 2”.

Nyt voidaan siirtyä vaiheeseen III, jota ajetaan niinkään alaspäin, kunnes kaikki alkuperäiset maannoskuviot ovat yhdistyneet johonkin ytimeen. Tätä yhdistelyä ohjaavat Taulukoiden 5-10 sarakkeissa ”Vaihe III” olevat säännöt. Yleensä tähän riittää kolme toistoa. Viimeisessä yhdistelyvaiheessa kaikki ne maannoskuviot, jotka eivät vielä ole tulleet yhdistetyiksi mihinkään ytimiin, yhdistetään moreenivaltaisiin maannosmaisemiin. Saariin voi vielä jäädä yhdistymättömiä polygoneja, koska ne eivät välttämättä leikkaa mitään ydintä. Nämä tapaukset käsitellään kappaleessa 4.4.3.

Edellä kuvatut vaiheet voi tehdä automaattisesti painamalla nappia ”Automate”, jolloin aineistoa voidaan prosessoida yön aikana. Automaattiajo onnistuu useimmissa tapauksissa, mutta joissakin monimutkaisissa geometrioissa voi tapahtua virhe. Tällöin on palattava manuaalijoon ja etsittävä virheen aiheuttava polygoni ja korjattava se manuaalisesti. Ajon jälkeen on saatu aikaan maannosmaisemageometria ja voidaan siirtyä käsin tehtävään lopueditointiin.

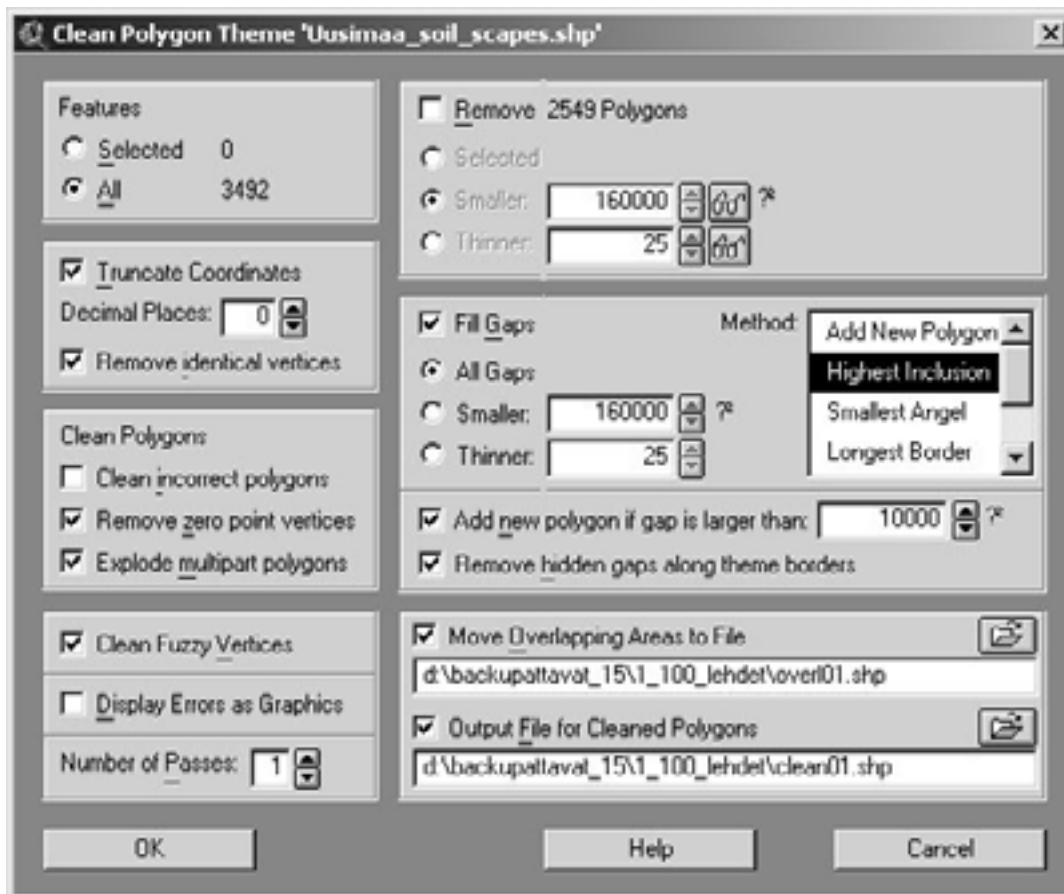


Kuva 4. Maannosmaisemien muodostamiseksi kehitetyn sovelluksen käyttöliittymän ulkoasu.

#### 4.4.3 Kuvioiden viimeistely

Kuvioiden viimeistelyä varten liitetään vesistöt ja kartoittamattomat alueet/ täytemaat takaisin maannosmaisemageometriaan. Nyt liitetään alle 150 ha:n suuriset saaret relevanteihin maannosmaisemiin. Tässä käytetään kahta sääntöä: 1) maannostyyppi ja 2) etäisyys maannosmaisemakuvioon. Kuvio pyritään näin liittämään ensisijaisesti samantyyppiseen maannosassosiaatioon, mutta mikäli se ei ole mahdollista, valitaan lyhin etäisyys kuvioon. Editoinnin jälkeen kaikki pienet (<150 ha) saaret kuuluvat johonkin maannosmaisemaan, eikä yksittäisiä maannoskuvioita esiinny. Tämän jälkeen liitetään vierekkäiset, samaa maannosmaisemaa edustavat polygonit toisiinsa, tässä käytetään apuna taas projektissa kehitettyä VB-sovellusta Arcmap 8.3:ssa.

Syntynyt maannosmaisemageometria on vielä puhdistettava geometrisista virheistä, joita syntyy yhdisteltäessä polygoneja toisiinsa. Tässä käytetään apuna Arc4you polyclean -sovellusta, joka toimii Arcview 3.2 -alustalla (Kuva 5). Puhdistaminen kestää useita tunteja alueen koosta riippuen, joten prosessi on järkevintä ajaa yön aikana. Puhdistukseen jälkeen on hyvä tarkistaa geometria vielä silmämääräisesti, jonka jälkeen alue on valmis.



Kuva 5. Maannosmaisemakuvioiden puhdistusovelluksessa käytetyt valinnat.

## 5 Tietokannan rakenne ja käyttö internetissä

Maannostietokannan tietosisältö voidaan jakaa kolmeen ryhmään: 1) geometrinen ja 2) semanttinen ja topologinen tieto. Geometrinen tieto liittyy kahteen kohteeseen, jotka ovat maaperän suuralueet (*soil regions*) ja maannosmaisemat (*soilscape*). Näiden avulla kuvataan maaperäinformaation spatiaalinen sijainti ja geometrinen muoto. Hankkeessa käytetty maaperägeologinen lähtöaineisto mahdollistaa geometriatiedon liittämisen myös maatyypin (*soil body*). ESB:n ohjeen mukaan toteutettavassa tietokannassa tätä ei vaadita, vaan vasta maannosmaisemakuvioihin liittyy myös geometriatieto. Maatyyppien geometriatiedon saatavuus on kuitenkin tarpeellinen tietokannan kansallisessa käytössä.

Semanttinen tieto on tyypillistä ominaisuustietoa eli ns. taulukkomuotoista tietoa. Semanttinen ominaisuustieto tallennetaan kaikista tietokannan kohteista. Maahorisonteista (*horizon*) ja maatyypeistä (*soil body*) tallennetaan erikseen mitattu ja estimoitu tieto. Maatyyppien (*soil body*) ominaisuutietojen avulla määritetään maannosmaisemien (*soilscape*) ominaisuudet.

Topologisen tiedon avulla tietokannan kohteiden välille voidaan muodostaa kuvailevia spatiaalisia riippuvuussuhteita. Topologisen tiedon avulla voidaan esimerkiksi kuvata, miten maatyypit jakautuvat spatiaalisesti kussakin maalajimaisemassa. Topologinen tieto ei kuitenkaan ole pakollinen tieto tietokannassa.

Olennaista on kuitenkin kohteiden geometriaan ja sijaintiin perustuvat spatiaaliset ja loogiset riippuvuussuhteet. Tieto riippuvuussuhteista tarvitaan maatyyppien (*soil body*) ja horisonttien (*horizon*) välille, maannosmaisemien (*soilscape*) ja maatyyppien (*soil body*) välille sekä maaperän suuralueiden (*soil region*) ja maannosmaisemien (*soilscape*) välille. Nämä loogiset

riippuvuussuhteet voidaan toteuttaa tietokannassa viiteavainten avulla, mutta spatiaaliset riippuvuussuhteet voidaan hallita GIS-tekniikalla.

Geometrinen ja semanttinen tieto voidaan hallita ns. spatiaalisella relaatiotietokannalla, jossa geometriatietoa käsitellään käyttäjän kannalta tietokantataulun yhtenä sarakkeena. MTT:ssä on organisaation tasolla valittu tietokantaohjelmistoksi Oracle, mitä voidaan hyödyntää ilman erillisiä lisenssikustannuksia myös maannostietokannassa. Oracle laajennetaan spatiaaliseksi tietokannaksi ESRIn ArcSDE-paikkatietomoottorin avulla. Tietokannan rakenteen määrittelyssä käytetään tällöin MS Visio Enterprise -ohjelmistoa ja UML-luokkakaaviota. Edellä mainittujen ohjelmistojen valinta on perusteltua, koska sekä MTT:llä että GTK:lla on yhteneväiset GIS- ja tietokantaohjelmistot käytössään. Maannostietokannan rakenne spatiaalisine kohteineen ja ominaisuustietoineen esitetään liitteessä 4.

Tietokantaa voidaan myös jaella ESRI-shape tiedostoina ja DBF tauluina. Tällöin shape tiedosto esittää geometrian ja DBF-taulukot ominaisuustiedot. Tällainen jakelutapa on perinteisesti ollut käytössä maannostietokannoissa esim. Yhdysvalloissa. Rakenteen etuna on keveys ja yksinkertaisuus.

## 5.1 Käyttöliittymän sisältämät maan ominaisuudet

Maannoskarttaan liittyvä ominaisuustietokanta on laaja, ja suureita on paljon. Jokaisella kartoitusyksiköllä (polygonilla) on monia ominaisuuksia, joita voidaan käyttää eri tarkoituksiin. Käyttöliittymään on valittu yhteensä 12 suurta eri teemoista. Valittujen suureiden oletetaan palvelevan erityisesti niitä tahoja, jotka tarvitsevat karttapohjaista, GIS-menetelmin käsiteltävää tietoa maan perusominaisuuksista ja aineiden liikkumisesta maassa. Karttapohjaisen käyttöliittymän avulla käyttäjä voi helposti laskea yksittäisen arvon polygonille ja nähdä tuloksen kartan muodossa. Tämä vapauttaa käyttäjän kyselyiden tekemisestä, datan prosessoimisesta ja linkitys/liitos toimenpiteistä. Käyttöliittymä rakennetaan ArcMap 8.3- ohjelmistoalustalle, mikä mahdollistaa sen siirrettävyyden eri organisaatioiden välillä. Liittymän kautta voidaan helposti luoda teemakartta maaperän ominaisuuksista. Konsepti perustuu amerikkalaiseen Soil Data Viewer -systemiin, jossa on sekä karttasovellus että itsenäinen osio ilman karttaa. Karttaosio lienee kuitenkin tärkeämpi, koska tulokset usein halutaan esittää kartan muodossa eikä polygonikohtaisina yhteenvetoina. Tehokäyttäjät eivät välttämättä tarvitse, vaan osaa käyttää tietokantaa itselleen sopivalla tavalla.

Seuraavassa esitetään ne maaperän ominaisuudet, joita suunnitellaan voitavan tarkastella käyttöliittymän avulla ja joista voidaan tehdä teemakarttoja. Suureiden yhteydessä esiintyvät lyhenteet ovat käytössä Euroopan maaperätoimiston ohjeen mukaan tehtävässä tietokannassa.

### **Pintamaan kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet (viisi suurta)**

*Maan pH: sbhe\_pHH2O*

Maan pH on määritetty vesisuspensiossa lietossuhteella 1:2,5.

*Kationinvaihtokapasiteetti: sbhe\_cec , cmol(+) kg<sup>-1</sup>*

Kationinvaihtokapasiteetti on arvioitu happamalla ammoniumasettiutolla saadusta helpoliukoisen kalsiumin pitoisuudesta. Tämä menettely on kuvattu luvussa 9.1.2.

*Savi/savespitoisuus: sbhe\_clay (%)*

Tiedot savi/savespitoisuudesta perustuvat MTT:n maatietorekisterin tietoihin.

*Orgaanisen aineksen pitoisuus: sbhe\_om (%)*

Tiedot orgaanisen aineksen pitoisuudesta perustuvat MTT:n maatietorekisterin tietoihin.

*Tilavuuspaino: sbhe\_bd (g cm<sup>-3</sup>)*

Tilavuuspaino ilmaisee maan painon tilavuusyksikköä kohti. Tilavuuspainotiedot perustuvat MTT:n maatietorekisterin tietoihin.

### **Maannos, maalaji ja hydrologia (neljä suuretta)**

*Vallitseva maannos maannosmaisemassa: ss\_doms (FAO/WRB –maannos)*

*Suomalaisen luokittelun mukainen maalaji: Fin\_Txt*

*Kuivatustila (Drainage Class): sbse\_drai*

Kuivatustila ilmaisee märkien kausien kestoa ja esiintymistiheyttä maannoksen syntyä vastaavissa olosuhteissa. Tällä suureella on seitsemän luokkaa (Taulukko 11).

Taulukko 11. Maan kuivatustilaluokat (ESB 1998)

Lyhenne	Nimi englanniksi	Suomenkielinen luonnehdinta
E	Excessively drained	Vesi poistuu maasta hyvin nopeasti
S	Somewhat excessively drained	Vesi poistuu maasta nopeasti
W	Well drained	Vesi poistuu vaivattomasti, mutta ei nopeasti
M	Moderately well drained	Vesi poistuu jokseenkin hitaasti joinakin aikoina vuodesta Maat ovat märkiä lyheen aikaa juurisyvyyteen asti.
I	Imperfectly drained	Vesi poistuu hitaasti siten että maat ovat märkiä (<40 cm) merkittävän ajan vuodesta
P	Poorly drained	Vesi poistuu niin hitaasti, että maat ovat märkiä merkittäviä aikoja, pohjavedenpinta on yleensä korkealla (<40 cm)
V	Very poorly drained	Vesi poistuu niin hitaasti, että maat ovat matalilta osin märkiä pitkiä aikoja; pohjavedenpinta on hyvin korkealla (<40 cm)

*Maan vedenläpäisevyys (Infiltration Rate): sbse\_infl*

Maan vedenläpäisevyyttä kuvataan seitsenportaisella asteikolla (Taulukko 12). Eri luokkiin kuuluvia maita voidaan luonnehtia seuraavasti:

Luokat R – X: Maat, joiden vedenläpäisevyys on suuri myös märkinä. Nämä ovat paksuja karkeita lajittuneita maalajeja (hiekat ja sorat), ja niissä vesi liikkuu nopeasti.

Luokat M – D: Maat, joiden vedenläpäisevyys on kohtuullinen niiden ollessa märkiä. Ne ovat yleensä paksuja tai melko paksuja hietamaita, ja niillä vesi liikkuu melko nopeasti.

Luokka S: Maat, joiden vedenläpäisevyys on heikko niiden ollessa märkiä. Niissä on yleensä maakerros, joka estää veden liikettä alaspäin. Näillä, lähinnä silteillä/ hiesuilla tai hienoilla hiedoilla vesi liikkuu hitaasti.

Luokka E: Nämä maat ovat märkinä lähes vettä läpäisemättömiä. Tällaisia ovat yleensä paksut savikerrostumat, maat, jossa pohjavedenpinta on korkealla, maat, joissa on savikerros lähellä pintaa tai maat, jotka ovat vettä läpäisemättömän materiaalin päällä. Näillä mailla vesi liikkuu erittäin hitaasti.

Taulukko 12. Maan vedenläpäisevyyden luokat ja niiden vedenläpäisevyyden raja-arvot (ESB 1998).

Lyhenne	Luonnehdinta	Vedenläpäisevyyden raja-arvot, cm h <sup>-1</sup>
E	Hyvin hidas	<0,1
S	Hidas	0,1-0,5
D	Melko hidas	0,5-2
M	Kohtalainen	2,0-6,0
R	Nopea	6,0-12,5
Y	Hyvin nopea	12,5-25,0
X	Erittäin nopea	>25

### Fysiografia/geomorfolgia (kaksi suuretta)

*Vallitseva pinnanmuoto (Major Landform): ss\_mlf*

Vallitsevaa pinnanmuotoa kuvataan viisiportaisella asteikolla (Taulukko 13), joka on yksinkertaistettu Suomen oloihin Maailman maaperäkartalla (SOTER-luokittelu = Soil and Terrain Digital Database, FAO 1995) käytetystä jaottelusta.

Taulukko 13. Pinnanmuotojen luonnehdinta

Lyhenne	Nimitys englanniksi	Luonnehdinta suomeksi
LP	Plain	Tasanko
LL	Plateau	Lakeus
SH	Medium-gradient hill	Vuorimaa
SR	Ridges	Harjut
SU	Mountainous highland	Ylhiö

*Rinteen jyrkkyys, yksinkertaiset pinnanmuodot (Regional slope): ss\_resl*

Rinteen jyrkkyyttä ilmaistaan kahdeksanportaisella asteikolla (Taulukko 14), jota käytetään myös Maailman maaperäkartassa (SOTER-luokittelu = Soil and Terrain Digital Database, FAO 1995).

Taulukko 14. Rinteen jyrkkyysluokitus

Lyhenne	Nimitys englanniksi	Kaltevuus, %	Luonnehdinta suomeksi
W	Flat, wet	0-2 (50-90 % vettä)	Tasainen, märkä
F	Flat	0-2	Tasainen
G	Gently undulating	2-5	Lievästi kumpuileva
U	Undulating	5-8	Kumpuileva
R	Rolling	8-15	Mäkinen
S	Moderately steep	15-30	Melko jyrkkä
T	Steep	30-60	Jyrkkä
V	Very steep	≥60	Hyvin jyrkkä

## Maankäyttö (yksi suure)

*Vallitseva maankäyttö: ss\_lu*

Maankäyttöä kuvaillaan CORINE-hankkeen luokituksen mukaisesti. CORINE on Euroopan ympäristökeskuksen (EEA) ja EU:n tutkimuskeskuksen (JRC) johdolla 1990-luvun alussa toteutettu hanke, jossa kartoitettiin silloisten EU-jäsenmaiden maankäyttö ja maanpeite käytämällä yhtenäistä luokittelukriteeriä ja laatuvaatimustasoa. Suomen Ympäristökeskus on osallistunut tähän työhön 2000-luvun alussa (SYKE 2005a). Maankäyttöä ja maanpeitettä kuvataan kolmitasoisella hierarkkisella luokittelulla. Pääluokat ovat rakennetut alueet; maatalousalueet; metsät sekä avoimet kankaat ja kalliomaat; kosteikot ja avoimet suot sekä vesialueet. Pääluokat jaetaan edelleen 15 alaluokkaan luokittelun toisella tasolla. Kolmannella luokittelutasolla alaluokkia on yhteensä 44, joista kaikkia luokkia (esim. riisipellot ja oliivipuuviljelmät) ei esiinny Suomessa. CORINE Land Cover 2000 -luokat on lueteltu suomeksi ja englanniksi SYKEN laatimassa koosteessa (SYKE 2005b).

## 5.2 Karttapalvelun toteuttamisvaihtoehdot ja kustannukset

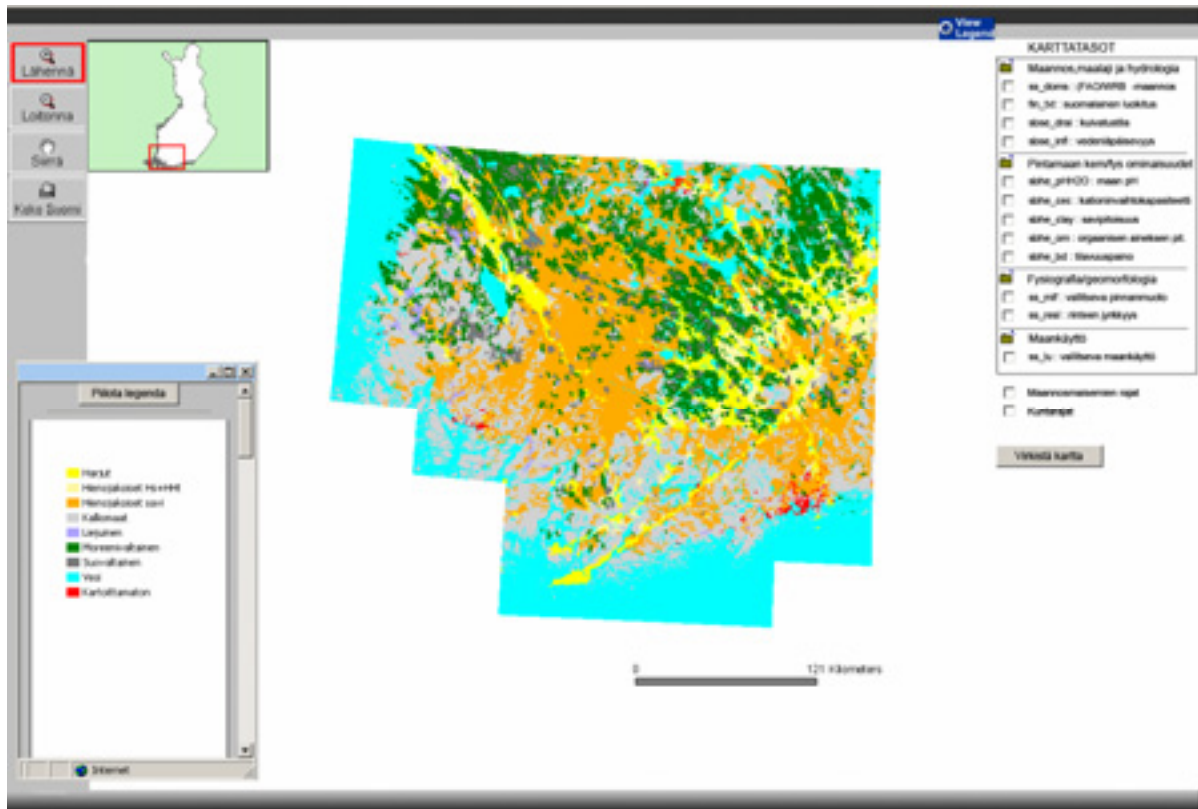
Internet-karttapalvelut ovat keskittyneet pääosin muutaman suuren ohjelmistotalon tuotteiden varaan. Näille kaikille on ollut yhteistä se, että palvelusta on joutunut maksamaan joka vuosi lisenssimaksun. Tämän raportin kirjoitushetkellä (helmikuu 2006) ArcIms ja TNT server -lisenssin hinta on non 20 000 euroa vuodessa. Lisäksi tulee kustannuksia palvelimen mahdollisesta hankinnasta ja ylläpidosta. Monet palvelujen käyttäjät pitävät lisenssien hintaa korkeana, mutta helppokäyttöistä/ asiakastuettua vapaasti saatavana olevaa, ns. Open Source -vaihtoehtoa ei ole toistaiseksi ollut tarjolla. Tähän saattaa kuitenkin tulla lähivuosina muutos, sillä johtava Open Source -karttapalvelusovellus Map Server ja erittäin merkittävä ohjelmistotalo AutoDesk julkaisivat uuden Autodesk Map Guide Open Source -version vuoden 2006 alussa. Voi kuitenkin viedä vuosia, ennen kuin tämä kehittyy realistiseksi vaihtoehdoksi tähänastisille karttapalveluille.

MTT:n paikkatieto-ohjelmistoksi on valittu MicroImages-yhtiön TNT-tuotteet, mutta tähän pakettiin ei kuulunut TNTServeriä eli internet-karttapalvelun mahdollistavaa lisenssiä. Muut hankkeessa olevat tahot (GTK ja ympäristöhallinto) käyttävät ESRI:n tuotteita, ja niillä on internet-karttapalveluihin tarvittava ArcIms-lisenssi(t). Myös Euroopan maaperätoimiston ESB:n karttapalvelut käyttävät ArcIms-teknologiaa. Maannostietokannan ja siihen liittyvän karttapalvelun järjestämisen vaihtoehtoina ovat 1) karttapalvelulisenssin hankkiminen MTT:lle ja tarvittavan palvelimen osoittaminen tähän käyttöön tai 2) tietokannan sijoittaminen hankkeeseen osallistuvien muiden laitosten palvelimille ja karttapalvelun toteuttaminen niillä jo olevien lisenssien puitteissa. Internet – karttaliittymän suunniteltu ulkoasu esitetään Kuvassa 6.

Linkkejä hankkeeseen osallistuvien laitosten karttapalveluihin:

GTK (ArcIms) : <http://www.gsf.fi/geokartta/index.htm>

ESB(ArcIms): <http://eussoils.jrc.it/Website/eussoils/viewer.htm>

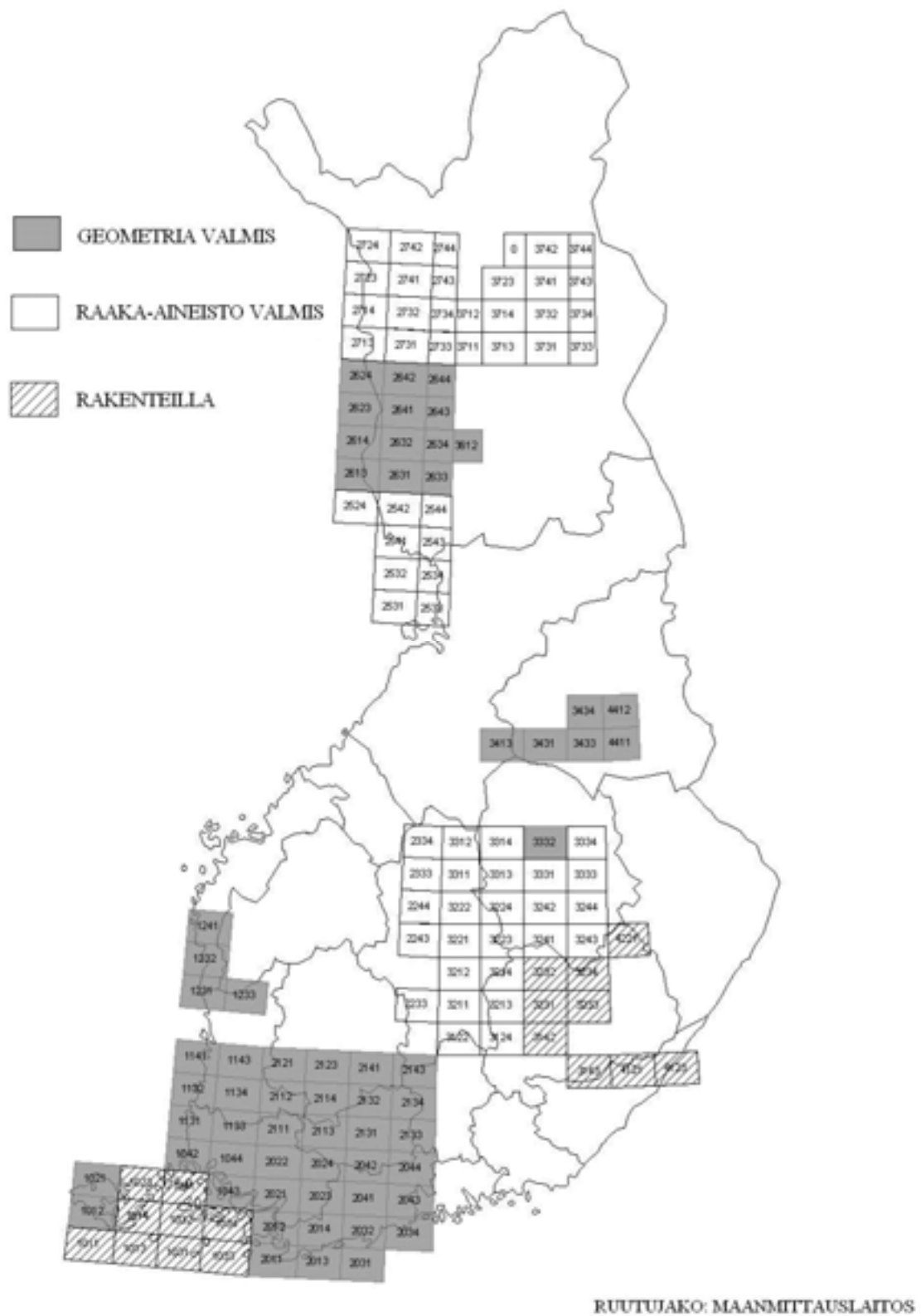


Kuva 6. Internetkarttaliittymän suunniteltu ulkoasu. Samantyyppistä ulkoasua käytetään myös tietokannan karttaliittymässä. MTT ja liittymän toteuttava taho tulevat näkyviin logoina liittymän vasemmassa yläkulmassa. Ulkoasun toteuttamisessa on haettu mallia sekä GTK:n että ESB:n valmiista sovelluksista.

## 6 Kartoituksen eteneminen

Hankkeen etenemisvaihe tammikuussa 2006 esitetään Kuvassa 7. Lounais-Suomessa, Suupohjan alueella, Kainuussa ja Länsi-Lapissa on alueita, joiden maannostyyppien ja maannosmaisemien kuviointi on valmis. Keski-Suomessa, Pohjois-Pohjanmaalla ja Lapissa olevien vaaleimmalla merkittyjen karttalehtien alueelta on laadittu suomalaisen maalajinimistön mukaiset kuviot, mutta niitä ei ole vielä prosessoitu maannoksiksi tai maannosmaisemiksi. Vinoviivoin merkittyjen alueiden aineisto on koottu vuonna 2005. Lounais-Suomesta noin 17 karttalehden alueen aineisto on toimitettu paikkatietolainaan (www.paikkatietolainamo.utu.fi) tammikuussa 2005.

MAANNOSTIETOKANTA 1:250 000 GEOMETRISEN OSAN PEITTO 18.1.06



Kuva 7. Maannostokarttoituksen eteneminen

## 7 Maannosmaisemat valmiina olevilla kartoitusalueilla

Maannosmaisemien jakaumat laskettiin neljältä valmiina olevalta kartoitusalueelta: Länsi-Lapista, Suupohjan alueelta, Sotkamon-Pyhännän alueelta ja Lounais-Suomesta (Taulukko 15). Lounais-Suomen alueen (Kuva 8) tulokset ovat tarkimpia, koska näille alueille on jo tehty reunavertailu.

Kalliomaavaltaisia maannosmaisemia esiintyi erityisesti Lounais-Suomessa, jossa ne ovat vallitsevia saaristossa ja rannikolla (Kuva 8). Niitä on melko runsaasti myös Suupohjan rannikkoalueella. Sen sijaan Sotkamon-Pyhännän alueella ja Länsi-Lapissa, jotka ovat pääasiassa vedenkoskemattonta aluetta, ne ovat harvinaisia. On huomattava, että tässä kartoituksessa kalliomaiden kriteerinä on suomalainen kartoituskriteeri eli ohuempi kuin 1 m:n paksuinen maakerros, kun taas WRB-luokituksessa näitä maita vastaavassa Leptosols-maannoksessa irtaimen maan paksuus on korkeintaan 25 cm. Suomesta ei tiukasti Leptosols—maannosten kriteerien mukaisia tietoja ole kuitenkaan saatavissa. Tästä syystä suomalaisella maannoskartalla kalliomaavaltaisien maannoksien (Leptosols) ja maannosmaisemien levinneisyys on nyt huomattavan laaja. Tälle asialle on kuitenkin saatu Euroopan maaperätoimiston hyväksyntä, sillä meidänkin kalliomaavaltaiset maannoksemme ja maannosmaisemamme edustavat ohuita maita.

Suupohjan ja Länsi-Lapin ja Sotkamon-Pyhännän alueella moreenivaltaiset maannosmaisemat, joissa Podzols-maannokset ovat vallitsevia, ovat verrattomasti kaikkein yleisin maannosmaisematyyppe ja niiden osuus on noin puolet maa-alasta. Lounais-Suomessa moreenivaltaiset maannosmaisemat ovat vallitsevia varsineisen rannikkoalueen ulkopuolella (Kuva 8), ja ne edustavat vajaata kolmasosaa maa-alasta. Harjuvaltaiset maannosmaisemat erottuvat selkeästi omina alueinaan.

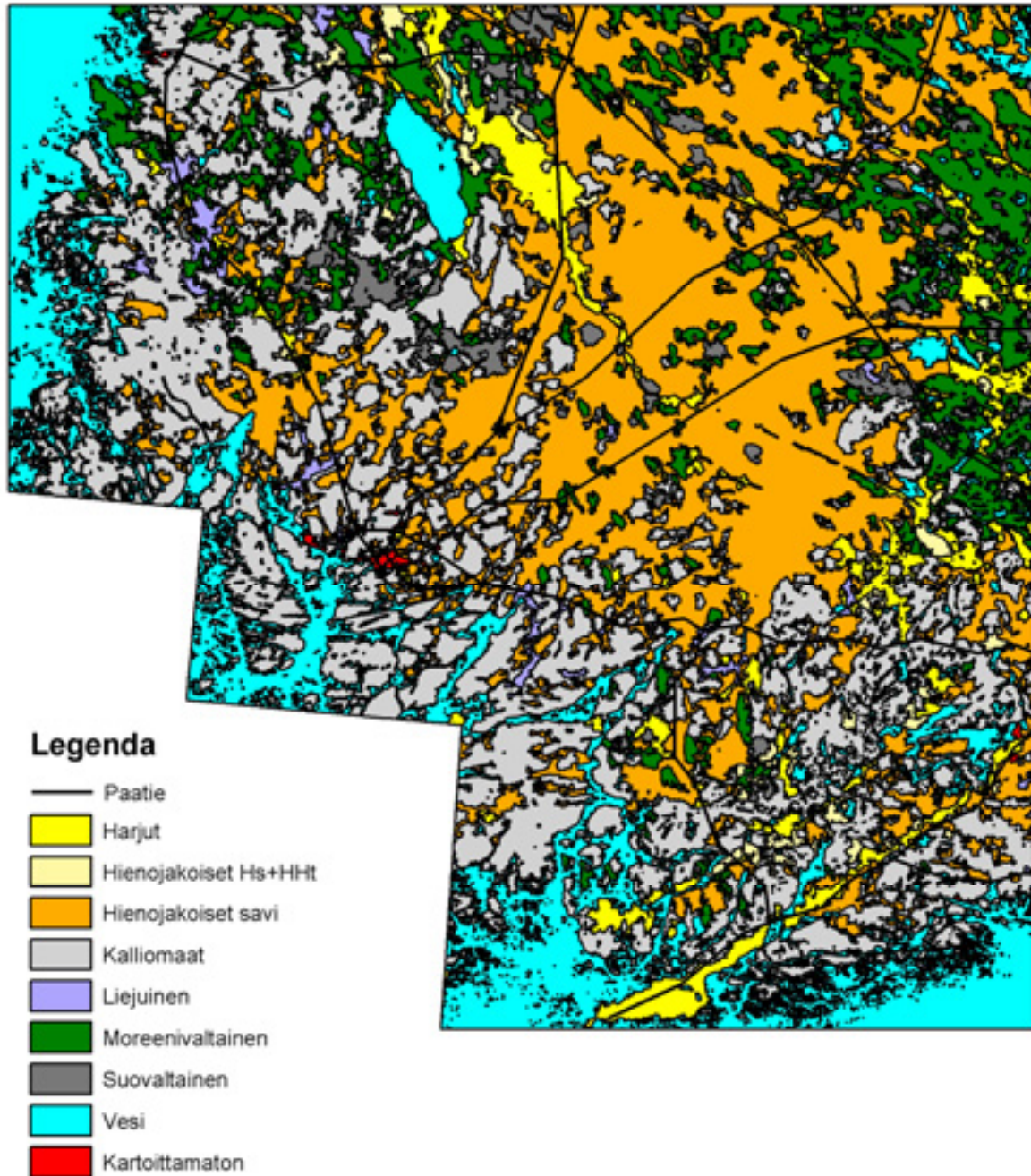
Taulukko 15. Maannosmaisemien prosenttiosuudet neljällä eri kartoitusalueella

Maannosmaiseman suomalainen luonnehdinta	Vallitseva maannos	Suupohja 3208 km <sup>2</sup>	Lounais-Suomi 33098 km <sup>2</sup>	Länsi-Lappi 8458 km <sup>2</sup>	Sotkamo - Pyhäntä 5470 km <sup>2</sup>
<b>Prosenttiosuus</b>		%	%	%	%
Liejuvaltaiset	Gleysols	0	1,1	0	0,2
Savimaavaltaiset	Cambisols	0,5	31,5	0	1,2
Hiesu- ja hienohietavaltaiset	Regosols	13,5	4,7	1,1	1,0
Harjuvaltaiset	Podzols	5,2	9,0	3,3	5,2
Kalliomaavaltaiset	Leptosols	4,5	28,8	0,4	4,2
Suovaltaiset	Histosols	26,7	3,8	39,0	40,8
Moreenivaltaiset	Podzols	49,6	20,4	56,2	47,4
<b>YHTEENSÄ</b>		<b>100%</b>	<b>100 %</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Lounais-Suomessa savimaavaltaiset maannosmaisemat kattavat noin kolmasosan maapinta-alasta ja ovat ehdottoman vallitsevia monilla alueilla Varsinais-Suomessa (Kuva 8). Savimaavaltaisia maannosmaisemia on tuskin lainkaan muilla kartoitusalueilla. Varsinkaan vedenkoskemattomassa Länsi-Lapissa ei ole savimaita. Suupohjan alueella melko runsaana esiintyvät hiesu- ja hienohietavaltaiset maat tulevat kartoituksessa esiin myös maannosmaisemina. Näitä maannosmaisemia on viitisen prosenttia myös Lounais-Suomessa, jossa ne sijoittuvat etenkin Etelä-Satakuntaan.

Turvemaavaltaisia maannosmaisemia on Lounais-Suomessa alle 5 % maa-alasta, kun taas Suupohjan alueella niitä on noin neljäsosa ja pohjoisemmilla kartoitusalueilla yli kolmasosa maapinta-alasta.

Maannosmaisemien osuudet vastaavat käsitystämme kartoitettujen alueiden maaperästä. Tämä osoittaa, että ne työkalut, jotka kartoitusta varten on luotu, ovat onnistuneita ja toimivia ja niiden avulla pystytään tuottamaan totuudenmukainen karttaesitys Suomen maaperästä.



Kuva 8. Lounais-Suomen maannosmaisemat. Eri maannosmaisemissa vallitsevat maannokset ovat seuraavat: Harjut : Haplic Podzols 2; Hienojakoiset (Hs + HHT): Eutric Regosols; Hienojakoiset (savi): Vertic Cambisols; Kalliomaat: Lithic Leptosols; Moreenivaltainen: Haplic Podzols 1; Liejuinen: Dystric Gleysols; Suovaltainen: Fibric/Terric Histosols.

## 8 Maalajien ja maannosten jakauma

### 8.1 Maannosten valtakunnallinen jakauma metsämaissa

#### 8.1.1 Metsämaa-aineisto

Metla teki maastotöitä valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) koealoilla metsämaiden maannoksen määrittämiseksi. Maaprofiilit kuvattiin ja maannokset luokiteltiin 285 valtakunnan metsien 9. inventoinnin (VMI) koealalla vuosina 2002-2004 14 erillisellä alueella. VMI-koealoilta oli määritetty inventoinnin yhteydessä mm. korkeus merenpinnasta, lämpösumma, kasvupaikkatyyppi (metsätyyppi), suosammalien peittävyys, orgaanisen kerroksen laatu (puuttuu, kangashumus, mullas, multa, turve) ja paksuus, maaperän paksuus (<10, 10-30, >30 cm), maapeitteen laatu (10-30 cm) (orgaaninen, kallio, kivikko, moreeni, lajittunut) ja kivennäismaan keskiraekoko [hieno (savi, hiesu, hieno hieta), keskikarkea (karkea hieta, hieno hiekka), karkea (karkea hiekka, sora)], ojitustilanne ja soistuneisuus. Profiilin kuvauksen yhteydessä arvioitiin alustavasti FAO:n maannostyyppi ja valokuvattiin profiili. Horisonttinäytteiden analyysien ja maastotiedon perusteella määritettiin lopullinen WRB:n maannostyyppi (Taulukko 16).

Taulukko 16. Metsämaista tunnistetut maannokset

Kriteeri	Maannos
<i>Turvetta &gt;40 cm</i>	<i>Histosols</i>
<i>Ohut tai erittäin karkea maa</i>	<i>Leptosols</i>
Kivennäismaata 1-10 cm	Lithic Leptosols
Kivennäismaata 10-30 cm	Haplic Leptosols
Kiviä ja soraa yli 90 %	Hyperskeletal Leptosols
<i>Keskiraekoko alle 63 µm</i>	<i>Gleysols, Cambisols ja Regosols</i>
Cg-horisontti tai pohjavesi 0-50 cm	Gleysols
Cambic B-horisontti	Cambisols
Kehittymätön maannos	Regosols
<i>Keskiraekoko vähintään 63 µm</i>	<i>Podzols ja Arenosols</i>
Spodic B-horisontti	Podzols
Cg/pohjavesi alle 1 m	Gleyic Podzols (Carbic Podzols)
Ortstein eli Bm-horisontti	Densic Podzols (Carbic Podzols)
B ei punerru hehkutuksessa	Carbic Podzols
Ah- E-horisontin sijaan	Entic Podzols
Muut podzolit	Haplic Podzols
Ei spodic B-horisonttia	Arenosols
Albic E	Albic Arenosols (Haplic Arenosols)
Cg/pohjavesi alle 1 m	Gleyic Arenosols
Ah-horisontti, vähintään lehtomainen	Dystric Arenosols
Muut Arenosolit	Haplic Arenosols

WRB-luokituksen mukaan karkeat Arenosolit - kivien ja soran osuus 35-90 % - ovat yleensä Regosoleja. Tästä huolimatta VMI-aineiston kaikki keskikarkeat ja karkeat heikosti kehittyneet maannokset riippumatta kivien ja soran osuudesta luokiteltiin Arenosoleiksi. Siksi Arenosolien osuus on arvioitu systemaattisesti liian suureksi ja Regosolien liian pieneksi.

Tilastolliset regressio- ja erottelumallit, jotka laskettiin em. tutkittujen koealojen maannosten perusteella ja joilla WRB-maannokset on ennustettu noin 55 000 VMI-koealalle on kuvattu keskeneräisessä käsikirjoituksessa "Finnish forest soils". Mallien kyky ennustaa WRB-maannos on kohtuullinen, oikein luokiteltujen tapausten osuus laskenta-aineistossa oli keskimäärin 80-90 %.

## 8.1.2 Metsämaiden maalajit ja maannokset

### Kalliomaat, kivikot ja moreenimaat

Metlan VMI-aineistossa Leptosoleiksi luokiteltavia maannoksia oli noin 10 % koko maassa. Kalliomaiden osuus maapinta-alasta oli suurin, jopa yli 40 %, maaperän suuralueella 41, joka käsittää eteläisen ja lounaisen rannikkovyöhykkeen (Taulukko 17). Leptosolien osuus laskee pohjoiseen ja itään, sillä esimerkiksi suuralueella 15 (Kainuu ja Etelä-Lappi) Leptosoleja on alle 4 %. Leptosoleja hyödynnetään jonkin verran metsämaana.

Aineistossa moreenien osuus oli yli 50 % kaikista maista, mukana turvemaat, kalliot ja kivikotkin, ja noin 75 % varsinaisista kivennäismaista (lajittuneet+moreenit) Hienolajitteiden osuuden kasvaessa kasvaa moreenimaiden ravinnepitoisuus ja vedenpidätyskyky, ja hienoainesmoreeneissa (hiesu- ja savimoreenit) ravinteikkaus, ja ravinteiden käyttökelpoisuus voivat yltää hyvälle tasolle.

### Karkeat lajittuneet maat; sora, hiekka ja karkea hieta

Karkeiden lajittuneiden maiden ravinnepitoisuus ja vedenpidätyskyky kasvaa valtalajitteen hiukkaskoon pienentyessä. Karkeista lajittuneista maista lähinnä karkeat hiedat on otettu maatalousmaiksi, kun taas soraa ja hiekkaa hyödynnetään metsätaloudessa, sekä otetaan teknilliseen käyttöön, rakennuspohjaksi ja rakennusaineteollisuuden raaka-aineeksi. Yhdessä karkeat moreeni- ja lajittuneet maat muodostavat liki 60 % metsämaista, ja metsämaiden maannokset ovat sen tähden yleisimmin Podzoleja ja Arenosoleja.

### Keskikarkeat lajittuneet maat; hieno hieta ja hiesu

Sekä maatalous- että metsämaana hienot hiedat ovat pääsääntöisesti hiesuja tuottavampia, koska hiedassa veden liike on nopeampaa molempiin suuntiin ja maan rakenne on vahvempi kuin hiesumaissa.

### Hienorakeiset lajittuneet maat; savimaat

Laajoja savikkoja löytyy Uudenmaan ja Varsinais-Suomen alueilta. Metsämaina savimaiden suhteellinen osuus on pieni ja VMI-aineiston maista savimaita on prosenttien viidenneksen osuus ja rannikkoalueen VMI-aloistakin vain noin 5 % on savimaita

Taulukko 17: Metsämaiden suhteellinen jakauma maaperän suuralueilla VMI-aineiston mukaan. Suuraluejako: Ks kuva 1, s. 12.

Suur-alue	Arenosols %	Cambisols %	Gleysols %	Histosols %	Leptosols %	Podzols %	Regosols %	Yhteensä %
14	42,2	0,0	3,8	22,1	9,8	16,1	6,0	100,0
15	6,6	0,0	0,3	34,6	3,1	54,3	0,9	100,0
18	3,4	0,0	0,0	21,3	1,1	74,3	0,0	100,0
19	35,7	0,0	0,5	38,7	0,4	22,6	2,0	100,0
20	14,7	0,3	2,5	31,9	6,7	42,0	1,9	100,0
41	31,9	4,9	7,6	5,6	43,6	1,6	4,7	100,0
49	15,7	21,5	7,9	8,5	18,6	27,4	0,3	100,0
61	10,7	7,5	2,6	15,0	14,2	48,3	1,6	100,0
62	14,1	2,9	1,5	15,1	12,4	52,2	1,8	100,0
2000	26,4	20,8	14,2	10,3	19,8	8,5	0,0	100,0

## 8.2 Maalajien ja maannosten jakauma maatalousmailla

### 8.2.1 Maatalousmaiden aineistot

Maalajien ja maannosten jakaumaa tarkasteltiin viljelymailta tehtyjen viljavuustutkimusten maalajimäärittysten antamien tulosten pohjalta. Näitä tuloksia saatiin Viljavuuspalvelu Oy:ltä ja Oy Hortilab Ab:ltä. Tulokset ryhmiteltiin kuntanumeron mukaan ja yhdistettiin sitten seutukunnat tai maakunnat käsittäviksi aineistoiksi, minkä jälkeen kullekin näytteelle annettiin maatyypin mukainen koodi suomalaisen maalajikoodiin perustuvan muunnoksen avulla. Tämä aineisto sisälsi noin 60 000 peltomaasta otetun näytteen tiedot ja käsitti seuraavien maakuntien alueen: Pirkanmaa (maakuntanumero 6), Päijät-Häme (7), Etelä-Savo (10), Pohjois-Savo (11), Keski-Suomi (13), Etelä-Pohjanmaa (14), Pohjanmaa (15), Keski-Pohjanmaa (16), Pohjois-Pohjanmaa (17) ja Lappi (19). Viljavuustutkimukseen näytteet otetaan vain pellon pintamaakerroksesta. Koska jako eri maannosluokkiin perustuu tässä aineistossa ainoastaan pintamaanäytteiden tietoihin, voi maannosten jakauma viljelymaissa olla todellisuudessa jonkin verran tämän aineiston perusteella arvioidusta poikkeava. Maatalousmaan pintamaan kemialliset ominaisuudet eivät edusta maannoksen luonnontilaisia ominaisuuksia, sillä ravinnepitoisuuksia ja happamuutta pyritään maatalousmaassa aktiivisesti säätelemään. Viljavuustutkimuksessa tehtävät määritykset käsittävät tyypillisimmillään arvion helppoliukoisista kasvinravinteiden (Ca, K, Mg, P) pitoisuuksista, sekä maan vesilietoksen pH-luvun.

### 8.2.2 Maatalousmaiden maalajit

Maatalousmaiden jakauma suomalaisten luokituksen mukaisesti pääryhmiin on esitetty taulukossa 18.

#### Moreenimaat

Moreenimaita (Arenosol- ja Podzol-maat) hyödynnetään myös maatalousmaana. Verrattuna metsämaihin maatalousmaana käytettävät moreenit ovat runsaasti hienoainesvaltaisempia. Hienolajitteiden osuuden kasvaessa kasvaa moreenimaiden ravinnepitoisuus ja vedenpidätyskyky, ja hienoainemoreeneissa (hiesu- ja savimoreenit) ravinteikkuus, ja ravinteiden käyttökelpoisuus voivat yltää hyvälle tasolle. Moreenimaiden osuus maatalousmaasta on erittäin merkittävä itäisessä Suomessa: Etelä-Savon, Pohjois-Savon ja Kainuun pelto-  
maassa moreeni on vallitseva maalaji.

#### Karkeat lajittuneet maat; sora, hiekka ja karkea hieta

Karkeista lajittuneista maista lähinnä karkeat hiedat on otettu maatalousmaiksi. Maatalousmaista karkeiden hietojen osuus on erityisen suuri Pohjois-Pohjanmaalla, Pohjanmaalla ja Ahvenanmaalla. Myös Lapin alueella karkeita hietoja viljellään yleisesti.

#### Keskikarkeat lajittuneet maat; hieno hieta ja hiesu

Maatalousmaidemme yleisin maalaji on hieno hieta, jota on noin viidesosalla koko maan peltoalasta. Tätä keskimääräistä osuutta selvästi yleisemmin hienoa hietaa löytyy Pohjanmaan, Etelä-Pohjanmaan, Satakunnan, Päijät-Hämeen ja Kymenlaakson maatalousmaista. Hienon hiedan ja hiesun yhteenlaskettu osuus muodostaa noin puolet Keski-Suomen, Päijät-Hämeen ja Pohjois-Savon maakuntien peltoalasta. Pirkanmaalla lähes puolet pelloista on hiesumaita ja neljännes hienoa hietaa.

#### Hienorakeiset lajittuneet maat; savimaat

Uudenmaan, Varsinais-Suomen, Kanta-Hämeen, Hämeen, Satakunnan ja Kymenlaakson pelloista merkittävä osa on savimaita. Rannikkoalueiden ulkopuolella olevat savimaat sisältävät runsaammin karkeaa savesta ja hiesua. Yli puolet Varsinais-Suomen, Uudenmaan

ja Itä-Uudenmaan pelloista on savimaita, kun savikkojen osuus muilla alueilla on yleensä alle kymmenesosa peltoalasta. On huomattava, että viljavuustutkimuksien yhteydessä maatalousmaalta kerätyt tiedot koskevat ainoastaan pintamaata. Maan savespitoisuus pohjamaassa on monasti korkeampi kuin pintamaakerroksessa. Viljavuuspalvelu Oy:n vuosien 1981-1985 analyysistä tehdyn yhteenvedon (Kähäri ym., 1987) mukaan koko maan peltomaiden pintakerroksesta noin viidennes on savimaita, kun taas pohjamaanäytteistä lähes 40 % oli savimaita.

### Eloperäiset maat

Turvemaiden osuus maatalousmaasta on merkittävä (20–40 % viljelyalasta) Lapissa, Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa, kun taas eteläisessä Suomessa turvemaa-alat ovat pieniä. Jos turvemaiden aloihin lisätään myös multa-, muta- ja liejumaiden pinta-alat, näiden maiden yhteenlaskettu osuus on yli neljännes viljelyalasta edellisten lisäksi myös Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan alueilla.

Taulukko 18. Suomalaisen maalajin mukaisten maalajien esiintyminen maaperän suuralueilla viljavuustutkimusten tulosten perusteella. Suuraluejako: Ks Kuva 1, s. 12.

Suuralue	Eloperäiset %	Hienorakeiset lajittuneet %	Karkearakeiset lajittuneet %	Moreeni %	Savi %	Soistuma %	Yhteensä %
14	7,1	30,0	18,0	12,4	16,8	15,7	100
15	15,1	25,3	20,4	32,6	0,1	6,5	100
18	4,1	18,9	23,0	48,6	0,0	5,4	100
19	11,0	43,0	26,7	12,0	0,0	7,3	100
20	6,9	37,9	14,6	23,7	2,2	14,7	100
41	0,6	9,5	7,3	20,2	57,4	4,9	100
49	0,5	19,9	4,0	4,2	67,7	3,8	100
61	0,7	17,4	3,3	68,9	7,0	2,8	100
62	5,2	19,1	12,1	51,8	9,7	9,7	100
2000	0,5	30,7	6,5	6,5	53,5	2,3	100

Eri maalajiryhmät koostuvat seuraavista viljavuustutkimuksessa määritetyistä maalajeista:

Savimaat = AS, HeS, HsS, HtS, LjS, hsLjS, htLjS, ljHeS, ljHtS

Hienorakeiset lajittuneet = He, ljHe, Hs, sHs, htHs, ljHs, HHt, sHHt, hsHHt, htHHt, hkHHt, ljHHt

Karkearakeiset lajittuneet = sKHt, hsKHt, htKHt, hkKHt, ljKHt, HHk, KHk, KHt, htHHk

Moreeni = HsMr, HtMr, HkMr, sHtMr, hsHtMr, hkHtMr, ljHtMr

Soistumat = Mm, sMm, hsMm, htMm, hkMm, ljMm

Eloperäiset = St, Ct, CSt, SCt, LCt, LSt, htCt, htLCt, hkCt, hkLCt, Lj, Jm, Mt, hsLj, htLj, htMt, htJm

### 8.2.3 Suomalaisen maalajien muuntaminen maannosluokkiin

Jotta suomalaisen maalajiluokituksen mukaan aikojen kuluessa kerättyä tietoa voitiin hyödyntää arvioitaessa maannosten levinneisyyttä eri osissa maata ja laadittaessa yhteenvetoja eri maannosten ominaisuuksista, oli suomalaiset maalajit muunnettava maannostietokannan maaluokiksi (Taulukko 19). Muunnos perustuu suomalaiseen maalajinimeen, multavuuteen, maan pH-lukuun sekä kationikoostumukseen. Taulukossa 19 esitetyt muunnokset koskevat nimenomaan yksittäisten, analysoitujen maanäytteiden ominaisuustietojen muuntamista maannoksiksi. Maannosten levinneisyyttä kuvaavan kartan tuotannossa näin yksi-

tyiskohtaiseen muunnokseen ei ole tarvittavaa pohjatietoa, vaan muunnostaulukko (Taulukko 3) on yleisluontoisempi. Taulukossa 19 esitetyt maalajin ja maannoksen (Soil body -luokat) vastaavuudet koskevatkin lähinnä **ominaisuustietokantoja**. Tätä taulukkoa voi käyttää myös silloin, kun halutaan antaa likimääräinen maannosnimi jollekin nimenomaiselle suomalaisen maalajiluokituksen mukaan nimetylle kohteelle.

Aineistoissa, joissa oli muuttuneen pohjamaan (muokkauskerroksen alapuolinen maakerros, jankko) tieto, ensimmäinen lajittelu tehtiin tämän tiedon perusteella ja jatkokäsittely pintamaatiedon perusteella. Käytännössä ryhmittelyn ensi vaiheessa tunnistettiin maaluokkien pääryhmät: kalliomaat ja kivikot (SB100-ryhmä), moreenit (SB200-ryhmä), karkeat lajittuneet maat (SB300), keskikarkeat lajittuneet maat (so. hienoista hiedoista hiesuihin; SB400), sekä savimaat (SB500). Varsinaiset turvemaat koodattiin omaan ryhmäänsä (SB600) ja multamaat (Mm) päätyivät omaan ryhmäänsä, joka jaettiin vallitsevan maalajin mukaan neljäksi luokaksi: 210 (moreenimaiden Mm), 310 (hiekk- ja karkeiden hietamaiden Mm), 410 (hienohieta- ja hiesumaiden Mm), 510 (savimaiden Mm).

Luokittelun tarkentaminen pääryhmien sisällä tapahtui eri tavoin eri ryhmissä. Moreenimaiden (SB200-ryhmä) jako alaryhmiin (201...203) tapahtui vallitsevan lajitteen mukaan. Samoin meneteltiin ryhmässä SB300 karkeimpien maiden osalta, jolloin sora- ja hiekkamaat saivat koodit 301 ja 302. Maatalousmaidien osalta karkeista hiedoista runsasmultaiset ja erittäin runsasmultaiset maat koodattiin luokkaan 305, happamimmat ja karuimmat (maatalousmaan pH-luku alle 6, matala emäskyllästys) luokkaan 304 ja runsashiekkaiset hiedat luokkaan 306. Loput karkeat hietamaat koodattiin luokkaan 303.

Ryhmän SB400 sisäinen jako tehtiin vallitsevan lajitteen karkeuden (HHt 401, 403 ja Hs 402, 404) ja maan pH-arvon perusteella (alhainen pH 403, 404). Ryhmään 404 siirrettiin myös happamimmat savimaat (pH alle 6; pääosa tähän ryhmään siirretyistä savimaista oli hiesu- tai hiuesavia). Ryhmän SB500 sisällä rannikkoalueiden jäykät savimaat koodattiin luokkaan 501 ja sisämaan jäykemmät savet luokkaan 503. Multavat ja runsasmultaiset savimaat koodattiin luokkaan 504 ja luokan 502 muodostivat kevyemmät savet, joissa maan pH oli lähellä neutraalia.

Eloperäisillä mailla, joilta tieto turpeen paksuudesta puuttui, kaliumin pitoisuuden oletettiin indikoivan maan pinnan läheistä mineraalimaahorisonttia; korkeamman kaliumpitoisuuden omaavat (oletettavasti siis ohuet) turvemaat koodattiin luokkaan 620 ja muut turvemaat luokkaan 610. Liejusaviksi, liejuiksi ja mudaksi luokitellut maat kerättiin luokkaan SB700, jotka näin ollen muodostivat happamien runsaasti orgaanista ainesta sisältävien maiden ryhmän. Tässä ryhmässä varsinaiset happamat sulfaattimaat (urpasavet, alunamaat) koodattiin luokkaan 703. Jos liejuisen saven pH oli kuitenkin korkeampi kuin 4, maat koodattiin luokkaan 702 tai 701 (jälkimmäisissä savespitoisuus alle 30 %). Järvimudat muodostivat luokan 710.

Taulukko 19. Suomalaisen maalajien koodaus maatyypiluokkiin (Soil body –luokkiin).

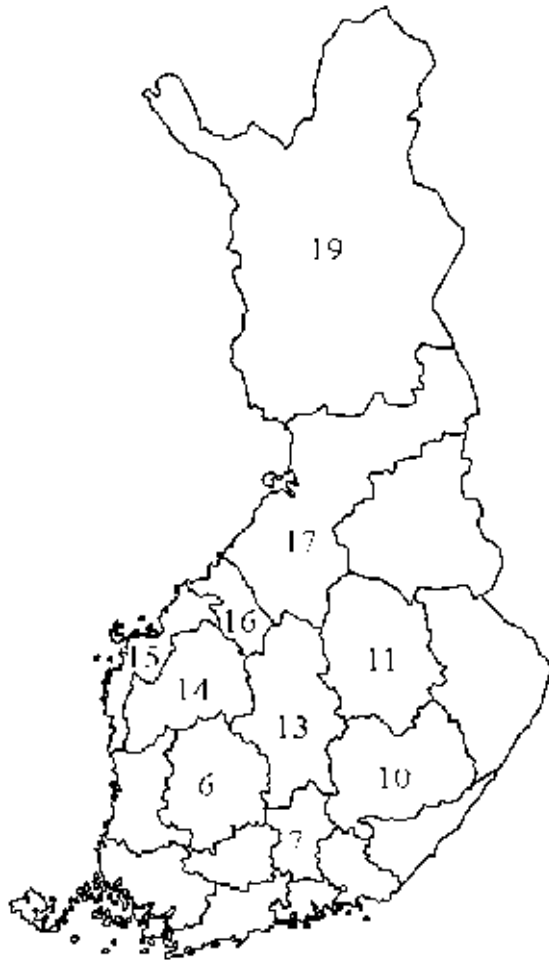
Suomalainen maalaji	Maatyyppi	Maannos
<b><i>Kalliomaat ja kivikot/Leptosol</i></b>	100	li-dy –LP
Aka	101	li –LP, lithic Leptosol
Ohut maa	102	ha –LP, haplic Leptosol
Kivikko	103	hk-LP, hyperskeletal Leptosol
<b><i>Moreenimaat/Arenosol–Podzol</i></b>	200	ha –PZ
SrMr	201	ha –AR, haplic Arenosol
HkMr	202	ha –PZ, haplic Podzol
HtMr	203	ha-PZ, haplic Podzol
Mm (soistuma)	210	hi –PZ, histic Podzol
<b><i>Lajittuneet karkearakeiset maat/Arenosol–Podzol</i></b>	300	ha –PZ
Sr	301	ha –AR, haplic Arenosol
Hk	302	ha –PZ, haplic Podzol
KHt	303	ha –PZ, haplic Podzol
KHt (karut)	304	et –PZ, entic Podzol
KHt (rm, erm)	305	gl –PZ, gleyic Podzol
Mm (soistuma, mineraaliaines Hk–Ht)	310	hi –PZ, histic Podzol
<b><i>Keskikarkeat lajittuneet maat/Regosol</i></b>	400	eu-dy –RG
HHt (rehevät)	401	eu –RG, eutric Regosol
Hs (rehevät)	402	eu –RG, eutric Regosol
HHt (karut)	403	dy –RG, dystic Regosol
Hs (ja HsS; karut)	404	dy –RG, dystic Regosol
Mm (soistuma, mineraaliaines Ht–Hs)	410	hi –GL, histic Gleysol
<b><i>Savimaat/Cambisol–Gleysol</i></b>	500	vr-eu –CM
S (rannikkoseudun aitosavet)	501	vr –CM, vertic Cambisol
HsS, HtS	502	eu –CM, eutric Cambisol
S (muut jäykät savet)	503	gl –CM, gleyic Cambisol
S, HsS (rm, erm)	504	eu –GL, eutric Gleysol
Mm (soistuma)	510	hi –GL, histic Gleysol
<b><i>Eloperäiset maat (turvemaat)/Histosol</i></b>	600	fi-tr –HS
St, Ct (ohuet turpeet)	610	tr–HS, terric Histosol (ei terric-vaihtoehtoa)
St, Ct (paksut turpeet)	620	sa-dy –HS, sapric-dystic Histosol
<b><i>Happamat liejut ja mudat/ dystic–thionic–histic Gleysol</i></b>	700	hu-dy –GL
Lj	701	dy –GL, dystic Gleysol
LjS	702	dy –GL, dystic Gleysol
Happamat sulfaattimaat	703	ti –GL, thionic Gleysol
Mt	710	hi –GL, histic Gleysol

## 8.2.4 Maatalousmaan maannosten kymmenessä maakunnassa

Viljavuustutkimuksen maalajimäärittysten perusteella johdettu maannosten jakauma 10 maakunnassa esitetään taulukossa 20.

Taulukko 20. Maatalousmaan Soil body –ryhmien suhteellinen jakauma (% sarakkeen näytteistä) kymmenessä maakunnassa Viljavuuspalvelu Oy:n ja Hortilab Ab Oy:n aineiston perusteella (maakuntanumerot: ks. Kuva 8).

Soil body/ Maalaji	PPO (17)	PKM (6)	PäH (7)	ES (10)	PS (11)	KS (13)	ÖB (15)	KPO (16)	L (19)	EPO (14)
Suhteellinen osuus. %										
<b>Kalliomaat–Kivikot/ Leptosol: ei havaintoja</b>										
Moreenimaat/ Arenosol-Podzol										
201/ SrMr					6.1					
202/ HkMr	6.2	4.4	7.8	26.8	11.9	14.9	6.1	6.5	23.7	10.0
203/ HtMr	5.8	2.7	6.0	42.3	16.3	12.3	4.0	3.8	7.4	6.3
210/ Mm(Mr)		0.1		0.1	0.2	0.1	0.1	0.5	1.0	0.2
<b>Lajittuneet karkearakeiset maat/ Arenosol–Podzol</b>										
301/ Sr	ei havaintoja									
302/ Hk								0.1		
303/ KHt	3.7	4.3	17.6	7.6	6.8	5.2	7.8	13.2	23.5	13.7
304/ KHt (hapan)	6.1	1.5	1.1	1.6	4.5	3.7	0.7	10.5	2.7	1.9
305/ KHt (rm. erm)	2.0		0.1		0.4	0.2	0.1	3.2	0.1	0.1
306/ KHt. HHk	1.8	0.2	0.4	0.6	1.8	0.4	0.8	6.0	2.0	0.7
310/ Mm(Hk.KHt)	11.9	5.4	4.8	6.5	10.5	6.4	12.6	16.5	3.4	17.4
<b>Lajittuneet keskikarkeat maat/ Regosol</b>										
401/ HHt	12.7	14.6	11.7	3.0	6.8	11.3	13.2	7.8	4.4	15.1
402/ Hs	6.0	28.2	12.4	1.2	5.9	16.7	2.2	0.5	0.3	3.4
403/ HHt (karu)	16.8	10.9	11.3	2.0	6.9	8.7	8.2	9.4	6.6	15.2
404/ Hs (karu)	8.1	20.7	19.4	0.6	8.8	13.5	4.0	0.4	0.9	3.5
410/ Mm(Hs.HHt)	6.0	1.0	0.6	0.6	1.9	2.1	2.1	3.9		0.4
<b>Hienorakeiset maat/ Cambisol–Gleysol</b>										
501/ S (rann. AS)	ei havaintoja									
502/ HsS. HtS	1.6	2.7	3.1	0.1	2.1	0.8	8.3			0.6
503/ S		0.2	0.5		1.0		0.2			
504/ S. Hs					1.2		0.1			
510/ Mm(S)	0.5	0.6	1.0	1.6	1.1	0.3	17.0	0.5	0.2	2.5
<b>Eloperäiset maat/ Histosol</b>										
610/ St. Ct	4.0	0.8	0.7	3.2	3.4	1.8	3.2	11.3	22.0	3.3
620/ St. Ct	2.4		0.1	0.2	0.6	0.4	0.5	1.3	0.7	0.3
<b>Happamat lieju- ja mutamaat/ dystric–thionic–histic Gleysol</b>										
701/ Lj	2.4	0.8	1.2	1.6	1.3	0.8	4.6	2.9	0.9	5.0
702/ LjS	0.1	0.5	0.5		0.4	0.1	4.2			0.2
703/ S (sulfaattim.)	0.1									
710/ Mt	1.9	0.1		0.2	0.1	0.3		1.8		0.1
Yht.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
N =	3250	10123	8721	10025	12640	32766	4893	5963	889	32766



Kuva 9. Maakunnat, joiden alueelta olevilta viljelymailta maannosten esiintyminen arvioitiin Viljavuuspalvelu Oy:n ja Oy Hortilab Ab:n aineiston perusteella.

## 9 Maannosten ominaisuustietoja

### 9.1 Aineistot, sisällöt ja muunnokset

#### 9.1.1 Aineistojen kuvaus

Tässä raportissa suomalaisen luokittelun mukaisten maalajien ja WRB-luokituksen mukaisten maannosten/ maatyyppejen ominaisuuksia tarkastellaan kolmen eri aineiston valossa. Metsämaiden ominaisuustietoja sisältävä aineisto on Metlan valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) yhteydessä kerätty noin 500 koealalta. Tulosaineisto käsittää vaihtuvien kationien eli  $BaCl_2$ :iin uuttuvien Ca:n, K:n, Mg:n ja Na:n pitoisuudet, maan pH:n, orgaanisen aineksen (hiilen) pitoisuuden, sekä titraamalla määritetyn vaihtuvan happamuuden. Taulukoissa 21-24 esitettävä kationinvaihtokapasiteetti on laskettu summaamalla uuttuvien kationien pitoisuus ja vaihtuva happamuus.

Aineisto, jota kutsutaan maatiorekisteriksi, sisältää agrogeologisen maaperäkartoituksen yhteydessä kerättyä tietoa; agrogeologisia maaperäkartoja toimitettiin 1920-luvulta vuoteen 1979 saakka. Tässä työssä käsiteltiin maatiorekisterin tietoja, jotka oli kerätty Keski- ja Itäisen Uudenmaan, Kymenlaakson, Kanta-Hämeen, Pirkanmaan ja Pohjois-Pohjanmaan maakuntien alueilta. Maatiorekisterissä on tietoja pintamaan (0–20 cm) ja

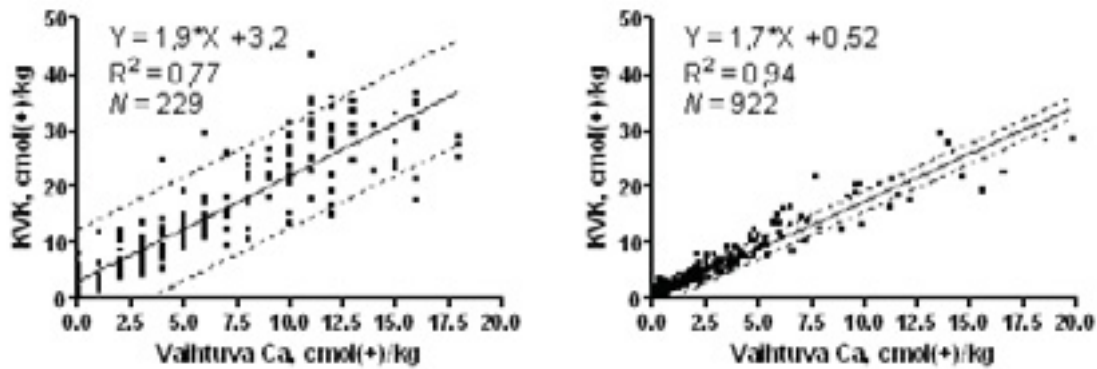
muuttuneiden pohjamaahorisonttien (15–80 cm) ominaisuuksista. Koska alkuperäinen näytteenotto on tehty kairaamalla, ei maannosten geneettisistä horisonteista ole tietoa. Tässä työssä maatietorekisterin tiedoista laskettiin maannoskohtaisia yhteenvedoja seuraaville maan pysyville tai hitaasti muuttuville ominaisuuksille: maan lajitekoostumus (partikkeli-kokojakauma), vesilietoksen pH-luku, sekä kationinvaihtokapasiteetti (arvioitu vaihtuvan Ca:n pitoisuuden avulla, ks. luku 9.1.2).

Kolmas aineisto koostuu viljavuustutkimusten tuloksia, joita saatiin Viljavuuspalvelu Oy:ltä ja Oy Hortilab Ab:ltä. Tulokset ryhmiteltiin kuntanumeron mukaan ja yhdistettiin sitten seutukunnat tai maakunnat käsittäviksi aineistoiksi, minkä jälkeen kullekin näytteelle annettiin maatyypin mukainen koodi (suomalaisen maalajikoodiin perustuvan muunnoksen avulla, Taulukko 19). Tämä aineisto sisälsi noin 60 000 peltomaasta otetun näytteen tiedot ja käsitti seuraavien maakuntien alueen: Pirkanmaa ja Päijät-Häme, Etelä-Savo, Pohjois-Savo ja Keski-Suomi, Etelä-Pohjanmaa, Pohjanmaa, Keski-Pohjanmaa ja Pohjois-Pohjanmaa, sekä Lappi. Viljavuustutkimukseen näytteet otetaan vain pellon pintamaakerroksesta. Koska jako eri maannosluokkiin perustuu tässä aineistossa ainoastaan pintamaanäytteiden tietoihin, voi maannosten jakauma viljelymaissa olla todellisuudessa jonkin verran tämän aineiston perusteella arvioidusta poikkeava. Maatalousmaan pintamaan kemiallisten ominaisuuksien ei myöskään voi katsoa edustavan maannokselle tyypillistä tilannetta, sillä ravinnepitoisuuksia ja happamuutta pyritään maatalousmaassa aktiivisesti säätelemään. Viljavuustutkimuksessa tehtävät määritykset käsittävät tyypillisimmillään arvion helppoliukoisista kasvinravinteiden (Ca, K, Mg, P) pitoisuuksista, sekä maan vesilietoksen pH-luvun. Yhteenvedotaulukoiden sisältö koostuu edellä mainittujen määritysten tuloksista sekä Ca-pitoisuuden perusteella arvioidusta kationinvaihtokapasiteetista (luku 9.1.2). Merkittävä maatietorekisterin puute on se, että siinä ei ole turvemaita koskevia ominaisuustietoja.

### 9.1.2 Maan kationinvaihtokapasiteetin arvioiminen

Maan kationinvaihtokapasiteetti (KVK) on eräs pysyvistä maan ominaisuuksista. Määrityksenä KVK on melko kallis, eikä sitä yleensä tehdä, ellei tiedolle ole todellista tarvetta. Näin ollen tietovaranto eri maannosten ja myöskin eri alueilla sijaitsevien samanlaisten maiden välisestä KVK:n vaihtelusta on suppea. Tämän työn aineistoista KVK määritettiin metsämaista (Metla VMI-aineisto), ja vertailuaineistona käytettiin aiemmin tutkittuja viljelymaiden maaprofiilitietoja (Yli-Halla ym. 2000). Maatietorekisteri tai viljavuusanalyysin tulokset eivät sisällä määritystuloksia maanäytteiden KVK:n arvoista.

Koska Ca on yleisesti määrällisesti tärkein vaihtuva kationi maassa, oletettiin maan vaihtuvan Ca:n pitoisuuden ja KVK:n kesken olevan vähintäänkin kohtalainen korrelaatio. Kun yhteyttä tarkasteltiin maannosten tutkimiseksi kerätyn aineiston näytteiden avulla, näytti näin myös olevan (Kuva 10). Poikkeuksen kuvassa esitetystä trendistä muodostivat happamilta sulfaattimailta otetut näytteet, joissa vaihtuva happamuus (titrattaessa emästä neutraloivat  $H^+$  ja Al) veivät suuren osan maan KVK:sta (hyvin happamat maat on poistettu kuvassa 10 esitetystä pistejoukosta) ja joiden KVK tulisi aliarvioitua kuvassa 10. esitetyillä yhtälöillä laskettaessa. Oletus vaihtuvan Ca:n pitoisuuden ja KVK:n välisen yhteyden olemassaolosta tarkistettiin myöskin metsämaanäytteiden tulosten avulla. Tarkistukseen käytetyksi aineistoksi valittiin VMI-tiedostosta näytteitä, jotka vastasivat pH-luvultaan ja vaihtuvan Ca:n pitoisuudeltaan maatalousmaan kuvassa 10 esitettyä aineistoa. Metsämaanäytteiden osalta vaihtuvan Ca:n ja KVK:n välinen yhteys oli erittäin selkeä.



Kuva 10. Vaihtuvan Ca:n pitoisuuden ja kationinvaihtokapasiteetin välinen yhteys. Vasemmanpuoleinen kuva sisältää maatalousmaiden tulokset ja oikeanpuoleinen metsämaiden tulokset.

Vaihtuvan Ca:n pitoisuuden ja kationinvaihtokapasiteetin välinen yhteys maatalousmaalta (vasemmanpuoleinen kuva) ja metsämaasta (oikeanpuoleinen kuva) eri syvyyksiltä otetuissa näytteissä, joissa maan pH-luku on yli 5. Vaihtuvan Ca:n pitoisuus 10 cmol(+)/kg vastaa maan Ca-pitoisuuden osalta (maalajista riippuen) maataloudellista viljavuusluokkaa välttävä tai tyydyttävä ja pitoisuus 20 cmol(+)/kg viljavuusluokkaa hyvä tai korkea. Kuvien aiheistosta on poistettu hyvin happamien (mm. sulfaattimailta otettujen) näytteiden lisäksi kolme maatalousmaan näytettä ja 16 metsämaanäytettä, joissa Ca-pitoisuus oli viljavuusluokkaa ”arveluttavan korkea”.

Lopullinen muunnosyhtälö, jonka avulla KVK voidaan laskennallisesti johtaa vaihtuvan Ca:n pitoisuudesta ja jonka oletamme pätevän suurimmalle osalle maatalousmaistamme, on seuraava:

$$KVK [cmol(+)/kg] = 1,9 * vaihtuva Ca [cmol(+)/kg] + 3,2$$

Jos Ca on määritetty nk. viljavuusnäytteille käytetyin menetelmin (uuttoliuksena hapan ammoniumasetaatti, HAc) saadaan vaihtuvan Ca:n pitoisuus laskettua seuraavasti:

$$Vaihtuva Ca [cmol(+)/kg] = (1,33 * Ca_{HAc} [mg/l maata] / 200) / maan tilavuuspaino [kg/l]$$

Yhtälöön tarvitaan kaksi vakiotermiä, joista ensimmäisen (1,33) avulla muunnetaan yhdellä uuttokerralla saatavan Ca:n määrä vaihtuvan Ca:n kokonaismääräksi (Niskanen ja Jaakkola 1986). Toisen vakiotermin (200, oik.  $10 * 40,08 / 2$ ) avulla toteutetaan yksikkömuunnos Ca-pitoisuudelle yksiköstä mg/l varaustiheyden ekvivalenttipitoisuudeksi cmol(+)/l. Lopuksi tilavuutta kohden määritetty pitoisuus muunnetaan pitoisuudeksi massaa kohden maan tilavuuspainon avulla.

Metsämaille, määritettäessä maan vaihtuvan Ca:n pitoisuus uuttaen puskuroimattomalla BaCl<sub>2</sub>-liuoksella, vastaava muunnosyhtälö olisi:

$$KVK [cmol(+)/kg] = 1,7 * Ca_{BaCl_2} [cmol(+)/kg] + 0,52$$

## 9.2 Maannosten ja maahorisonttien fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet

Maan lajitekoostumus on pysyvä ominaisuus, kun taas maan sisältämien ravinteiden pitoisuudet voivat muuttua lannoituksen seurauksena ja maan pintakerroksen orgaanisen aineksen pitoisuus laskea hetkessä maata ensi kertaa muokattaessa. Muutokset ovat luonnollisesti suurimpia maan pintakerroksessa, mihin muutostoimet suoraan kohdistuvat. Tämän raportin yhteenvedoista Metlan VMI-aineiston tiedot edustavat maannosten luontaisia ominaisuuksia. Metlan VMI-aineiston tunnuslukuja on tässä julkaistu numeroina maan sellaisten pysyvien ominaisuuksien osalta, joita voitiin verrata MTT:n Maatietorekisterin tietoihin: hiilen pitoisuus maassa, maan pH, kationinvaihtokapasiteetti, sekä savespitoisuus. Nämä ominaisuudet on taulukoitu eri maakerroksille erikseen seuraavaan kerrosjakoon pohjautuen: orgaaninen kerros ja kivennäismaakerrokset 0 - 5, 5 - 20, 20 - 40 ja 60 - 70 cm. Ylin kivennäismaakerros vastaa huuhtoutumis- tai Ah-horisonttia (multa), toiseksi ylin kerros rikastumishorisonttia B, 3. kerros alemmaa rikastumishorisonttia BC ja alin näytekerros muuttumatonta pohjamaata eli C-horisonttia.

Koska viljellyn maan osalta pintakerroksen kemialliset ominaisuudet saattavat heijastella vähintään yhtä paljon viljelijän tavoittelemaa viljelykasveille tyydyttävää fysikaalista ja kemiallista ympäristöä (tai tilan tuotantosuuntaa) kuin maan syntyperäisiä ominaisuuksia, emme ole nähneet tarpeelliseksi erotella viljelymaita koskevia tiedostoja maaperän suuralueiden mukaan. Sen sijaan olemme laatineet MTT:n Maatietorekisterin tiedoista samansisältöisiä taulukoita kuin Metlan VMI-tiedoista, kooten kaiken käytetyn tiedon yhteen. Liitetaulukoissa (Liite 1. ja 2.) on sitten esitetty maakuntakohtaisia yhteenvetoja Maatietorekisterin tietoista niiltä osin kuin Maatietorekisterin tietoja on tämän työn yhteydessä käsitelty (kuuden maakunnan alueelta).

### 9.2.1 Metsämaan eri maannosten maakerrosten ominaisuuksia

Metsämaan orgaanisen kerroksen ominaisuudet ovat melko samantapaiset kaikilla maala-jeilla (Taulukko 21). Metlan VMI-aineiston karikkekerroksen keskimääräinen hiilipitoisuus vaihteli 40 %:n molemmin puolin, maan pH pääosin arvojen 4-5 välillä ja efektiivinen kationinvaihtokapasiteetti välillä 25 - 40 cmol(+)/kg. Valtaosa tästä aineistosta on peräisin karkeilta kivennäismailta, ts. Podzol- ja Arenosol-maannoksista. Sekä pH että KVK kasvavat keskimäärin suhteessa maan hienojen lajitteiden osuuteen. Poikkeuksen tällaisesta säännönmukaisuudesta muodostavat erittäin happamat savimaat (urpasavet), joissa pohjamaan pH on yleensä luokkaa 3 - 4. Savespitoisuuden ohella KVK:ta selittää maan hiilipitoisuus orgaanisen aineksen suuren kationinpidätyskyvyn vuoksi. Metsämaissa tämä tulee selkeästi ilmi verrattaessa orgaanisen kerroksen ja kivennäismaan KVK-arvoja (Taulukko 21 ja Taulukot 22 - 24).

Metsämaan maannosten ominaisuudet olivat hyvin samantapaisia kaikilla maaperän suuralueilla. Maaperän suuraluekohtaiset yhteenvedot on koottu kuviksi tämän raportin liitteen 3.

Taulukko 21. Metsämaan orgaanisen kerroksen hiilipitoisuuden (C, %), pH:n ja kationinvaihtokapasiteetin (KVK, cmol(+)/kg) keskiarvoja erityyppisillä mailla; SEM on keskivirhe ja *N* on näytteiden lukumäärä.

	C %	SEM	pH	SEM	KVK	SEM	N
<b>Kalliomaat ja kivikot/ Leptosol</b>							
101/ Aka	ei havaintoja						
102/ Ohut maa	45	1,40	3,8	0,07	31	1,80	15
103/ Kivikko	ei havaintoja						
<b>Moreenimaat/ Podzols-Arenosols</b>							
201/ SrMr	44	1,10	4,0	0,05	29	0,95	32
202/ HkMr	42	0,44	4,1	0,03	31	0,43	216
203/ HtMr	40	1,30	4,2	0,07	34	0,92	34
210/ Mm (Mr)	ei havaintoja						
<b>Karkeat lajittuneet maat/ Podzols-Arenosols</b>							
301/ Sr	ei havaintoja						
302/ Hk	41	0,75	3,9	0,03	26	0,87	86
303/ vm KHt, rehevä	40	1,30	4,0	0,06	28	0,84	51
304, 305	ei havaintoja						
306/ KHt, HHk, muut	41		4,4		34		1
310/ Mm (KHt)	ei havaintoja						
<b>Keskikarkeat lajittuneet maat/ Regosols</b>							
401/ HHt, rehevä	40	2,80	4,5	0,16	35	1,20	5
402/ Hs, rehevä	36	2,30	4,6	0,10	39	4,40	9
403/ HHt, karu	38	1,80	4,2	0,08	30	1,60	21
404/ Hs, karu	38	2,10	4,9	0,16	40	3,50	7
410/ Mm (Hs-HHt)	ei havaintoja						
<b>Hienorakeiset lajittuneet maat/ Cambisols-Gleysols</b>							
501...503	ei havaintoja						
504/ HsS-HtS, muut	34		5,2		43		1
510/ Mm (S)	ei havaintoja						
<b>Turvemaat/ Histosol: ei havaintoja</b>							
<b>Liejut, mudat, happamat liejusavet/ Gleysols: ei havaintoja</b>							

Taulukko 22. Metsämaan kivennäismaakerroksen 0-5 cm hiilipitoisuuden (C, %), pH:n ja kationinvaihtokapasiteetin (KVK, cmol(+)/kg) keskiarvoja erityyppisillä mailla; SEM on keskiarvon keskivirhe ja *N* on näytteiden lukumäärä.

	C %	SEM	pH	SEM	KVK	SEM	N
<b>Kalliomaat ja kivikot/ Leptosol</b>							
101/ Aka	<i>ei havaintoja</i>						
102/ Ohut maa	5,3	1,10	4,1	0,07	6,4	0,99	15
103/ Kivikko	<i>ei havaintoja</i>						
<b>Moreenimaat/ Podzols-Arenosols</b>							
201/ SrMr	2,2	0,22	4,1	0,05	3,4	0,24	33
202/ HkMr	3,0	0,14	4,3	0,02	4,4	0,17	220
203/ HtMr	4,7	0,39	4,3	0,06	6,9	0,52	34
210/ Mm (Mr)	<i>ei havaintoja</i>						
<b>Karkeat lajittuneet maat/ Podzols-Arenosols</b>							
301/ Sr	<i>ei havaintoja</i>						
302/ Hk	1,7	0,12	4,3	0,03	2,5	0,14	86
303/ vm Kht, rehevä	3,2	0,36	4,4	0,05	4,4	0,48	54
304, 305	<i>ei havaintoja</i>						
306/ Kht, HHk, muut	2,7		4,8		3,8		1
310/ Mm (Kht)	<i>ei havaintoja</i>						
<b>Keskikarkeat lajittuneet maat/ Regosols</b>							
401/ HHt, rehevä	4,2	0,30	4,4	0,21	8	1,40	5
402/ Hs, rehevä	6,6	0,77	4,7	0,14	10	0,96	10
403/ HHt, karu	4,4	0,39	4,5	0,08	5,4	0,56	22
404/ Hs, karu	7,9	1,60	4,5	0,13	13	3,10	7
410/ Mm (Hs-HHt)	<i>ei havaintoja</i>						
<b>Hienorakeiset lajittuneet maat/ Cambisols-Gleysols</b>							
501...503	<i>ei havaintoja</i>						
504/ HsS-HtS, muut	15		4,8		12		1
510/ Mm (S)	<i>ei havaintoja</i>						
<b>Turvemaat/ Histosol: ei havaintoja</b>							
<b>Liejut, mudat, happamat liejusavet/ Gleysol: ei havaintoja</b>							

Taulukko 23. Metsämaan kivennäismaakerroksen 5-20 cm (erilaisia B-horisontteja) savespitoisuuden (%), hiilipitoisuuden (C, %), pH:n ja kationinvaihtokapasiteetin (KVK, cmol(+)/kg) keskiarvoja erityyppisillä mailla; SEM on keskiarvon keskivirhe ja *N* on näytteiden lukumäärä (savespitoisuus on mitattu vain yhdestä maakerroksesta ja sen tunnusluvut perustuvat kappalemäärältään *N*/2 havaintoon).

	Saves %	SEM	C %	SEM	pH	SEM	KV K	SEM	N
<b>Kalliomaat ja kivikot/ Leptosol</b>									
101/ Aka	<i>ei havaintoja</i>								
102/ Ohut maa	4,4	1,80	2,3	0,32	4,6	0,11	3,6	0,41	11
103/ Kivikko	<i>ei havaintoja</i>								
<b>Moreenimaat/ Arenosol-Podzol</b>									
201/ SrMr	1,5	0,14	1,1	0,09	4,9	0,05	1,6	0,13	66
202/ HkMr	2,4	0,14	1,4	0,05	5,0	0,02	1,7	0,08	434
203/ HtMr	14	2,20	1,5	0,10	5,0	0,04	3,2	0,29	66
210/ Mm (Mr)	<i>ei havaintoja</i>								
<b>Karkeat lajittuneet maat/ Podzol-Arenosol</b>									
301/ Sr	<i>ei havaintoja</i>								
302/ Hk	1,4	0,12	0,8	0,04	5,1	0,03	0,97	0,06	172
303/ vm KHt, rehevä	2,9	0,41	1,4	0,10	5,1	0,03	1,9	0,24	108
304, 305	<i>ei havaintoja</i>								
306/ KHt, HHk, muut	1,8		0,9		5,5		0,39		2
310/ Mm (KHt)	<i>ei havaintoja</i>								
<b>Keskikarkeat lajittuneet maat/ Regosol</b>									
401/ HHt, rehevä	18	5,70	0,9	0,19	5,4	0,20	6,4	1,70	10
402/ Hs, rehevä	31	2,60	1,5	0,21	5,4	0,10	6,9	0,78	20
403/ HHt, karu	8	1,50	1,3	0,10	5,1	0,05	2,3	0,27	44
404/ Hs, karu	39	4,80	1,9	0,56	5,1	0,12	8,6	1,50	14
410/ Mm (Hs-HHt)	<i>ei havaintoja</i>								
<b>Hienorakeiset lajittuneet maat/ Cambisol-Gleysol</b>									
501...503	<i>ei havaintoja</i>								
504/ HsS-HtS, muut	54		1,6		5,7		13		2
510/ Mm (S)	<i>ei havaintoja</i>								
<b>Turvemaat/ Histosol: ei havaintoja</b>									
<b>Liejut, mudat, happamat liejusavet/ Gleysol: ei havaintoja</b>									

Taulukko 24. Metsämaan kivennäismaakerroksen 20-40 cm (B/C-horisontti) hiilipitoisuuden (C), pH:n ja kationinvaihtokapasiteetin (KVK) keskiarvoja erityyppisillä mailla; SEM on keskiarvon keskivirhe ja N on näytteiden lukumäärä.

	C %	SEM	pH	SEM	KVK	SEM	N
<b>Kalliomaat ja kivikot/ Leptosols: ei havaintoja</b>							
<b>Moreenimaat/ Podzols-Arenosols</b>							
201/ SrMr	0,3	0,04	5,3	0,08	0,9	0,27	19
202/ HkMr	0,3	0,02	5,5	0,03	0,7	0,09	154
203/ HtMr	0,4	0,06	5,5	0,07	3,2	0,94	26
210/ Mm (Mr)	ei havaintoja						
<b>Karkeat lajittuneet maat/ Podzols-Arenosols</b>							
301/ Sr	ei havaintoja						
302/ Hk	0,2	0,02	5,5	0,04	0,4	0,06	66
303/ vm Kht, rehevä	0,3	0,05	5,6	0,06	0,7	0,17	39
304, 305	ei havaintoja						
306/ Kht, HHk, muut	0,1		5,7		0,1		1
310/ Mm (Kht)	ei havaintoja						
<b>Keskikarkeat lajittuneet maat/ Regosols</b>							
401/ HHt, rehevä	0,3	0,10	6,6	0,23	12,0	2,80	5
402/ Hs, rehevä	0,5	0,09	6,6	0,11	15,0	2,70	9
403/ HHt, karu	0,3	0,04	5,5	0,09	1,4	0,53	14
404/ Hs, karu	0,5	0,22	5,6	0,19	5,2	1,50	4
410/ Mm (Hs-HHt)	ei havaintoja						
<b>Hienorakeiset lajittuneet maat/ Cambisols-Gleysols</b>							
501...503	ei havaintoja						
504/ HsS-HtS, muut	0,9		7,3		30,0		1
510/ Mm (S)	ei havaintoja						
<b>Turvemaat/ Histosols: ei havaintoja</b>							
<b>Liejut, mudat, happamat liejusavet/ Gleysols: ei havaintoja</b>							

## 9.2.2 Maatalousmaan pH ja kationinvaihtokapasiteetti

Maatietorekisterissä olevat maanäytteiden pH-arvot ovat yleisesti ottaen varsin matalia, sillä ne edustavat suureksi osaksi 1950-1970-luvulla vallinnutta pH-tasoa. Nämä arvot voivatkin olla lähellä kyseisten maannosten luonnontilaisia arvoja. Vähäisestä kalkituksesta kertoo se, että pintamaan pH (Taulukko 25) on useimmilla mailla alempi kuin pohjamaassa (Taulukko 26). Ainoastaan liejusavilla ja sulfaattimailla, joita on perinteisesti kalkittu melko runsaasti, muokkauskerroksen pH on maatietorekisterin näytteissä keskimäärin korkeampi kuin pohjamaassa. Vastaava ero havaitaan myös karuilla hienoilla hiedoilla.

Taulukko 25. Eri maalajien/Soil body –tyyppien pintamaakerroksen pH-luvun ja kationinvaihtokapasiteetin keskiarvot ja keskiarvon keskivirheet (SEM); N = näytteiden lukumäärä. Lähde MTT:n maatietorekisteri.

	pH	SEM	KVK, cmol(+)/kg	SEM	N
101...103/ <b>Kalliomaat</b>	<i>ei havaintoja</i>				
201/ SrMr	<b>4,60</b>	0,13	<b>7,65</b>	0,99	8
202/ HkMr	<b>4,48</b>	0,05	<b>4,62</b>	0,09	43
203/ HtMr	<b>4,51</b>	0,09	<b>6,46</b>	1,20	25
210/ Mm (Mr)	<b>5,35</b>	0,15	<b>25,5</b>	1,70	2
301/ Sr	<b>4,83</b>	0,10	<b>4,71</b>	0,16	4
302/ Hk	<b>4,68</b>	1,00	<b>5,58</b>	1,10	5
303/ KHt (vm)	<b>5,55</b>	0,20	<b>12,6</b>	2,40	8
304/ KHt (karu, hapan)	<b>4,68</b>	0,11	<b>5,61</b>	0,75	16
305/ KHt (m, rm)	<b>5,65</b>	1,00	<b>16,1</b>	1,40	33
306/ KHt (Hk-pitoiset)	<b>5,20</b>	0,16	<b>13,0</b>	2,10	20
310/ Mm (Hk-Ht)	<b>4,50</b>	0,20	<b>11,4</b>	6,60	2
401/ HHt (rehevä)	<b>5,70</b>	0,11	<b>21,3</b>	1,80	25
402/ Hs (rehevä)	<b>5,69</b>	0,04	<b>20,8</b>	0,63	80
403/ HHt (karu)	<b>5,49</b>	0,10	<b>13,0</b>	1,00	16
404/ Hs (karu)	<b>5,38</b>	0,04	<b>13,9</b>	0,62	53
410/ Mm (Ht-Hs)	<b>5,38</b>	0,09	<b>22,2</b>	2,10	11
501/ AS (rannikkoseutu)	<b>5,63</b>	0,05	<b>27,8</b>	1,70	34
502/ HsS, HtS (rehevä)	<b>5,62</b>	0,03	<b>24,2</b>	0,65	105
503/ AS (m, rm)	<b>5,63</b>	0,02	<b>22,9</b>	0,48	266
504/ S (muut)	<i>ei havaintoja</i>				
510 Mm (S)	<b>5,36</b>	0,11	<b>22,9</b>	2,79	14
610, 620/ <b>Turvemaat</b>	<i>ei havaintoja</i>				
701/ Lj (hapan)	<i>ei havaintoja</i>				
702/ LjS (hapan)	<b>5,06</b>	0,21	<b>15,4</b>	2,61	4
703/ <b>sulfaattimaa</b>	<b>5,15</b>	0,45	<b>7,91</b>	1,01	2
710/ Mt, Lj (muut)	<i>ei havaintoja</i>				

Taulukko 26. Eri maalajien/ Soil body –tyyppien muuttuneiden pohjamaahorisonttien pH-luvun ja kationinvaihtokapasiteetin keskiarvot ja keskiarvon keskivirheet (SEM); N = näytteiden lukumäärä. Lähde MTT:n maatietorekisteri.

	<b>pH</b>	<b>SEM</b>	<b>KVK, cmol(+)/kg</b>	<b>SEM</b>	<b>N</b>
101...103/ <b>Kalliomaat</b>	<i>ei havaintoja</i>				
201/ SrMr	<b>4,95</b>	0,06	<b>4,68</b>	0,17	23
202/ HkMr	<b>5,08</b>	0,03	<b>4,77</b>	0,23	134
203/ HtMr	<b>4,98</b>	0,04	<b>5,08</b>	0,23	120
210/ Mm (Mr)	<b>6,03</b>	0,27	<b>19</b>	1,52	3
301/ Sr	<b>5,03</b>	0,07	<b>4,14</b>	0,09	12
302/ Hk	<b>5,36</b>	0,11	<b>4,64</b>	0,31	8
303/ KHt (vm)	<b>5,6</b>	0,07	<b>9,08</b>	0,78	49
304/ KHt (karu, hapan)	<b>5,12</b>	0,06	<b>4,81</b>	0,22	65
305/ KHt (m, rm)	<b>5,69</b>	0,07	<b>10,2</b>	0,97	52
306/ KHt (Hk-pitoiset)	<b>5,43</b>	0,05	<b>7,48</b>	0,61	83
310/ Mm (Hk-Ht)	<b>5,00</b>	0,50	<b>7,02</b>	2,15	2
401/ HHt (rehevä)	<b>6,01</b>	0,06	<b>20,9</b>	1,57	45
402/ Hs (rehevä)	<b>5,96</b>	0,03	<b>19,9</b>	0,34	211
403/ HHt (karu)	<b>5,4</b>	0,07	<b>10,3</b>	0,70	76
404/ Hs (karu)	<b>5,51</b>	0,04	<b>13,6</b>	0,43	169
410/ Mm (Ht-Hs)	<b>5,38</b>	0,09	<b>14,8</b>	1,48	29
501/ AS (rannikkoseutu)	<b>6,13</b>	0,05	<b>31,6</b>	0,83	95
502/ HsS, HtS (rehevä)	<b>5,87</b>	0,02	<b>25,7</b>	0,42	367
503/ AS (m, rm)	<b>6,06</b>	0,02	<b>26,3</b>	0,39	430
504/ S (muut)	<i>ei havaintoja</i>				
510 Mm (S)	<b>5,38</b>	0,09	<b>22,3</b>	1,87	44
610, 620/ <b>Turvemaat</b>	<i>ei havaintoja</i>				
701/ Lj (hapan)	<i>ei havaintoja</i>				
702/ LjS (hapan)	<b>4,81</b>	0,12	<b>11,2</b>	2,96	6
703/ <b>sulfaattimaa</b>	<b>4,59</b>	0,36	<b>11,5</b>	2,40	6
710/ Mt, Lj (muut)	<i>ei havaintoja</i>				

## Kirjallisuus

- Aaltonen, V.T.ym.1949. Maaperäsanaston ja maalajien luokituksen tarkistus. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 21: 37-66.
- Dudal, R., Tavernier, R. & Osmond, D. 1966. Soil Map of Europe 1:2,500,000 – Explanatory text, FAO, Rome.
- EU 2002. Kohti maaperänsuojelun teemakohtaista strategiaa. Komission tiedonanto neuvostolle, Euroopan parlamentille, talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle. Euroopan Yhteisöjen Komissio. Bryssel 16.4.2002. KOM(2002)179 lopullinen. 37 s. Verkkojulkaisu: [http://europa.eu.int/eurllex/fin/com/pdf/2002/com2002\\_0179fi01.pdf](http://europa.eu.int/eurllex/fin/com/pdf/2002/com2002_0179fi01.pdf).
- European Soil Bureau 1998. Georeferenced Soil Database for Europe. Manual of Procedures Version 1.1. European Soil Bureau, Scientific Committee. 184 pp. EUR 18092 EN. Verkkojulkaisu: [http://eusoils.jrc.it/ESBD\\_Archive/eusoils\\_docs/doc\\_ESBN.html](http://eusoils.jrc.it/ESBD_Archive/eusoils_docs/doc_ESBN.html)
- European Soil Bureau, Scientific Committee. 173 pp. EUR 18092 EN.
- FAO 1965. Soil Map of Europe – 1:2,500,000. Belgium.
- FAO 1974. FAO-Unesco Soil Map of the World, 1:5000 000. Unesco, Paris.
- FAO1988. FAO/Unesco Soil Map of the World. Revised Legend, with corrections. World Soil Resources Report 60. FAO, Rome.
- FAO 1995. Global and national soil and terrain digital database (SOTER). Procedures manual, Netherlands
- FAO 1998. World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Report 84. FAO, Rome.
- FAO 2001. Lecture notes on the major soils of the World. Driessen, P., Deckers, J., Spaargaren, O. & Nachtergaele, F. (Eds.) World Soil Resources Report 94. FAO, Rome.
- Greve, M.H., Yli-Halla, M., Nyborg, A. & Öborn, I. 2000. Appraisal of World Reference Base for Soil Resources – from a Nordic point of view. *Danish Journal of Geography* 100: 15-26.
- Geologian Tutkimuskeskus. 2005. Maaperäkartan käyttöopas. Verkkojulkaisu: <http://www.gsf.fi/aineistot/mp-opas/index.htm>
- Haavisto, M. 1983. Maaperäkartan käyttöopas. Geologian tutkimuskeskus, Opas 10, Espoo
- Hyvönen, Eija; Lerssi, Jouni; Väänänen, Tapio 2003. Airborne geophysical surveys assessing the general scale Quaternary mapping project in Finland. In: Mares, S. & Pospíšil, L. (eds.) 9th Meeting of Environmental and Engineering Geophysics, Prague, Czech Republic, August 31st - September 4th 2003 : proceedings. Prague: Czech Association of the Applied Geophysicists, 3 p.
- Hyvönen, Eija; Turunen, Pertti; Vanhanen, Erkki; Arkimaa, Hilikka; Sutinen, Raimo 2005. Airborne gamma-ray surveys in Finland. In: Airo, M.-L. (ed.) Aerogeophysics in Finland 1972-2004 : methods, system characteristics and applications. Geological Survey of Finland. Special Paper 39. Espoo: Geological Survey of Finland, 119-134.
- Jones, A., Montanarella, L. & Jones, R. 2005. Soil Atlas of Europe. European Soil Bureau Network. EUR 21676 EN. Luxembourg, 128 p. Verkkojulkaisu: [http://eusoils.jrc.it/projects/soil\\_atlas/](http://eusoils.jrc.it/projects/soil_atlas/).
- Jones, R.J.A., Hiederer, R., Rusco, E., Loveland, P.J. & Montanarella, L. 2003. The map of organic carbon in topsoils in Europe: version 1.2 - september 2003. Special publication 72. European Commission Joint Research Centre. EUR 21209 EN. Verkkojulkaisu: [http://eusoils.jrc.it/ESDB\\_Archive/eusoils\\_docs/doc.html#OtherReports](http://eusoils.jrc.it/ESDB_Archive/eusoils_docs/doc.html#OtherReports).
- Korhonen, K-H., Gardemeister, R. & Tammirinne, M. 1974. Geotekninen maalajiluokitus. Geotekniikan laboratorio. Tiedonanto 14. Espoo: Geologian tutkimuskeskus. 20 s.
- Kähäri, J., Mäntylähti, V. & Rannikko, M. 1987. Suomen peltojen viljavuus 1981-1985. Viljavuuspalvelu Oy, Helsinki. 105 p.
- Montanarella, L., Jones, R.J.A., Grimm, M., Hollis, J.M., Jones, A.R. & Daroussin, J. 2001. Soil Map for Europe: Soil classification according to the World Reference Base for Soil Resources, large format map (1065 mm x 965 mm) scale 1:4,500,00. DG-JRC, European Commission.

- Nenonen, K., Nevalainen, R., Väänänen, T., Lerssi, J. 1999. Geologisen ja lentogeofysikaalisen kartoitusaineiston käyttö sotilasgeologisessa kartoituksessa kallion ja pohjaveden pinnan määrittämiseen. Raporttisarja A / Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta ; 1999/2: , 39 p.
- Nevalainen, R., Hyvönen, E., Lerssi, J., Liwata, P., Middleton, M., Palmu, J-P., Virkki, H. & Väänänen, T. 2002. Maaperän yleiskartoitus paikkatietoaineistojen ja –analyysien avulla – uuden alueellisesti kattavan tietovaraston kerääminen. II Maaperätieteiden Päivät 19.-20.11.2002. Helsingin yliopisto, Soveltavan kemian ja mikrobiologian laitos. Pro Terra 15:116-119.
- Nevalainen, R. 2004 . Maaperän yleiskartoitus ja aineiston käyttö maaperän suojelussa. In: Jyri Seppälä ja Hannu Idman (toim.) Maaperänsuojelu, Geologian tutkimuskeskuksen ja Suomen ympäristökeskuksen tutkimusseminaari. Suomen ympäristö 726, pp. 58-62.
- Peronius, P., Virtanen, K., Leino, J. ja Lerssi, J. 1998. Inventoitimenetelmät suopeltojen kartoitukseen. Oulu: Suo Oy. 49 s., 13 liitettä.
- Rasmussen, K., Sippola, J., Urvas, L., Låg, J., Troedsson, T. & Wiberg, M. 1991. Soil map of Denmark, Finland, Norway and Sweden, scale 1:2000 000. Landbruksforlaget, Oslo.
- Swartzter, T.F. & Adams, J.A. 1973. Rock and soil discrimination by low altitude airborne gamma-ray spectrometry in Payne County, Oklahoma. Economic Geology 68:1297-1312.
- SYKE 2005a. CLC2000-Finland. Final Report. Verkkojulkaisu:  
[www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=38725&lan=fi](http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=38725&lan=fi). Viitattu 20.4.2006.
- SYKE 2005b. CLC2000-Nomenclature. CLC2000-luokitus. Verkkojulkaisu:  
[www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=30198&lan=fi](http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=30198&lan=fi). Viitattu 20.4.2006.
- Tarnocai, C., Kimble, J., Waltman, S., Swanson, D., Goryachkin, S., Naumov, Ye.M., Stolbovoi, V., Jakobsen, B., Broll, G., Montanarella, L., Arnoldussen, A., Arnalds, O. & Yli-Halla, M. 2003. Northern Circumpolar Soils. 1:10 000 000 scale map. Research Branch, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, Canada
- Tiberg, E., Greve, M.H., Helweg, A., Yli-Halla, M., Eklo, O.M., Nyborg, Å.A., Solbakken, E., Öborn, I. & Stenström, J. 1998. Nordic reference soils. 1. Characterisation and classification of 13 typical nordic soils. 2. Sorption of 2,4-D, atrazine and glyphosate. In: TemaNord 537. Ed. Tiberg, E. 106 p. Abstract in: Nordic Jordbruksforskning 80 (4):77-78.
- Van-Camp, L., Bujarrabal, B., Gentile, A. R., Jones, R. J. A., Montanarella, L., Olazabal, C. & Selvaradjou, S.-K. 2004. Soil Thematic Strategy. Reports of the technical working groups established under the thematic strategy for soil protection. European Soil Bureau. EUR 21319 EN Verkkojulkaisu: [http://eusoils.jrc.it/ESDB\\_Archive/eusoils\\_docs/doc.html#OtherReports](http://eusoils.jrc.it/ESDB_Archive/eusoils_docs/doc.html#OtherReports).
- Virtanen, K. ja Vironmäki, J. 1985. Aerogeofysikaalisten matalalentomittausten käytöstä soiden arvioinnissa. Turveteollisuus 3: 30-37.
- Yli-Halla, M., Mokma, L., Peltovuori, T. & Sippola, J. 2000. Suomalaisia maaprofiileja. Abstract: Agricultural soil profiles and their classification. Maatalouden tutkimuskeskus. Sarja A 78. 104 p.
- Yli-Halla, M. & Mokma, D.L. 2001. Soils in an agricultural landscape of Jokioinen, south-western Finland. Agricultural and Food Science in Finland 10: 33-43.
- Yli-Halla, M. & Mokma, D.L. 2002. Problems encountered when classifying soils of Finland. Proceedings of an International Symposium on Soil Classification, 8.-12.October 2001, Velence, Hungary. European Soil Bureau – Research Report 7: 183-190. EUR 20398 EN.
- Yli-Halla, M., Talkkari, A., Nyholm, R., Nevalainen, R., Lerssi, J., Väänänen, T., Tamminen, P. & Starr, M. 2003. Numeerinen Suomen maannostietokanta mittakaavassa 1:250 000 – pilottihanke. Abstract: Georeferenced Soil Database of Finland at Scale 1:250,000 – Pilot Project. MTT:n selvityksiä 44: 52 p.

## Liitteet

### Liite 1. Maan pintakerroksen lajitejakaumat maatalousmaalla

Eri maannosten/maatyyppien ja maalajien pintamaan lajiteprosentti ja keskiarvon keskivirheet (SEM); N = näytteiden lukumäärä. Lähde MTT:n maatietorekisteri.

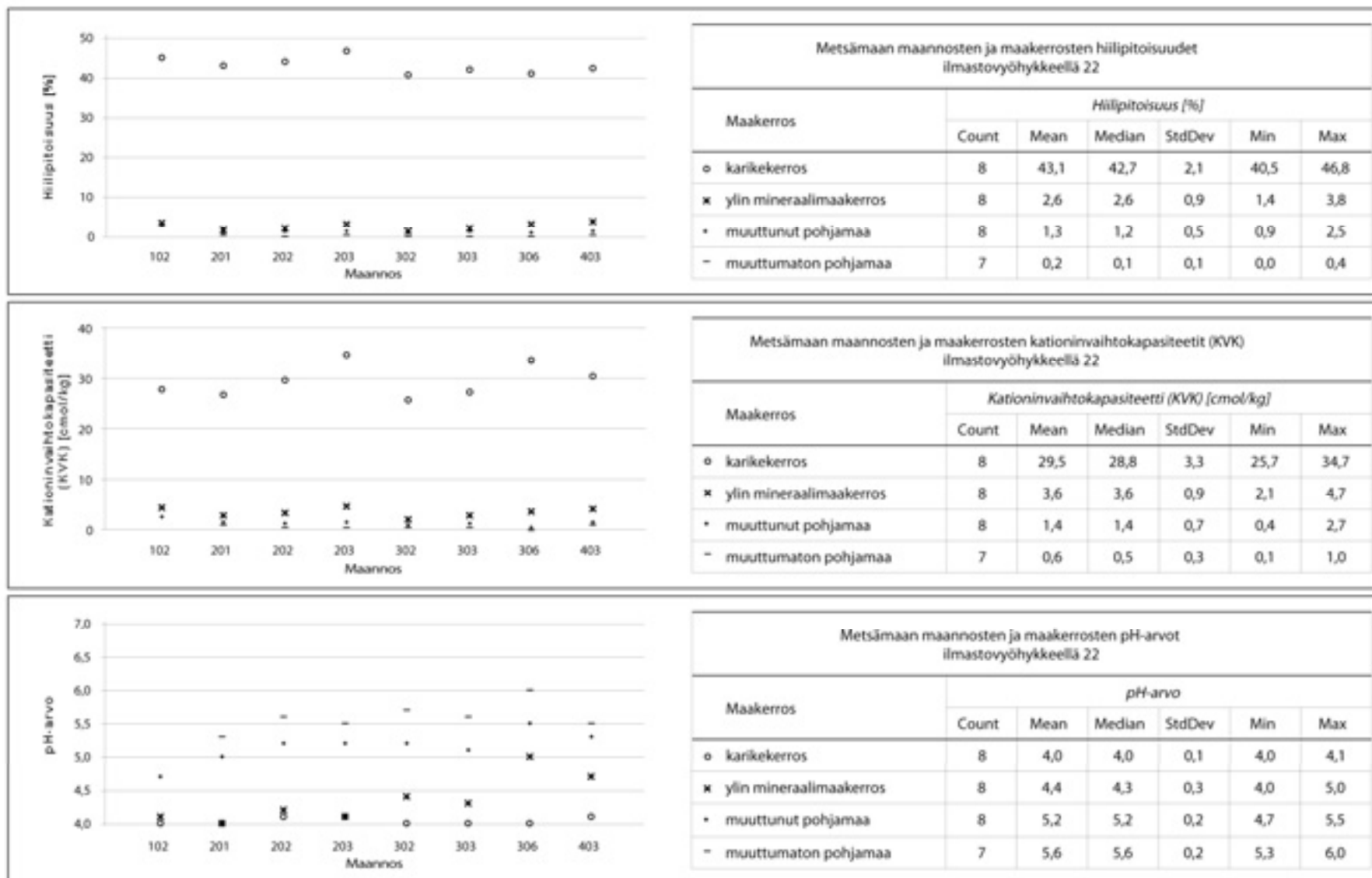
	S, %	SEM	HHs, %	SEM	KHs, %	SEM	HHt, %	SEM	KHt, %	SEM	HHk, %	SEM	KHk, %	SEM	N
201/ SrMr	<b>2,0</b>	1,19	<b>1,3</b>	0,85	<b>2,2</b>	1,42	<b>4,9</b>	2,38	<b>5,7</b>	2,26	<b>5,0</b>	2,16	<b>5,4</b>	1,89	8
202/ HkMr	<b>2,5</b>	0,60	<b>2,3</b>	0,57	<b>4,1</b>	1,25	<b>8,8</b>	0,79	<b>16,1</b>	1,34	<b>30</b>	2,7	<b>16,5</b>	1,6	43
203/ HtMr	<b>4,5</b>	1,43	<b>4,2</b>	1,34	<b>6,2</b>	1,21	<b>15,7</b>	2,07	<b>30,4</b>	3,39	<b>22</b>	2,7	<b>7,6</b>	1,26	25
210/ Mm (Mr)	<b>28,5</b>	5,35	<b>34,9</b>	5,25	<b>14,0</b>	0,9	<b>4,0</b>	0,5	<b>4,6</b>	2,9	<b>6,4</b>	2,95	<b>5,2</b>	0,8	2
301/ Sr	<b>1,4</b>	1,38	<b>1,1</b>	1,05	<b>1,6</b>	1,58	<b>6,5</b>	2,66	<b>12,9</b>	5,18	<b>12</b>	2,5	<b>16</b>	4,5	4
302/ Hk	<b>0</b>	0	<b>0</b>	0	<b>0</b>	0	<b>3,1</b>	1,03	<b>6,8</b>	1,78	<b>46</b>	9,7	<b>30</b>	6,23	5
303/ KHt (vm)	<b>7,9</b>	1,45	<b>4,6</b>	1,1	<b>7,0</b>	1,46	<b>14,1</b>	2,49	<b>47,4</b>	6,81	<b>16</b>	2,9	<b>3,1</b>	0,89	8
304/ KHt (karu, hapan)	<b>1,2</b>	0,63	<b>0,5</b>	0,22	<b>0,7</b>	0,36	<b>7,5</b>	1,26	<b>40,9</b>	6,72	<b>35</b>	5,6	<b>10</b>	2,96	16
305/ KHt (m, rm)	<b>10,5</b>	1,4	<b>5,1</b>	0,79	<b>6,5</b>	0,82	<b>16,0</b>	1,77	<b>37,6</b>	2,61	<b>17</b>	2,5	<b>5,6</b>	1,22	33
306/ KHt (Hk-pitoiset)	<b>4,5</b>	1,29	<b>3,7</b>	1,08	<b>5,5</b>	1,57	<b>12,7</b>	2,19	<b>24,7</b>	2,51	<b>36</b>	5,3	<b>12</b>	2,57	20
310/ Mm (Hk-Ht)	<b>2,8</b>	2,8	<b>1,7</b>	1,7	<b>2,9</b>	2,85	<b>22,4</b>	8,4	<b>37,9</b>	5,65	<b>24</b>	16	<b>8,1</b>	5,4	2
401/ HHt (rehevä)	<b>20,5</b>	0,93	<b>11,4</b>	0,90	<b>15,3</b>	1,33	<b>23,1</b>	2,17	<b>19,9</b>	1,79	<b>7,9</b>	1,7	<b>1,9</b>	0,38	25
402/ Hs (rehevä)	<b>29,7</b>	0,70	<b>30,1</b>	1,17	<b>20,8</b>	0,72	<b>9,3</b>	0,90	<b>5,8</b>	0,59	<b>3,0</b>	0,23	<b>1,3</b>	0,18	80
403/ HHt (karu)	<b>19</b>	2,4	<b>17,9</b>	3,15	<b>18,8</b>	2,28	<b>23,0</b>	3,35	<b>14,8</b>	2,31	<b>4,5</b>	1,26	<b>2,1</b>	1,1	16
404/ Hs (karu)	<b>30,1</b>	1,11	<b>31,3</b>	1,51	<b>19,6</b>	0,743	<b>9,3</b>	1,31	<b>5,2</b>	0,69	<b>2,9</b>	0,38	<b>1,4</b>	0,27	53
410/ Mm (Ht-Hs)	<b>30,2</b>	3,87	<b>29,2</b>	4,64	<b>16,2</b>	2,46	<b>9,0</b>	2,79	<b>10,0</b>	4,03	<b>5,0</b>	2,01	<b>0,4</b>	0,29	11
501/ AS (rannikkoseutu)	<b>60,4</b>	2,17	<b>12,4</b>	0,72	<b>10,8</b>	0,78	<b>6,3</b>	0,94	<b>4,1</b>	0,78	<b>3,5</b>	0,66	<b>2,5</b>	0,50	34
502/ HsS, HtS (rehevä)	<b>40,6</b>	0,89	<b>22,7</b>	0,76	<b>15,4</b>	0,47	<b>9,4</b>	0,58	<b>6,5</b>	0,62	<b>3,5</b>	0,31	<b>1,9</b>	0,21	105
503/ AS (m, rm)	<b>43,2</b>	0,7	<b>22,8</b>	0,56	<b>13,6</b>	0,29	<b>8,5</b>	0,40	<b>6,3</b>	0,40	<b>3,7</b>	0,26	<b>1,9</b>	0,14	266
504/ S (muut)	<i>ei havaintoja</i>														
510 Mm (S)	<b>49,8</b>	2,68	<b>20,1</b>	2,36	<b>13,6</b>	1,01	<b>8,5</b>	1,84	<b>5,6</b>	1,92	<b>1,8</b>	0,56	<b>0,7</b>	0,31	14
610, 620/ Turvemaat	<i>ei havaintoja</i>														
701/ Lj (hapan)	<i>ei havaintoja</i>														
702/ LjS (hapan)	<b>42,2</b>	7,53	<b>13,3</b>	3,92	<b>14,4</b>	4,34	<b>12,7</b>	3,29	<b>12,7</b>	9,39	<b>4,3</b>	2,94	<b>0,5</b>	0,16	4
703/ sulfaattimaa	<b>4,4</b>	1,4	<b>2,4</b>	1,55	<b>6,0</b>	4,15	<b>47,7</b>	12,3	<b>37,4</b>	20	<b>2,2</b>	0,7	<b>0</b>	0	2
710/ Mt, Lj (muut)	<i>ei havaintoja</i>														

Liite 2. Muuttuneen pohjamaan lajitejakaumat maatalousmaalla

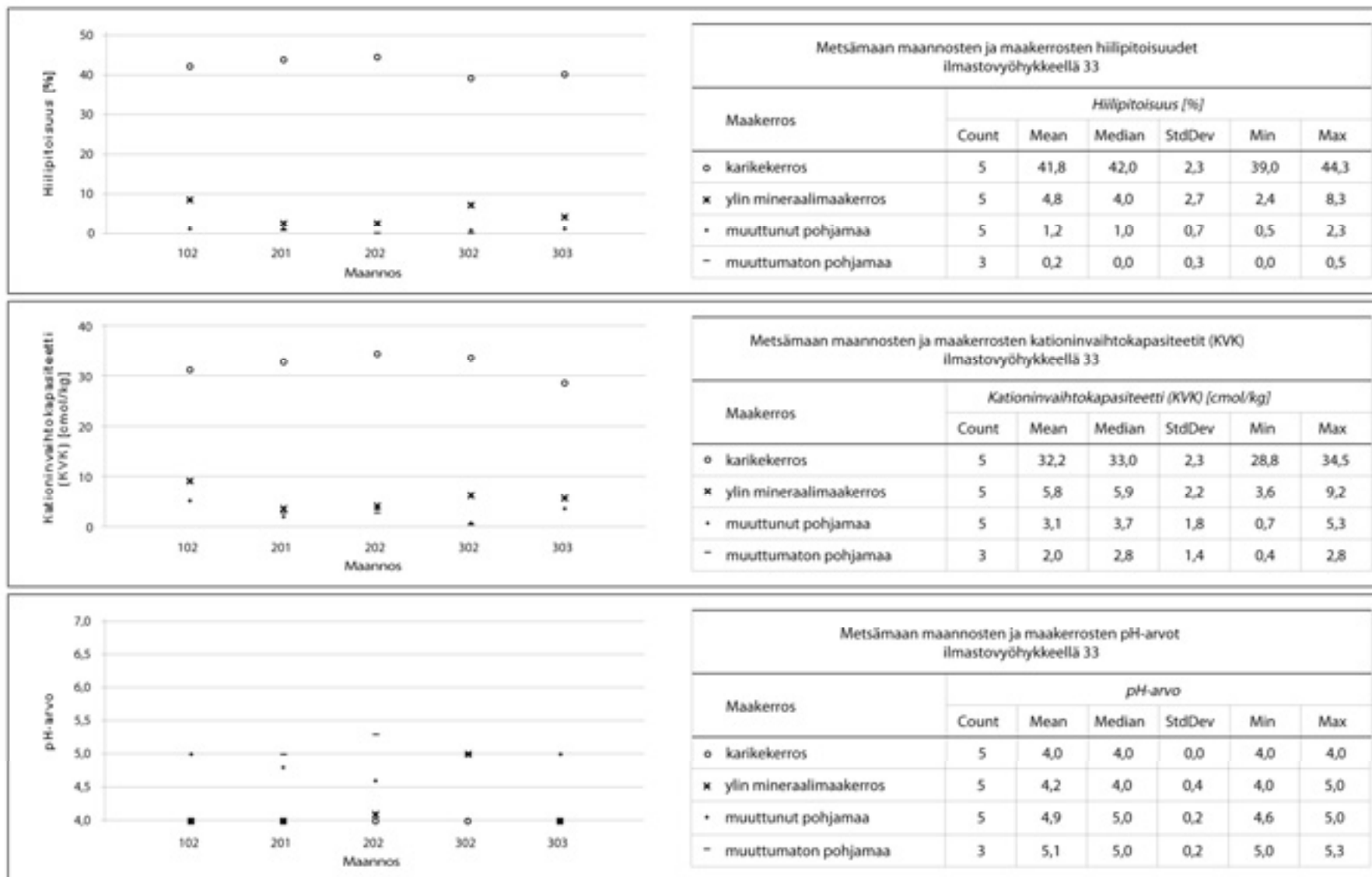
Eri Soil body –tyyppien/maalajien muuttuneen pohjamaan lajiteprosenttien keskiarvot ja keskiarvon keskivirheet (SEM); N = näytteiden lukumäärä. Lähde MTT:n maatietorekisteri.

	S, %	SEM	HHs, %	SEM	KHs, %	SEM	HHt, %	SEM	KHt, %	SEM	HHk, %	SEM	KHk, %	SEM	N
101...103/ Kalliomaat	<i>ei havaintoja</i>														
201/ SrMr	5,1	2,42	2,5	1,22	2,5	1,19	4,4	1,04	7,7	1,38	9,1	1,35	13,8	2,05	23
202/ HkMr	3,8	0,74	2,8	0,55	3,4	0,41	7,8	0,57	15,0	0,93	26,4	1,56	14,2	0,80	134
203/ HtMr	5,6	0,81	5,7	0,89	6	0,60	13,2	0,73	29,7	1,43	19,3	1,00	7,42	0,47	120
210/ Mm (Mr)	33,6	4,11	41,6	2,01	12,8	2,33	2,8	0,27	2,8	0,99	3,4	1,16	2,3	0,7	3
301/ Sr	0,6	0,31	0,4	0,21	0,4	0,20	1,7	0,31	5,3	1,1	10,6	1,99	14,3	2,28	12
302/ Hk	0	0	0	0	0	0	1,3	0,40	4,2	2,09	33,5	8,04	28,9	5,32	8
303/ KHt (vm)	5,9	1,59	3,2	0,61	3,9	0,69	15,9	1,65	52,1	3,23	12,5	1,82	2,3	0,72	49
304/ KHt (karu, hapan)	3,0	0,92	2,3	0,69	2,3	0,68	5,8	1,06	38,0	3,46	30,4	2,79	10,6	1,68	65
305/ KHt (m, rm)	17	2,74	8,7	1,35	8,2	1,14	14,3	2,01	32,0	3,2	12,3	1,88	4,8	1,43	52
306/ KHt (Hk-pitoiset)	6,7	1,41	3,8	0,74	3,8	0,67	9,3	1,14	28,6	2,24	34,1	2,59	9,3	1,15	83
310/ Mm (Hk-Ht)	2,9	2,9	1,8	1,75	3,6	3,55	18,5	9,75	42,3	1,7	23,0	15	8,1	4,7	2
401/ HHt (rehevä)	26,7	2,11	13,1	1,01	15,5	1,09	21,6	1,85	18,1	1,98	3,4	0,59	1,6	0,38	45
402/ Hs (rehevä)	34,8	0,67	31,8	0,78	18,8	0,52	8,0	0,55	4,2	0,35	1,8	0,10	0,7	0,09	211
403/ HHt (karu)	16,1	1,75	12,2	1,28	15,4	1,13	31,9	2,22	18,4	1,68	3,7	0,84	1,7	0,54	76
404/ Hs (karu)	30,5	0,8	30,8	0,88	20,6	0,64	10,1	0,74	5,0	0,42	2,1	0,18	0,8	0,11	169
410/ Mm (Ht-Hs)	25,6	2,84	25,7	3,12	17,9	1,73	19,8	3,46	8,7	1,97	1,8	0,29	0,4	0,15	29
501/ AS (rannikkoseutu)	68,7	1,31	12,9	0,65	8,9	0,54	5,1	0,43	2,7	0,28	1,3	0,23	0,5	0,22	95
502/ HsS, HtS (rehevä)	48,1	0,66	23,1	0,46	13,1	0,30	7,8	0,34	4,8	0,26	2,1	0,13	0,8	0,11	367
503/ AS (m, rm)	54,4	0,67	22,3	0,41	11,2	0,26	5,7	0,26	3,8	0,22	1,8	0,10	0,8	0,08	430
504/ S (muut)	<i>ei havaintoja</i>														
510 Mm (S)	49,6	2,62	18,1	1,42	12,0	0,73	9,43	1,33	4,3	0,75	4,4	1,86	1,8	0,78	44
610, 620/ Turvemaat	<i>ei havaintoja</i>														
701/ Lj (hapan)	<i>ei havaintoja</i>														
702/ LjS (hapan)	56,4	4,22	13,2	1,25	14,7	2,41	7	2,93	6,6	2,94	2,1	0,85	0,1	0,12	6
703/ sulfaattimaa	22,7	6,26	10,2	3,48	15,5	3,58	29,1	7,87	18,8	7,99	3,1	1	0,7	0,41	6
710/ Mt, Lj (muut)	<i>ei havaintoja</i>														

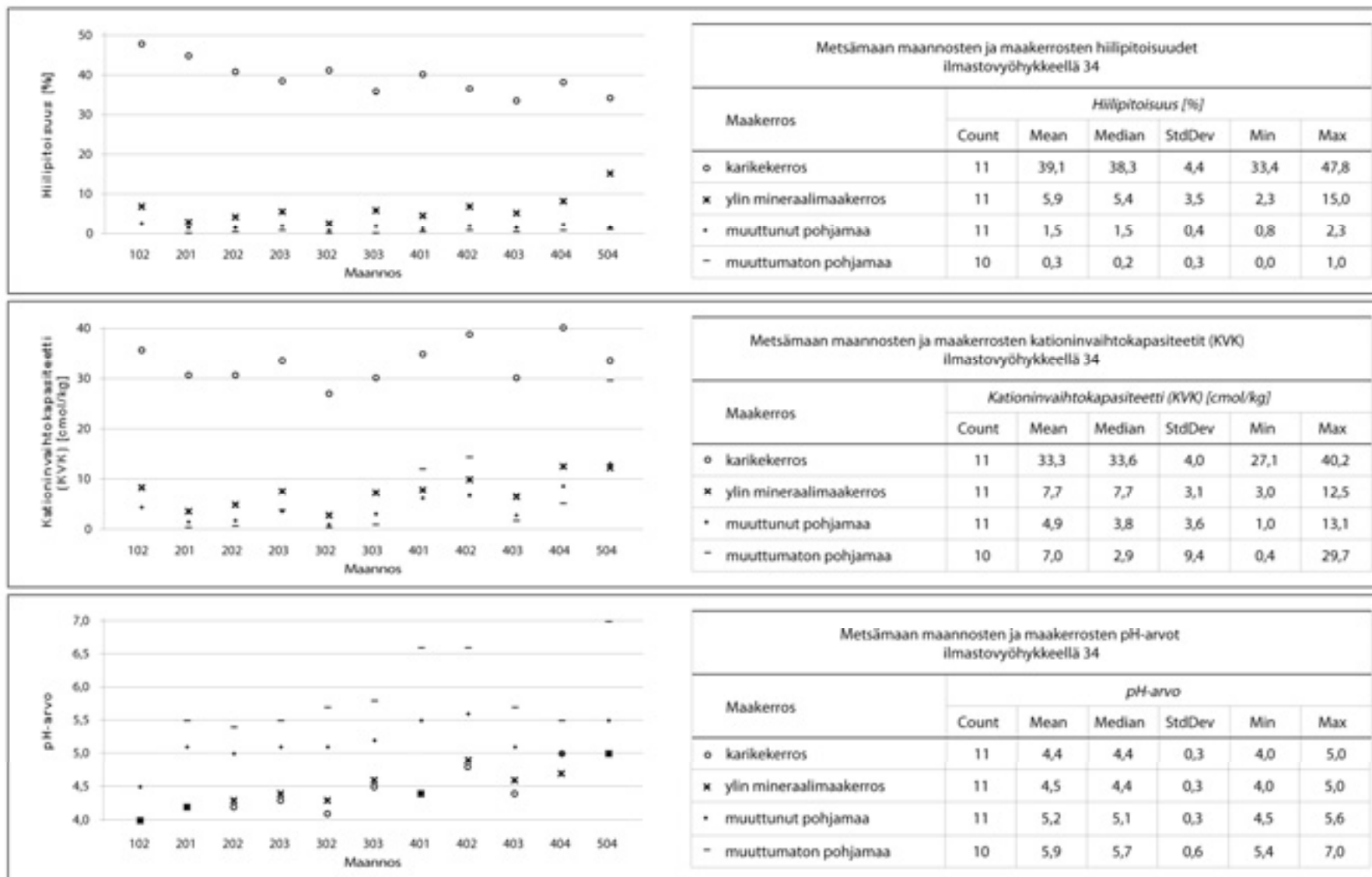
Metsämaan maannosten ja maakerrosten hiilipitoisuudet, kationinvaihtokapasiteetit (KVK) ja pH-arvot ilmastovyöhykkeellä 22



Metsämaan maannosten ja maakerrosten hiilipitoisuudet, kationinvaihtokapasiteetit (KVK) ja pH-arvot ilmastovyöhykkeellä 33

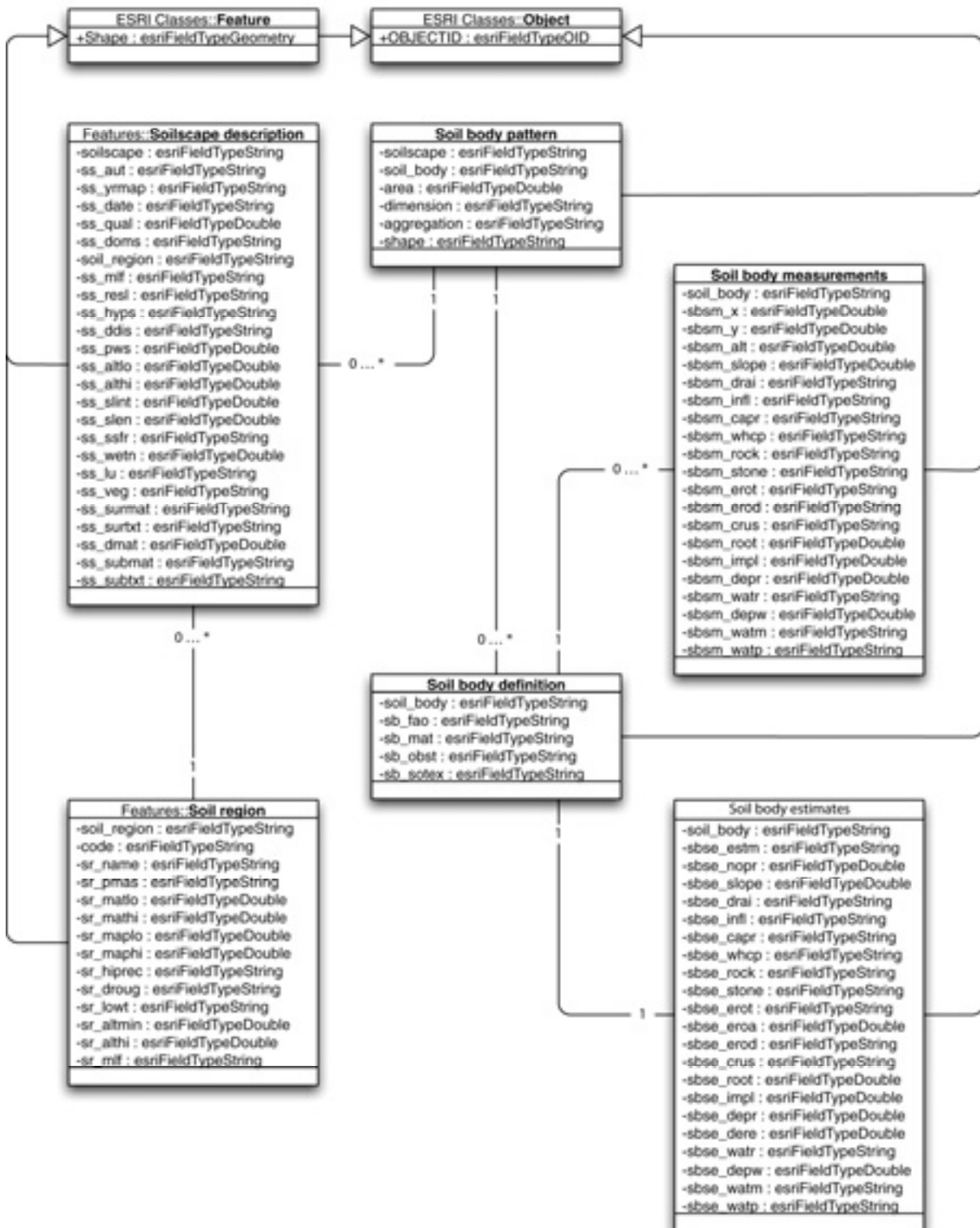


Metsämaan maannosten ja maakerrosten hiilipitoisuudet, kationinvaihtokapasiteetit (KVK) ja pH-arvot ilmastovyöhykkeellä 34

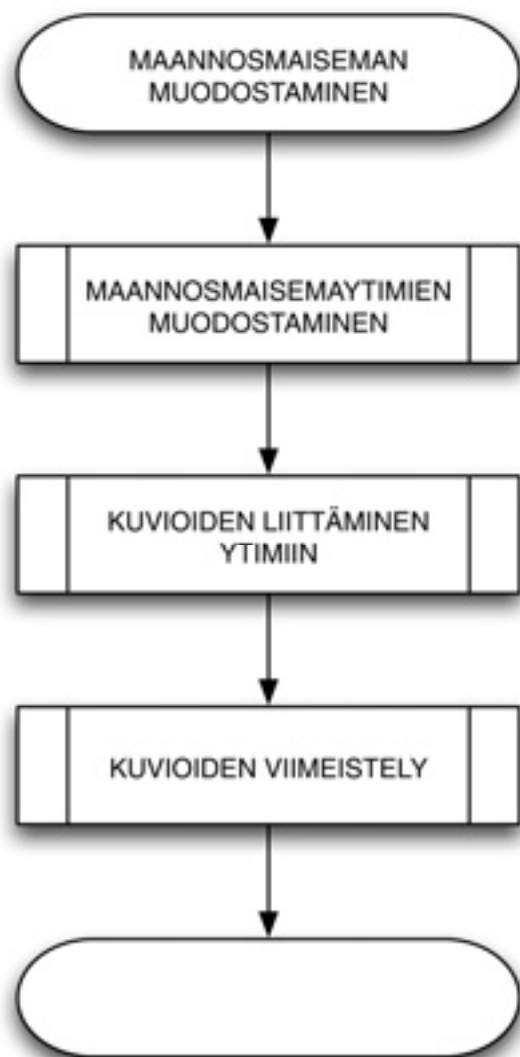


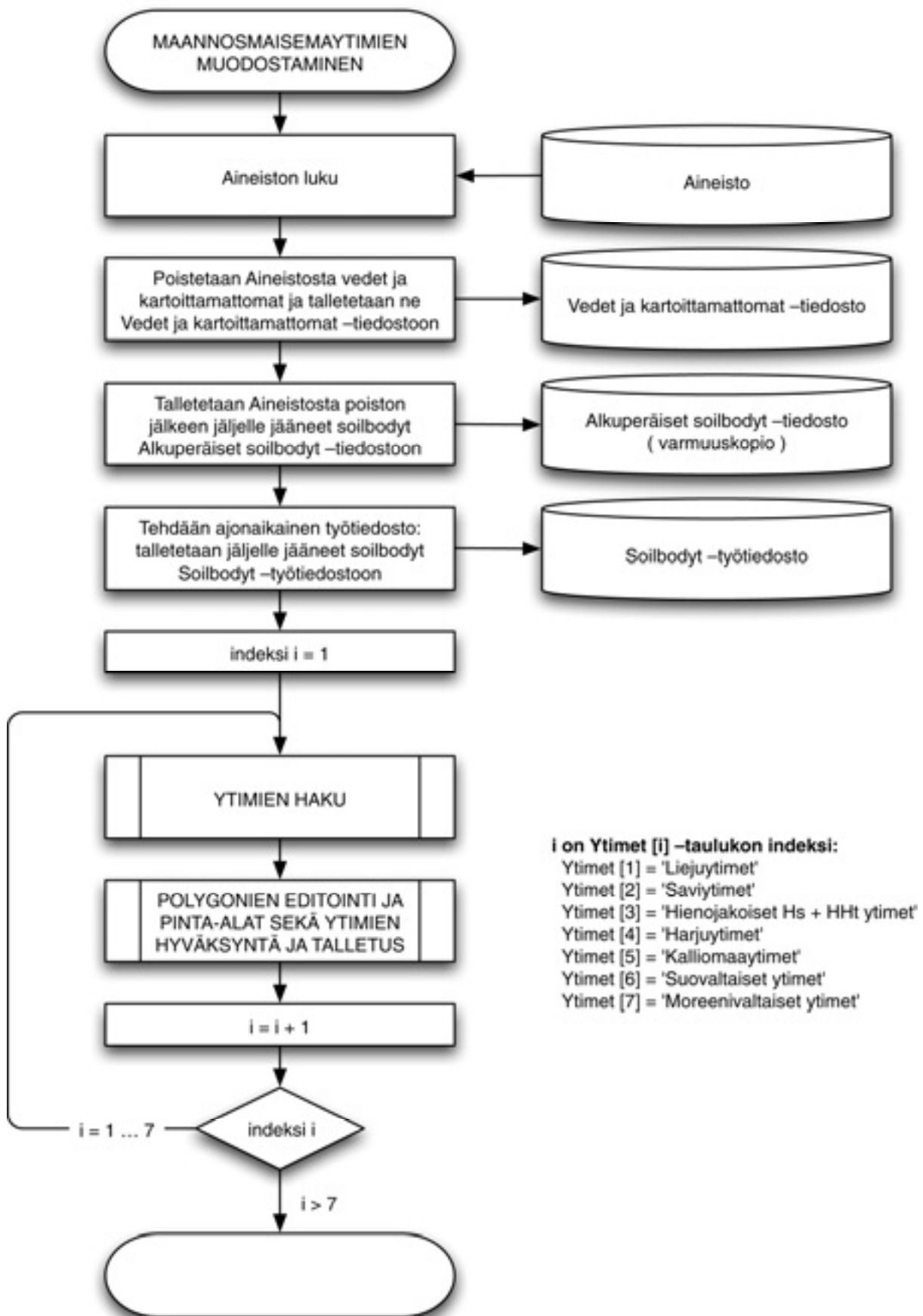
Liite 4.

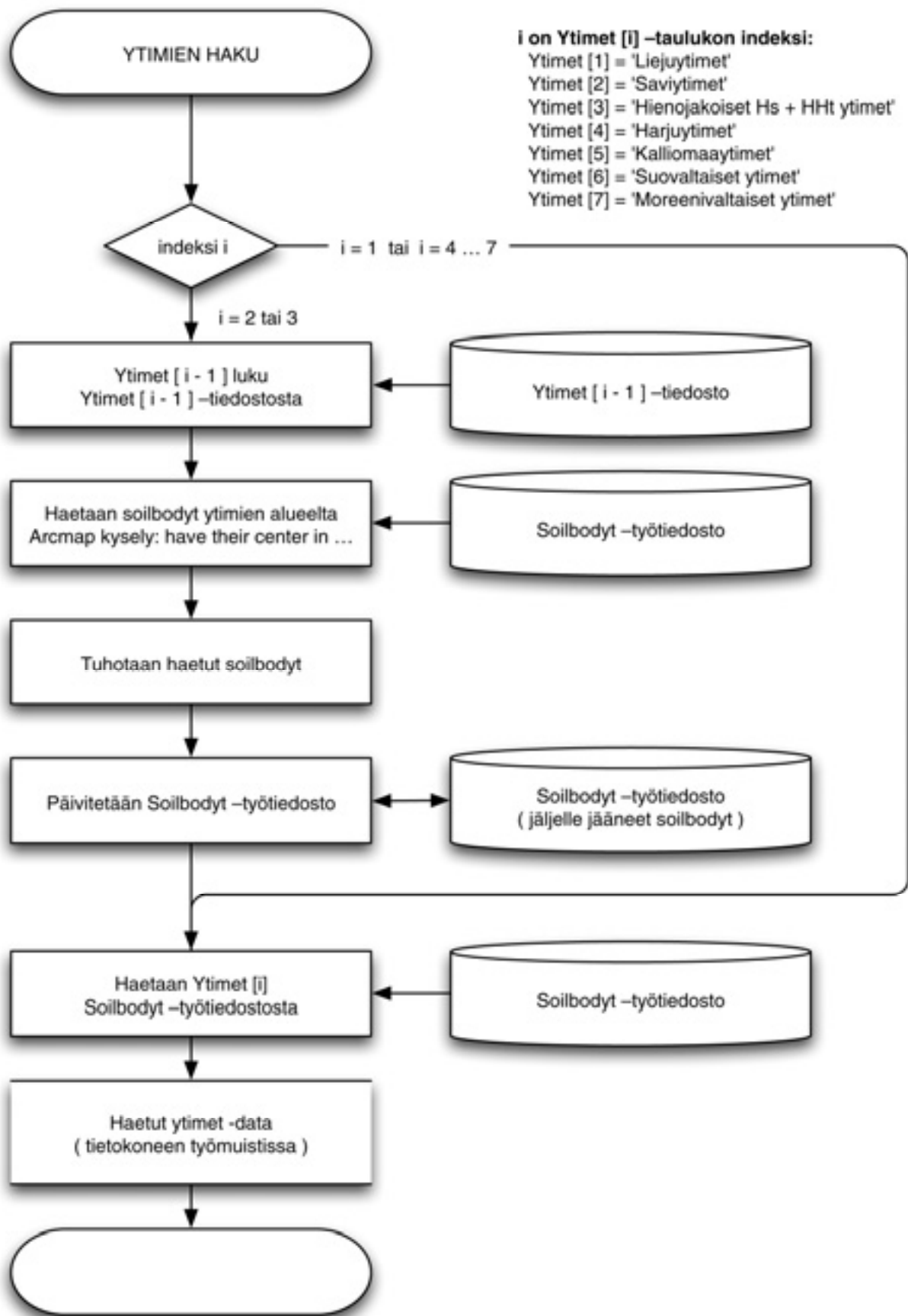
Maannostietokannan alustava kuvaus UML-luokkakaaviona.

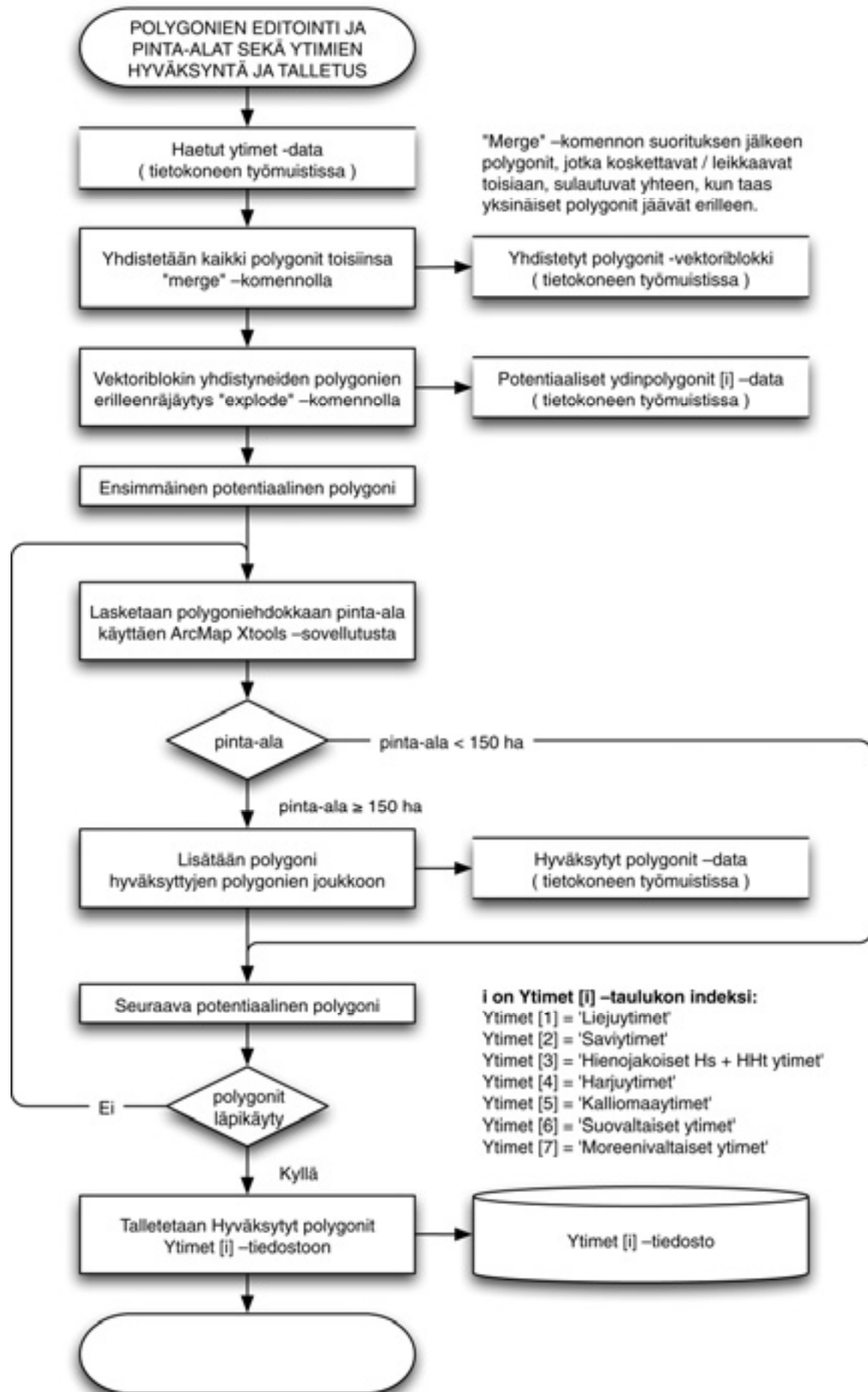


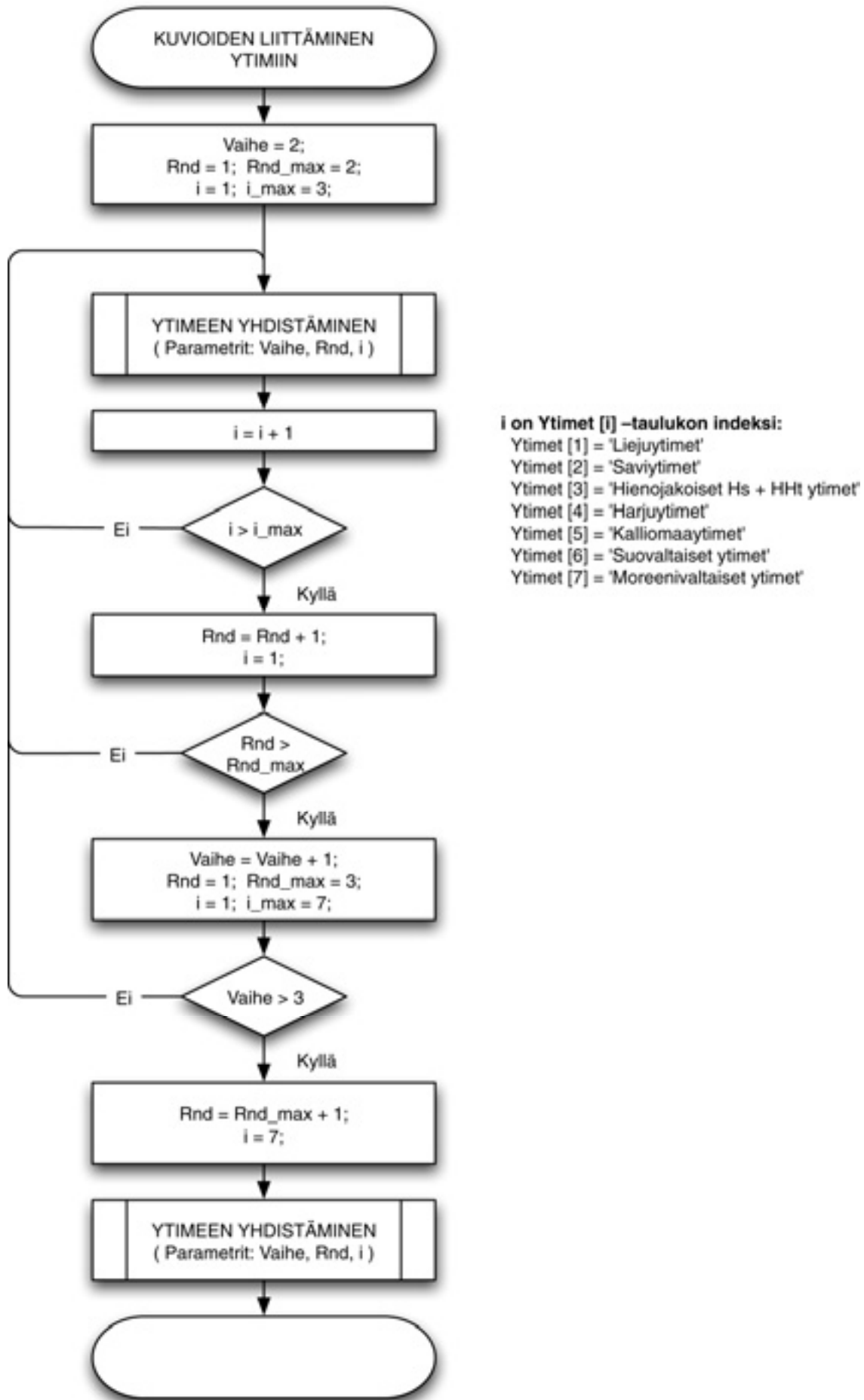
Liite 5 (1/7).

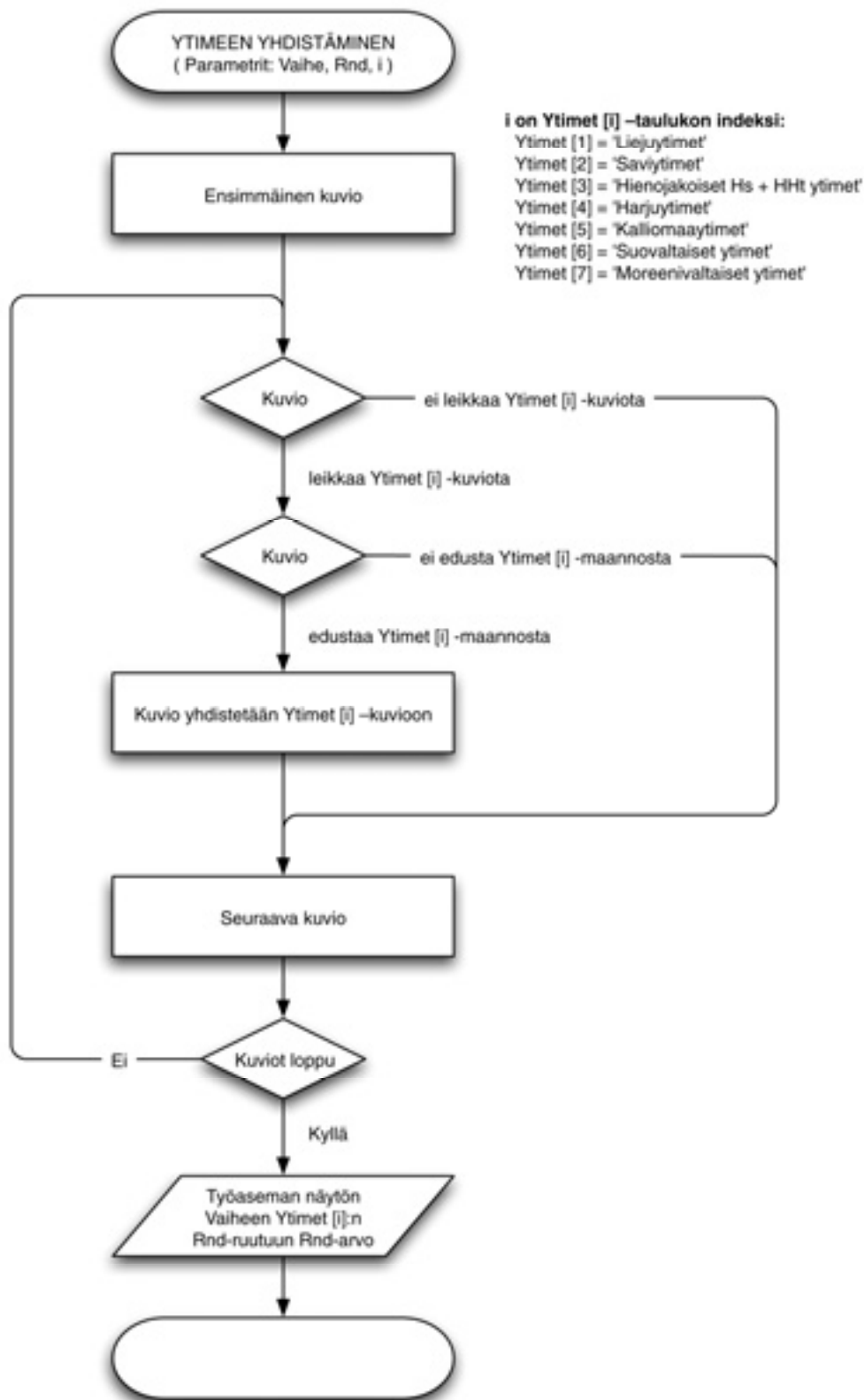


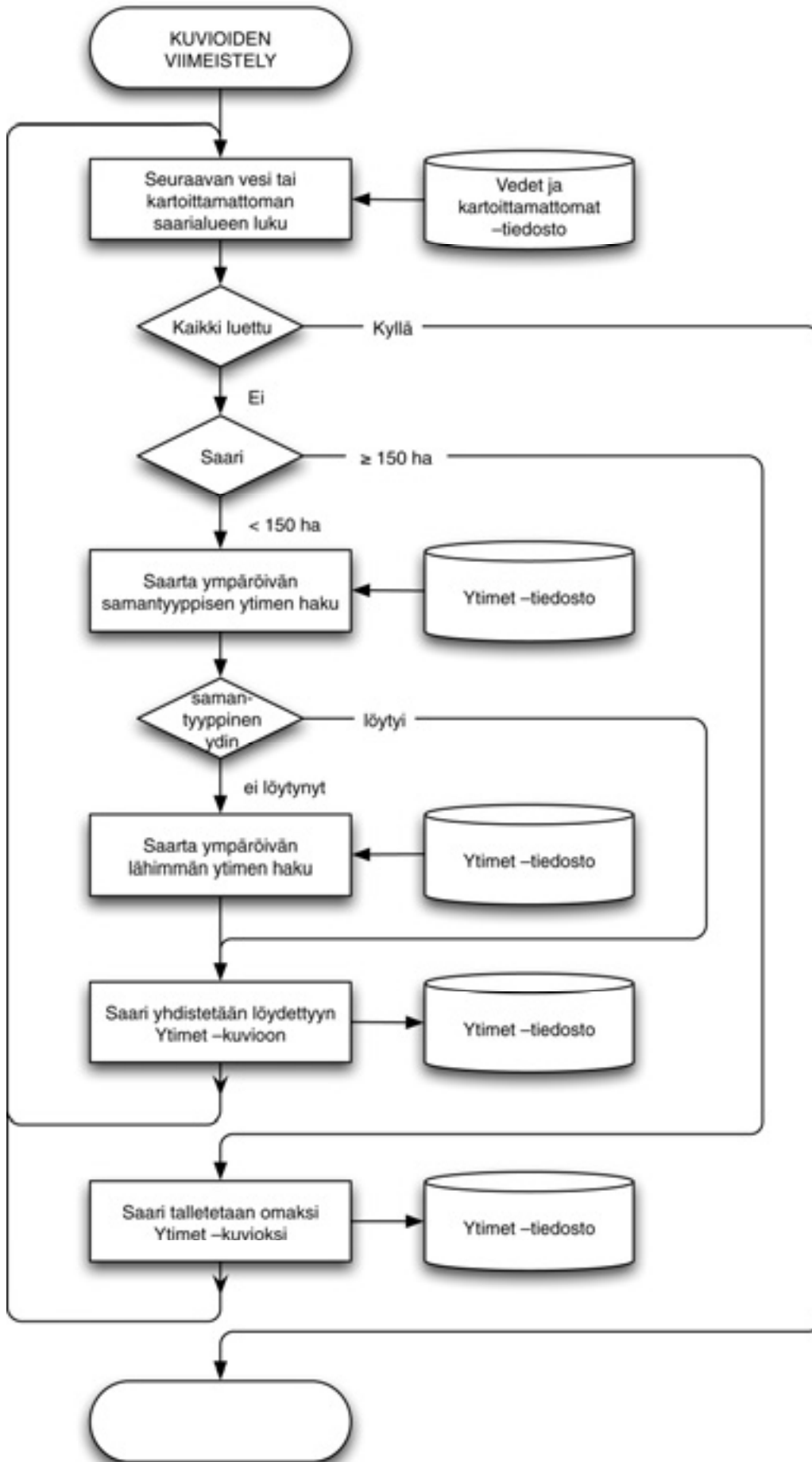












Liite 6. (1/2) Maannostuminen eri maalajeilla

### **Kalliomaiden, moreenien ja karkeiden lajittuneiden maiden maannostuminen – Leptosol-, Arenosol- ja Podzol-maannokset**

Leptosolit ovat lähinnä kalliomaita ja kivikkoja. Avokalliot ja kalliomaat, joilla on irtomaata alle 10 cm ovat lithic Leptosoleja ja maat, joilla on 10-25 cm maata ovat haplic Leptosoleja. Kivikot ovat Hyperskeletal Leptosoleja.

Paksumpien moreeni-, sora-, hiekka- ja karkeiden hietakerrosten maannoksia ovat Arenosolit ja Podzolit. Arenosolit ovat karkeita kehittymättömiä tai heikosti kehittyneitä maannoksia, joissa on alle 35 % kiviä ja soraa. Karkeimpiin maihimme, soramoreeni, sora, karkea hiekka, kehittyi maannostumisen jälkeä yleensä hyvin hitaasti vajoveden nopean liikkeen ja pienen vedenpidätyskyvyn vuoksi. Pohjaveden vaivaamat ovat Gleyic Arenosoleja, viljavimmat, usein viljellytkin ovat Dystric ja tyypilliset metsämailla tavattavat Haplic Arenosoleja.

Podzolit eli yleisimmät maannokset karkeilla maillamme ovat havumetsävyöhykkeen tyyppi-maannoksia, joilla on orgaanisen kerroksen (kangashumus, mullas tai turve) alla yleensä tuhkanharmaa-valkoinen huuhtoutumiskerros ja joilla on oltava aina ruskeanpunertava-tummanruskea rikastumiskerros. Ne voidaan jakaa luokkiin Gleyic, jossa pohjavesi ja hapeton kerros alkaa alle 1 m:n syvyydessä, Densic Podzols, jossa on erittäin kova rautapalsi (ortstein-kerros), Carbic, jota tavataan kosteahkoilla, hiukan soistuneilla mailla ja jolla on hyvin tummanruskea rikastumiskerros, Histic, jolla on 20-39 cm turvetta kivennäismaan päällä, mutta ei pohjavettä alle 1 m:n syvyydessä, Entic, joka on viljavin Podzol ja jolla ei ole vaaleaa huuhtoutumiskerrosta ja Haplic, joka on tyypillisin Podzol ja joka on yleisin yksittäinen maannos metsämailla.

Tuottavimmat, runsaasti hienoaaineslajeita sisältävät moreenit on luokiteltu Gleyic (*pelkistyneessä, so. hapettomassa, tilassa olevan maan väritystä kuvaava määre*) Podzols –maannoksiksi. Lähinnä metsätaloudessa hyödynnettävät karummat ja kuivemmat soramoreenit luokitellaan Dystric Arenosol –maiksi ja hiekkamoreenit Haplic Podzoleiksi. Soistuneet moreenimaat (ml. moreeneihin kehittyneet multamaat) luokitellaan histic (histos, *kudos*) Podzoleiksi. Karkeiden lajittuneiden maiden maannokset saavat vain vähän muuttuneessa tilassa nimen Haplic Arenosol (sorat) tai maannostumisen ehdittyä tuottaa erilaistuneita maakerroksia nimen Haplic Podzol (hiekkamaat ja hiekkaiset karkeat hiedat). Happamimmat karkeat maat ovat yleensä Dystric Podzoleita, tai jos niissä on alkavan soistumisen merkkejä (runsasmultaiset karkeat maat) Gleyic Podzoleita. Pitemmälle soistuneet, multamaiksi kehittyneet karkeat lajittuneet maat ovat vastaavien moreenimaiden tavoin Histic Podzoleita.

### **Hienorakeisten lajittuneiden maiden maannostuminen – Regosol-, Cambisol- ja Gleysol-maannokset**

Hienoissa hiedoissa ja hiesumaissa maannostuminen ei ole useinkaan edennyt niin pitkälle, että voitaisiin havaita huomattavaa aineiden liikkumista ja kertymistä kuten Podzol-maissa. Toisaalta niissä ei myöskään esiinny savimaille tyypillisiä piirteitä, kuten vesikyllästyksestä kielivää syvän siniharmaata väritystä pohjamaassa tai maan taipumusta halkeilla kuivuessaan. Hienot hiedat ja hiesut ovat usein myös niin hyvin vettä läpäiseviä, että niiden pintaan ei ole kertynyt huomattavaa määrää orgaanista ainesta. WRB-maannosluokituksessa nämä heikosti kehittyneet maannokset nimetään Regosols – luokkaan. Heikosti kehittyneeksi luetaan maat, joissa erilaistuvien horisonttien paksuus on muutaman senttimetrin luokkaa. Eutric (*rehevä, ravinteikas*) Regosol – maannokset ovat ravinteikkaita kun taas Dystric Regosol –maannokset ovat karumpia, suhteellisen happamia maita. Hieta-hiesumaiden soistumat (multamaat) luokitellaan Histic Gleysoleiksi.

Hitaasti virtaaviin ja seisoviin vesiin laskeutunut savi on maannostumisen alussa rakenteetonta, homogeenista massaa. Savimaan ikääntyessä siihen alkaa kehittyä rakennetta, ensin kuivumishalkeamia pintaan ja aikaa myöten pohjaveden tason syvyydelle ulottuva pysyvien halkeamien verkosto.

## Liite 6. (2/2)

Maan matriisi (perusmassa) halkeamien välissä saattaa olla pitkiä aikoja veden kyllästämää ja vähähappisessa tilassa, kun samaan aikaan halkeamapinnat ovat hapellisia. Näissä oloissa rautaa ja mangaania liukenee maanesteeseen ja kulkeutuu sen mukana halkeamien pinnoille. Hapetus-pelkistysympäristön muuttuessa liuennutta rautaa ja mangaania saostuu halkeaman pinnoille ja juurikanaviin. Halkeamapinnoille voi kertyä hyvin vahva, hapankorppua muistuttava rautamanganikerrostuma ja pelkistyneessä maakerroksessa sijaitsevat vanhat juurikanavat saattavat muistuttaa ruosteisia rautaputken kappaleita.

Savimaiden ryhmä jaetaan kahteen eri maannosluokkaan. Pitkän ja toistuvan vesikyllästyksen vaivaamat savimaat luokitellaan Gleysoleiksi, kun taas syvemmältä kuivuneet savimaat luokitellaan Cambisoleiksi. Rannikon jäykemmät, voimakkaasti halkeilevat savet luokitellaan Vertic (*kääntyvä*) Cambisoleiksi, kun taas sisämaan kevyemmät savimaat voivat olla Eutric Cambisoleja (näissä maissa pH voi olla lähes neutraali), Gleyic Cambisoleja (multavat ja runsasmultaiset savimaat), tai Dystric Regosoleja (karummat ja happamimmat hieta- ja hiesusavet). Liejuiset savet ja soistuneet savimaat luokitellaan Histic Gleysoleiksi, jos ne eivät ole happamia. Happamat liejusavet ovat Dystric Gleysoleja (tällöin maan pH on alle 6), tai jos maan pH on hyvin alhainen (pH 4 tai alhaisempi, jolloin maa on hapan sulfaattimaa) Thionic (*rikkipitoinen*) Gleysoleja.

### **Soistumat, multamaat ja eloperäiset maat – histic-määre ja Histosol-maannokset**

Soistumisen seurauksena multamaita ja turvemaita voi kehittyä mille tahansa huonosti vettä läpäisevälle maalle, oli mineraalimaan maalaji mikä tahansa. Karkeammalle maalajille soistumisen seurauksena kehittyneet multamaat voidaan edelleen luokitella Podzoleiksi, mikäli niiden pintakerroksen alla on kyseisen maannoksen merkkejä. Tällöin liitetään maannosnimen eteen histic-määre osoittamaan orgaanisen aineksen huomattavaa kertymistä. Soistuvat maat yleensä sisältävät melko matalalla syvyydellä kerroksen, jossa on runsaasti saveslajitetta; tämä hidastaa veden kulkua saaden soistuman alkuun. Hienompirakeisilla mailla savikerrokset ovat yleensä paksuja ja maannokset ovat pohjamaastaan selvästi pelkistyneitä. Maannosluokittelussa hienoja hietoja hienompirakeiset maat nimetään näin ollen Histic Gleysoleiksi ja tämän saman nimen saavat myöskin vähemmän happamat lieju- ja mutamaat. Happamat liejut ja liejusavet luokitellaan Dystric Gleysoleiksi, korostaen niiden alhaista emäskyllästystä.

Jos maan pintaan on kerääntynyt niin paljon turvetta että maa on selvästi turvemaata, nimetään se Histosoliksi. Terric (terra, *maa*) Histosolissa turvepatjan paksuus on alle yksi metri maanpinnasta ja Sapric-dystric (sapro, *mädäntynyt*) Histosolissa hyvin maatuneen turpeen paksuus ylittää metrin.

## MTT:n selvityksiä –sarjan Ympäristö -teemassa ilmestyneitä julkaisuja

- 114 Suomen maannostietokanta. Maannoskartta 1:250 000 ja maaperän ominaisuuksia. *Lilja, Uusitalo, Yli-Halla, Nevalainen, Väänänen & Tamminen*. 70 s. Hinta 20 euroa.
- 102 Kenestä erikoiskasviviljelijäksi? Erikoiskasviviljelyn omaksujatyypit ja omaksu-  
misen taustalla vaikuttavat tekijät. *Vuorio, Soini & Arsi Ikonen*. 68 s. Verkkojul-  
kaisu osoitteessa <http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts102.pdf>.
- 89 Maaseudun uusiutuvien energiamuotojenkartoitus. Esitutkimus. 2005. *Nyholm, Risku-Norja & Kapuinen*. 33 s. Verkkojulkaisu osoitteessa <http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts89.pdf>.
- 82 Rural LIFE Design – Maaseutuyritysten ympäristöarvoja tuotteistamassa. 2004. *Seppänen & Pesonen*. (toim.). 55 s. Verkkojulkaisu osoitteessa <http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts82.pdf>.
- 70 Laitoskompostien laadun parantaminen kypsytystä tehostamalla. 2004. *Halinen & Tontti*. 62 s. Hinta 20 euroa.
- 69 Ympäristöystävällinen elintarvike - palvikinkun ja kurkun tuotantoketjujen toimi-  
joiden näkemyksiä. 2004. *Seppälä, A.* 56 s. Verkkojulkaisu osoitteessa <http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts69.pdf>.
- 51 Elinkaariarvioinnin ja elinkaarikustannuslaskennan soveltaminen maaseudun  
pienyrittäjiin. 2003. *Pesonen, I.* 69 s. Hinta 20 euroa.
- 49 PeltoGIS - MTT:n peltotietojärjestelmän suunnittelu ja toteutus. Talkkari, A. ym.  
2003. 37 s. Hinta 15 euroa.
- 41 Vesistökuormituskartoitus Etelä-Pirkanmaan alueella. Närvänen, A. ym. 2003. 28  
s. Hinta 15 euroa.
- 44 Numeerinen Suomen maannostietokanta mittakaavassa 1:250 000 pilottihanke.  
Yli-Halla, M. ym. 2003. 52 s. Hinta 20 euroa.
- 28 Jokihelmisimpukan suojelua edistävät viljelytoimet Pirkanmaalla . Nykänen, A.  
2002. 22 s. Verkkojulkaisu osoitteessa: <http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts28.pdf>
- 11 Ympäristö ja eettisyys elintarviketuotannossa - todentamisen ja tuotteistamisen  
haasteet. Seppälä, A. ym. 2002. 72 s. Hinta 20 euroa.
- 6 Kokemäenjoen maatalousalueiden luonnonvaraselvitys Ernie-projekti 1999-2002.  
Yli-Viikari, A. ym. 2002. 143 s. Verkkojulkaisu osoitteessa:  
<http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts6.pdf>.
- 3 Niittykasvien kasvupaikkavaatimukset maaperän suhteen. Jylhänkangas, T. 2002.  
58 s. Hinta 20 euroa.

Verkkojulkaisut osoitteessa <http://www.mtt.fi/julkaisut/mmts.html>

## MTT:n selvityksiä 114

