

08

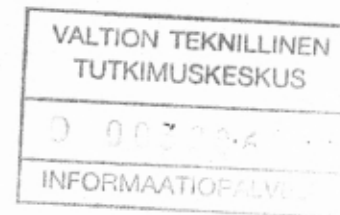
dupl.

UDK 624.131.2
624.131.4

K-H. Korhonen
R. Gardemeister
M. Tammirinne

Geotekninen maaluokitus

Geotekniikan laboratorio, tiedonanto 14
Otaniemi toukokuu 1974



VALTION TEKNILLINEN TUTKIMUSKESKUS

ALKUSANAT

Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen geotekniikan laboratorio laati vuonna 1970 Valtiovarainministeriön järjestelyosaston toimeksiannosta suoritetun maalajien kaivuluokitustutkimuksen yhteydessä ehdotuksen uudeksi maalajiluokitukseksi. Tästä käytettiin nimitystä geoteknillinen maalajiluokitus. Uusi luokitus katsottiin tarpeelliseksi, koska Suomen Rakennusinsinöörien Liiton julkaisemissa Pohjarakennuksen normeissa (1964) esitetyssä rakennusteknillisessä maalajiluokituksessa todettiin eräitä puutteita tätä luokitusta geotekniikan alalla sovellettaessa. Geoteknillinen maalajiluokitus kehitettiin kaivuluokitustutkimuksen yhteydessä niin pitkälle kuin oli tarpeen uuden kaivuluokituksen laatimisen kannalta.

Geoteknillinen maalajiluokitus on ollut koekäytössä Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen geotekniikan laboratoriossa, eräissä valtion työvirastoissa sekä konsulttitoimistoissa. Saatujen kokemusten perusteella geotekniikan laboratoriossa on laadittu täydennetty luokitus, josta käytetään nimitystä "Geotekninen maaluokitus".

Geoteknisen maaluokituksen, liitteitä lukuunottamatta, on tarkastanut Suomen geoteknillisen yhdistyksen asettama toimikunta. Toimikunnan puheenjohtajana on ollut prof. K.V. Helenelund ja jäseninä dipl.ins. Usko Anttikoski, dipl.ins. Asko Kelkka, yli-ins. Tauno Hailikari, dipl.ins. Mikko Yrjänä ja dipl.ins. Veikko Myyrä.

Toimikunnan esittämät huomautukset on otettu huomioon luokitusta viimeisteltäessä.

Otaniemessä, maaliskuussa 1974

K.H. Korhonen

R. Gardemeister

M. Tammirinne

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
JOHDANTO	7
1. LUOKITUSOMINAISUUDET	8
2. GEOTEKNINEN MAALAJILUOKITUS	9
2.1 Maalajiryhmät	9
2.2 Kivennäismaalajien lajitteet	9
2.3 Maalajit	10
3. MAALAJIEN KUVAUS	12
3.1 Humuspitoisuus	12
3.2 Savipitoisuus	12
3.3 Siltti-, hiekka- ja sorapitoisuus	12
3.4 Raekokosuhde	13
3.5 Rakeiden pyöristyneisyys ja muoto	14
3.6 Plastisuus	15
4. MAAPERÄN KUVAUS	16
4.1 Maaperän rakenne	16
4.2 Rakenteellinen tiiviys	17
4.3 Lujuus	17
4.4 Konsolidaatiotila	18
4.5 Sensitiivisyys	18
4.6 Routivuus	19
4.7 Kivisyys ja lohkaraisuus	19
4.8 Maatuneisuus	20
4.9 Puisuus	20
LIITTEET	

JOHDANTO

Viime vuosien aikana on osoittautunut tarpeelliseksi luokitella maaperää ja maalajeja rakennustekniikassa esiintyviä eri käyttötarkoituksia varten. Näiden luokitusten tavoitteena on ollut, että ne kokonaisuutena muodostaisivat rakennustekniikkaa palvelevan maaluokitusjärjestelmän. Geotekninen maaluokitus muodostaa tämän järjestelmän rungon. Muita maaluokitusjärjestelmään kuuluvia luokituksia ovat mm. kaivuluokitus, pientalon rakennuspohjan suunnitteluluokitus sekä muoviputkien maahan asentamista varten laadittu maaperäluokitus.

Geotekninen maaluokitus sisältää geoteknisen maalajiluokituksen sekä maalajien ja maaperän kuvauksessa käytettävän nimityksen. Maaluokituksessa on pyritty yhdenmukaiseen järjestelmään muiden pohjoismaiden kanssa. Samalla se on kuitenkin laadittu ensisijaisesti Suomen maaperäolosuhteita varten.

1. LUOKITUSOMINAISUUDET

Maalajien ja maakerrosten ominaisuudet voidaan jakaa luokitusominaisuuksiin ja geoteknisiin ominaisuuksiin. Luokitusominaisuuksilla tarkoitetaan sellaisia yleisiä ominaisuuksia, jotka kuvaavat lähinnä maalajien ja maakerrosten koostumusta ja rakennetta. Luokitusominaisuuksien avulla voidaan arvioida likimäärin maalajien ja maakerrosten geoteknisiä ominaisuuksia ja niitä voidaan soveltaa myös geoteknisessä suunnittelussa. Lisäksi luokitusominaisuuksia käytetään eri luokitusten luokitusperusteina.

Maalajien ja maakerrosten geoteknisillä ominaisuuksilla tarkoitetaan pääasiassa maa- ja pohjarakenteiden geoteknisessä suunnittelussa käytettäviä ominaisuuksia. Eräät geotekniset ominaisuudet saattavat myös olla joidenkin luokitusten luokitusperusteita. Merkittävimmät luokitusominaisuudet ja geotekniset ominaisuudet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Maalajien ja maakerrosten merkittävimmät luokitusominaisuudet ja geotekniset ominaisuudet.

Luokitusominaisuudet	Geotekniset ominaisuudet
Humuspitoisuus	Kokoonpuristuvuus- ja muodonmuutosominaisuudet (deformaatio-ominaisuudet)
Lajitepitoisuus	Lujuusominaisuudet
Raekokosuhte	Hydrauliset ominaisuudet
Rakeiden pyörityneisyys ja muoto	Routivuus
Plastisuus	Lämpötekniset ominaisuudet
Tiiveys	
Vesipitoisuus	
Sensitiivisyys	
Maatuneisuus	

2. GEOTEKNINEN MAALAJILUOKITUS

2.1 Maalajiryhmät

Maalajiryhmät ovat geologisen synty-tavan, humuspitoisuuden ja lajitepitoisuuden (raekokostumuksen) perusteella muodostettuja ryhmiä. Maalajiryhmät on esitetty taulukossa 2.

Lajittuneilla maalajeilla tarkoitetaan lähinnä veden huuhtelemia ja lajittelemia maalajeja, joissa on yleensä vallitsevana yksi tai korkeintaan kaksi päälajitetta. Lajittumattomat maalajit sisältävät useita eri lajitteita, yleensä siltistä soraan saakka. Lajittumattomat maalajit eivät ole huuhtoutuneet eivätkä lajittuneet niin, että niissä jokin lajite olisi selvästi yksinään vallitseva.

Taulukko 2. Geotekninen maalajiluokitus. Maalajiryhmät.

Maalajiryhmä	Lyhennys	Ominaisuudet
Eloperäiset maalajit	E	Maalaji koostuu pääasiallisesti eloperäisestä aineksesta tai sisältää eloperäistä ainesta > 20 paino-%
Hienorakeiset maalajit	H	Lajittuneet hienorakeiset maalajit Hienoainespitoisuus ($\leq 0,06$ mm) > 50 % Humuspitoisuus < 20 paino-%
Karkearakeiset maalajit	K	Lajittuneet karkearakeiset maalajit Hienoainespitoisuus < 50 %
Moreenimaalajit	M	Lajittumattomat, useita eri lajitteita sisältävät maalajit

2.2 Kivennäismaalajien lajitteet

Geoteknisessä maalajiluokituksessa käytetään taulukon 3 mukaisia kivennäismaalajien lajitteiden nimiä ja raekokoja. Kivennäismaalajit sisältävät humusta ≤ 20 paino-% kivennäisaineksen painosta laskettuna (taulukko 5).

Savi- ja silttilajitteista ($\leq 0,06$ mm) käytetään yhteistä nimitystä hienoaines (Hi). Taulukon 3 mukaisten alalajitteiden nimiä ei yleensä käytetä maalajien niminä.

Taulukko 3. Geotekninen maalajiluokitus. Kivennäismaalajien lajitteet.

Päälajite		Alalajite	Rakeiden läpimitta, mm
Nimi	Lyhennys		
Savi	Sa		< 0,002
Siltti	Si		> 0,002...0,06
		Hienosiltti	> 0,002...0,006
		Keskisiltti	> 0,006...0,02
		Karkeasiltti	> 0,02 ...0,06
Hiekka	Hk		> 0,06...2,0
		Hienohiekka	> 0,06...0,2
		Keskihiekka	> 0,2 ...0,6
		Karkeahiekka	> 0,6 ...2,0
Sora	Sr		> 2,0...60,0
		Hienosora	> 2,0... 6,0
		Kekisora	> 6,0...20,0
		Karkeasora	> 20,0...60,0
Kivet	Ki		> 60...600
		Pienet kivet	> 60...200
		Suuret kivet	> 200...600
Lohkareet	Lo		> 600

2.3 Maalajit

Maalajien nimitysperusteita ovat maalajin humuspitoisuus ja lajitepitoisuus. Kivennäismaalajit nimitetään 60 (64) mm seulan läpäisseen aineksen perusteella. Kivien ja lohkareiden määrä ei vaikuta maalajin nimeen, mutta niiden määrä on maalajia tai maakerrosta kuvattaessa tarvittaessa erikseen ilmoitettava (luku 4.7). Geoteknisen maalajiluokituksen maalajit on esitetty taulukossa 4.

Kivennäismaalajit savea lukuunottamatta nimitetään d_{50} -menetelmällä. Maalaji saa tällöin nimen sen päälajitteen nimen mukaan, jonka alueella maalajin rakeisuuskäyrän läpäisyprosenttia 50 vastaava raekoko sijaitsee.

Savet nimitetään savilajitteen määrän perusteella. Saveksi sanotaan maalajia, joka sisältää savilajitetta ≥ 30 painoprosenttia.

Moreeniksi sanotaan jäätikön toimintojen tuloksena syntyneitä lajittumatonta maalajia. Moreeni sisältää toisiinsa sekoittuneena useita eri lajitteita siltistä soraan saakka sekä tavallisesti myös kiviä ja lohkareita. Syntyvaltaan moreenia oleva maalaji voidaan yleensä erottaa muista maalajeista silmävaraisen tarkastelun perusteella. Moreeni-

Taulukko 4. Geotekninen maalajiluokitus. Maalajit.

Maalajiryhmä	Maalaji	Lyhennys	Lajitepitoisuus, paino-%			Raekoko d_{50} , mm
			Savi	Hienoaines	Sora	
Eloperäiset maalajit	Turve	Tv				
	Lieju	Lj				
Hienorakeiset maalajit	Savi	Sa	> 30			
	Siltti	Si	< 30	> 50	< 5	< 0,06
Karkearakeiset maalajit	Hiekka	Hk		< 50	< 50	> 0,06...2
	Sora	Sr		< 5	> 50	> 2...60
Moreenimaalajit	Silttimoreeni	SiMr		> 50	> 5	< 0,06
	Hiekkamoreeni	HkMr		5...50	5...50	> 0,06...2
	Soramoreeni	SrMr		> 5	> 50	> 2

maalajit jaetaan lajitepitoisuuden perusteella d_{50} -menetelmällä siltti-, hiekka- ja sora-moreeneihin taulukon 4 mukaisesti.

Pelkästään lajitepitoisuuden (rakeisuuskäyrän) perusteella sanotaan maalajia moreeniksi, jos se sisältää samanaikaisesti soralajitetta vähintään 5 % ja hienoainesta vähintään 5 %. Tällä tavalla moreeniksi nimetty maalaji ei eräissä poikkeustapauksissa ole syntytavaltaan moreenia.

Eloperäisiä maalajeja ovat turve ja lieju. Turve on muodostunut maatumisasteeltaan vaihtelevista kasvien ja kasviryhmien jätteistä. Liejun humuspitoisuus on > 20 paino-%, mutta sen pääaineena on mineraaliaines.

3. MAALAJIEN KUVAUS

3.1 Humuspitoisuus

Humuspitoisuuden perusteella kuvataan hienorakeisia maalajeja tarvittaessa taulukon 5 mukaisilla nimityksillä. Maalajien nimen täydennysosan lyhennys kirjoitetaan pienillä kirjaimilla (taulukot 5...8).

Taulukko 5. Hienorakeisten maalajien kuvaus humuspitoisuuden perusteella.

Maalaji	Humuspitoisuus, paino-% kivennäisaineksestä	Nimitys	Lyhennys
savi, siltti	≤ 2	savi, siltti	Sa, Si
savi	> 2... 6	liejuinen savi	ljSa
siltti	> 2... 6	liejuinen siltti	ljSi
savi	> 6...20	savinen lieju	saLj
siltti	> 6...20	silttinen lieju	siLj
lieju	> 20	lieju	Lj

Karkearakeisten maalajien ja moreenien sisältämän humuksen määrä arvioidaan tarvittaessa humuksen esim. NaOH-kokeessa aiheuttaman värin perusteella. Jos nämä maalajit sisältävät humusta, ilmoitetaan tämä sanalla humuksinen (hu).

Humusmaalla (Hm) tarkoitetaan maanpinnassa olevaa kasvukerrosta, joka sisältää humusta > 20 paino-%.

Muta (Mu) on pääasiassa veden mukana kulkeutunutta, vesistöjen pohjalle kerrostunutta humusta. Sitä esiintyy mm. ohuina kerroksina turpeen alla sekä vesijättöalueilla.

3.2 Savipitoisuus

Savipitoisuuden (< 0,002 mm) perusteella kuvataan hienorakeisia maalajeja tarvittaessa taulukon 6 mukaisilla nimityksillä.

3.3 Siltti-, hiekka- ja sorapitoisuus

Siltti-, hiekka- ja soramaalajeja kuvataan tarvittaessa taulukon 7 mukaisesti sanoilla silttinen, hiekkainen, sorainen, jos ne sisältävät edellä mainittua lajitetta taulukossa 7 esitetyt määrät.

Taulukko 6. Hienorakeisten maalajien kuvaus savipitoisuuden perusteella.

Savipitoisuus, %	Nimitys	Lyhennys
< 10	ei vaikuta nimitykseen	-
> 10...30	savinen siltti	saSi
> 30...50	laiha savi	laSa
> 50	lihava savi	liSa

Taulukko 7. Siltti-, hiekka- ja soramaalajien kuvaus lajitepitoisuuden perusteella.

Nimitys	Lyhennys	Selitys
hiekkainen siltti	hkSi	siltin hiekkapitoisuus 30... 50 %
silttinen hiekka	siHk	hiekan silttipitoisuus 30... < 50 %
sorainen hiekka	srHk	hiekan sorapitoisuus 30... 50 %
hiekkainen sora	hkSr	soran hiekkapitoisuus 30... < 50 %

Taulukko 8. Moreenimaalajien kuvaus lajitepitoisuuden perusteella.

Nimitys	Lyhennys	Selitys
hiekkainen silttimoreeni	hkSiMr	silttimoreenin hiekkapitoisuus > 30 %
silttinen hiekkamoreeni	siHkMr	hiekkamoreenin silttipitoisuus > 30 %
sorainen hiekkamoreeni	srHkMr	hiekkamoreenin sorapitoisuus > 30 %
hiekkainen soramoreeni	hkSrMr	soramoreenin hiekkapitoisuus > 30 %

Moreenimaalajeja kuvataan tarvittaessa sanoilla silttinen, hiekkainen tai sorainen. Nimitykset on esitetty taulukossa 8.

Jos maalaji edellä esitetyn perusteella saisi kaksi lisänimitystä, kuvataan sitä vain hienompirakeisen lajitteen perusteella. Kivi- ja lohkarepitoisuus on kuitenkin aina mainittava erikseen.

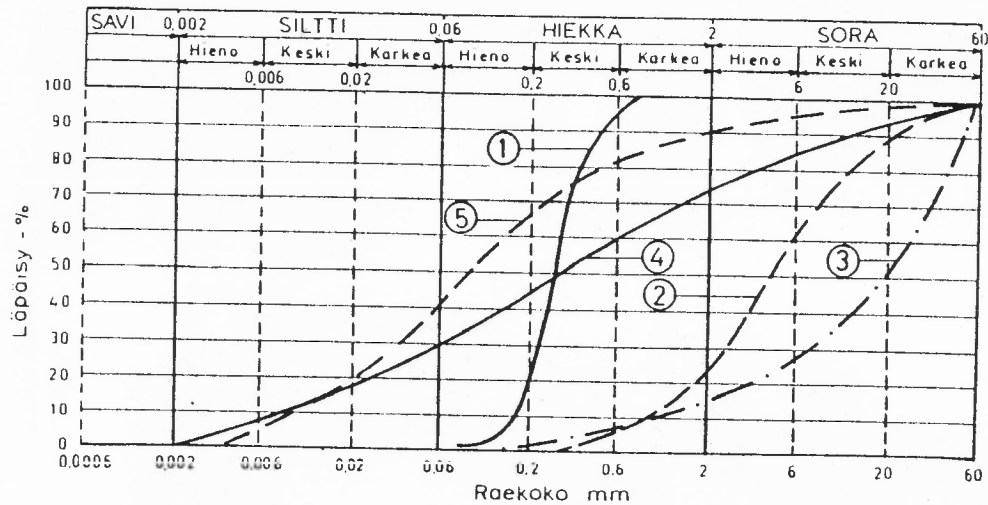
3.4 Raekokosuhte

Silttejä ja karkearakeisia maalajeja kuvataan tarvittaessa raekokosuhteen d_{60}/d_{10} perusteella taulukon 9 mukaisesti (d_{60} on raekoko läpäisyprosentin 60 ja d_{10} on raekoko vastaavasti läpäisyprosentin 10 kohdalla).

Taulukko 9. Raekokosuhte.

Nimitys	Raekokosuhte $C_u = d_{60}/d_{10}$
tasarakeinen	< 5
sekarakeinen	> 5...15
suhteistunut	> 15

Suhteistuneen soran rakeisuuskäyrä on yleensä säännöllisesti jatkuva ja kovera. Moreenimaalajia sanotaan osittain lajittuneeksi, jos moreenissa jotakin lajitetta esiintyy selvästi muita runsaammin. Kuvassa 1 on esitetty eräitä karkearakeisten maalajien ja moreenien rakeisuuskäyriä.

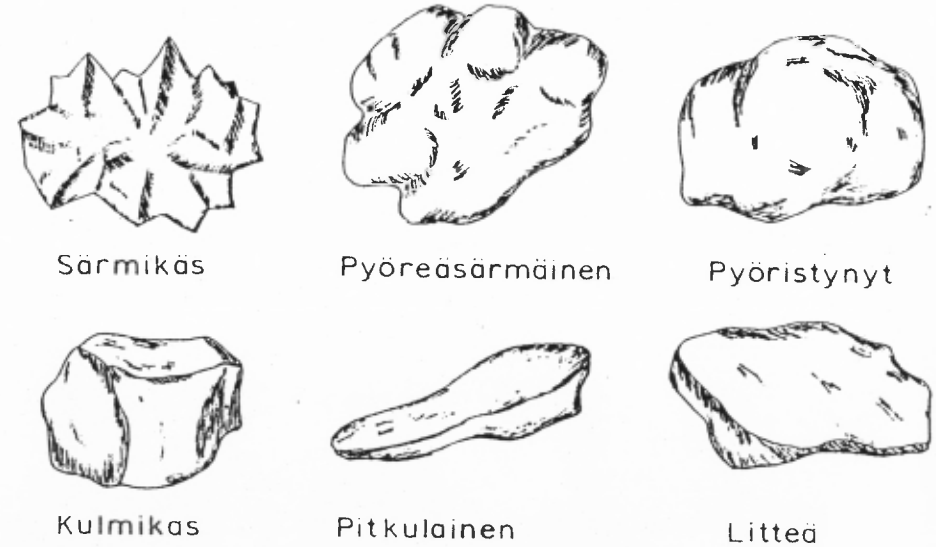


- | | |
|-----------------------|----------------------------------------------|
| ① Tasarakeinen hiekka | ④ Hiekkamoreeni |
| ② Sekarakeinen sora | ⑤ Osittain lajittunut siltinen hiekkamoreeni |
| ③ Suhteistunut sora | |

Kuva 1. Geotekninen maaluokitus. Karkearakeisten maalajien ja moreenien rakeisuuskäyriä.

3.5 Rakeiden pyörityneisyys ja muoto

Maalajirakeiden pyörityneisyydestä (sämmien pyörityneisyydestä) käytetään nimityksiä: särmikäs, pyöreäsärmäinen tai pyöristynyt. Rakeiden muodosta käytetään nimityksiä: kulmikas, pitkulainen tai litteä (kuva 2).



Kuva 2. Rakeiden pyörityneisyys ja muoto.

3.6 Plastisuus

Hienorakeisten maalajien ja runsaasti hienoainesta sisältävien moreenien plastisia ominaisuuksia ovat:

- juoksuraja, w_L
- plastisuusraja, w_P
- plastisuusluku, $I_p = w_L - w_P$
- hienousluku, F

Hienorakeisten maalajien hienousluku ja juoksuraja saattavat olla eräissä maakerroksissa likipitään yhtäsuuria.

Plastisuudesta käytetään taulukon 10 mukaisia nimityksiä. Moreenimaalajien plastiset ominaisuudet määritetään aineksesta, josta on poistettu 0,5 mm suuremmat rakeet.

Hienorakeisten maalajien plastisia ominaisuuksia voidaan tarvittaessa kuvata esim. Unified Soil Classification System (USCS)-luokitusjärjestelmän avulla.

Taulukko 10. Maalajien plastisuus.

Nimitys	Plastisuusluku, I_p
Vähän plastinen	< 10
Kohtalaisen plastinen	> 10...25
Erittäin plastinen	> 25

4. MAAPERÄN KUVAUS

4.1 Maaperän rakenne

Maaperää kuvattaessa on päähuomio kiinnitettävä kerrostumien ja kerrosten teknillisesti merkittävien ominaisuuksien kuvaamiseen luokitusominaisuuksien ja geoteknisten ominaisuuksien (taulukko 1) avulla. Maaperän soveltuvuus erilaisiin rakennusteknisiin tarpeisiin sekä maalajien käyttäytyminen riippuvat mm. geologisista olosuhteista. Tutkittavan alueen tai rakennuspaikan pohjasuhteita kuvattaessa on tämän vuoksi selostettava myös maaperän pääpiirteittäinen geologinen rakenne ja maaston topografia. Maakerrostumia tai muodostumia kuvattaessa käytetään taulukossa 11 mainittuja geologisia nimityksiä.

Geoteknisellä maakerroksella tarkoitetaan tietyssä suunnittelutehtävässä määrävän luokitusominaisuuden tai geoteknisten ominaisuuksien perusteella paksuudeltaan rajoitettua maakerrosta. Jos geotekninen maakerros on muodostunut hiekasta tai sorasta, voidaan siitä käyttää nimitystä kitkamaakerros. Vastaavasti savesta muodostunutta maakerrosta voidaan nimittää koheesiomaakerrokseksi.

Geotekniset maakerrokset rajataan geoteknisen suunnittelun yhteydessä laskelmien yksinkertaistamiseksi ja pohjasulhteiden selkeyttämiseksi.

Taulukko 11. Geologiset muodostumat/kerrostumat.

Geologinen muodostuma/kerrostuma	Maalajit
Jäätikkösyntyiset muodostumat (Glasiaaliset muodostumat)	
Moreenikerrostumat	Moreeni
– mm. pohjamoreeni, reunamoreeni, drumliinit, kumpumoreenit	
Jäätikköjokikerrostumat	Hiekka, sora
– mm. harjut, dellat	
Kerralliset hienorakeiset kerrostumat	Savi, siltti
– lustosavet	
Jäätikön jälkeiset muodostumat	
Postglasiaaliset hienorakeiset kerrostumat	Savi, siltti, lieju
Rantakerrostumat	Siltti, hiekka, sora
Joki- ja tulvakerrostumat	Siltti, hiekka
Tuulikerrostumat	Siltti, hiekka
Suot	Turve

4.2 Rakenteellinen tiiviys

Karkearakeisten maalajien ja moreenien sekä siltin rakenteellisesta tiivyydestä käytetään taulukon 12 mukaisia nimityksiä.

Taulukkoa 12 sovellettaessa maakerrosten tilavuuspaino määritetään raekooltaan alle 60 mm aineksesta. Jos materiaalissa esiintyy kiviä, on nämä taulukkoa 12 sovellettaessa otettava huomioon suorittamalla tilavuuspainon korjaus.

4.3 Lujuus

Luonnontilaisista hienorakeisista maakerroksista voidaan suljetun leikkauslujuuden perusteella käyttää taulukon 13 mukaisia nimityksiä. Suljettu leikkauslujuus s_u määritetään maastossa siipikairalla. Se voidaan määrittää myös häiriintymättömistä maanäytteistä puristus- tai kartiokojeella. Maakerrosten geoteknisiä ominaisuuksia käsiteltäessä on leikkauslujuus kuitenkin esitettävä numeroarvona.

Taulukko 12. Maakerrosten rakenteellinen tiiviys.

Nimitys	Kuivatilavuuspaino γ_d , kN/m ³ *)			
	Hiekkainen siltti	Hiekka	Sora	Moreeni
löyhä	< 14,0	< 16,0	< 18,0	< 19,0
keskitiivis	> 14,0...16,0	> 16,0...18,0	> 18,0...20,0	> 19,0...21,0
tiivis	> 16,0	> 18,0	> 20,0	> 21,0

*) 10 kN/m³ \approx 1 Mp/m³

Taulukko 13. Hienorakeisten maakerrosten kuvaus lujuuden perusteella.

Nimitys	Suljettu leikkauslujuus s_u , kN/m ² *)
hyvin pehmeä	< 10
pehmeä	> 10... 25
sitkeä	> 25... 50
kova	> 50...100
hyvin kova	> 100

*) 10 kN/m² \approx 1 Mp/m²

4.4 Konsolidaatiotila

Maakerroksen konsolidaatiotilalla tarkoitetaan konsolidaatiokuormituksen ja vallitsevan kuormituksen suhdetta (p_c/p_0). Konsolidaatiotilasta käytetään taulukossa 14 esitettyjä nimityksiä.

Konsolidaatiokuormituksella (p_c) tarkoitetaan sitä tehokasta kuormitusta, joka on kuormittanut kyseessä olevaa maakerrosta jossakin geologisessa vaiheessa tai jota vastaavaan tilaan maakerros on esim. maahiukkasten sisäisten voimien vaikutuksesta lujittunut.

Vallitseva kuormitus (p_0) on tarkasteltavan maakerroksen päällä olevien maakerrosten päällä olevien maakerrosten tehokas paino.

Taulukko 14. Maakerrosten konsolidaatiotila.

Nimitys	p_c/p_0
alikonsoidoitunut	< 0,8
normaalisti konsolidoitunut (tai heikosti ylikonsolidoitunut)	> 0,8... 1,5
ylikonsolidoitunut	> 1,5... 10
voimakkaasti ylikonsolidoitunut	> 10

4.5 Sensitiivisyys

Sensitiivisyydellä tarkoitetaan luonnontilaisen maakerroksen suljetun leikkauslujuuden ja saman, rakenteeltaan täydellisesti häirityn maakerroksen suljetun lujuuden suhdetta. Suljettu leikkauslujuus määritetään maastossa siipikairalla tai laboratoriossa kartiokojeella

$$S_t = \frac{s_u}{s_v}$$

S_t sensitiivisyys

s_u luonnontilaisen maakerroksen suljettu leikkauslujuus

s_v rakenteeltaan täydellisesti häirityn maakerroksen suljettu leikkauslujuus

Sensitiivisyydestä käytetään taulukon 15 mukaisia nimityksiä.

Taulukko 15. Hienorakeisten maakerrosten sensitiivisyys.

Nimitys	S_t
vähän sensitiivinen	< 10
kohtalaisen sensitiivinen	> 10...30
hyvin sensitiivinen	> 30

Taulukko 16. Kiventoisimaalajien routivuus.

Maalaji	Routivuus
Savi	Routiva
Siltti	Routiva
Hiekka	Yleensä routimaton; jos hiekka sisältää hienoainesta, routimattomuus on tarvittaessa tarkistettava
Sora	Routimaton
Siittimoreeni	Routiva
Hiekkamoreeni	Yleensä routivia; jos hienoainesta hyvin vähän, routimattomuus on tarvittaessa tarkistettava
Soramoreeni	

4.6 Routivuus

Geoteknisessä maaluokituksessa maalajit jaetaan routiviin ja routimattomiin maalajeihin. Maakerroksen sanotaan olevan routivan, jos sen tilavuus suurenee maalajin huokosissa olevan tai huokosiin tulevan veden jäätyksen johdosta. Maakerrosten routiminen on määritettävä niin, että otetaan huomioon routimiseen vaikuttavat olosuhteet. Rakennuspohjan routimista ei aina voida luotettavasti määrittää yksinomaan maalajin routivuuden perusteella, sillä rakennuspohjan routimiseen vaikuttavat mm. ilmasto sekä maaperä- ja pohjavesisuhteet ja päällä oleva rakenne.

Geoteknisen maalajiluokituksen maalajit jakautuvat routiviin ja routimattomiin taulukon 16 mukaisesti.

4.7 Kivisyys ja lohkareisuus

Kivisyydellä tarkoitetaan maakerroksessa olevien kivien (> 60...600 mm) määrää ja lohkareisuudella vastaavasti maakerroksen sisältämien lohkareiden (> 600 mm) määrää. Kivisyydestä ja lohkareisuudesta käytetään taulukoiden 17 ja 18 mukaisia nimityksiä.

Someroksi sanotaan soraa, joka sisältää kiviä 10...50 %. Jos maakerroksessa on kiviä > 50 %, sitä sanotaan kivikoksi.

Jos maakerroksessa on lohkareita > 50 %, sitä sanotaan louhikoksi.

Taulukko 17. Maakerrosten kivisyys.

Nimitys	Lyhennys	Kivisyys, paino-% (>60...600 mm)
kivetön	Ki 1	< 10
kivinen	Ki 2	> 10...30
runsaskivinen	Ki 3	> 30

Taulukko 18. Maakerrosten lohkaraisuus.

Nimitys	Lyhennys	Lohkaraisuus, paino-% (> 600 mm)
lohkareeton	Lo 1	< 10
lohkareinen	Lo 2	> 10...30
runsalohkareinen	Lo 3	> 30

4.8 Maatuneisuus

Turpeiden maatuneisuudesta käytetään taulukon 19 mukaisia nimityksiä.

Taulukko 19. Turpeiden maatuneisuus.

Nimitys	Lyhennys	Maatumisaste H (v. Post)
raakaturve	RTv	H1...H3
keskinkertaisesti maaton turve	KTv	H4...H6
maaton turve	MTv	H7...H10

4.9 Puisuus

Turvemaalajien puisuutta arvioitaessa otetaan huomioon turpeen sisällä olevien puunjätteiden sekä suon pinnalla olevien kantojen määrä. Näiden määrä lasketaan tilavuus-%:ina (kaivettavasta maamäärästä). Puisuudesta käytetään taulukon 20 mukaisia nimityksiä.

Taulukko 20. Turvemaalajien puisuus.

Puisuus	Lyhennys	Kantojen ja puunjätteiden määrä, tilavuus-%
Puuton	Pu 1	< 10
Puinen	Pu 2	> 10...30
Runsapuinen	Pu 3	> 30

MAALAJIEN TUNNISTAMINEN

1. Tunnistamismenetelmät

Tässä ohjeessa maalajien tunnistamisella tarkoitetaan maalajin likimääräistä määrittämistä ilman laboratoriokokeita esim. näytteenoton yhteydessä. Silmävarainen tarkastelu on yksinkertaisin maalajien tunnistamismenetelmä. Maalaji voidaan tunnistaa joko välillisesti tunnistamalla geologinen muodostuma tai suoraan tunnistamalla maalaji. Koska tietyt maalajit esiintyvät usein tietyissä geologisissa muodostumissa, voidaan pelkän muodostuman tunnistamisen perusteella tehdä johtopäätöksiä paitsi maalajista myös sen yksinkertaisimmista geoteknisistä ominaisuuksista. Tämä edellyttää kuitenkin maaperän geologisen rakenteen ja geoteknisten ominaisuuksien tuntemista.

Maalajin silmävarainen tunnistaminen esim. maaleikkauksesta on suhteellisen helppoa, jos asianomaisella henkilöllä on riittävä käytännön kokemus. Tällöin voidaan apuna käyttää esim. maalajien mallikokoelmia. Silmävaraisella tunnistamisella määritetään tavallisesti maalajiryhmä (tai maalaji). Yleensä maalajin määrittäminen ilman laboratoriokokeita tapahtuu erilaisilla käsin suoritettavilla tunnistamiskokeilla. Yleisimmät tällaiset tunnistamismenetelmät on esitetty taulukossa 1.

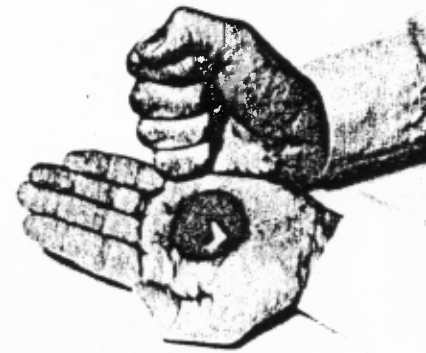
Kierityskokeella voidaan arvioida pääasiassa hienorakeisten maalajien plastisuutta. Koetta varten otetaan pienehkö kappale kosteaa maalajia, jota kieritetään esim. kämmentä tai sileää alustaa vasten (kuva 1). Näytekappale puristellaan välillä palloksi ja kieritetään uudelleen. Koetta jatketaan, kunnes näytteen vesipitoisuus pienenee (näyte kuivuu) niin paljon, että kieritettäessä syntyvä rihma alkaa katkeilla. Kierittäminen on suoritettava kohtalaisella nopeudella ja kohtuullisesti painaen, sillä varovasti kierittä-

Taulukko 1. Maalajien tunnistamismenetelmät ja niiden soveltuvuus eri maalajiryhmissä.

Tunnistamismenetelmä	Soveltuvuus				Likimäärin tunnistettava ominaisuus
	Maalajiryhmä				
	E	H	K	M	
Silmävarainen tunnistaminen	x	x	x	x	Maalajiryhmä, maalaji
Kierityskoe		x			Plastisuus, rakeisuus
Ravistuskoe		x			Plastisuus, rakeisuus
Kuivalujuuskoe		x			Plastisuus, rakeisuus
Kiillon määritys		x			Plastisuus, rakeisuus
Pölyäminen		x	x	x	Hienoainemäärä
Turpeen puristuskoe	x				Maatumisaste
Koetinsauva	x	x	x		Maalajiryhmä

Taulukko 2. Humuksettomien mineraalimaalajien tunnistaminen.

		Tunnistamismenetelmä					
Maalajiryhmä	Maalaji	Silmävarainen rakeisuus	Kierityskoe (rihman paksuus)	Ravistuskoe	Kuivalujuus	Kiihto	Pölyminen
Hienorakeiset maalajit	liSa	yk sittäisiä	n. 1 mm	ei reagoi	hyvin suuri kuivalujuus	kiittävä	ei pölyä
	laSa	rakeita ei voida erottaa silmävaraisesti	n. 1...2 mm	ei reagoi	suuri lujuus	puolikiihtävä	pölyää heikosti
	saSi		n. 2...3 mm	reagoi kohtalaisesti	kohtalainen lujuus	himmeä	pölyää kohtalaisesti
	Si		n. 3...6 mm	reagoi helposti	pieni lujuus	jauhomainen	pölyää runsaasti
	hkSi		n. 4...6 mm	reagoi helposti	hyvin pieni lujuus	jauhomainen	pölyää kohtalaisesti
Karkearakeiset maalajit	siHk	yk sittäiset	Ei sovellu	ei sovellu	ei sovellu	ei sovellu	pölyää kohtalaisesti
	HK	rakeet voidaan erottaa silmävaraisesti					ei pölyä
	Sr						ei pölyä
Morenimaalajit	SiMr	Rakeisuus voidaan likimäärin arvioida	n. 4...6 mm	reagoi helposti	ei sovellu	ei sovellu	pölyää runsaasti
	HKMr		ei sovellu	reagoi kohtalaisesti	ei sovellu	ei sovellu	pölyää kohtalaisesti
	SrMr	silmävaraisesti	ei sovellu	reagoi heikosti			pölyää heikosti



Kuva 2. Ravistuskoe.

mällä voidaan saada virheellinen kuva näytteen ominaisuuksista. Kokeessa murtuneen rihman paksuudesta tehdään johtopäätökset maalajin plastisuudesta ja maalajin sisältämän saven määrästä (taulukko 2).

Ravistuskokeessa vedellä lähes kyllästetty näyte asetetaan kämmenelle, sitä ravistetaan vaakatasossa ja lyödään voimakkaasti toista kättä vasten. Näytettä puristetaan sormien välissä (kuva 2). Puristeltaessa näytteen pinnalle mahdollisesti ilmestyvä ja puristuksen lakatessa häviävä vesi on merkki näytteen reagoimisesta kokeeseen.

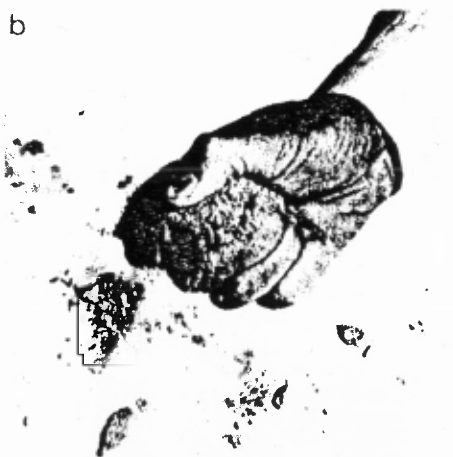
Kuva 1. Kierityskoe.



a



b



Kuva 3. Kuivalujuuskoe a. savi, b. siltti



Kuva 4. Kiillon määrittys. Näyte kerrallista silttiä.

Kuivalujuuden määrittäminen voidaan tehdä kuivuneista tai koetta varten kuivatuista näytteistä. Kokeeseen otetaan pienehkö näyte, jota puristetaan somenpäällä (kuva 3). Näytteen mahdolliseen rikkoutumiseen tarvittavan voiman perusteella voidaan arvioida maalajin rakeisuutta ja plastisuutta (taulukko 2).

Hienorakeisen maa-aineksen kiillon määrittäminen on nopea maalajin tunnistamista täydentävä koe. Koe suoritetaan leikkaamalla veitsellä kuivahkoa tai hieman kosteaa näytettä (kuva 4). Leikkauspinnan kiillon perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä lähinnä näytteen rakeisuudesta, mutta myös plastisista ominaisuuksista.



Kuva 5. Turpeen maatumisasteen määrittys. Näyte keskinkertaisesti maatumutta turvetta.

Kuivan näytteen pölyämisen perusteella voidaan arvioida karkearakeisten maalajien ja moreenien hienoainemäärän suuruusluokkaa. Menetelmä soveltuu myös silttimaalajin tunnistamiseen (taulukko 2).

Turvemaalajien maatumisaste määritetään siten, että turvetta otetaan nyrkkiin ja näyte puristetaan kasaan (kuva 5). Sormien välistä mahdollisesti pursuavan veden ja turveaineksen määrän perusteella voidaan arvioida maatumisastetta.

Tunnistamiskokeena voidaan pitää myös koetinsauvalla suoritettavaa maan pintakerrosten tunnistelua. Koetinsauvalla voidaan määrittää mm. turvekerrosten paksuus. Geotekniset kairausmenetelmät eivät kuulu tunnistamiskokeisiin.

2. Eloperäiset maalajit

Eloperäisiin maalajeihin luetaan turve ja lieju. Turve on muodostunut maatumisasteeltaan vaihtelevista kasvien ja kasviryhmien jätteistä. Se on yleensä helposti tunnistettavissa kuituisen, kasvinsia sisältävän rakenteensa johdosta. Maatumisasteen perusteella turveet jaetaan kolmeen luokkaan; raakoihin, keskinkertaisesti maatumineisiin ja maatumineisiin turpeisiin.

Raakaturve sisältää pääasiassa maatumattomia kasvinsia, jotka ovat osaksi eläviä, sitkeitä ja kimmoisia. Tuoretta raakaturvetta puristettaessa siitä erkanee kirkasta tai sameaa vettä.

Keskinkertaisesti maatumineessa turpeessa kasvinsiat ovat vain osaksi tunnistettavissa, koska kasvujätteet ovat tummuneet. Puristettaessa turve hajoaa osittain puuromaiseksi massaksi, josta noin 1/3 työntyy ulos sormien välistä (kuva 5).

Maatumineessa turpeessa kasviraakenne on epäselvä ja turve on tummaa, puuromaista massaa. Puristettaessa näyte pursuu suurimmaksi osaksi sormien välistä. Maatunut turve on kuivana usein tummanruskeaa, helposti murenevaa ja pölyävää massaa.

Lieju on kivennaisaineksesta ja kasvi- ja eläinjätteistä muodostunut maalaji. Lieju on tuoreena harmaanvihertävää tai ruskehtavaa. Se ei ole muovailtavaa, vaan murtuu ja repeilee helposti. Haju on yleensä epämiellyttävä. Kuivuessaan lieju kutistuu voimakkaasti, mutta ei turpoa uudelleen kostuessaan. Kuiva lieju on kovaa, sarvimaista ja kevyttä.

Eloperäisiin maalajeihin läheisesti kuuluvia ovat muta ja humusmaa. Muta on pääasiassa veden mukana kulkeutunutta, veden pohjalle kerrostunutta humusta. Se on tavallisesti mustan- tai suklaanruskeata homogeenista massaa. Muta säilyttää tumman värinsä kuivuessaankin.

Humusmaalla tarkoitetaan maanpinnassa olevaa kasvukerrosta, joka sisältää humusta > 20 paino-%. Tärkein humusmaa on ruokamulta, joka on mustaa tai tumman ruskeaa. Ruokamulta on aina kuohkeaa eikä paakkuunnu, vaan murenee käsiteltäessä helposti.

3. Hienorakeiset maalajit

Savet ovat kosteina sitkeitä, plastisia (muovailtavia) maalajeja, jotka sisältävät $\geq 30\%$ savilajitetta. Väritään tuore savi on usein sinertävää tai harmaata. Se voi olla eräillä alueilla myös punertavaa (esim. Oulun alueen savet) tai lähes mustaa (rannikkoalueiden sulfidisavet). Värin perusteella ei kuitenkaan voida päätellä saven luokitus- eikä geoteknisiä ominaisuuksia. Kuivuessaan savet kutistuvat runsaasti.

Saven selvin tuntomerkki tuoreena on sen plastisuus. Plastisuus voidaan arvioida mm. kiertyskokeen avulla. Savi on sitä plastisempaa (yleensä sitä hienorakeisempaa), mitä ohuempi rihma siitä voidaan kierittää. Jos savilajitetta on $\geq 50\%$ (lihava savi), saadaan savesta yleensä yhtä millimetriä ohuempi rihma. Savilajitteen määrän ollessa noin 30...50 % (laiha savi) rihman paksuus on vastaavasti noin 1...2 mm (taulukko 2).

Ravistuskokeessa savimaalajit eivät yleensä reagoi, eli kokeessa ei näytteen pinnalla tapahdu veden ilmestymis- ja häviämisreaktioita.

Saven kuivalujuus on suuri. Kuivaa savinäytettä ei voida normaalisti rikkoa sormenpäällä puristamalla. Sensijaan savilajitetta vain vähän sisältävä näyte voidaan rikkoa suurella puristusvoimalla sormien välissä.

Sormella tai kankaalla hangattaessa lihavan savinäytteen pinta pysyy pölyämättömänä ja kiinteänä. Laiha savi sitävastoin pölyää heikosti.

Kiillon määrittäminen on nopea, täydentävä koe saven tunnistamiseksi. Jos näytteen leikkattu pinta on kiiltävä, on kysymyksessä erittäin plastinen (lihava) savi. Puolikiiltävä tai himmeä pinta sitävastoin osoittaa, että kyseessä on laiha savi tai siltti.

Liejuinen savi ja liejuinen siltti sisältävät luonnontilaisena humusta, rauta-alumiini-oksidiä ja -hydroksidiä sekä sulfideja ja muita epäorgaanisia suoloja. Niissä esiintyy lisäksi piikuoisten levien jätteitä ja usein myös kotiloiden kappaleita. Väritään liejuiset savet ovat tuoreina ruskehtavia, vihertävän harmaita tai mustia (sulfidisavet). Ne ovat jonkin verran muovailtavia, mutta repeilevät muovailtaessa yleensä helposti. Tuore liejuinen savi on joustavaa, pehmeää ja hyytelömäistä. Kuivuessaan tämä kutistuu ja halkeilee tasapintaisiksi ja suorasanmäisiksi kappaleiksi, jotka eivät jauhoa. Näiden kappaleiden pinnalla on usein ruskeita läikkiä. Liejuiset savimurut eivät yleensä hajoa vedessä.

Siltit ovat luonnonkosteina usein kiinteitä, mutta tärjistettäessä (esim. jalalla tai kädellä) ne helposti muuttuvat joustaviksi, venyviksi ja "kittimäisiksi" muuttumatta kuitenkaan muovailtaviksi tai sitkeiksi. Kierityskokeessa voidaan savisesta siltistä saada 2...3 mm paksuinen rihma. Sen sijaan karkeasta siltistä ei yleensä saada 3 mm ohuempaa rihmaa.

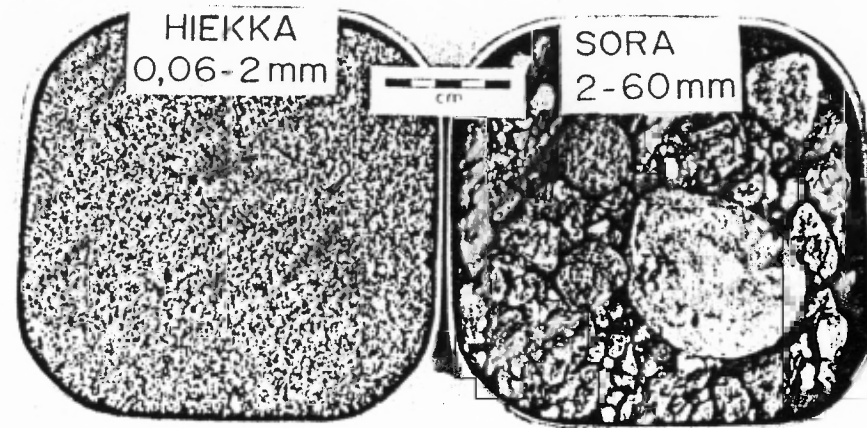
Vedellä lähes kyllästetty savinen siltti reagoi kohtalaisesti ravistuskokeessa, ts. veden ilmestyminen ja häviäminen näytteen pinnalla on hidasta. Jos näyte reagoi kokeeseen helposti, on kysymyksessä siltti tai hiekkainen siltti. Ravistettaessa silttinäytteen pinta tulee kiiltäväksi ja vetiseksi ja näyte muuttuu juokseväksi (kuva 2).

Siltin kuivakutistuminen on vähäistä. Tämän vuoksi se ei sanottavasti halkeile kuivuessaan. Kuiva siltti on väritään tavallisesti vaaleanharmaata.

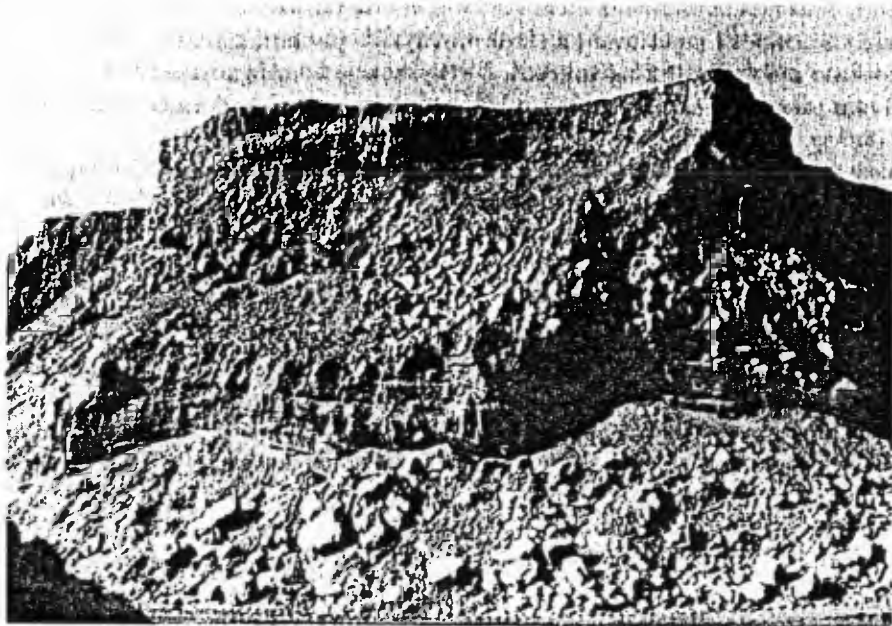
Tiiviin ja kovan (kuivan) silttinäytteen voi yleensä puristaa pölyäväksi ja tarttuvaksi jauhoksi sormien välissä, joten siltin kuivalujuus on yleensä pieni (kuva 3 b). Kankaalla tai sormella kuivaa silttinäytettä hangattaessa se pölyää runsaasti. Kuivahkoa silttinäytettä veitsellä leikattaessa muodostuu himmeä tai jauhomainen pinta (kuva 4).

4. Karkearakeiset maalajit

Hiekka ja sora ovat syntytapansa vuoksi yleensä hyvin peseytyneitä ja puhtaita maalajeja. Hienoaines ($\leq 0,06$ mm) puuttuu usein tai sitä on vain vähän. Yksittäiset rakeet ovat tavallisesti pyörityneitä ja puhtaita (kuva 6). Hiekka- ja soramaalajien tunnistaminen ei yleensä tuota vaikeuksia, koska näiden lajitteiden raekoot voidaan arvioida silmä-määräisesti tai lajittemallikokeelman avulla.



Kuva 6. Hiekkaa ja soraa.



Kuva 7. Someroa

Hienossa hiekassa voidaan erilliset rakeet juuri ja juuri erottaa paljaalla silmällä. Silttilajitteen rakeita sitävastoin ei voida erottaa silmävaraisesti.

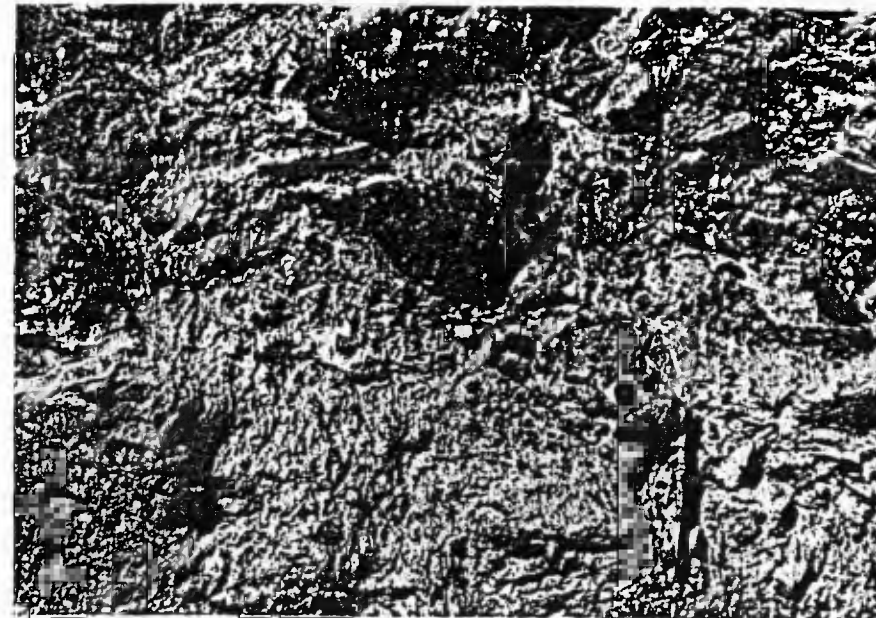
Sorien ja hiekkojen sisältämä hienoaines ($\leq 0,06$ mm) esiintyy irrallaan suurempien rakeiden seassa tai tarttuneena karkeampien rakeiden pintaan. Kuivan näytteen vähäinen pölyäminen sekä hiekka- ja sorarakeiden puhtaus merkitsevät yleensä vähäistä hienoainemäärää. Jos hienoainesta on runsaasti (yli 5...10 %), sora- tai hiekkänäyte pölyää.

Kivistä ja runsaskivistä soraa sanotaan someroksi, joka saattaa sisältää myös yksittäisiä lohkkareita. Somero voidaan helposti tunnistaa kulmistaan pyöristyneen kiviaineksen perusteella (kuva 7). Somerossa on aina myös soralajitetta. Someroa tavataan mm. harjujen ja muiden jäätikköjokimuodostumien ydinosaissa.

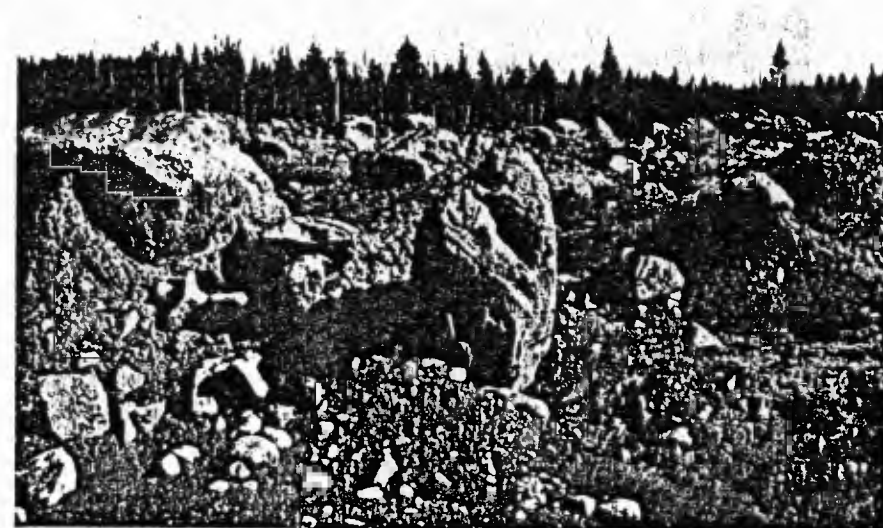
5. Moreenimaalajit

Moreeni on mannerjäätikön murskaama ja sekoittama maalaji. Syntytapansa johdosta se on lajittumaton ja likainen maalaji. Moreenit sisältävät kaikkia tai useita lähikokoisia lajitteita keskenään sekaantuneina. Usein kuitenkin jotain lajitetta esiintyy muita runsammin, jolloin puhutaan siltti-, hiekka- ja soramoreenista.

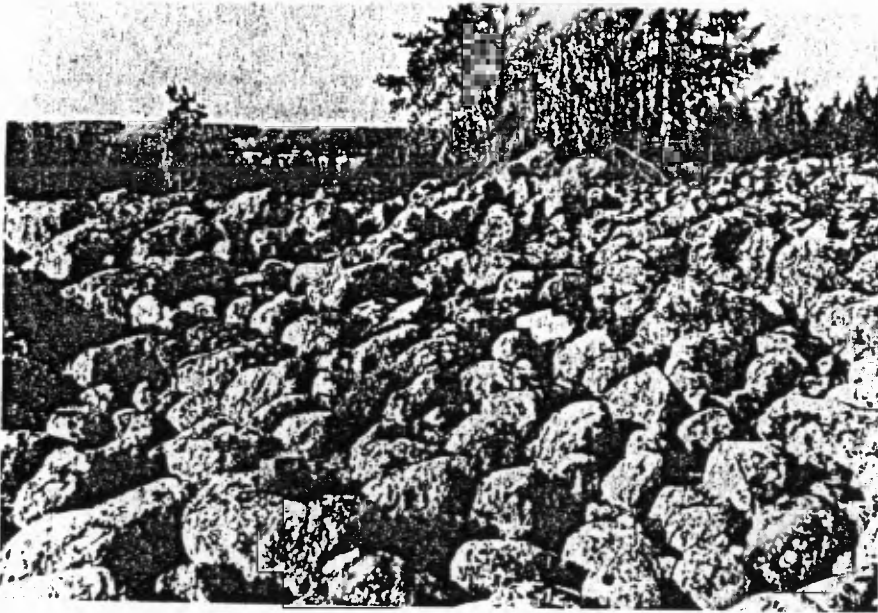
Moreeni on väriltään harmaata tai ruskeanharmaata materiaalia, joka yleensä sisältää myös kulmikkaita kiviä ja lohkkareita (kuvat 8 ja 9). Varsinkin lohkkareissa voidaan usein



Kuva 8. Hiekkamoreenia.



Kuva 9. Lohkkareista hiekkamoreenia.



Kuva 10. Kivikkoa.



Kuva 11. Louhikkoa.

todeta jäätikön aiheuttamia uurteita ja hioutumista. Usein yksittäiset rakeet ja kivet ovat pinnaltaan likaisia ja pölyisiä. Kuivassa moreenissa rakeet ovat iskostuneet lujasti kiinni toisiinsa muodostaen lähes betonimaisen massan. Löyhänä (kuivana) siltimoreeni ja hienoainesta runsaasti sisältävä hiekkamoreeni ovat pölyviä ja tahrivia. Nämä moreenit häiriintyvät helposti kosteina tärjistettäessä. Soramoreeni ei pölyä sanottavasti eikä se reagoi herkästi ravistamiseen.












6. Kivikko ja louhikko

Kivikossa ovat kivet ($> 60\text{--}600\text{ mm}$) vallitsevana ($> 50\%$) aineksena. Kivet ovat yleensä puhtaita ja kulmistaan pyörityneitä (kuva 10).

Louhikossa on lohkkareiden ($> 600\text{ mm}$) määrä $> 50\%$ koko aineksesta. Louhikon kivet ja lohkkareet ovat tavallisesti kulmikkaampia ja särmikkäämpiä kuin kivikon vastaavat rakeet (kuva 11).

Kivikko ja louhikko ovat usein karkearakeisten maalajikerrosten ja moreenikerrosten pintaosan peitteenä. Niitä tavataan myös välittömästi kallion pinnalla. Kivikkoa ja louhikkoa esiintyy pääasiassa rannikkoalueilla ja sisämaassa vanhoissa rantavyöhykkeissä sekä vesiväylien pohjilla.

Maalajiryhmä	Maalajit	
Eloperäiset maalait E	Turve	Tv
	Lieju	Lj
Hienorakeiset maalajit H	Savi	Sa
	Siltti	Si
Karkearakeiset maalait K	Hiekka	Hk
	Sora	Sr
Moreenimaalajit M	Silttimoreeni	SiMr
	Hiekkamoreeni	HkMr
	Soramoreeni	SrMr

		
Karkearakeisia maalajeja tai moreenimaalajeja	Tavtemaa	Savea ja silttiä
		
Lohkareita		
		
Kiviä	Liejuinen siltti	Hiekkaa ja soraa

Maalajiryhmän merkintää voidaan käyttää siinä tapauksessa, että maakerrostumia määritetään yksinkertaisilla kairausmenetelmillä (esim. lyöntikairaus, tärykairaus tms.), likimäärin silmävaraisesti tai, jos tarkempaa maalajinäärittelyä ei tarvita.

Jos karkearakeisia maalajeja ja moreenia ei voida tai ei haluta erottaa toisistaan, voidaan käyttää yhdistettyä merkintätapaa.

Maalajin merkintää käytetään silloin, kun lajitepitoisuus on määritetty laboratoriossa tai maalaji on luotettavasti määritetty muilla menetelmillä.

Saven, siltin, hiekan ja soran merkintöjä voidaan yhdistää keskenään kuvaamaan maalajien vaihtelua. Merkkien suhteellisella määrällä voidaan osoittaa arvioituja maalajien keskinäisiä suhteita.

Lohkareiden ja kivien merkintöjä käytetään muiden maalajien yhteydessä kuvaamaan lohkar- ja kivipitoisuutta.