



MTTK

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 7/91

LEILA URVAS ja ILPO HÄMÄLÄINEN
Kasvintuotannon tutkimuslaitos

**Viljeltyjen moreenimaiden kemialliset
ominaisuudet**

Kirjallisuuskatsaus

JOKIOINEN 1991
ISSN 0359-7652

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 7/91

LEILA URVAS ja ILPO HÄMÄLÄINEN

Viljeltyjen moreenimaiden kemialliset ominaisuudet

Kirjallisuuskatsaus

Kasvintuotannon tutkimuslaitos
Maantutkimuksen tutkimusala
31600 JOKIOINEN

ISSN 0359-7652

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	2
1. MITÄ MOREENI ON?	3
2. MOREENIMUODOSTUMAT	4
3. MOREENIEN NIMITTÄMINEN JA LUOKITUKSET	5
4. MOREENIEN LAJITEKOOSTUMUS	8
5. MOREENIMAIKEN OSUUS VILJELYPINTA-ALASTA	12
6. VILJELTYJEN MOREENI- JA HIETAMAIKEN KEMIALLISET OMINAISUUDET	15
7. MOREENIEN JA HIETOJEN VILJAVUUSLUKIJEN VERTAILU	17
7.1. Maan happamuus (pH)	18
7.2. Kalsium (Ca)	18
7.3. Kalium (K)	18
7.4. Fosfori (P)	19
7.5. Magnesium (Mg)	19
7.6. Rikki (S)	19
7.7. Hivenaineet	19
7.8. Erot jankossa ja pohjamaassa	20
7.9. Maanäytteidien jakautumat viljavuus- lukujen mukaan	21
7.10. Alueelliset erot	23
8. MOREENIMAIKEN VILJELY	24
KIRJALLISUUS	27

TIIVISTELMÄ

Moreeni on Suomen yleisin maalaji. Pelloista sen osuus oli 1980-luvulla noin 16 prosenttia. Varsinaiset moreenipellot sijaitsevat järvi-Suomessa, Savossa, Keski-Suomessa ja Kainuussa. Muualla maassa viljelykseen otetut moreenialueet ovat pellon keskellä olevia kumpareita tai pellon reunoja, jotka on raivattu työskentelyn helpottamiseksi peltokuvioilla.

Viljavuuspalvelun vuosien 1981-85 tilaston mukaan moreeni- ja hietapellot kuuluvat happamuutensa perusteella samaan viljavuusluokkaan (tyydyttävä). Liukoista kalsiumia oli moreeneissa keskimäärin hiukan vähemmän kuin hienoissa hiedoissa, mutta hiukan enemmän kuin karkeissa hiedoissa. Kaliumpitoisuuden suhteen hienohieta- ja moreenipellot kuuluivat viljavuusluokkaan tyydyttävä (120-200 mg K/l maata) ja karkeat hietamat yhtä viljavuusluokkaa alempaan eli välttävään.

Hienojen hietojen keskimääräinen fosforipitoisuus oli hiukan alhaisempi kuin moreenien ja karkeiden hietojen, mutta kaikki keskiarvot edustavat viljavuusluokkaa tyydyttävä. Myös magneesiumpitoisuutensa puolesta kyseessä olevat maat kuuluvat viljavuusluokkaan tyydyttävä (120-200 mg Mg/l), vaikka hienojen hietojen keskimääräinen magnesiumluku onkin muita suurempi.

Verrattaessa hapanammoniumasetaatti-EDTA -menetelmällä timoteipeltojen moreeneista ja hiedoista määritettyjä hivenainepitoisuuksia suurimmat eli yhden viljavuusluokan erot olivat mangaani- ja sinkkipitoisuuksissa. Näitä ravinteita oli moreeneissa enemmän kuin hiedoissa. Muiden hivenaineiden suhteen moreenit ja hiedat kuuluivat samaan viljavuusluokkaan.

Moreenimaiden kemiallisten ominaisuuksien erot lajittuneisiin hietamaihin verrattuna ovat vähäiset. Yleistäen voitaneen sanoa, että moreeneissa on ravinteita hiukan runsaammin kuin karkeassa hiedassa, ja hiukan vähemmän kuin hienossa hiedassa. Lannoitus- ja kalkituskokeissa viljelykasvien kasvu oli moreenimaille suunnilleen samanlaista kuin hietamaille. Koulutilojen satotasojen verrattaessa Otavan tilan moreenimailta saatiin

1940-luvun lopussa toiseksi paras rehuyksikkösato hehtaarilta (n. 3 000 ry/ha) Suonenjoen Heikkilän tilan hienohietamaiden jälkeen. Tämä osoittaa, että vähäkivisillä moreenimailla viljely onnistuu ehkä paremminkin kuin karkeilla lajittuneilla kevennäismailla.

1. MITÄ MOREENI ON?

Moreeni on lajittumattomasta aineksesta koostuva maalaji, jonka mineraalirakeet ovat särmikkäitä. Moreenin aines on lajitteiltaan ja kivilajikoostumukseltaan vaihtelevaa. Yleensä moreenissa on kaikkia lajitteita saveksesta kiviin ja lohkaraisiin. Kivilajikoostumukseltaan moreenit ovat paikallisia.

Syntytapansa perusteella moreenit jaetaan kahteen ryhmään, pohja- ja pintamoreeneihin. Pohjamoreeni on jäätikön ja kallioperän väliin tiukaksi kerrostumaksi puristunutta, jään kallioperästä repimää mursketta. Lajitteita pohjamoreenissa on saveksesta lohkaraisiin asti. Pohjamoreeni peittää pinta-alastamme noin 60 prosenttia ja on siten yleisin maalajimme. Pohjamoreenikerroksen paksuus vaihtelee keskimäärin kahdesta neljään metriin.

Pintamoreeni on peräisin jään sisällä ja päällä kulkeutuneesta aineksesta, joka jään peräytyessä on kasautunut pohjamoreenin päälle pintamoreenipeitteeksi. Pintamoreeni on rakenteeltaan löyhempää ja huuhtoutuneempaa kuin pohjamoreeni, ja sen rakeet voivat olla hieman pyöristyneitä. Hienoainekset voivat puuttua siitä lähes kokonaan. Pintamoreenia esiintyy enimmäkseen erilaisissa moreenimuodostumissa.

Suomen eteläosassa olivat alueet eri meri vaiheiden aikana veden peitossa kauan jäätiköitymisen jälkeen. Maan kohotessa moreenin pintaosat joutuivat veden huuhtelemiksi. Aikaisemmin yhtenäisestä moreenipeitteestä huuhtoutui kallionkohoumien ympäriltä hienoaines pois, jolloin syntyi ns. rantakivikoita.

Keski- ja Itä-Suomessa ulottuivat monet maaston kohoumat ylimmän Itämeren vaiheen yläpuolelle, jolloin kohouman laella säilyi kivikoiden tai avokallioiden reunustama moreenikalotti.

Moreenipeitteen paksuus vaihtelee Suomessa paljon. Moreenia voi kallion päällä olla hyvinkin ohuesti, mutta paksuimmat kerrostumat ovat jopa lähes 40 metrisiä. Maaston notkelmissa moreenipeite on tavallisesti paksumpi kuin rinteillä ja mäkien päällä.

2. MOREENIMUODOSTUMAT

Moreenikerrokset peittävät ja tasoittavat maaston pinnanmuotoja. Moreeni voi kuitenkin yksinään tai yhdessä lajittuneen aineksen kanssa muodostaa eri tyyppisiä pinnanmuotoja johtuen mannerjään liikkeen suunnasta ja voimakkuudesta sekä jään sulamistavoista.

Järvi-Suomessa, Kainuussa ja Lapissa voimakkaasti virranneen jäätikön alueilla on pohjamoreenista syntyneitä pitkänomaisia jäätikön liikkeen suuntaisia seläniteitä - drumliineja, jotka moreeniaineksen lisäksi saattavat sisältää myös lajittuneita aineksia. Mikäli drumliinin yhteydessä tavataan kallioita, sijaitsevat ne lähes poikkeuksetta jään tulosuunnan puoleisessa luoteispäässä. Drumliinit esiintyvät yleensä parvissa. Tyypillisiä, viljelykseen otettuja drumliineja on runsaasti Savossa, ennen kaikkea Juvalla, missä lähes kaikki pellot ovat isompia ja pienempiä "drumliinin selkiä".

Drumliinien nykyinen kuvaus sopii hyvin yhteen Kivisen (1941) vaaran määritelmän kanssa. Hänen mukaansa vaara-nimitystä käytetään tavallisesti pitkänomaisista, verraten loivarinteisistä moreenikohoumista, joissa usein on kallio sisällä. Vaaroja tavataan Suomessa pääasiassa Karjalassa, Savossa, Kainuussa ja Kuusamossa.

Kivisen mukaan tyypillisen vaaramoreenin pintakerros on löyhä, vähäkivinen ja se sisältää runsaammin hieta-, hiekka- ja saviaineksia kuin sen alla oleva tiukaksi iskostunut, vaikeasti vettäläpäisevä pohjamoreeni. Viljelysmaina vaaramoreenit ovat hyviä, koska maa toisaalta ei hikevyytensä takia ole poudanarka, mutta pinnanmuodostuksen takia ei tarvitse ojitustakaan.

Jäätikön liikettä vastaan kohtisuorassa olevat ns. reunamoreenimuodostumat eli päätmoreenit ovat kerrostuneet mannerjäätikön reunan eteen jäätikön puskemasta tai jäätiköltä varisseesta moreeniaineksesta. Tämän takia ne sisältävät vaihtelevassa suhteessa pohja- ja pintamoreenia sekä jäätikön etumaaston lajittuneita maalajeja. Maa-aineksen vaihtelevuuden sekä korkeuserojen vuoksi päätmoreenit sopivat parhaiten metsän kasvatukseen eikä niitä juurikaan ole raivattu pelloiksi. Yleisimpiä näistä lienevät ns. de-Geer -moreenit, jotka ovat muutaman metrin korkuisia ja jopa kymmenien metrien mittaisia moreenivalleja. Ne esiintyvät yleensä parvissa Etelä- ja Keski-Suomessa. Reunamoreeneihin kuuluvat myös ns. puskumoreenit samoin kuin Salpausselkien yhteydessä jään tulosuunnan puolella esiintyvät moreenimuodostumat.

Suuntautumattomat eli kumpumoreenimuodostumat ovat syntyneet ns. kuolleen jään alueelle. Jään pintaosissa ollut aines valahti aikoinaan jään sulaessa maan pinnalle muodostaen suuntautumattomia kumpuja, selännteitä tai jopa supantapaisia painanteita - ei kuitenkaan yhtä selväpiirteisiä kuin lajittuneilla mailla. Suuntautumattomia moreenimuodostumia on monenlaisia. Yleisimpiä niistä ovat muutaman metrin korkuiset moreenikummut. Rungas pintalohkareisuus on ominaista useille kumpumoreenityypeille, minkä vuoksi ne ovat luontaisia metsämaita, koska pelloksi raivaaminen olisi työlästä ja kallista.

3. MOREENIEN NIMITTÄMINEN JA LUOKITUKSET

Aluksi moreenia kutsuttiin murtosoraksi ruotsalaisten esikuvien mukaan (MOBERG 1888). TIGERSTEDT (1890) erotti moreenin ylimmäisen ja alimmaisen osan. SEDERHOLM (1892) käytti siitä termiä pohjamoreeni. BERGHELL (1905) jakoi moreenit savenpitoiseen kovaksi sulloutuneeseen moreeniin ja huuhtoutuneeseen hiekkaiseen moreeniin. FROSTERUS ja WILKMAN (1917) jakoivat moreenit pohjamoreeniin ja irtonaisempaan moreeniin. Lisäksi he kuvasivat harvakiviset, hiekkaiset moreenit ja moreeni-hiekan. Keväällä 1909 pidettiin Budapestissä kongressi, jossa agrogeologia katsottiin omaksi maalajeissa tapahtuvia prosesseja tutkivaksi tieteenalaksi. Silloin heräsi myös keskustelu maalajinimityksistä ja maalajien kartoituksesta. Keskustelun

tuloksena mm. AARNIO (1911) laati omat maalajityyppijakonsa, joissa moreeni kuului soramaihin. BERGHELL (1927) luokitteli moreenit kivettömään moreenisaveen ja -hiekkiaan sekä hiekkaiseen, hietaiseen ja huuhtoutuneeseen moreeniin.

KESO (1936) teki ensimmäisen systemaattisen Atterbergin rakeisuusluokituksen perustuvan moreeniluokituksen. Hän jakoi moreenit yhdeksään luokkaan: moreenikivikko, moreenisoramaa, moreenihiekkamaa, moreenihietamaa, savinen moreenisoramaa, savinen moreenihiekkamaa, savinen moreenihietamaa, moreenihietasavimaa ja moreenihiesusavimaa.

Moreenien mekaanisesta koostumuksesta kirjoittaessaan AARNIO (1938) totesi, että Ruotsissa WREDLIND (1934) sekä GRANLUND ja WENNERHOLM (1935) jakoivat moreenit mekaanisen koostumuksen perusteella 1) soraisiin, 2) hiekkaisiin, 3) normaaleihin, 4) hietaisiin ja lohkekarköyhiin sekä 5) hietaisiin ja savisiin moreeneihin. AARNIO itse jakoi Suomen moreenit saviköyhiin (0-3 % Sa) ja savipitoisiin (> 3 % Sa).

KIVINEN (1939) totesi Helsingin agrogeologisessa karttalehtiselostuksessaan maalajikartoituksessa käytettävän maalajiluokitusta, jossa kivennäismaalajit ja eloperäiset maalajit on erotettu toisistaan. Kivennäismaalajit jaettiin: 1) soramaahan, joka sisältää harjusoran ja moreenin (moreenimaalaji on jaettu kivisiin (kiviainesta alle 3 %) ja savensekaisiin.), 2) hiekkamaahan (karkea, tavallinen, hieno), 3) hietamaahan (tavallinen, hiesuinen) ja 4) savimaahan (jäykkä-, hieta-, kevyt- ja urpasavi). Julkaisussaan vaara-alueiden moreenimaiden ominaisuuksista KIVINEN (1941) luokitteli moreenit vain pinta- ja pohjamoreeneihin.

KIVEKÄS (1946) jakoi raekoostumuksen perusteella moreenit neljään luokkaan: sora-, hiekka-, hieta- ja savimoreeneihin. Hieta- ja hiekkamoreeneissa hän erotteli karkean, tavallisen ja hienon moreenityypin ja soramoreenissa hienon ja karkean.

Vuonna 1949 eri alojen maaperäasiantuntijat (AALTONEN YM.) tekivät maaperäsanaston ja maalajien luokituksen tarkistuksen.

He jakoivat moreenit viiteen ryhmään: sora-, hiekka-, hieta-, hiesu- ja savimoreenit. PUROKOSKI (1954) käytti luokittelua hyväkseen ja nimesi moreenit luokkiin vallitsevan lajitteen mukaan. VUORINEN täsmensi (1959) luokitusperusteita sora- ja savimoreenin osalta. Soramoreeneiksi nimitetään moreenit, jotka sisältävät soralajitetta enemmän kuin 50 prosenttia. Savimoreenissa tulee olla yli 30 prosenttia savilajitetta.

Geologisella puolella VIRKKALA (1969) käytti samaa moreenien viiteen luokkaan jakoa. Kolme keskimmäistä ryhmää hän kuitenkin luokitteli d_{50} -menetelmällä, jonka mukaan raekoon mediaani määrää, mihin ryhmään moreeni kuuluu. Soramoreeneiksi nimittämiseen tarvittiin vain 40 prosenttia soralajitetta. Savimoreenin luokitteluperusteet olivat samat kuin maatalouspuolella. Geoteknisessä luokituksessa (GEO-luokitus, KORHONEN & GARDEMEISTER 1970) moreenit on jaettu sora-, hiekka- ja silttimoreeneihin.

Maataloustutkimuksessa ja -neuvonnassa moreenit luokitellaan edelleen viiteen ryhmään sora-, hiekka-, hieta-, hiesu- ja savimoreeneiksi vuoden 1949 luokituksen mukaan (AALTONEN YM. 1949).

Geologinen tutkimuslaitos käytti GEO-luokitusta omissa maaperäkartoissaan (1:100 000). Maatalouden tutkimuskeskuksen maantutkimuslaitos, joka teki vuosina 1947-82 maataloudellista maaperäkarttaa (1:20 000), jakoi moreenit rakennusteknisen (RT-) luokituksen mukaan viiteen ryhmään. Kun Maatalouden tutkimuskeskus, maanmittaushallitus ja Geologinen tutkimuslaitos vuonna 1972 ryhtyivät koetyönä tekemään Suomen maaperän peruskartoitusta (1:20 000), kartoille merkittiin sora- ja hiekkamoreeni samalla värillä ja hienoainesmoreeni erotettiin niistä symboleilla. Moreenikerroksen paksuutta pidettiin tärkeänä luokitusperusteena ja niinpä alle ja yli metrinpaksuiset kerrokset saivat oman merkkinsä, samoin moreenimuodostumat. Vuonna 1982 julkaistiin maaperäkartoituksen uusi moreeniluokitus (LINDROOS & NIEMINEN 1982), jossa moreenit luokitellaan sora-, hiekka- ja hienoainesmoreeneihin.

Taulukko 1. Nykyisin käytössä olevat moreenimaalajien luokitukset (ANON. 1983).

Maaperä- kartoituksessa käytetty 1982-	RT-luokitus	GEO-luokitus
soramoreeni (SrMr)	soramoreeni (SrMr)	soramoreeni (SrMr)
hiekkamoreeni (HkMr)	hiekkamoreeni (HkMr) hietamoreeni, karkea (HtMr)	hiekkamoreeni (HkMr)
hienoaines- moreeni (HMr)	hietamoreeni, hieno (HtMr) hiesumoreeni (HsMr) savimoreeni (SMr)	silttimoreeni (SiMr)

4. MOREENIEN LAJITEKOOSTUMUS

Kivennäismaalajien luokitus perustuu niiden raekoostumukseen sekä niiden syntymistapaan. Raekoostumusanalyysillä selvitetään maalajien sisältämien lajitteiden määrä ruotsalaisen AT-TERBERGIN (1912) kehittämän järjestelmän mukaan. Raekokojen rajat ovat taulukossa 2. Ensimmäiset suomalaisten sisämaan moreenien (12 kpl) lajitekoostumukset esitti FROSTERUS (1922). AARNIO (1938) julkaisi 110 maanäytteen raekoostumusanalyysin tulokset. Hän jakoi moreenit saviprocentin mukaan savipitoisiin (> 3%) ja saviköyhiin moreeneihin (taulukko 2). Molempien ryhmien keskiarvoista näkyy selvästi, miten moreenit koostuvat kaikista lajitteista. Kivet ja lohkareet jätettiin jo silloin varsinaisen analyysin ulkopuolelle, vaikka ne antavatkin usein leimansa moreenilajeille.

Taulukko 2. Moreenien keskimääräinen lajitekoostumus prosentteina (AARNIO 1938)

		Lajitteiden läpimitta mm								
Saves-	n	<0,002	0,002-	0,006-	0,02-	0,06-	0,2-	0,6-	2-5	>5
ta %		0,006	0,02	0,06	0,2	0,6	2,0			
0-3	43	0,7	1,4	3,7	7,1	15,5	18,5	14,5	13,8	24,8
>3	67	9,4	2,4	11,7	15,0	21,1	13,8	8,4	7,5	8,9

KIVEKÄS (1946) jakoi moreenit neljään luokkaan: sora-, hieka-, hieta- ja savimoreeni. Hän teki myös ohjeelliset luokittelurajat eri moreenilajeille sekä esitti moreeneista tehtyjen mekaanisten analyysien tuloksia (taulukko 3).

Taulukko 3. Eri moreenityyppien lajitteiden keskiarvot prosentteina (KIVEKÄS 1946)

		Lajitteiden läpimitta mm								
Moreeni-	n	<0,002	0,002-	0,006-	0,02-	0,06-	0,2-	0,6-	2-5	>5
laji		0,006	0,02	0,06	0,2	0,6	2,0			
SrMr	63	3,1	1,5	5,1	7,4	8,8	11,5	9,4	15,8	37,4
HkMr	143	5,3	2,7	7,8	12,2	20,2	19,0	10,1	9,2	13,5
HtMr	48	7,3	4,0	18,2	24,0	17,1	10,7	4,6	5,2	8,9
SMr	10	25,5	11,8	16,5	10,1	17,0	8,7	3,6	2,8	4,0
Yht.	264	5,9	2,9	9,4	13,1	16,8	15,3	8,7	9,9	18,0

Mekaanisen analyysin tuloksia käytettiin hyväksi myös silloin, kun moreenit jaettiin viiteen alalajiin (AALTONEN YM. 1949). Moreeneiden luokittelurajoja ei kuitenkaan määritelty tarkasti. Tutkiessaan moreenien rakeisuutta myös Virkkala (1969) päätyi viiteen eri ryhmään sora-, hieka-, hieta-, hiesu- ja savimoreeni (taulukko 4). Kolmen keskimmäisen moreenityypin erottamiseen hän käytti ns. d_{50} -menetelmää. Maatalouspuolella

nämä moreenit ryhmiteltiin vallitsevan lajitteen mukaan (PURO-KOSKI 1954). Savimoreeniksi nimitettiin sellaiset moreenit, joissa on vähintään 30 % savesta sekä geologisella että maatalouspuolella (VUORINEN 1959). Soramoreeneiksi VIRKKALA nimesi moreenit, joissa on vähintään 40 % soralajitetta, kun taas MTTK:n maantutkimuslaitoksella vaatimus oli 50 %.

Taulukko 4. Moreenin pääluokkien jakauma (%) raekoon mukaan noin 2 000:sta näytteestä (VIRKKALA 1969)

Pääluokka	Raekoko (mm)								
	<0,002	0,002- 0,006	0,006- 0,02	0,02- 0,06	0,06- 0,2	0,2- 0,6	0,6- 2	2-6	6-20
Soramoreeni	1,8	1,6	3,9	6,8	10,6	11,4	13,3	19,4	31,2
Hiekkamoreeni	1,8	2,1	5,7	10,0	18,7	20,1	16,5	13,1	12,0
Hietamoreeni	3,9	3,9	10,4	17,6	28,3	14,4	9,9	6,5	5,1
Hiesumoreeni	17,8	16,5	22,6	14,3	11,2	7,7	4,3	3,1	2,5
Savimoreeni	43,0	19,0	9,7	2,6	13,2	6,0	2,7	3,3	0,5
Kaikki	3,4	3,2	8,0	13,4	21,3	16,8	12,2	10,6	11,1

Tutkittaessa Maatalouden tutkimuskeskuksen ja Geologian tutkimuslaitoksen käyttämien moreeniluokitusten (RT = rakennustekninen, jota MTTK käyttää ja GEO = geotekninen, jota GTK käyttää) eroja 1970-luvun lopussa, kerättiin eri maaperäkartoitusalueilta silloisella maantutkimuslaitoksella tehdyt moreenien mekaaniset analyysitulokset ja ryhmiteltiin ne suurimman lajiteryhmän sekä d_{50} -menetelmän mukaan (taulukko 5).

Jos käytetään d_{50} -menetelmää, lähes 60 prosenttia näytteistä on hiekkamoreenia ja varsinkin soramoreenien prosentuaalinen osuus vähenee.

Taulukko 5. Maaperäkartoitusalueiden moreeneista tehtyjen mekaanisten analyysien tuloksia.

Moreenilajit RT-luokittelun mukaan	MTL: vallitsevan lajitteen mukaan		GTK d ₅₀ -luokitus	
	n	% näytteistä	n	% näytteistä
Savi- ja hiesumoreeni	43	4,7	25	2,7
Hietamoreeni	302	33,0	270	29,6
Hiekkamoreeni	302	33,0	531	58,1
Soramoreeni	267	29,3	88	9,6
Yhteensä	914	100,0	914	100,0

Vuoteen 1982 mennessä tehtyjen, 24 eri maataloudelliselta maaperäkartoitusalueelta kerättyjen 1 029 näytteen raekoostumusanalyysin tulokset ryhmiteltiin geoteknisiin moreeniluokkiin d₅₀ -menetelmällä. Koko aineistosta 82 prosenttia meni hiekkamoreeneihin, 10 soramoreeneihin ja kahdeksan siltti-moreeneihin.

Nykyisessä maanmittaushallituksen ja Geologian tutkimuskeskuksen yhteistyönä tehtävässä maaperäkartassa käytettävien moreenien lajitekoostumusrajat ovat seuraavat (LINDROOS & NIEMINEN 1982): Soramoreeni määritetään d₅₀ -menetelmän mukaan, mutta lisäksi siinä saa olla enintään 5 painoprosenttia läpimitaltaan alle 0,06 mm:n ainesta (hienoa hietaa, hiesua ja savilajitetta). Hiekkamoreeni rajautuu sora- ja hienoainesmoreeniin. Hienoaineksisissa moreenissa tulee olla yli 30 painoprosenttia läpimitaltaan alle 0,06 mm:n ainesta ja lisäksi vähintään 5 prosenttia läpimitaltaan alle 0,002 mm:n ainesta eli savilajitetta.

Viljavuuspalvelun tilastoissa vuodesta 1966 on moreenin osuus koko maan peltoalasta vaihdellut 13-19 prosenttiin. Näistä moreeneista on 90 prosenttia luokiteltu hietamoreeniksi, yhdeksän hiekk- ja yksi prosentti hiesu- ja savimoreeniksi.

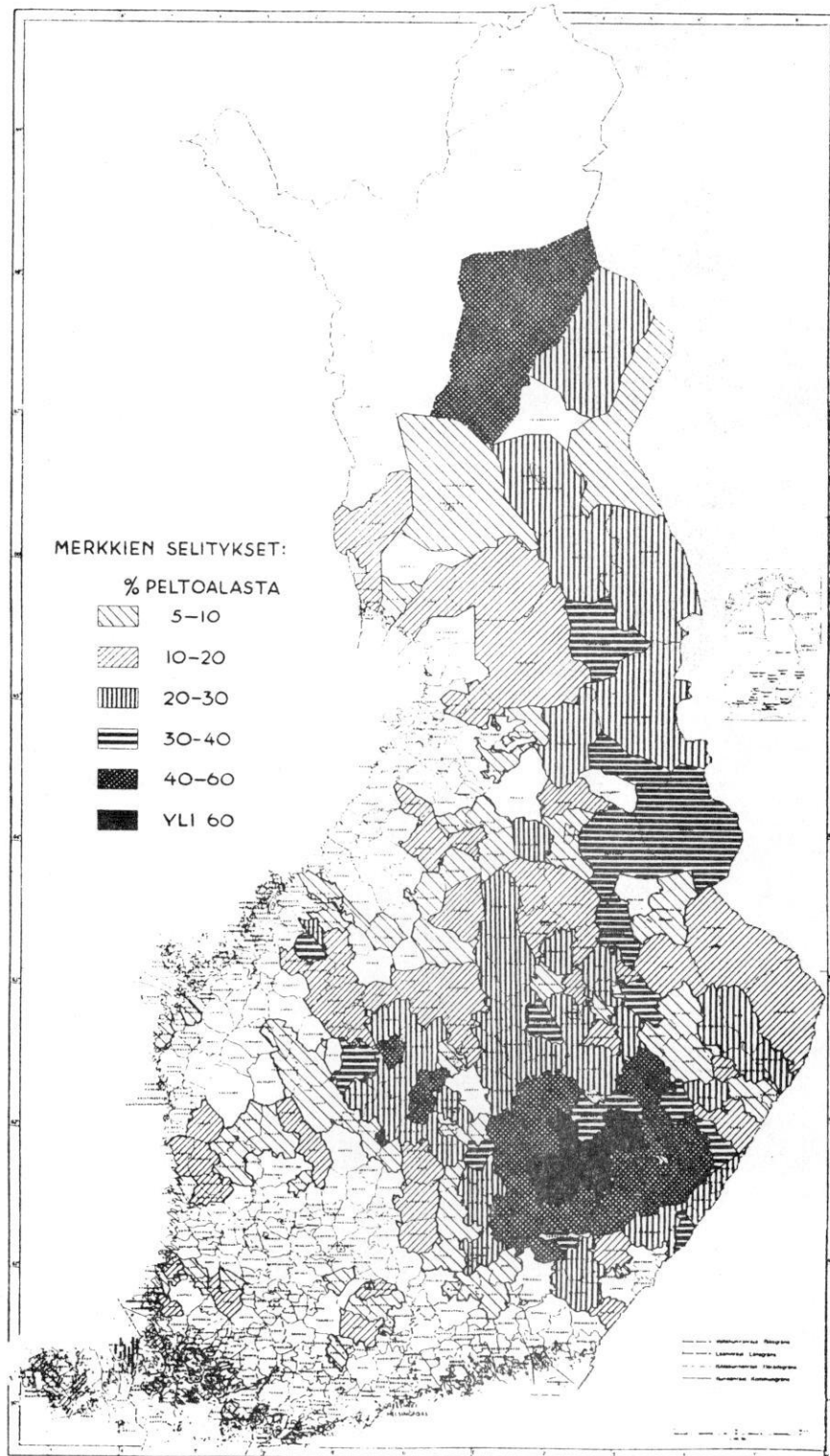
5. MOREENIMAIKEN OSUUS VILJELYPINTA-ALASTA

Maataloushallituksen vesiteknillinen tutkimustoimisto selvitti otantamenetelmällä syksyllä 1954 Suomen peltojen maalajit (HALONEN & JUUSELA 1957). Moreenin osuus koko peltoalasta oli silloin 11 prosenttia. Viljavuuspalvelun viimeisen tilaston (KÄHÄRI ym. 1987) mukaan heille lähetetyistä muokkauskerroksen maanäytteistä on noin 16 prosenttia moreenimaita, näistä 90 prosenttia eli lähes kaikki on hietamoreenia. Moreenipelloja on suhteellisesti eniten Mikkelin (66 %), Kainuun (39 %), Kuopion (29 %) ja Keski-Suomen (26 %) maatalouskeskusten alueilla (kuva 1). Länsi- ja Etelä-Suomessa moreenimaita viljellään melko vähän, koska hieta- ja savimaita on tarjolla riittävästi.

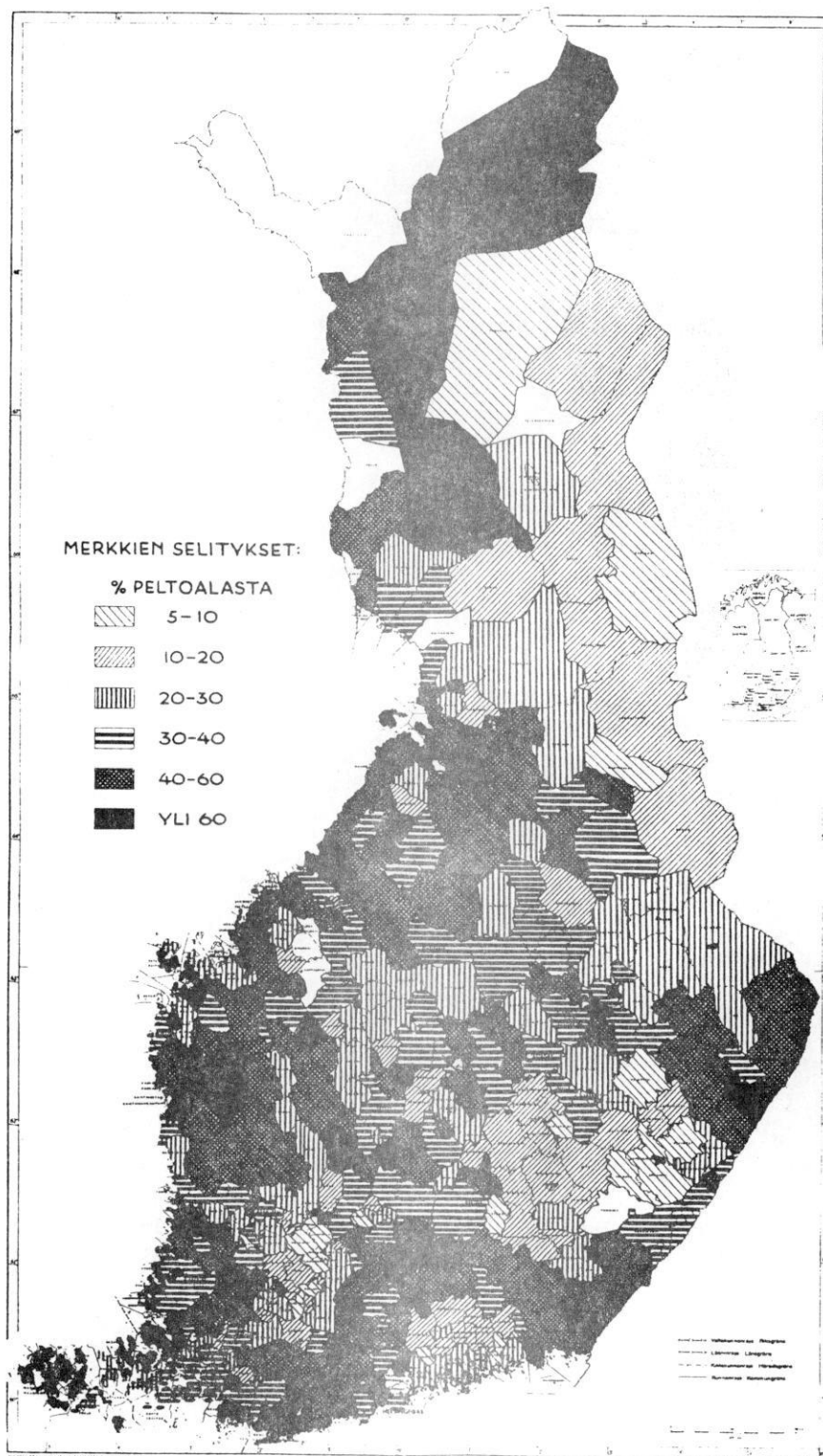
Viljavuuspalvelun tilaston mukaan Suomen pelloista on 34 prosenttia hietamaita (13 % karkeata hietaa, 21 % hienoa hietaa). Niitä esiintyy kaikkialla ympäri maata, mutta eniten Pohjois-Karjalassa, Salpausselkien ympäristössä ja Pohjanlahden rannikolla (kuva 2), siis enimmäkseen alueilla, joissa moreenipelloja on vähän.

Tarkempia tietoja alueellisista moreenipelloista saa maataloudellisista maaperäkartoista sekä niistä tehdyistä selostuskirjoista. Valitettavasti näitä karttoja on vain noin 200 peruskarttalehteä, mikä vastaa noin seitsemää prosenttia koko maan pinta-alasta. Uusien maaperän peruskarttojen tateksteissä on vain koko alueen maalajijakauma. Peltujen maala-jeja ei ole laskettu erikseen.

Vanhojen maataloudellisten maaperäkarttojen mukaan Mikkelin ympäristön pelloista on 56 prosenttia moreenia (PUROKOSKI 1954). Pohjoisessa Rovaniemen, Kemin ja Tornionseudulla pelloista on 16 prosenttia moreenia ja Jyväskylän ympäristössä 12 prosenttia (taulukko 6). Muilla kartoitusalueilla, jotka edustavat Länsi- tai Etelä-Suomea, moreenin osuus peltopinta-alasta on alle kymmenen, usein jopa vain 1-3 prosenttia.



Kuva 1. Hieta- ja hiekkamoreenien esiintyminen pelloissa vuosina 1955-60 (KURKI 1963).



Kuva 2. Hietamaiden esiintyminen Suomen pelloissa (KURKI 1963).

Taulukko 6. Viljellyn maan jakautuminen maalajeihin (%)
MTTK/MTO:n tutkimilla alueilla.

Alue	Moreeni	Karkea hieta	Hieno hieta	Hiesu	Savi	Turve
Rovaniemi	16	12	49	1	-	20
Kemi - Tornio	17	16	39	3	-	15
Oulu - Liminka	7	30	19	1	-	41
Ruukki - Lumijoki	9	42	14	1	-	30
Jyväskylä	12	8	12	51	1	14
Teisko	23	1	8	54	-	13
Nokia - Vesilahti	1	3	5	17	62	10
Valkeakoski	7	8	10	5	51	17
Vammala	3	2	6	34	39	15
Pori - Harjavalta	3	21	20	24	15	12
Lohja - Vihti	1	2	15	8	63	8
Lahti	1	7	8	15	61	6
Riihimäki - Mäntsälä	1	6	9	23	53	8
Anjala - Kymi	2	3	13	2	62	11
Kerava - Nickby	5	6	8	-	74	4
Malmi - Tuusula	2	9	11	-	69	7
Porvoo - Loviisa	3	8	3	-	79	4
Turku - Rymättylä	2	4	2	-	81 (Ljs	10)
Espoo	2	8	8	4	60 ("	14)
Mikkeli - Tuukkala	56		18	6	-	20

6. VILJELTYJEN MOREENI- JA HIETAMAIDEN KEMIALLISET OMINAISUUDET

VUORINEN (1952) tutki koetilojen maiden viljavuutta ja totesi, että karkeiden kivennäismaalajien (HtMr, HHk, KHt, HHT ja Hs) kalsiumin pitoisuuksissa ei ole suuria eroja. HEINOSSEN (1956) mukaan magnesiumin vajaus on Suomessa ilmeisesti yleisintä happamissa karkeissa kivennäismaissa.

SILLANPÄÄ (1962) tutki eräiden maaperätekijöiden vaikutusta hivenalkuaineiden liukoisuuteen ja pitoisuuksiin. Karkeissa kivennäismaissa ovat totaalihivenalkuainepitoisuudet pienemmät kuin hienoissa. SILLANPÄÄN ja LAKASEN (1966) eri maalajien liukoisia ravinnepitoisuuksia selvittävien tutkimusten perusteella moreenissa (n=38) oli vain magnesiumia, mangaania ja sinkkiä enemmän kuin hiedoissa (n=103), toisaalta moreeneissa oli edellisten alkuaineiden lisäksi kaliumia, rautaa, strontiumia, lyijyä ja nikkeliä sekä kobolttia enemmän kuin hiekoissa (n=5). Hiekoissa oli vain kuparia ja kalsiumia enemmän kuin moreeneissa. Hiekkojen ja moreenien mangaani- ja fosforipitoisuudet olivat samaa tasoa.

LAKANEN ja SILLANPÄÄ (1967) selvittivät strontiumin esiintymistä Suomen maalajeissa (n=221). Sekä totaali-strontiumin pitoisuus että liukoisen strontiumin pitoisuus oli karkeissa kivennäismaalajeissa korkeampi kuin hienoissa. Tutkittaessa maan viljavuustekijöiden keskinäisiä vuorosuhteita maala-jeittain Viljavuuspalvelun aineistosta (n=80 000) karkeiden kivennäismaalajien (Mr, Hk, Ht ja Hs) Ca/pH- ja Ca/K -suhteen kuvaajat muodostivat yhtenäisen ryhmän (LAKANEN ym. 1970). Kalkituksen pH:ta nostava vaikutus väheni sarjassa moreenit, hiekat ja hieta, jne. maan raekoon pienetessä samoin kuin orgaanisen aineksen määrän kasvaessa. Kalkitus vaikutti helppoliukoisen fosforin pitoisuuteen samalla tavalla, vaikka fosforimääräytyykin pääasiassa maan pH:n perusteella. Kaliumin ja fosforin liukoisilla määrillä ei ollut selvää suoranaista vaikutusta muihin viljavuustekijöihin.

JOKINEN & HYVÄRINEN (1985) tutkivat eri maalajien magnesiumpitoisuutta ja sen vaikutusta Ca/Mg- ja Mg/K -suhteisiin Viljavuuspalvelun aineiston (n=30 000) perusteella. Moreeneissa, hiekoissa ja karkeissa hiedoissa magnesiumin keskimääräinen pitoisuus oli noin 100 mg/l. Magnesiumpitoisuudeltaan samalaisten näytteiden osuus kunkin maalajin näytteistä oli näissä maalajeissa samantyyppinen. Hienojen hietojen keskimääräinen magnesiumpitoisuus oli jo selvästi korkeampi kuin sitä karkeampien maalajien. Moreenien, hiekkojen ja karkeiden hietojen magnesiumtasoa näyttivät kuvaavan hieman paremmin pylväsdiag-

rammi ja keskimmäisen näytteen magnesiumpitoisuus kuin magnesiumpitoisuuden keskiarvo. Hienoissa hiedoissa magnesiumpitoisuutta kuvasi paremmin jakautuma kuin magnesiumpitoisuuden keskiarvo. Ca/Mg -suhteen perusteella noin 50 % moreeneista ja 40 % hiedoista tarvitsi kalkitusaineksi dolomiittikalkkia.

7. MOREENIEN JA HIETOJEN VILJAVUUSLUKUJEN VERTAILU

Taulukkoon 7 on kerätty moreenien sekä karkean ja hienon hiedan keskimääräisiä viljavuuslukuja eri aineistoista.

Taulukko 7. Moreenien ja hietojen viljavuuslukuja eri aineistoissa.

Tutkimus- aineisto	Maalaji	Näytteitä kpl	pH	Ca	K	Mg	P
				mg/l			
Viljavuuspalvelu v. 1966-70 (KURKI)	Moreenit	50870	5.7	1112	144	108	9.4
	Karkea hieta	52579	5.8	1178	129	106	10.7
	Hieno hieta	62121	5.7	1244	138	143	7.8
Viljavuuspalvelu v. 1976-80 (KURKI)	Moreenit	95383	5.9	1140	147	121	13.5
	Karkea hieta	62284	5.8	1084	129	120	14.6
	Hieno hieta	97200	5.8	1268	153	164	11.0
Viljavuuspalvelu v. 1981-85 (KÄHÄRI ym.)	Moreenit	115439	6.0	1122	133	123	15.1
	Karkea hieta	89189	5.9	1049	114	124	15.6
	Hieno hieta	148173	5.9	1273	152	171	11.5
Suomen Akatemia v. 1974 (SIPPOLA ym.)	Moreenit	310	5.8	1037	105	124	10.0
	Karkea hieta	468	5.7	1039	95	93	10.0
	Hieno hieta	198	5.6	943	95	111	6.2
Maaperäkartoitus- näytteitä v. 1955-70	Moreenit	131	5.3	1021	82	-	7.2
	Karkea hieta	353	5.5	774	80	-	9.6
	Hieno hieta	217	5.6	918	87	-	6.6

Viljavuuspalvelun suurten näytemäärien vuoksi voi keskiarvojen perusteella tehdä seuraavia johtopäätöksiä:

7.1. Maan happamuus (pH)

Moreeni- ja hietapellot ovat kuuluneet happamuutensa perusteella samaan viljavuusluokkaan niin kauan kuin tilastoja on tehty. pH-lukujen keskiarvot ovat 1960-luvulta hiukan nousseet, mutta edelleen viljavuusluokka on keskimäärin tyydyttävä (pH 5.7-6.1). Vielä 1960-luvun loppupuolella moreenimaiden pohjamaan pH oli korkeampi kuin muokkauskerroksen, mutta hietamaissa muokkauskerroksen pH oli korkeampi kuin pohjamaan. 1970-luvun loppupuolella hieta- ja hiekkamoreenimaiden muokkauskerroksen pH oli jo korkeampi kuin pohjamaan, mutta hienoaineksisten moreenien tilanne oli pysynyt samanlaisena. Hietamaiden kohdalla ero muokkauskerroksen ja pohjamaan pH:n välillä oli edelleen kasvanut edelliseen viisivuotisjaksoon verrattuna johtuen lisääntyneestä kalkitsemisesta. 1980-luvun alkupuolen viisivuotisjakson aikana erot muokkauskerroksen ja pohjamaan pH-arvojen välillä ovat tasoittuneet sekä moreeneissa että hietamaissa.

7.2. Kalsium (Ca)

Liukoisen kalsiumin pitoisuus kivennäismaalajeissa kasvaa maalajin hienoaineksen määrän kasvaessa siirryttäessä maalajista toiseen. Myös moreeneissa voidaan todeta liukoisen kalsiumin pitoisuuden kasvavan siirryttäessä sora-moreenista savimoreeniin päin. Hieta- ja hiekkamoreenien liukoisen kalsiumin pitoisuus on yleensä hienojen hietamaiden pitoisuuksia hieman alhaisempi, mutta korkeampi kuin karkeiden hietojen.

7.3. Kalium (K)

Liukoisen kaliumin pitoisuus seuraa samoja säännömukaisuuksia kuin liukoisen kalsiumin pitoisuus niin moreeni- kuin hietamaissakin. Yleensä liukoista kaliumia on enemmän moreeneissa ja hienoissa hiedoissa kuin karkeissa hiedoissa. Viime vuosina on voimakkaan nurmiviljelyn alueilla, joihin moreenivaltaiset alueet kuuluvat, liukoisen kaliumin pitoisuus pysynyt samalla

tasolla. Viljavuuspalvelun viimeisen tilaston mukaan hienohieta- ja moreenipellot kuuluivat viljavuusluokkaan tyydyttävä (120-200 mg K/l) ja karkeat hietamaat luokkaa alempaan eli välttävään.

7.4. Fosfori (P)

Liukoisen fosforin pitoisuus näyttää laskevan sekä moreeneissa että lajittuneissa maalajeissa maalajin hienoaineksen määrän kasvaessa. Karkeissa hiedoissa on liukoista fosforia saman verran tai hiukan enemmän kuin hietamoreeneissa. Hienoissa hiedoissa fosforia on vähemmän kuin yleensä moreeneissa. Vuosikymmenien fosforilannoituskampanjoilla on päästy siihen, että Suomen peltojen, myös moreeni- ja hietamaiden viljavuusluokka fosforilukujen mukaan on vähintään tyydyttävä.

7.5. Magnesium (Mg)

Liukoisen magnesiumin pitoisuudet ovat alhaiset karkeissa kivennäismaissa. Maalajien hienoaineksen määrän kasvaessa myös liukoisen magnesiumin pitoisuus kasvaa. Karkean hiedan ja moreenin magnesiumpitoisuus on dolomiittikalkin ja magnesiumlannoituksen avulla noussut 1960-luvun viljavuusluokasta välttävä 1980-luvun alkuun mennessä viljavuusluokkaan tyydyttävä.

7.6. Rikki (S)

Moreeneissa on selvästi alhaisempi sulfaattirikin pitoisuus kuin hiedoissa. Moreenimaissa hienoaineksen määrällä ei näytä olevan vaikutusta sulfaattirikin pitoisuuteen.

7.7. Hivenaineet

Viljavuuspalvelun aineiston (1986) mukaan moreeneissa oli enemmän kuparia (Cu), booria (B), mangaaania (Mn), sinkkiä (Zn), rautaa (Fe) ja kobolttia (Co) kuin karkeissa hiedoissa. Molybdeeni- (Mo) ja seleeni (Se) tasot olivat yhtä suuret karkeissa hiedoissa ja moreeneissa. Hieno hieta erosi karkeasta

hiedasta sen verran, että hienon hiedan sinkki-, rauta- ja kobolttipitoisuudet olivat korkeammat kuin moreenien vastaavat pitoisuudet.

Vuonna 1974 kerättiin ympäri maata timoteipelloilta maanäytteet (SIPPOLA & TARES 1978). Niistä 310 oli moreeneita, 468 karkeata hietaa ja 198 hienoa hietaa. Näistä maista analysoitiin hivenaineet hapanammoniumasettaatti-EDTA -menetelmällä (LAKANEN & ERVIÖ 1971), joten menetelmä on toinen kuin mitä käytettiin viljavuuspalvelussa ennen vuotta 1986. Tämän aineiston mukaan moreeneissa oli mangaania ja sinkkiä selvästi enemmän kuin hiedoissa. Ero viljavuusluokissa mitattuna oli yksi. Kuparia, kobolttia ja rautaa oli eniten hienoissa hiedoissa ja vähiten moreeneissa, mutta kaikki pitoisuudet kuuluivat ns. normaaliarvoihin (SILLANPÄÄ ym. 1975). Molybdeeniä ja booria oli hienoissa hiedoissa vähiten, kun verrattiin keskenään moreeneita sekä karkeita ja hienoja hietoja.

Tarkasteltaessa peltojen kivennäisainepitoisuuksia eri maalojeilla siirryttäessä etelästä pohjoiseen käyttäytyivät useimmat hivenaineet samansuuntaisesti moreeneilla ja karkeilla hiedoilla (SOINI 1985). Hienon hiedan koboltti-, kromi- ja kuparipitoisuus oli maan pohjoisosissa suurempi kuin sitä karkeammilla kivennäismailla ja sinkkipitoisuus pienempi.

7.8. Erot jankossa ja pohjamaassa

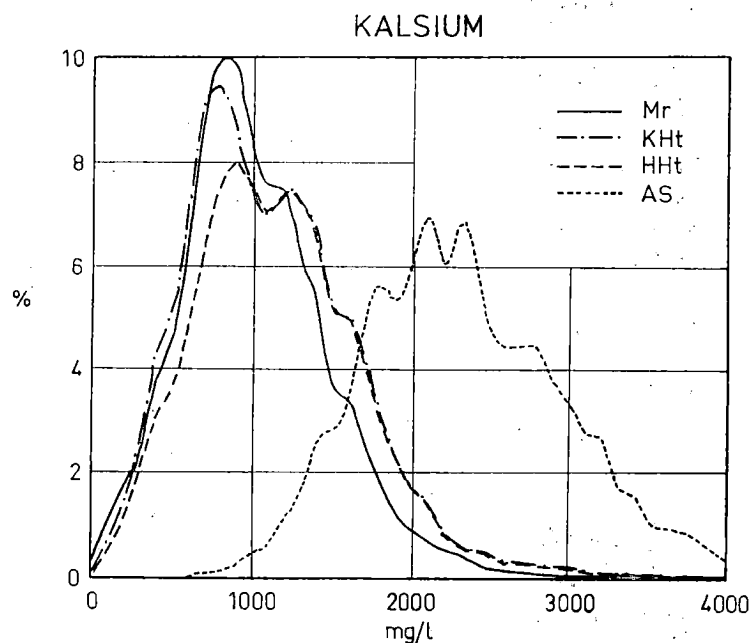
Maaperäkartoituksen yhteydessä on kerätty maanäytteitä (taulukko 8) myös syvemmistä kerroksista; jankosta (20-40 cm) ja pohjamaasta (40-60 cm). Verrattaessa moreeneiden viljavuusluokuja hietojen vastaaviin keskiarvoihin voidaan todeta, että sekä moreenien jankossa että pohjamaassa oli korkein pH-luku ja kaliumpitoisuus sekä alhaisin fosforipitoisuus. Kalsiumia oli vähiten karkeissa hiedoissa. Moreenien kalsiumluvut olivat karkean ja hienon hiedan arvojen välillä.

Taulukko 8. Viljavuusluvut muokkauskerroksen alla olevissa kerroksissa (20-40 cm, 40-60 cm) maaperäkartoitusaineistossa.

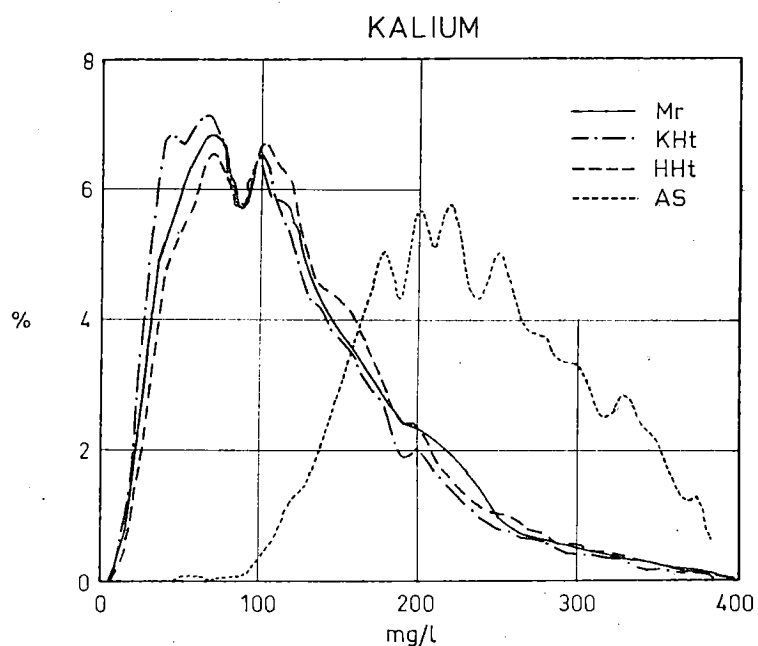
Maalaji	Jankko					Pohjamaa				
	n	pH	Ca	K	P	n	pH	Ca	K	P
			mg/l					mg/l		
Moreenit	148	5.4	461	64	2.0	162	5.4	375	53	2.5
Karkea hieta	447	5.4	279	38	3.6	467	5.3	240	27	3.0
Hieno hieta	241	5.3	512	58	3.7	238	5.1	435	51	3.8

7.9. Maanäytteiden jakautumat viljavuuslukujen mukaan

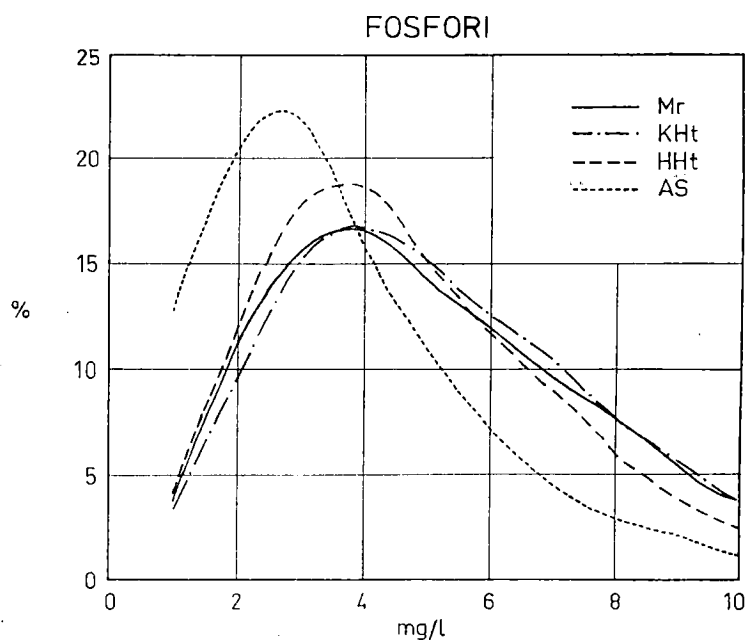
Viljavuuspalvelun aineistosta vuosilta 1961-65 piirrettiin maalajeittain käyrät maanäytteiden jakautumisesta kalsium-, kalium- ja fosforiluokkiin (kuvat 3, 4 ja 5). Kuvissa ovat mukana moreenit, karkea ja hieno hieta sekä vertailun vuoksi aitosavi. Jakaumat on esitetty prosentuaalisesti.



Kuva 3. Viljavuuspalveluun vuosina 1961-65 lähetettyjen maanäytteiden (moreeni, karkea ja hieno hieta, aitosavi) kalsiumlukujen prosentuaalinen jakautuminen eri kalsiumluokkiin (HYVÄRINEN 1982, henkilökohtainen tiedonanto).



Kuva 4. Viljavuuspalveluun vuosina 1961-65 lähetettyjen maanäytteiden (moreeni, karkea ja hieno hieta, aitosavi) kaliumlukujen prosentuaalinen jakautuminen eri kaliumluokkiin (HYVÄRINEN 1982, henkilökohtainen tiedonanto).



Kuva 5. Viljavuuspalveluun vuosina 1961-65 lähetettyjen maanäytteiden (moreeni, karkea ja hieno hieta, aitosavi) fosforilukujen prosentuaalinen jakautuminen eri fosforiluokkiin (HYVÄRINEN 1982, henkilökohtainen tiedonanto).

Moreeneiden kalsium-, kalium- ja fosforipitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaan sekä karkean että hienon hiedan kanssa. Aitosavinäytteiden kalsiumtaso vaihtelee suurimmalla osalla aineistoa 1800-2500 mg/l, kun karkeista kivennäismaanäytteistä suurin osa on tasolla 700-1300 mg/l. Samansuuntaiset ja yhtä selvät erot ovat aitosaven ja moreenien sekä hietojen kalsiumtasoissa. Fosfori pidättyy saveen voimakkaammin kuin karkeisiin kivennäismaihin. Ero näkyy siinä (kuva 5), että aitosavinäytteistä suurin osa on fosforitasolla 2,0-2,5 mg/l, kun hietojen ja moreenien yleisin fosforipitoisuus vaihtelee 35-45 mg/l. Ero moreenien ja hietojen välillä on vähäinen verrattuna aitosaveen ja yleensäkin saviin samoin kuin eloperäisiin maa-lajeihin.

7.10. Alueelliset erot

Tarkasteltaessa maatalouskeskuksittain hietamoreeninäytteiden viljavuuslukujen keskiarvoja vuosina 1981-85 voidaan todeta, että hietamoreenipeltojen keskimääräinen kalsiumtaso oli viljavuusluokkaa välttävä (800-1400 mg/l) lähes koko maassa, vain Varsinais-Suomen ja Finska Hushällningssällskapetin alueilla luokkaa parempi eli tyydyttävä. Maan happamuus eli pH oli koko maassa tyydyttävä (pH 5,7-6,1) ja Turun saaristossa jopa viljavuusluokkaa hyvä.

Kaliumlukuissa oli eniten alueellista vaihtelua. Suurin osa kuului viljavuusluokkaan tyydyttävä (120-200 mg/l), Varsinais-Suomessa ja Turun saaristossa kaliumtaso oli hyvä, mutta Pirkanmaan, Mikkelin, Keski-Suomen ja Kainuun hietamoreeneilla vain välttävä.

Suomen peltojen fosforitaso on vuosien varrella saatu nousemaan, ja niinpä sitä näytti olevan riittävästi myös kaikissa hietamoreenipelloissa. Varsinais-Suomen, Satakunnan ja Lapin sekä kahden ruotsinkielisen maatalouskeskuksen alueella fosforiluvut edustivat viljavuusluokkaa hyvä (20-40 mg/l) ja koko muu maa viljavuusluokkaa tyydyttävä.

Magnesiumlukujen keskiarvot vaihtelivat 100-179 mg/l maatalouskeskuksittain. Pohjois-Suomessa, jossa käytetään paikallista, magnesiumia sisältävää dolomiittikalkkia peltojen

kalkitsemiseen samoin kuin Etelä-Suomen saviseuduilla hietamoreenipeltojen magnesiumtaso oli tyydyttävä, muualla maassa viljavuusluokkaa välttävä (80-120 mg/l).

Hietamoreenien alueittaisten viljavuuslukujen vertailu saman alueen karkeiden ja hienojen hietojen vastaaviin lukuihin osoitti, että kunkin maatalouskeskuksen hietamoreenipellot kuuluivat happamuudeltaan (maan pH) samaan viljavuusluokkaan kuin karkea ja hienohietapellot.

Kalsiumlukujen mukaan sekä hietamoreeni- että karkeahietapellot kuuluivat koko maassa samaan viljavuusluokkaan. Hienohietapeltojen kalsiumluvut olivat Uudenmaan, Nylands Svenskan, Satakunnan ja Hämeen läänin maatalouskeskusten alueilla yhtä viljavuusluokkaa paremmat kuin hietamoreenin, mutta muualla samassa viljavuusluokassa.

Kaliumtaso oli seitsemän pohjoisen maatalouskeskuksen karkeilla hietamailla yhtä viljavuusluokkaa alhaisempi kuin hietamoreeneilla. Hienojen hietojen kaliumluvut olivat samassa viljavuusluokassa hietamoreenien kanssa, parin maatalouskeskuksen alueella jopa yhtä viljavuusluokkaa korkeammalla.

Fosforiluvut ovat hietamoreeneilla ja karkealla hiedalla samaa suuruusluokkaa keskenään eri alueilla. Fosforin pidättymisen lisääntyminen maan hiukkaskoon pienentyessä näkyi siinä, että yhdeksän maatalouskeskuksen alueella hienojen hietojen keskimääräinen fosforiluku oli yhtä viljavuusluokkaa alempi kuin hietamoreenin ja karkean hiedan.

Myös magnesiumin kohdalla hienot hiedat erosivat selvästi hietamoreeneista ja karkeasta hiedasta. Kautta maan magnesiumluvut olivat hienoilla hiedoilla suuremmat kuin karkeammilla kivennäismailla, kahdentoista maatalouskeskuksen alueella ero paransi viljavuusluokkaa yhdellä.

8. MOREENIMOIDEN VILJELY

Moreenimaiden viljelyn pahin este on niiden kivisyys. Pellonraivauksen vilkkaimpina aikoina 1940- ja 50-luvuilla kokeiltiin kivisyyden arviointimenetelmiä ja tutkittiin rai-

vausmenetelmiä (VALANKO 1951). Tarkoituksena oli selvittää, miten kivisiä moreeneja kannattaa raivata pelloksi, koska kivienraivaaminen pelloilta helpotti kyntöä ja muitakin koneilla tehtäviä töitä. Arviointimenetelmien avulla voitiin ennakoida raivauskustannukset ja kannattavuus sekä helpottaa raivauspäätösten tekoa, sillä kaikilla moreenimailla jonkinasteinen kivienraivaus on joka tapauksessa tarpeen.

Parhaiten viljelykseen sopivat löyhät, vähäkiviset hietamoreenimaat, joiden pohjamaana on tiiviiksi puristunut pohjamoreeni. Tällaisia moreenipelloja löytyy Savosta ja Kainuusta drumliinialueelta (KIVINEN 1941). Pohjamoreenin ansiosta maat pysyvät kosteina - eivät ole poudanarkoja - ja pintakerroksen löyhän rakenteen vuoksi ovat toisaalta riittävän ilmavia. Maita sanotaan "hikeviksi". Pellot sijaitsevat tavallisesti mäkien päällä tai rinteillä, joten hallanvaara on niillä vähäisempi kuin laaksoissa.

Hyvänä esimerkkinä moreenimaiden viljelemisestä voidaan pitää Otavan koulutilaa Mikkelin maalaiskunnassa (VUORINEN 1953). Valtion koulutiloilta 1940-luvun lopulla tehdyissä tutkimuksissa Otavan moreenipelloilta saadun hehtaarisadon rehuksikkömäärän (n. 3000 ry) ylitti vain Suonenjoen Heikkilän tila, joka pellot ovat hienoa hietaa. Toisen hienohietatilan, vironlahtelaisen Harjun, sadot jäivät pienemmiksi kuin Otavan. Ennen koulutiloja tutkittiin myös koetilojen peltojen viljavuus (VUORINEN 1952). Mikkelin Karilan tilan viljelyksistä suurin osa on karkeata hietaa. Verrattaessa Karilan ja Otavan viljavuuslukujen keskiarvoja toisiinsa vain kaliumluku oli sama, muut ravinteiden keskiarvot olivat Otavan moreenimailla korkeammat.

Kenttäkokeita on tehty vähän moreenimailla. Karjalan koeasemalla Tohmajärvellä tutkittiin vuosina 1944-65 kalkin, karjannan ja kalkituksen vaikutusta kevätiljojen ja heinän satoon (LUOSTARINEN 1967). Vertailussa todettiin, että Tohmajärven moreenimaalla lannoitteiden vaikutus vastasi lähinnä Etelä-Suomen paikalliskokeiden tuloksia hietamailla.

Vähäisessä määrin Suomessa viljellään myös hiekkamoreeneita, joita esiintyy eniten rannikkoalueilla, missä Itämeren eri merivaiheet ovat huuhdelleet moreenin pintakerroksista hie-noainekset pois. Hiekkamoreenit sopivat paremmin metsän kasvatukseen kuin pelloksi (FROSTERUS 1922), sillä ravinteet huuhtoutuvat näistä helposti pois.

Hiesumoreeneissa on runsaammin ravinteita kuin karkea-aineksisissa moreeneissa, mutta ilmavuus- ja kosteussuhteet ovat niissä huonot. Mitä suurempi on hiesulajitteen osuus hiesumoreenissa, sitä tuntuvampia ovat hiesun huonot ominaisuudet siinä. Kuivuessaan se kuorettuu ja kostuessaan taas helposti "lasehtii" tiiviiksi. Syysviljojen viljelemisen kannalta rous-teen muodostuminen hiesumoreenipelloille on haitallista. Hiesumoreeneja tavataan meillä alueilla, missä hiesuja esiintyy eli Sisä-Suomessa. Hiesumoreenin osuus on kuitenkin pieni eli alle prosentin koko peltoalasta.

Moreenien kuten kaikkien maalajien viljelyyn vaikuttavat myös maan fysikaaliset ominaisuudet, joita ovat esimerkiksi maan rakenne, huokostilavuus ja veden pidätyskyky. Näiden ominaisuuksien luokitukset ja normit on kuitenkin tehty vain eri maalajitteille. Moreeni taas on maalaji, jossa eri lajitteiden määrät vaihtelevat koko ajan samallakin pellolla maan eri osista puhumattakaan. Sen vuoksi ei löydy normeja moreenin kapillaarisesta vedennoususta tai huokosten kokojakaumasta.

Maan saves- ja humusmäärät vaikuttavat edellämainittuihin ominaisuuksiin. Esimerkiksi jo muutama prosentti savilajitetta muuttaa oleellisesti maan hydrologisia ominaisuuksia. Savilajitteen tehopinta voi olla tuhat, jopa miljoonakertainen hiekkalajitteeseen verrattuna (MUSTONEN 1986). Jos siis halutaan saada tyypillisiä arvoja jollekin moreenille, lienee parasta tehdä siitä lajitekoostumus- ja humusmääritys ja sen jälkeen soveltaa tuloksia saves- ja humusprosentin mukaan.

KIRJALLISUUS

- AALTONEN, V.T., AARNIO, B., HYYPPÄ, E., KAITERA, P., KESO, L., KIVINEN, E., KOKKONEN, P., KOTILAINEN, M.J., SAURAMO, M., TUORILA, P. & VUORINEN, J. 1949. Maaperäsä-naston ja maalajien luokituksen tarkistus v. 1949. Summary: A critical review of soil terminology and soil classification in Finland in the year 1949. Maatal.tiet. Aikak. 21: 37-66.
- AARNIO, B. 1911. Maalajikartoista. Suomen Maanmittausyhdis-tyksen Aikakauskirja marraskuulla 1911, N:o 11.
- AARNIO, B. 1938. Moreenien mekaaninen koostumus Suomessa. Agrogeol. julk. no 45: 1-14.
- ANON. 1977. Suomen maaperän peruskartoitus. Maanmittaushalli-tuksen julkaisu n:o 44. Helsinki. 32 p.
- ANON. 1983. Maaperäkartan käyttöopas. Toim. M. Haavisto, Geol. tutkimuslaitos. Opas 10. Espoo. 74 p.
- ATTERBERG, A. 1912. Mechanische Bodenanalyse und Klassifika-tion der Mineralböden Schwedens. Internat. Mitt. Boden-kunde 2. 314 p.
- BERGHELL, H. 1905. Savonlinna. Maalajikartan selitys. Suomen geol. yleiskartta. Lehti D2. 117 p + kartta.
- BERGHELL, H. 1927. Salmi ja Suojärvi. Suomen Geologinen Yleiskartta. Lehti E2 ja E3. Selitys maaperäkarttoihin. 147 p.
- FROSTERUS, B. 1922. Suomen maaperä. Geotekn. tied. n:o 34: 1-37.
- FROSTERUS, B. & WILKMAN, W.W. 1917. Suomen geologinen yleis-kartta. Lehti D3 Joensuu. Maalajikarttaselitys. 36 p.
- GRANLUND, E. & WENNERHOLM, S. 1935. Sambandet mellan moränty-per samt festånds och skogstyper i Västerbottens Lapp-marken. Sv. Geol. Unders. Ser. C. No 384.
- HALONEN, R. & JUUSELA, T. 1957. Suomen peltojen maalajit, muokkauskerroksen syvyys ja maan happamuus. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 29: 150-166.
- JOKINEN, R. & HYVÄRINEN, S. 1985. Eri maalajien magnesiumpi-toisuus ja sen vaikutus ravintoesuhteisiin Ca/Mg ja Mg/K. MTTK:n tiedote 13/85. 15 p.
- KESO, L. 1936. Tärkeimmät maalajimme ja niiden fysikaaliset ominaisuudet. Tekn. Aikakauslehti 12: 1-14.
- KIVEKÄS, E.K. 1946. Zur Kenntnis der mechanischen, chemischen und minerologischen Zusammensetzungen der Finnischen Moränen. Acta Agr. Fenn. 60, 2: 1-110.
- KIVINEN, E. 1939. Helsinki III. Agrogeol. karttoja 12: 1-73.
- KIVINEN, E. 1941. Tutkimuksia vaara-alueiden moreenimaiden ominaisuuksista. Agrogeol. julk. 51: 1-35.
- KORHONEN, K-H. & GARDEMEISTER, R. 1970. Geoteknillinen maala-jiluokitus, Maansiirto 1970: 6.
- KURKI, M. 1963. Suomen peltojen viljavuudesta vuosina 1955-1960. Helsinki. 107 p.
- KÄHÄRI, J., MÄNTYLÄHTI, V. & RANNIKKO, M. 1987. Suomen pelto-ten viljelvyys 1981-1985. Helsinki. 105 p.
- LAKANEN, E. & ERVIÖ, R. 1971. A comparison of eight extrac-tants for the determination of plant available micro-nutrients in soils. Acta Agric. Fenn. 123: 223-232.
- LAKANEN, E. & SILLANPÄÄ, M. 1967. Strontium in Finnish soils. Ann. Agric. Fenn. Vol. 6: 197-207.
- LINDROOS, P. & NIEMINEN, P. 1982. Maaperäkartoituksen uusi moreeniluokitus. Geologi 34 (4): 65-67.

- LUOSTARINEN, H. 1967. Vaaramoreenin lannoitus- ja kalkitusko-
keen tuloksia. Suomen Maatal.tiet. Aikak. 39: 193-204.
- MOBERG, K.A.D. 1888. Tammisaari. Kertomus karttalehteen no 1.
Suomen geol. tutkimus. 40 p.
- MUSTONEN, S. 1986. (toim.) Sovellettu hydrologia. Vesiyhdys-
tys r.y. Helsinki 1986. 503 p.
- PUROKOSKI, P. 1954. Mikkeli-Tuukkala. Agrogeol. karttoja
14: 1-47. Zusammenfassung (2 karttaa).
- SEDERHOLM, J.J. 1892. Tammela. Kertomus karttalehteen N:o 18.
Suomen geol. tutkimus. 67 p.
- SILLANPÄÄ, M. 1962. Trace elements in Finnish soils as rela-
ted to soil texture and organic matter content. J. Sci.
Agric. Soc. Finl. 34: 34-40.
- SILLANPÄÄ, M. & LAKANEN, E. 1966. Readily soluble trace ele-
ments in Finnish soils. Ann. Agric. Fenn. Vol 5:
298-304.
- SILLANPÄÄ, M., LAKANEN, E., TARES, T. & VIRRI, K. 1975. Hive-
naineiden uutto EDTA:lla tehostetulla happamalla ammo-
niumasetaatilla suomalaisista maista. Kehittyvä maata-
lous 21: 3-13.
- SIPPOLA, J. & TARES, T. 1978. The soluble contents of mineral
elements in cultivated Finnish soils. Acta Agric. Scand.
Suppl. 20: 11-26.
- SOINI, S. 1985. Saraturpeen ja timotein kivennäisainepitoi-
suudet Suomessa. Suo 36 (1): 9-17.
- TIGERSTEDT, A.F. 1890. Kertomus karttalehteen N:o 13. Hä-
meenlinna. Suomen geol. tutkimus. 50 p.
- VALANKO, O. 1951. Peltomaan kivisyydestä ja kivenraivauk-
sesta. Agrogeol. julk. N:o 58: 1-48.
- VIRKKALA, K. 1969. Suomen moreenien rakeisuusluokitus. Terra
81: 3, 273-278.
- WREDLIND, J.E. 1934. Naturbetingelserna för de Nord-Svenska
järnpodsolerade moränmarkernas, tallhedar och mossrika
skogssamhällen. Svenska skogsvårdför. tidskr. 1934. h.
I-II.
- VUORINEN, J. 1952. Koetilojen peltojen viljavuudesta. Agro-
geol. julk. 59: 1-59.
- VUORINEN, J. 1953. Koulutilojen peltojen viljavuudesta. Sum-
mary: On the Fertility of Soils on School Farms in Fin-
land. Agrogeol. julk. N:o 60: 1-44 + liitteet.
- VUORINEN, J. 1959. Tampere-Lempäälä. Agrogeol. karttoja
16. Summary (6 karttaa).

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

1986

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1985. 69 p.
2. KEMPPAINEN, E. Karjanlannan hoito ja käyttö Suomessa. 102 p. + 6 liitettä.
3. KEMPPAINEN, E. & HAKKOLA, H. Lietelanta nurmen peruslannoitteena. 25 p.
4. NIEMELÄINEN, O. Nurmikkoheinien ominaisuudet. Kirjallisuustutkimus. Tuloksia punanatojen ja niittynurmikan virallisista nurmikon lajikekokeista vuosilta 1977-1984. 48 p.
5. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1978-1985. 128 p. + 4 liitettä.
6. NIEMELÄINEN, O. & PULLI, S. Puna-apilalajikkeiden siemenmuodostus. Tuloksia apilan virallisista siemenviljelyn lajikekokeista vuosilta 1978-1984. 42 p.
7. NIEMELÄINEN, O. Syksyn, talven ja kevään lämpö- ja valo-olojen vaikutus koiranheinän, niittynurmikan ja punanadan röyhymuodostukseen. Kirjallisuustutkimus. 51 p.
8. ERVIÖ, L-R. & ERKAMO, M. Pakettipellon viljelyn uudelleen aloittaminen herbisidien avulla. p. 1-15.
ERVIÖ, L-R. Korren vahvistaminen timotein siemenviljelyksillä. p. 16-21.
HIIVOLA, S-L. Klormekvatin käyttö timotein siemennurmilla. p. 22-27.
ERVIÖ, L-R. & HIIVOLA, S-L. Herbisidien käytön vähentäminen viljakasvustossa. p. 28-42.
9. KEMPPAINEN, E. & HAKKOLA, H. Säilörehun puristeneste ja virtsa lannoitteina. 43 p.
10. MATIKAINEN, A. & HUHTA, H. Nurmikasvilajikkeet Karjalan tutkimusasemalla. 24 p.
11. SOVERO, M. Nopsa-kevättrypsi. 15 p. + 2 liitettä.
12. NIEMELÄ, P. Kuiviketurpeen soveltuvuus turkistarhoilla kertyvän sonnan ja virtsan käsittelyyn. 15 p. + 4 liitettä.
13. PULLI, S., VESTMAN, E., TOIVONEN, V. & AALTONEN, M. Yksivuotisten tuorerehukasvien sopeutuminen Suomen kasvuoloihin. 51 p.
14. SIMOJOKI, P., RINNE, S-L., SIPPOLA, J., RINNE, K., HIIVOLA, S-L. & TALVITIE, H. Herneaurasta saatava typpilannoitusohje. 27 p. + 22 liitettä.
15. SÄKÖ, J. & YLI-PIETILÄ, M. Hedelmäpuiden ja marjakasvien talvehtiminen talvella 1984-1985. 28 p.
16. MANNER, R. & KORTET, S. Niina-ohra. 31 p. + liite.

17. TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvien, lannoituksen ja sadetuksen vaikutus kaliumin, kalsiumin, magnesiumin, natriumin, sulfaattirikin sekä kloridin huuhtoutumiseen savimaasta. 43 p.
18. TOIVONEN, V. & LAMPILA, M. Juurikasvisäilörehujen valmistus, laatu, rehuarvo ja mahdollinen käyttö etanolin valmistuksessa. 106 p. + 23 liitettä.
19. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urearuokinnalla. 1. Kolmen ensimmäisen lypyskauden tuotantotulokset. 114 p. + 5 liitettä.
20. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urearuokinnalla. 2. Lehmien syöntikyky, ravinnonsaanti ja rehun hyväksikäyttö sekä hedelmällisyys ja kestävyys kolmen ensimmäisen tuotantovuoden aikana. 293 p. + 23 liitettä.
21. RAVANTTI, S. Iki-timotei. 33 p. + 1 liite.
22. URVAS, L. & VIRKKI, K. Maaperäkarttaselitys. Turku-Rymättylä. 34 p. + 7 liitettä.
23. VUORINEN, M. Kalkituskokeiden tuloksia saraturvemaalta 1977-1983. 22 p.

1987

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1986. 72 p.
2. PALDANIUS, E. Oljen kompostointi erilaisia seosmateriaaleja typpilähteinä käyttäen. 55 p. + 1 liite.
3. LEIVISKÄ, P. & NISSILÄ, R. Säämittauksen tuloksia Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla Ruukissa. 31 p.
4. HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R., RINNE, K. & VUORINEN, M. Odelman typpilannoitus, sängenkorkeus ja niittoaika. 39 p.
5. NIEMELÄ, T. & NIEMELÄINEN, O. Kasvualustan tiivistyminen ja nurmikon kuluminen nurmikon stressitekijöinä. Kirjallisuuskatsaus. p. 1-30.
NIEMELÄ, T. Siirtonurmikon kasvatus ja käyttö. Kirjallisuuskatsaus. p. 31-42.
6. LUOMA, S., RAHKO, I. & HAKKOLA, H. Kiinankaalin viljelykokeiden tuloksia 1981-1985. 25 p.
7. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1979-1986. 165 p. + 9 liitettä.
8. SEPPÄLÄ, R. & KONTTURI, M. Mallasohran reagointi typpilannoitukseen. p. 1-66.
KUISMA, T. & KONTTURI, M. Typpilannoituksen vaikutus ohralajikkeiden mallastuvuuteen. p. 67-134.

9. YLI-PIETILÄ, M., SÄKÖ, J. & KINNANEN, H. Puuvartisten koriste-
kasvien talvehtiminen talvella 1984-1985. 38 p.
10. VUORINEN, M. & TAKALA, M. Porkkanan ja punajuurikkaan sadetus,
typpilannoitus ja kalkitus poutivalla hiekkamaalla. 30 p.
11. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. p. 1-8.
Domestic Varieties. p. 9-17.
12. TUOVINEN, T. Omenakääriäisen ennustemenetelmä. p. 1-17. Pih-
lajanmarjakoin ennustemenetelmä. p. 18-32.
13. MÄKELÄ, K. Peittauksen vaikutus kotimaisen heinänsiemenen
itävyyteen, orastuvuuteen ja sienistöön. 15 p.
14. Osa 1. YLÄRANTA, T. Radioaktiivinen laskeuma ja säteilyval-
vonta. PAASIKALLIO, A. Radionuklidien siirtyminen viljely-
kasveihin. 62 p.
Osa 2. KOSSILA, V. Radionuklidien siirtyminen kotieläimiin ja
eläintuotteisiin sekä vaikutukset eläinten terveyteen ja
tuotantoon. 109 p.
15. RAVANTTI, S. Alma-timotei. 38 p. + 2 liitettä.
16. LEHMUSHOVI, A. Ryhmäruusujen lajikekokeet vuosina 1981-1984.
29 p.
17. JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Karkeiden kivennäismaiden ja turve-
maiden kuparipitoisuus ja sen vaikutus kauran kasvuun astia-
kokeessa. p. 1-17.
Maan kuparipitoisuuden ja happamuuden vaikutus kuparilannoi-
tuksella saatuihin kauran satotuloksiin. p. 18-37.
Maan pH-luvun ja kuparilannoituksen vaikutus kauran hivenra-
vinnepitoisuuksiin. p. 38-47.
Kaura- ja ohralajikkeiden herkkyys kuparin puutteelle ja eri
kuparimäärillä saadut tulokset. p. 48-62.
Kuparilannoitelajien vertailu astiakokeessa kauralla. p.
63-68.
18. HIIRSALMI, H., JUNNILA, S. & SÄKÖ, J. Ahomansikasta suomalainen
viljelylajike. p. 1-8.
Mesimarjan jalostus johtanut tulokseen. p. 9-21.
19. TALVITIE, H., HIIVOLA, S-L. & JÄRVI, A. Satojen ja satovahin-
kojen arviointitutkimus. 87 p.
20. KEMPPAINEN, R. Puna-apilan ympärys Rhizobium-bakteerilla.
Inoculation of red clover by Rhizobium strain. 24 p.
21. LAMPILA, M., VÄÄTÄINEN, H. & ALASPÄÄ, M. Korsirehujen vertailu
kasvavien ayrshire-sonnien ruokinnassa. p. 1-40.
ARONEN, I., HEPOLA, H., ALASPÄÄ, M. & LAMPILA, M. Erisuuruiset
väkirehuannokset kasvavien ayrshire-sonnien olkiruokinnassa.
P. 41-66.
ARONEN, I., ALASPÄÄ, M., HEPOLA, H. & LAMPILA, M. Bentsoehappo
säilörehun valmistuksessa. p. 67-86.
22. TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvien vaikutus ravinteiden
huuhtoutumiseen savimaasta Jokioisten huuhtoutumiskentällä
v. 1983-1986. 32 p. + 2 liitettä.

23. PIETOLA, L. & ELONEN, P. Peltokasvien sadetus normaalia kosteampina kasvukausina 1980-85. 76 p. + 1 värikuvaliite.

24. PIETOLA, L. Maan mekaaninen vastus kasvutekijänä. 94 p. + 3 liitettä.

1988

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1987. 83 p.

2. ANISZEWSKI, T. Puiden, pensaiden ja viljeltävän turvemaan fenologinen tutkimus. Phenological study on the trees, bushes and arable peat land. 120 p. + 5 liitettä.

3. RINNE, S-L., HIIVOLA, S-L., TALVITIE, H., SIMOJOKI, P., RINNE, K. & SIPPOLA, J. Viherkesannon vaihtoehdot rukiin viljelyssä. 53 p. sisältäen 9 liitettä.

4. JUNNILA, S. Pienannosherbisidit kevätiljoilla - Glean 20 DF, Ally 20 DF ja Logran 20 WG. p. 1-15.
Starane M kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. p. 16-18.
Kamilon B ja Kamilon D kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. p. 19-23.
Kevätiljaherbisidit Rikkahävite KH 10/77, KH 2/83 ja Ipactril. p. 24-31.

5. KIISKINEN, T. & MÄKELÄ, J. Kasvipenäisten valkuaisrehujen sulavuus minkillä. Smältbarhet av vegetabiliska proteinfodermedel hos mink. Digestibility of protein feedstuffs derived from plants in mink. p. 1-13

KIISKINEN, T., MÄKELÄ, J. & ROUVINEN, K. Eri viljalajien sulavuus minkillä ja siniketulla. Smältbarhet av olika spannmål hos mink och blåräv. Digestibility of different grains in mink and blue fox. p. 14-23.

6. SIMOJOKI, P. Ohran boorinpuutos. 100 p. + 3 liitettä.

7. SIMOJOKI, P. Lupiinin viljelytekniikka. p. 3-22, 2 liitettä.

EKLUND, E. & SIMOJOKI, P. Yksivuotisen lupiinin nystyräbakteerien eristäminen ja valikoitujen siirroskantojen testaus kenttäolosuhteissa. p. 23-34, 1 liite.

ANISZEWSKI, T. Kylvöajan vaikutus lupiinin (*Lupinus angustifolius* L.) siemensatoon Keski- ja Pohjois-Suomessa. p. 35-54.

ANISZEWSKI, T. Lupiinin siementuotanto Keski- ja Pohjois-Suomessa. p. 55-90.

8. HÄMÄLÄINEN, I. & ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys, Jyväskylä. 39 p. + 14 liitettä.

9. ERVIÖ, R. & HÄMÄLÄINEN, I. Maaperäkarttaselitys, Lahti. 41 p. + 2 liitettä.

10. TAKALA, M. Palkokasvien biologiasta. 18 p. + 26 taulukkoa.

11. TAKALA, M., TAHVONEN, R. & VUORINEN, M. Väkilannoitus ja "biologiset" viljelymenetelmät perunan, porkkanan ja punajuurikkaan viljelyssä. 36 p.

12. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1980-1987. 138 p. + 1 liite.
13. LUNDEN, K. & SÄKÖ, J. Koristepuiden ja -pensaiden talvehtiminen. Talvi 1986/87. 86 p. + 4 liitettä.
14. SÄKÖ, J. & LUNDEN, K. Talven 1986-87 tuhot hedelmä- ja marjatarhoissa. 34 p.
15. RINNE, K. & MÄKELÄ, J. Karitsoiden kasvu laitumella. 18 p.
16. ILOLA, A. Katovuoden 1987 kevätiljosten siemenen orastumiskeet. p. 1-17.
RANTANEN, O. & SOLANTIE, R. Uusi peltoviljelyn alue- ja vyöhykejakoehdotus. p. 18-31.
17. RAHKONEN, A. & ESALA, M. Kevätviljojen ja -öljykasvien kylvöaika. 72 p.
18. JUNNILA, S. Perunaherbisidejä tehokkuustarkastuksessa. p. 1-15.
Lehvästön hävitys herneellä ja öljykasveilla. p. 16-24.
19. KEMPPAINEN, E. Didinin (disyandiamidi) vaikutus naudan liete-lannan tehoon ohran lannoitteena. 35 p.
20. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan vertailu vasikka- ja hiehokaudella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urea-ruokinnalla. 92 p.
21. PITKÄNEN, J., ELONEN, P., KANGASMÄKI, T., KÖYLIJÄRVI, J., TALVITIE, H., VIRRI, K. & VUORINEN, M. Aurattoman viljelyn vaikutukset kevätiljosten satoon ja laatuun: kuuden koevuoden tulokset. p. 1-61 sisältäen 3 liitettä.
Summary: Effects of ploughless tillage on yield and quality of cereals: results after six years.
- PITKÄNEN, J. Aurattoman viljelyn vaikutukset maan fysikaalisiin ominaisuuksiin ja maan viljavuuteen. p. 62-167 sisältäen 3 liitettä.
Summary: Effects of ploughless tillage on physical and chemical properties of soil.
22. KÄNKÄNEN, H. & KONTTURI, M. Kylvötiheyden vaikutus lehtityypiltään erilaisten herneiden sadon muodostumiseen. 69 p.

1989

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista. 23 p.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1981-1988. 147 p. + 8 liitettä.
3. VUORINEN, M. Turvemaan kaliumlannoitus. 17 p.
4. TAKALA, M. Saderiskien ja korjuutappioiden vähentämismahdollisuuksista heinäkorjuussa. 21 p. + 12 liitettä.

5. HAKKOLA, H., PULLI, S. & HEIKKILÄ, R. Nurmikasvien siemenseoskokeiden tuloksia. 57 p.
6. HAKKOLA, H. & LUOMA, S. Perunan viljelykokeiden tuloksia 1981-88. 25 p.
7. AFLATUNI, A. & LUOMA, S. Avomaan vihannesten lajikekokeiden tuloksia 1986-88. 36 p.
8. HÄRKÖNEN, M. & MUSTALAHTI, A. Perennojen menestyminen ja kukinta-ajat Pohjois-Suomessa 1979-85. 20 p. + 2 liitettä.
9. RUOTSALAINEN, S. Marjakasvien tervetaimituotanto ja sen merkitys Suomessa. 57 p.
10. UUSI-KÄMPPÄ, J. Vesistöjen suojaaminen rantapeltojen valumiltilta. 66 p.
11. Öljykasvien viljelyn edistäminen. Yhteistutkimuksen tuloksia vuosilta 1985 - 1988. Toimittanut Katri Pahkala. 95 p.
12. JUHANOJA, S. Juurrutushormonien käyttö vesiviikunan *Ficus pumila* L. pistokkaiden juurrutuksessa. p. 2-6.
 JUHANOJA, S. & PESSALA, T. Vuodenajan vaikutus viherkasvien pistokkaiden juurtumiseen ja taimien jatkokasvatusaikaan. p. 7-22.
 JUHANOJA, S. Ampelikasvien viljelyaikatauluja. p. 23-34.
 PESSALA, T. Sulkasaniaisen lisäys. p.35-38.
14. JOKI-TOKOLA, E. Väkiheinä ja säilörehut lihanautojen ruokintakokeissa. 46 p.
15. MÄKELÄ, K. Kesäkukkien kauppasiemenen laatu. 15 p. + 10 liitettä.
16. KÄNKÄNEN, H., HIIVOLA, S.-L. & HEIKKILÄ, R. Kalkitusajankohdan vaikutus kalkituksen tehoon. 38 p. + 1 liite.
17. ROUVINEN, K. & NIEMELÄ, P. Plasmasytoosi heikentää pentutulosta ja pentujen varhaiskehitystä minkillä. Plasmacytos försämrad avelsresultatet och valparnas tidiga tillväxt hos mink. Plasmacytosis impairs breeding result and early kit growth in the mink. p. 1-17.
 ROUVINEN, K. Erilaisten rasvojen sulavuus minkin ja siniketun pennuilla - emulgaattorien vaikutus. Fettsmältbarhet hos mink- och blårävsvalpar - inverkan av emulgerande ämnen. Digestibility of different fats in mink and blue fox kits - influence of emulsifying agents. p. 18-37.
18. JOKINEN, R. Fosforin saostukseen käytettävien kemikaalien vaikutus jätevesilietteiden ominaisuuksiin sekä käyttöarvoon lannoitteena ja maanparannusaineena. p. 54.
19. JÄRVI, A. Typpilannoitus ja kasvuston CCC-käsittely timotein siemennurmilla. p. 1-24.
 Timotein siemennurmen typpilannoitus, riviväli ja siemenmäärä. p. 26-48.
 Alkuperältään erilaiset timoteilajikkeet siementuotannossa. p. 50-52.
20. URVAS, L. & TARES, T. Maanäytteen ottoaika ja viljavuusluvut. 17 p.

21. SAASTAMOINEN, M. & PÄRSSINEN, P. Yty-kaura. 29 p. + 2 liitettä.
22. RAVANTTI, S. Juliska-punanata. 51 p. + 1 liite.

1990

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista. 40 p.
2. MARKKULA, M., TIITTANEN, K. & VASARAINEN, A. Torjunta-aineet maa- ja metsätaloudessa 1953 - 1987. 58 p.
3. KUMPULA, R. Mikrolisätyn mansikan emotaimiklooneissa esiintyvä muuntelu. 61 p. + 2 liitettä.
4. MELA, T., KÄNKÄNEN, H. & ILOLA, A. Heikkoitoisen kevätiljan arvo kylvösiemenenä. 28 p. + 20 liitettä.
5. SALO, Y & PIETILÄ, E. Laari-kevätheinä. 32 p. + 2 liitettä.
6. RIEPPONEN, L. & RINNE, S-L & HIIVOLA, S-L & SIMOJOKI, P. & SIPPOLA, J. ja TALVITIE, H. Omavaraisen ja tavanomaisen viljelyn kannattavuusvertailu. 38 p. + 8 liitettä.
7. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1982 - 1989. 129 p. + 2 liitettä.
8. URVAS, L. Sinkkisulfaatti timotein lannoitteena p. 1-11
Sinkkisulfaatti ja kelaatit sinkkilannoitteina p. 12-18
9. KOIKKALAINEN, K., HUHTA, H., VIRKAJÄRVI, P. & HEIKKILÄ, R. Pitkäaikaisen säilörehunurmen kaliumlannoitus heikosti kaliumia pidättävillä mailla. 59p. 9 liitettä.
10. AURA, E. Salaojien toimivuus savimaassa. 93p.
11. UOSUKAINEN, M. Tervetaimiasemalla tuotannossa olevat ja lajikekokeita varten lisätyt luomulajikkeet. p. 1-29.
UUSITALO, M. Luumujen ja kirsikan virustaudit. p. 31-42.
12. JUHANOJA, S. Kesäkukkien leikkoviljely kasvihuoneessa. p. 1-24 + 1 liite.
JUHANOJA, S. Morsiusharson kaksivuotinen lasinalaisviljely. p. 25-32.
JUHANOJA, S. Pikkusipulikukkien leikkoviljely kasvihuoneessa. p. 33-37.

1991

2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1983-1990. 146 p. + 2 liitettä.
3. VILKKI, J. Kultra-kevätrypsi. 20 p. + 1 liite.

4. KEMPPAINEN, E. & VUORINEN, M. Maanparannusaineiden vertailu kenttäkokeessa. (Sotkamon maanparannuskoe).
5. YLÄRANTA, T. Maataloustuotannon vaikutus kasvihuoneilmiöön Suomessa. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. 18 p.
6. HANNUKKALA, A. Puikulan viljelytekniikka Lapissa. 23 p.
7. URVAS, L. & HÄMÄLÄINEN, I. Viljeltyjen moreenimaiden kemialliset ominaisuudet. Kirjallisuuskatsaus. 28 p.

