

# TIERAKENNUKSEN MAALAJITUTKIMUS

## N:o 1

Teknillistä kenttähenkilökuntaa varten valittuja kirjoituksia  
Tvh:n Laboratoriotiedoituksista N:o 1—4.

1. **Alkusanat**
2. **Pääpiirteitä maaperämme rakenteesta ja tierakennusaineiksi kelpaavien maalajien etsintäperusteista**  
Moreenit, harjut, savimaat, kasvillisuus maalajitutkimuksen oppaana, kuvaliite.
3. **Rakennusteknillinen maalajiluokitus**  
maalajinimistö, maalajikuvaukset, luokitusmenetelmät ja maalajimerkinnot.
4. **Roudasta ja routivuusluokituksesta**  
routatyypit, routimiseen vaikuttavat tekijät, routivuusasteen määrittäminen ja routivuusluokitus.
5. **Näytteenotto-ohjeita**  
näytteenottotavat, näytteenottovälineet ja näytteenottolomake.
6. **Tietutkimukseen liittyvät maalajitutkimusohjeet**  
kenttätutkimusta edeltävät toimenpiteet, näytteiden otto, pohjavesi- ja kivilaji-havainnot y.m.
7. **Pehmeikköjen kantavuuden alustava tutkiminen**  
pehmeiköt ja normaalikoetintankojen käyttöohjeet.
8. **Tierakennuksessa käytettävien maalajien laatuvaatimuksia**  
tien pohja sekä pengeri- ja täytemaa, eristyskerros, jakava kerros, kantokerros ja kulutuskerros.
9. **Ohjeita sorateiden kulutuskerroksen tutkimiseksi**  
näytteidenotto, laboratoriotutkimus ja tulosten aiheuttamat toimenpiteet.
10. **Seulontaohjeita kenttäkäyttöä varten**  
pesu- ja kuivaseulonta, tuloslomake y.m.
11. **Suhteittamisohjeita**  
matemaattinen suhteuttaminen ja suhteuttaminen suhteltuskolmion ja Feret'n kolmion avulla.
12. **Saviorakulutuskerroksen korjaamiseen ja valmistamiseen tarvittavat ainesmäärät**  
seulonta-analyysiin perustuvat korjaustaulukko ja nomogrammi.
13. **Yksinkertaisia savitutkimusmenetelmiä**  
kuivumiskutistuma, jauheisuuskoe, kierityskoe ja hiesukoe.

Helsinki

30. 6. 1953



5366

VII B



Alkusanat

Jo pitkän aikaa on tieteknillisissä piireissä oltu tietoisia tehostetun maalaji- ja maaperätutkimuksen välttämättömyydestä nykyaikaisessa tierakennuksessa ja teiden kunnossapidossa. Maalajien rakennusteknillistä käyttöä ja tutkimusta valaisevia kirjoituksia ja määräyksiä on vuosien kuluessa jaettu eri tahoilla. Sekä Tie- ja vesirakennushallituksessa että eräissä tv-piireissä ryhdyttiin jo ennen sotia hankkimaan tutkimusvälineitä ja toimeen panemaan tarkempia maaperätutkimuksia. Tämä toiminta on kuitenkin vasta viime vuosina saatu järjestettyä pysyvämmälle kannalle koko maassa. Tätä n.s. maalajitarkkailua ohjataan keskitetysti, joten tehtävät, työvälineet, menetelmät ja tulosten tulkin-taohjeet ovat yhdenmukaisia ja opetus ja koulutus yhtenäistä. Seurauksena ovat luotettavat ja vertailukelpoiset tutkimustulokset, jotka tekevät mahdolliseksi mm. koko maata käsittävien yleisten selvitysten laatimisen monista Tie- ja vesirakennushallinnon tärkeistä kysymyksistä.

Keskitetty toiminta edellyttää yhdenmukaista tietojen ja määräysten jakelua, kusseja y.m. Sentähden on Tie- ja vesirakennushallituksen maarakennuslaboratoriossa ryhdytty kokoamaan maalajitarkkailua palvelevaa aineistoa yhteen ja jakamaan niitä "Laboratoriotiedoitusien" muodossa tv-piireille ja niiden maalajitarkkailupaikkoihin sekä asiasta kiinnostuneille. Täten on maalajitarkkailua ja sen edistämistä palvelevat kirje-, ohje- ja opetusaineisto helposti käytettävissä ja tie- ja vesirakennushallinnon teknillisellä henkilökunnalla on entistä paremmat mahdollisuudet seurata maarakennustutkimuksen edistymistä ja olla selvillä siitä, miten maalajitarkkailu voi heitä palvella.

Koska Laboratoriotiedoituksissa kuitenkin joudutaan käsittelemään myös paljon sellaisia asioita, jotka eivät sinänsä kuulu kenttähenkilökunnalle, vaan ovat luonteeltaan puhtaasti laboratorioteknillisiä ja toiselta puolen koska on olemassa joukko alan kysymyksiä, mitkä ovat erittäin tärkeitä vain kenttähenkilökunnalle, on katsottu tarpeelliseksi koota laboratoriotiedoitusien sisältämiä kirjoituksia osittain uudelleen muokattuna kenttähenkilökuntaa varten tarkoitettuun monistesarjaan, josta tämä moniste on ensimmäinen. Näin on saatu aikaan ohje- ja oppikirja, jossa, huomioiden alalla tapahtuvan nopean kehityksen, voidaan levittää uusimmat tutkimusten tulokset ja ottaa käsiteltäväksi kulloinkin ajankohtaisia kysymyksiä.

Tämän monistejulkaisun samoin kuin Laboratoriotiedoitusetkin ovat laatineet U. S o v e r i, E. H i l p i ja R. O r a m a. Apuna käytetty kirjallisuus on lueteltu ko. Laboratoriotiedoituksissa, minkätähden se on katsottu voitavan jättää pois tästä monisteesta.



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS  
Maarakennuslaboratorio.

PÄÄPIIRTEITÄ MAAPERÄMME RAKENTEESTA JA TIERAKENNUSAINEIKSI KELPAA-  
VIEN MAALAJIEN ETSINTÄPERUSTEISTA.

Erilaisten maalajien laatu ja jakaantuminen maassamme on tulos Suomen geologisesta kehityksestä. Tämän kehityksen tunteminen auttaa rakentajia löytämään haluamansa laatuaisia maalajiesiintymiä sekä ennakolta arvioimaan kaivaustöissä paljastumaan tulevien maalajien laatua ja ominaisuuksia. Seuraavassa esitetään aivan lyhyesti yleisiä tietoja maaperämme rakenteesta.

Irtaimet maalajit lepäävät maassamme kalliopohjalla. Kallio-  
pohja on siis aina löydettävissä ja se on laadultaan kovaa ja kulutusta  
kestävää lukuunottamatta eräitä alueita Oulunjoen laaksossa ja Lapis-  
sa sekä Ahvenanmaan, Laitilan ja Viipurin rapakivialueilla. Ensinmai-  
nitulla alueella kallioperä on suhteellisen pehmeää savikiveä ja La-  
pissa taas peittää kovan kallion pintaa siellä täällä hauras rapautu-  
miskerros.

Moreenit

Kallioperää peittää yleensä moreeni, lukuunottamatta niitä paik-  
koja, missä kallio on paljastunut sekä kallioisia rinteitä, joilta mo-  
reeni on vyörynyt alas, mutta joku nuorempi maalaji on pysynyt. Mo-  
reenin kokoomus voi vaihdella paljon etenkin kivisyyden ja lajittunei-  
suuden suhteen, ja se tunnetaan useimmiten harmaasta väristä sekä pö-  
lyisyydestä ja saviselta näyttävästä ulkonäöstään. Pohjaosissaan on  
moreeni tavallisesti tiiviimmäksi pakkautunutta ja vaikeasti irroitet-  
tavaa. Moreeni ulottuu valtavasti suurimmassa osassa maotamme pintaan  
asti, missä se on useimmiten todettavissa ilman mitään näytteenottovä-  
lineitä pintaan pistävistä, usein särmikkäistä isoista kivistä ja loh-  
kareista sekä maanpinnan epätasaisuudesta eli pikku kuopista. Pohja-  
vesi liikkuu useimmiten moreenissa tai moreenin ja kallion välisissä  
osissa, mistä johtuu, että moreenin kosteussuhteet ovat hyvin vaihte-  
levia ja sen johdosta myös sen laatu kantavana rakennuspohjana vaihte-



lee. Jos moreeni on hyvin tiiviinä patjana paremmin vettä läpäisevien maakerrosten (esim. harjujen ja hiekkasuistomaiden) alla, on pohjavettä moreenin päälläkin.

Moreeniselänteet ovat useimmiten joko kohtisuorassa mannerjäätikön muinaista kulkusuuntaa vastaan tai sen suuntaisia. (Mannerjään pääkulkusuunta taas on etelä- ja keski-Suomessa aina Oulun korkeudelle saakka luoteesta kaakkoon, etelä-Lapissa lännestä itään ja pohjoisesta etelään, keski-Lapissa luoteesta kaakkoon ja pohjois-Lapissa lounaasta koilliseen). Jään kulkusuuntaa vastaan kohtisuorat eli jään reunan suuntaiset moreeniselänteet ovat yleensä normaalilta rakenteeltaan sellaisia, että karkein aines on jään tulosuunnan puolella eli selänteen luoteispuolella ja usein loivemman kaakkoisrinteen yläosassa, kaakkoisrinteen alaosassa on aines taas usein melko lajittunutta ja sitä hienojakoisempaa mitä alemmaksi loivalla rinteellä tullaan.

Pitkittäisissä eli jään kulkusuunnan mukaisissa moreeniselänteissä eli n.s. drumlineissa, joita esiintyy runsaasti mm. Kainuussa ja Itä-Suomessa, on karkeampi aines useimmiten etsittävä lähellä luoteispäätä usein löydettävissä olevan kalliosydämen kaakkoispuolelta. (Usein on drumlinien moreeniaines kuitenkin tasalaatuista koko selänteessä.)

Kumpuilevassa moreenimaastossa (yleensä korkeilla alueilla, keski-Suomessa, Savossa ja Karjalassa) löytyy karkein aines (soramoreeni) yleensä mäen tai rinteiden alaosassa ja kallioiden välisissä notkelmissa (usein ohuehkoina kerroksina). Tällainen moreeni tunnetaan useimmiten lukuisista pintaan pistävistä kivistä.

Moreeniselänteitten ja vaarojen rinteillä tavataan usein vanhoja rantamuodostumia hyvin korkeillakin paikoilla. Nämä muodostumat tuntuvat rinteellä näkyvästä kivisestä vaakasuorasta vyöstä - vieläpä usein terassimaisesta muodostumastakin. Nämä muodostumat ovat monilla seuduilla soran etsijälle tärkeitä tunnusmerkkejä, sillä välittömästi vanhan rantakivikon alapuolelta on usein löydettävissä soraa joskin vain harvoin suuria määriä, ja alemmaa rinteestä tavataan hiekkaa y.m. lajittuneita maalajeja.

Moreenia peittää Suomen geologisen kehityksen aikana eri pitkiä aikoja veden alla olleissa osissa veden lajittellemat maalajit, kuten hiekat ja savet. Tällaisia alueita ovat pääasiallisesti etelä- ja lounais-Suomi sekä Pohjanmaan rannikkoalueet. Lähinnä moreenia on normaalitapauksissa karkea rakeisempia lajittuneita maalajeja ja niiden



päällä savea luonnollisesti siten, että nuorimmat usein eloperäisiä aineita sisältävät savet ovat vanhempien kerrallisten savien päällä. Eloperäiset maalajit, kuten lieju, turve sekä eri humusmaa- ja ruokamultakerrokset ovat luonnollisesti sarjassa päällimmäisinä.

### Harjut.

Pitkittäisharjut eli mannerjään kulkusuunnan mukaiset vierinkivisoraharjut lepäävät nekin useimmiten moreenialustalla. Niissä on syntyvästään johtuen materiaali hienoista aineksista puhtaaksi peseytynyttä, ja yksityiset rakeet samoinkuin kivetkin ovat pyörityneitä. Sora on harjun laella normaalitapauksessa karkeinta muuttuen liepeisiin päin hienommaksi eli hiekkaiseksi, hiekaksi, hiedaksi j.n.e. mitä alemmaksi mennään. Alin lieve voi monesti, etenkin rannikkoalueillamme olla savikerroksen peittämä. Rantavoimat ovat kuitenkin voineet aiheuttaa sen, että hiekkalievettä peittävä savi on vuorostaan peittynyt hiekalla. Täten ovat syntyneet soraharjujen liepeissä usein tavattavat "savisöörit". Harjusoran pinnassa on usein ohuehko kerros pyörityneistä kivistä muodostunutta kivikkoa eli someroa. Niin sanottu "poikittäisharjut" ovat yleensä sekä synnyltään että rakenteeltaan samanlaisia kuin edellä selitetyt poikittaiset moreeniselänteet.

### Savimaat.

Savia esiintyy laajoina alueina pääasiallisesti Uudella maalla, Turun ja Porin läänissä, Pohjanmaan rannikkoalueilla ja Hämeessä. Keski-, itä- ja pohjois-Suomessa ovat savet sitävästään harvinaisia ja rajoittuvat vesistöjen rantojen läheisyyteen, jokien ja purojen varsiin ja yleensä alaville paikoille ja notkelmiin. Tämä johtuu siitä, että nämä alueet eivät ole olleet ollenkaan tai vain verrattain lyhyen ajan veden peittäminä, eikä savea, joka on vesikerrostuma (sedimentti), siis ole voinut syntyä muualle kuin rajoitetussa määrin nykyisten vesistöjen piiriin. Savet ovat jäykkiä, jos virtausten tuomalla aineksella on ollut tilaa kylliksi lajittua. Korkeillakin alueilla, kuten esim. Kiuruvedellä voidaan joskus tavata laajempia savikoita, jotka ovat aikanaan syntyneet suurempiin vesialtaisiin vesistöjemme virratessa miltei päinvastaisiin suuntiin kuin nykyään. Rinteillä olevat savet ovat yleensä laihempia ja esiintyvät ohuempina kerroksina kuin alavilla paikoilla olevat savet. Savien synnyn jälkeisten rantavoimien toiminnan seurauksena ovat savet järvisuomessa harjujen ja moreeniharjanteiden välissä usein peittyneet hiekalla. Tuoreen saven värillä ei ole yleensä mitään tekemistä saven jäykkyyden kanssa. Mainittakoon kuitenkin, että hiesut ovat kuivana paljon vaaleampia kuin savet.



Kasvillisuus maalajitutkimuksen oppaana.

Maalajitutkimusten yhteydessä on syytä kiinnittää huomiota kasvillisuuteen ja sen vaihteluihin, koska nämä seikat antavat usein arvokkaita vihjeitä maaperän kokoomuksesta ja sen muutoksista sekä kosteussuhteista. Seuraavassa esitetään melko helposti erotettavat kasvillisuustyypit ja niiden perusteella vedettävät johtopäätökset:

1. Mäntymetsää, pohjakasvillisuus jäkälää, puolukkaa ja kanervaa. Vettä ei näy ojissa. Maalaji soraa tai hiekkaa, pohjavesi syväällä.

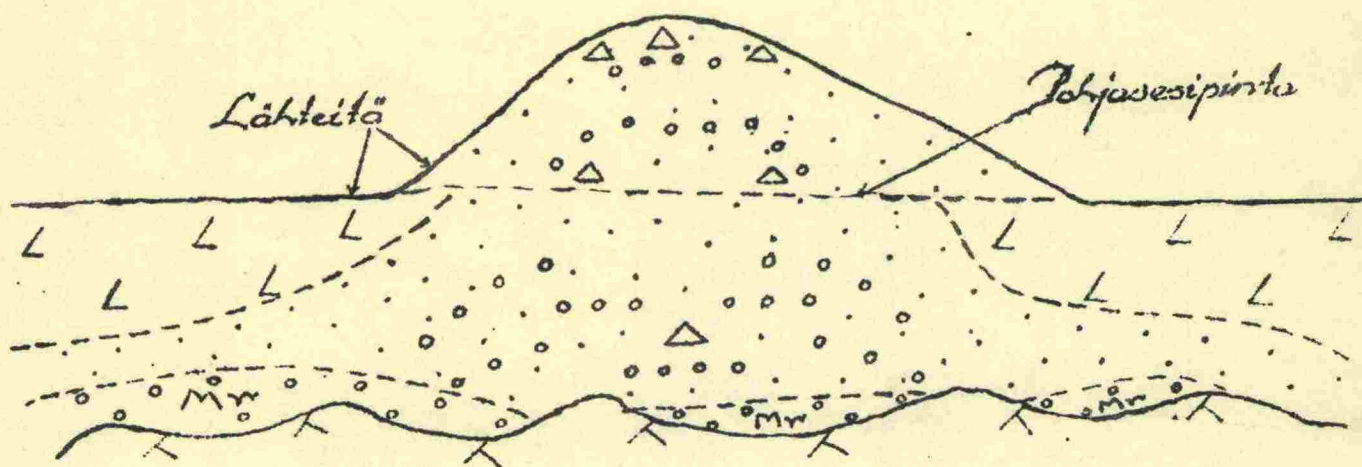
2. Mänty-kuusimetsää, pohjakasvillisuus jäkälää, sammalta, puolukkaa ja mustikkaakin, vettä ei näy ojissa. Maaperä usein hiukan hiehojakoisempaa kuin edellisessä tyypissä tai soramoreenia tai pohjavesi hiukan lähempänä.

3. Kuusimetsää pääasiallisesti ja pohjakasvillisuutena mustikkaa, karhunsammalta ja saniaista, vettä ojissa ja kuopissa sateen jälkeen. Maaperä tavallisesti moreenia tai hietaa ja pohjavesi lähempänä pintaa.

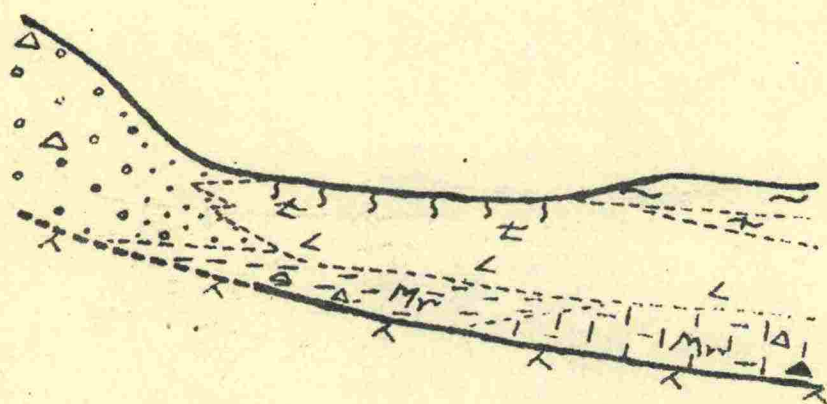
4. Leppää ja kuusimetsää ja pohjakasvillisuus niittyvillaa, suopursua, rahkasammalta, saraa j.n.e., ojissa vettä. Maaperä usein hienojakoista ja erittäin kosteata.

Jos metsämaalla puut kasvavat vinossa eri suuntiin, merkitsee se usein, että maaperä on erittäin routivaa. Routivuuteen viittaavat myös pinnassa näkyvissä olevat lohkarieet.





Pitkälläistharjun yleinen poikkileikkaus ja esimerkki  
 vettä läpäisemättömän savikon puristaman pohjaveden  
 puhkeamisesta lähteiksi.  
 (Merkkien selitys Lab. tied. N:o 3:55a)



Maaperän yleistä kerrosjärjestystä valaiseva piir-  
 ros. (Merkkien selitykset Lab. tied. N:o 3:55a)



Rakennusteknillinen maalajiluokitus.1. Maalajinimistö.

Kukin maalaji saa nimensä sen tai niiden m a a l a j i t t e i -  
d e n mukaan, mikä tai mitkä kulloinkin kysymyksessä olevassa tapauk-  
sessa ovat ominaisuuksia määräävinä, vallitsevina.

Nimen antavat maalajitteet ovat:

<u>Lajite</u>	<u>Rakeitten läpimitta</u>
Lohkareet	yli 20 cm
suuret lohkareet	yli 60 cm
pienet lohkareet	20 - 60 cm
Kivet	2 - 20 cm
suuret kivet	6 - 20 cm
pienet kivet	2 - 6 cm
Sora	2 - 20 mm
karkea sora	6 - 20 mm
hieno sora	2 - 6 mm
Hiekka	0,2 - 2 mm
karkea hiekka	0,6 - 2 mm
hieno hiekka	0,2 - 0,6 mm
Hieta	0,02 - 0,2 mm
karkea hieta	0,06 - 0,2 mm
hieno hieta	0,02-0,06 mm
Hiesu	0,002 - 0,02 mm
Savi	alle 0,002 mm

Luonnossa-esiintyvät päämaalajit ovat siis:

## A. Kivennäismaalajit.

(Kalliosta käytetään lyhennystä Ka)

(Lyhennys)

I. Louhikko	(Lo)
II. Kivikko	(Ki)
III. Sora	(Sr)
IV. Hiekka	(Hk)
karkea hiekka	(KHk)
hieno hiekka	(HHk)
V. Hieta	(Ht)
karkea hieta	(KHt)
hieno hieta	(HHt)



VI. Hiesu	(Hs)
VII. Savi	(Sa)
laiha savi (sisältää savilajitetta 30-50 %)	(LaSa)
lihava savi (sisältää savilajitetta yli 50%)	(LiSa)
liejusavi	(LjSa)
VIII. Moreeni	(Mr)
soramoreeni	(SrMr)
hiekkamoreeni	(HkMr)
hietamoreeni	(HtMr)
hiesumoreeni	(HsMr)
savimoreeni	(SaMr)
B. Eloperäiset maalajit.	
IX. Lieju	(Lj)
X. Humusmaa	(Hm)
XI. Turve	(Tv)
raakaturve	(H1-3) (RTv)
keskinkertaisen maatonut turve	(H4-6) (KTv)
maatonut turve	(H7-10) (MTv)

Edellä luetellut maalajit ovat vain keskimääräisiä tyyppejä, joiden kaikki välimuodot ovat mahdollisia. Jos edellistä tarkempi luokitus osoittautuu välttämättömäksi (mikä voi tulla kysymykseen routivuus-, kantavuus- ym. kysymysten yhteydessä ja mikä kyetään useimmiten suorittamaan vain laboratoriossa), voidaan maalajin nimen eteen liittää sana, joka selvittää, mihin suuntaan maalaji poikkeaa keskimääräisestä tyypistä. Tällaisia sanoja ovat:

suurilohkareinen	lyhennysmerkki	slo
pienilohkareinen		plo
suurikivinen		ski
pienikivinen		pki
sorainen		sr
hiekkainen		hk
hietainen		ht
hiesuinen		hs
savinen		sa
humuspitoinen		hu

eli siis esimerkiksi pienikivinen karkea sora, humuspitoinen hiekkainen hiekkainen hietamoreeni j.n.e.

Kivennäismaalajien raekoostumuksen selventämiseksi voidaan lisäksi käyttää tarvittaessa täydennysnimiä:

tasarakeinen  
sekarakeinen ja  
suhteistunut,

joiden merkitys selitetään maalajien luokitusmenetelmien yhteydessä.



## 2. Maalajikuvaukset.

Louhikon pääasiallisena aineksena ovat lohkarieet (>20 cm) ja kivikossa ovat kivet (2 - 20 cm) vallitsevana. Louhikkoja ja kivikkoja esiintyy erityisesti vedenjakajan seuduilla, vaarojen laella (rakka) ja harjujen yhteydessä sekä kapeina vyöhykkeinä eri-ikäisissä rantamuodostumissa, purojen ja virtojen uomissa j.n.e.

Sorat, hiekat ja hiedat ovat maalajeja, joissa vastaavat maalajitteet ovat ominaisuuksia määräävinä, vallitsevina ja jotka on helppo tuntea mallilajitekokoelman avulla kentällä. Yksityiset rakeet ovat yleensä pyörityneitä ja ne voidaan erottaa paljaalla silmällä aina hienon ja karkean hiedan rajalle asti.

Jos sora, hiekka tai hiesu sisältää humusta eli kasvien ja eliöitten jätteen muodostamaa, pitkälle hajautunutta ainesta siinä määrin, että sillä on merkitystä ko. maalajin teknillisiin ominaisuuksiin, kutsutaan sitä humuspitoiseksi soraksi, humuspitoiseksi hiekaksi tai humuspitoiseksi hiedaksi. Jos hiedan humuspitoisuus on yli 6 paino-%, saa se kuitenkin nimen hietainen lieju (kts. lieju).

Nämä maalajit ovat syntyneet moreenista virtaavan veden tai rantatyrskyjen huuhtelevan ja lajittelevan toiminnan tuloksena. Yleisimmin tavataan näitä maalajeja eri puolilla Suomea olevissa harjuissa ja harjujaksoissa sekä näiden välittömässä yhteydessä jääkauden aikaisten sulavesivirtojen synnyttämistä sekä eri-ikäisten rantamuodostumien yhteydessä ja jokivarsilla. Syntyolosuhteiden mukaan kutsutaan soria ja hiekoja usein harju- eli vierinkivisoriksi tai rantasoriksi ja rantahiekoiksi.

Hiesu on kuivana valkean harmaa maalaji, jonka päämaalajite on hiesu. Kuivana tiiviin ja kovan hiesukappaleen saa sormien välissä hienonnettua pöliseväksi ja erittäin tarttuvaksi jauhoksi. Luonnonkoskeana voi hiesukappale olla aluksi melko kova ja hauras, mutta muokkaamalla (taputtelemalla ja tärkastämällä) se muuttuu helposti joustavaksi, venyväksi ja kittimäiseksi olematta kuitenkaan muovailtavaa tai sitkeätä. Hiesun kuivumiskutistuma on pieni, joten se kuivuessaan halkeilee vain vähän. Hiesu on miltei vettä läpäisemätöntä ja aina erittäin routivaa.

Jos hiesu sisältää 2 - 6 paino-% humusta eli kasvien ja eliöitten jätteen muodostamaa pitkälle hajutunutta ainesta, kutsutaan sitä humuspitoiseksi hiesuksi, mutta jos humus-% on



yli 6, saa maalaji nimen hiesuinen lieju (kts. lieju).

Hiesu on syntynyt samanlaisen veden lajittelevan toiminnan tulokseksi kuin hieta ja hiekkakin. Hiekka on laskeutunut pohjaan matalassa vedessä, hieta on kulkeutunut kauemmaksi, ja hiesu on seurannut virtausta suhteellisen rauhalliseen syvään veteen asti. Hiesua löytyykin tavallisesti rinteiden juurella tasangolla tai savialueiden reunamilla.

S a v e t ovat kosteassa tilassa sitkeitä, plastillisia eli muovaittavia hienojakoisia maalajeja, jotka sisältävät yli 30 % savilajitetta ja vaihtelevia määriä hiesua ja usein jonkin verran hietaa sekä 0 - 6 paino-% humusta. Savet kutistuvat kuivuuksaan ja kuivia savipaloja ei voi sormissa särkeä jauhoksi, vaan ne jäävät muruiksi ja siruiksi. Saven vedenläpäisykyky on halkeilemisen johdosta parempi kuin hiesun. Savi voi maassamme olla väriltään sinistä, harmaata, ruskeata, punaista tai mustaa, mutta värin perusteella ei savien ominaisuuksista voi sanoa mitään varmaa.

Eri-ikäisten savikerrostumien rakenne on erilainen. Helposti tunnettavia ovat n.s. vanhat (mannerjään sulamisvaiheen aikana makeassa tai lievästi suolaisessa vedessä kerrostuneet) kerralliset (lusto-) savet, joissa vaaleat hiesukerrokset vuorottelevat tummempien savikerrostosten kanssa. Tällainen savi lohkeilee kuivuuksaan helposti levyiksi. Näitä savia peittävät etenkin meren rannikkoalueilla usein nuoremmat yleensä koaguloituneina suolaisessa vedessä laskeutuneet, mutta joskus myös makeassa vedessä sedimentoituneet tasalaatuiset jääkauden jälkeiset savet.

Savien teknillisiin ominaisuuksiin vaikuttavat niiden raakoostumus ja humuspitoisuus sekä niiden muista maalajeista poikkeava mineraalikoostumus ja niiden kolloidikemiallinen luonne (joka viimeksi mainittu käsittelee m.m. koaguloituneisuuden, adsorpoituneet ionit ja ionivaihtoon liittyvät seikat sekä elektrolyyttipitoisuuden). Savien luokitus on tässä suoritettu raakoon ja humuspitoisuuden perusteella, koska vaihtelut saviemme mineraalikoostumuksessa ovat yleensä suhteellisen pienet ja pääasiallisesti raakoon vaihteluista riippuvaiset, ja koska vaihtelut saviemme kolloidikemiallisissa luonteissa kulkevat usein käsikädessä humuspitoisuuden kanssa.

L a i h a s a v i sisältää 30 - 50 %, ja l i h a v a s a v i yli 50 % savilajitetta. Molemmat savilaadut sisältävät alle 2 % humusta. Lihava savi on sitovampaa, plastillisempaa ja kuivuuksaan kutistuvampaa kuin laiha savi ja se on erittäin sopivaa esim. tiesoran sitomiseen. Laiha savi taas sopii erittäin hyvin esim. tiiliteollisuuden raaka-ai-



neeksi. Karkean silmämääräisen kenttaluokituksen helpottamiseksi mainittakoon, että laiha savi jauhoaa jonkin verran kuivana, kun sitä hangataan sormella tai kankaalla, mutta lihava savi on kuivana jauhoamatonta ja hyvin kovaa. Laihasta savesta voidaan kuivalla alustalla kierittää 1 - 1,7 mm läpimittainen lanka, mutta lihavasta savesta voidaan saada ohuempi rihma.

Jos saven humuspitoisuus on 2 - 6 paino-%, kutsutaan sitä **liejusaveksi**. Liejusavi sisältää luonnontilaisena paitsi humusta myös usein rauta- ja alumi<sup>um</sup>oksidoja ja -hydroksidoja, sulfidoja, elektrolyyttejä ja piikuoristen levien jätteitä enemmän kuin muut savilaadut. Liejusaven rakennusteknillisiin ominaisuuksiin vaikuttaa kuitenkin pääasiallisesti humuspitoisuus ja saven raekoko. Silloin kun raekoko halutaan ilmaista, voidaan liejusavesta käyttää nimitystä **lihavalielijusavi** tai **laihalielijusavi**. Liejusavet ovat tuoreena väriltään ruskehtavan tai vihertävän harmaita, jossain määrin muovailtavia, mutta yleensä muovailtaessa ja murrettaessa helposti repeileviä. Tuore liejusavi on joustavan tuntuista, pehmeätä ja hyytelömäistä. Kuivuuksaan se kutistuu voimakkaasti, halkeilee sekä murenee tasapintaisiksi, suorasärmäisiksi koviksi kappaleiksi, jotka eivät jauhoa. Murut ovat vedessä melko kestäviä. Liejusavet kuuluvat nuorimpiin saviimme ja esiintyvät senjohdosta savikkojemme pintaosissa.

Savia tavataan harvoja poikkeuksia lukuunottamatta vain ns. korkeimman merenrannan alapuolella. Lihavat savet ovat vallitsevina linjan Salpausselkä - Kokemäenjoki eteläpuolella, mutta niitä tavataan siellä täällä pohjoisempanakin aina Kainuun ja Lapin läänin etelärajoille saakka. Laihoja savia sensijaan tavataan maassamme (Lappia ja Kainuuta lukuunottamatta) melko yleisesti alavilla paikoilla jokien uomissa ja järvien rannoilla.

**Moreenit** sisältävät huomattavan runsaasti kaikkia tai monia lähikokoisia maalajitteita keskenään sekaantuneina. Moreenit ovat kuitenkin useimmiten jossain määrin lajittuneita, jolloin yhtä tai kahta maalajitetta esiintyy selvästi runsaammin kuin muita lajitteita. Tällöin puhutaan sora-, hiekka-, hieta-, hiesu- tai savimoreeneista sen mukaan, mikä lajite on vallitsevana ja tarvittaessa ilmaistaan täydennysnimeä käyttäen toinen ominaisuuksiin muita enemmän vaikuttava maalajite. Moreenin väri on useimmiten harmaa, ruskea tai harmaanruskea ja kivet ja karkeat rakeet ovat pölyisiä, savisen näköisiä ja usein melko terävä-särmäisiä. Kuivassa moreenissa ovat rakeet usein iskostuneet lujasti



kiinni toisiinsa. - Moreenien rakennusteknilliset ominaisuudet, kuten routivuus, vedenläpäisykyky, kantavuus, kaivuvaikeus j.n.e. riippuvat yleensä niiden raakoostumuksesta, minkä vuoksi tarkka luokitus on välttämätön.

Moreeni on syntynyt jääkauden jäämassojen irroittamista ja murskaamista maa- ja kivilajeista, jotka ovat toisiinsa sekaantuneina lajittumatta puristuneet peruskalliotamme peittäväksi, etenkin pohjaosistaan tiiviiksi massaksi tai kasaantuneet erilaisiksi harjanteiksi, kummuiksi ja vaaroiksi. Moreenia tavataan miltei kaikkialla maassamme lähinnä peruskalliota. Alemmilla paikoilla on se usein lajittuneiden (sedimentti-) maalajien peittämä.

L i e j u t ovat yli 6 paino-% hajaantuneita kasvi- ja eläinjätteitä sisältäviä maalajeja, joiden kivennäisaines on joko hietaa, hiesua tai savea. Riippuen kivennäisaineksen laadusta puhutaankin h i e t a i - s e s t a , h i e s u i s e s t a tai s a v i s e s t a l i e j u s - t a . Lieju on tuoreena väriltään selvästi vihertävää ja ruskehtavaa. Se ei ole muovailtavaa, vaan se murtuu ja repeilee helposti. Se ei ole sitkeätä, mutta tuntuu joustavalta ja kimmoiselta. Kuivuessaan se kutistuu erittäin voimakkaasti, mutta ei turpoa uudelleen kastuessaan. Kuiva lieju on kovaa, sarvimaista ja kevyttä.

Liejua tavataan etupäässä entisten ja nykyisten järvien pohjalla ja soissa turvekerrosten alla.

Lieju on nuori maalaji, ja se on muodostunut hajautuneista kasvi- ja eläinjätteistä osittain siten, että tämä aines on kulkeutunut hienojen kivennäisainesten ohella vesien mukana järviin ja meriin, ja osittain paikalleen kerrostuneista eloperäisistä aineista.

H u m u s m a i h i n luetaan joukko kivennäisaineksen sekaisia eloperäisiä pintamaalajeja, jotka esiintyvät luonnossa ohuina, elävien kasvien juurten pääasiallisena kasvukerroksena. Eloperäisten ainesten määrä voi olla humusmaassa melko vaihteleva samoinkuin humusmaakerroksen paksuuskin. Tärkein humusmaa on (r u o k a -) m u l t a , joka sisältää yleensä yli 15 paino-% eloperäisiä aineita, mutta jossa ei juuri tavata silmin eroitettavia kasvien jätteitä. Se on väriltään mustaa tai ruskehtavan tumman harmaata. Multa on aina kuohkeata eikä mene koviksi paakuiksi, vaan murenee helposti käsiteltäessä.

T u r p e e l l a ymmärretään

1) maatumattomien kasvinosien muodostamaa tai sitomaa ohuehkoa kerrosta kivennäismaan päällä (rakennustekniikassa esim. luis-



kien verhouksen eli turvehduksen yhteydessä), mutta myös  
2) enemmän tai vähemmän maatumaitten etupäässä suokasvien jättei-  
den muodostamaa maalajia (= suoturve), joka peittää korvet, rä-  
neet, nevat ja letot eli n. 1/3:n maamme pinta-alasta. R a a -  
k a t u r v e sisältää pääasiallisesti maatumattomia kasvinosia, joita  
k e s k i n k e r t a i s e s t i m a a t u n e e s s a t u r p e e s -  
s a tavataan vain vähän. M a a t u n u t t u r v e on tuoreena tum-  
maa, tasalaatuista, sormissa puristettaessa pysymätöntä massaa. Suotur-  
peen tuhkapitoisuus on tavallisesti alle 10 % laskettuna kuiva-aineesta  
ja vesipitoisuus on yleensä 85 - 90 % laskettuna luonnontilaisen turpeen  
painosta. Turvekerrokset ovat soissa usein monia nêtrejä paksuja ja sy-  
vemmillä on turve yleensä maatumempaa kuin pintakerroksissa.

Muuta rakennustekniikassa käytettyä tai esiintulevaa  
maalajisanastoa.

K a r i eli k a r i k k o on kivinen tai lohkarainen, useimmi-  
ten lähellä kallion pintaa tai vesistöjen pohjalla oleva moreeni.

S o m e r o on pienikivistä kivikkoa tai hiekkaista pienikivistä  
kivikkoa ja joskus pienikivistä soraa, jossa kivet ovat pyörityneitä.  
Sitä tavataan harjuissa, usein niiden pintaosissa. Somero on hyvin ylei-  
sesti käytetty rakennusaine (tie- ja rautatierakennuksessa ja betonitek-  
niikassa).

M o r o on rapakivestä tai hyvin karkearakeisesta graniitista  
rapautumalla syntyneitä soraa, jonka rakeet ovat hyvin teräväsärmäisiä  
ja huonosti mekaanisia rasituksia kestäviä. Moroa tavataan Kotkan - Vi-  
ipurin, Laitilan ja Ahvenanmaan rapakivialueilla sekä Keski-Suomen por-  
fyri-graniitin alueella, ja sitä käytetään jonkinverran teiden kunnossa-  
pidossa.

S i d e m a a k s i kutsutaan eräillä rakennustekniikan aloilla  
karkeitten maalajien, kuten soran sitomiseen käytettävää savea tai mo-  
reenia. Usein kutsutaan kuitenkin sitomiseen käytettävää savea sideai-  
neeksi ja moreenia sidemaaksi. Sekaannuksen välttämiseksi olisi syytä  
puhua savesta ja moreenista sidemaana eli mainita aina joko savi tai mo-  
reeni ja välttää sanan "sidemaa" käyttämistä yksin merkitsemään jotain  
maalajia.

P e r ä m a a l l a ja m ä k i m a a l l a tarkoitetaan moree-  
nia, joten näiden sanojen käyttö on tarpeetonta.



R u s k o m u l l a k s i kutsutaan kansankielessä moreenin höllää huuhtoutunutta pintaosaa, jonka rautahydroksiidi on usein värjännyt ruskeaksi.

Maatalouden viljavuustutkimuksen piirissä samoinkuin eräillä muillakin aloilla savet jaetaan raesuuruuden mukaan 1) h i e t a s a v i i n, jotka sisältävät yleensä 30 - 40 % savilajitetta ja hiesu- ja hietalajitteita 20 - 30 % kumpiakin, 2) h i e s u s a v i i n, jotka sisältävät useimmiten 40 - 60 % savilajitetta ja hiesulajitetta n. 40 % sekä 3) j ä y k k i i n- eli a i t o s a v i i n, jotka sisältävät savilajitetta keskimäärin yli 60 % ja hiesulajitetta n. 20 %.

K u o h u s a v i on kansanomainen, mutta rakennustekniikkaan pesiytynyt yhteisnimitys hienolle hiedalle ja hiesulle eli erittäin rouktiville lajittuneille maalajille.

P i k i s a v e k s i (pikileeriksi) kutsutaan kansankielessä rannikkoalueillamme tavattavaa, luonnontilaisena rantasulfidin mustaksi värjäämää savea, joka muuttuu kuivuessaan harmaaksi ja myöhemmin ruskeaksi.

S a i p p u a s a v i on ns. kuivakuorikerroksen alla oleva luonnontilainen, märkä ja pehmeä savi, joka on useimmiten harmaata tai siniharmaata.

J ä r v i m u d a k s i (mudaksi, muraksi) kutsutaan umpeen kasvaneissa järvissä turpeen ja liejun välissä ja järvi-kuivuoissa tavattavaa mustan ruskeata, kivennäisaineista melko köyhää eloperäistä maalajia. Tämä maalaji on syntynyt siten, että suoalueitten tummiin vesiin liuenneet eloperäiset aineet ovat kulkeuduttuaan saostuneet ja painuneet pohjaan. Koska järvimutakerrokset ovat yleensä ohuita ja verrattain harvinaisia, ei niillä ole rakennusteknillistä merkitystä.

P i i m a a on muodostunut piikuoristen levien jäännöksistä. Se on erittäin kevyttä (tilavuuspaino n. 0,20) harmaata, jopa joskus valkeatakin maata. Liejut sisältävät joskus niin runsaasti piikuoristen levien jätteitä, että niitä voidaan kutsua piimaaksi. Piimaata käytetään pakkaus- ja lämmöneristysaineena sekä kevyitten tiilien valmistukseen.

#### Louhinta- ja murskaustuotteita.

L o u h e t ("louhoskivet") ovat kivien louhinnassa syntyviä lohkareita.



K i i l a k i v i l l ä tarkoitetään louhista tai lohkarista lohkaistuja, keskenään suunnilleen samankokoisia kiviä, joita käytetään joko murskeen valmistukseen tai säästöbetonin lisäainekseksi.

S e p e l i on kiven koneellisessa murskauksessa syntyvästä murskeesta seulomalla lajiteltua terävasärmäistä kiviainesta. Sepelin karkeus voidaan säätää tarpeen mukaan.

M u r s k e on kivien koneellisessa murskauksessa syntynyt lajittelematon, miltei kaikkia raekokoja sisältävä aines. Riippuen murskeen karkeudesta puhutaan hienosta ja karkeasta murskeesta. Murskeen maksimiraekoko säädetään tarpeen mukaan.

M u r s k e s o r a on kivisen soran koneellisessa murskauksessa syntyvä, lajittelematon aines, joka sisältää yleensä kaiken kokoisia rakeita, ja siis sekä murskettä että luonnonsoraa. Murskesoran maksimiraekoko säädetään tarpeen mukaan.

K i v i j a u h e on kivien koneellisessa murskaamisessa syntyvä hienojakoinen aines, joka voidaan haluttaessa erottaa.



### 3. Maalajien luokitusmenetelmät.

Edellä esitetyssä luokituksessa ryhmiin III-VI kuuluvien maalajien toteaminen tapahtuu raekoostumuksen perusteella (seulonta- ja lieteanalyysien avulla) siten, että maalaji saa päänimensä siitä maalajitteesta, jonka alueelle seulontakäyrän (rakeisuuden summakäyrän) läpäisy-% sattuu ( $d_{50}$ -menetelmä) ja t a r v i t a e s s a täydennysnimen "sorainen", "hiekkainen", "hietainen", "hiesuinen" tai "savinen" siitä lajitteesta, minkä raesuuruusrajan lähellä ko. läpäisy-% 50 mahdollisesti on tai mikä lajite antaa maalajille selviä lisäominaisuuksia (kts. malliesimerkit 1, 5 ja 6 kuvassa I). Silmämääräisessä luokituksessa, joka voi tapahtua esim. mallilajitekokoelmaa käyttäen, voidaan ryhmien III-V maalajien nimiin tarvittaessa liittää täydennysnimi "t a s a r a k e i n e n", jolla tarkoitetaan sitä, että pääosa rakeista näyttää keskenään samankokoisilta, tai "s e k a r a k e i n e n", millä ymmärretään sitä, että maalajien ei voida sanoa sisältävän niin paljon samankokoisia rakeita, että niiden enemmisyys voitaisiin selvästi havaita (esim. tasarakeinen karkea hieta, sekarakeinen hiekka).

Ryhmään VII kuuluvat maalajit eli savet tunnetaan siitä, että ne sisältävät yli 30 % savilajitetta ja ovat lajittuneita maalajeja (sedimenttejä) ja siis miltei vapaita hiekka- ja soralajitteista. Laihat savet sisältävät savilajitetta 30-50 % ja lihavat savet yli 50 %. Jos savi sisältää 2-6 % eloperäisiä aineita, saa se nimen liejusavi.  $d_{50}$  - menetelmää ei siis sovelleta tämän ryhmän maalajeihin.

Ryhmään VIII kuuluvien maalajien päänimen loppuosa kuuluu aina "-moreeni" ja se nimi voidaan antaa maalajille joko edellä esitettyyn maalajikuvaukseen perustuvan silmämääräisen tarkastelun tuloksena tai seulontakäyrän (rakeisuuden summakäyrän) avulla, joka on verrattain loiva (pitkä) ja osoittaa maalajin sisältävän paitsi jonkin verran savea ja hiesua, myös monia muita lajitteita usein sora mukaan luettuna. Nimen alkuosa (sora-, hiekka-, hieta- tai hiesu-) sekä t a r v i t t a e s s a täydennysnimi määritetään  $d_{50}$  - menetelmällä samalla tavalla kuin ryhmien III-VI maalajien nimitykset.



lajien nimitykset. Jos moreeni sisältää yli 30 % savilajitetta, saa se kuitenkin nimen savimoreeni huolimatta siitä, mikä d50 arvo sille tulee. (Malliesimerkit 3 ja 4, kuvassa I)

Jos moreenin tai jonkin muun maalajin seulontakäyrä on lähellä loivaa suoraa viivaa puolilogaritmisella asteikolla siten, että eri maalajitteiden määrät ovat lähes yhtä suuret tai, jos seulontakäyrä noudattelee tiiveimmäksi sulloutuvan aineksen rakeisuuskäyrää lisätään edellä saatuun päänimkeen täydennysnimeksi sana "suhteistunut". (Malliesimerkki 7, kuvassa I)

Kuvassa I nähdään kivennäismaiden luokitusta selventäviä esimerkkejä maalajien rakeisuuskäyrän perusteella suoritetusta luokituksesta. M a a l a j i s s a 1 on d50 = 0.004 mm eli hiesun alueella, eikä varsin lähellä saven rajaa. Lisäksi edustaa käyrä selvästi lajittuneen maalajin (sedimentin) koostumusta eikä maalaji siis voi olla moreeni, vaan on sille annettava nimi hiesu. M a a l a j i 2 ei myöskään ole moreeni, ja koska se sisältää 33% savilajitetta, on se luettava liihaksi syyeksi, vaikka d50 onkin 0.006 mm. M a a l a j i 3 sisältää myöskin yli 30 % savilajitetta, mutta on selvästi moreeni, koska hiekka+soralajitteiden määrä on niin korkea kuin 19 %. Maalaji on siis savimoreeni huolimatta d50:n arvosta. M a a l a j i 4 on selvästi myös moreeni, ja koska d50=0.13 mm, on sen saatava nimekseen hietamoreeni, jota nimitystä voidaan täydentää sanalla "hiekkainen", koska 0.13 mm on melko lähellä hiekan ja hiedan rajaraekokoa 0.2 mm. M a a l a j i 5 on selvästi erittäin lajittunut, ja koska d50 on 1.25 mm, on kysymyksessä hiekka. Käyrästä nähdään lisäksi, että karkeahiekkalajite on maalajissa vallitsevana (67%), joten maalajin nimeksi tulee d50:n osoittama karkea hiekka. M a a l a j i n 6 seulontakäyrästä saadaan sama d50:n arvo kuin edellä, koska se ei ole moreeni, on sekin karkea hiekka. Tämä maalaji on kuitenkin ominaisuuksiltaan hyvin toisenlainen kuin maalaji 5, koska se sisältää paljon enemmän soralajitetta niin, ettei karkea hiekka ole vallitsevana. Sen johdosta on maalajille tässä tapauksessa annettava täydennysnimeksi "sorainen". M a a l a j i n 7 rakeisuuskäyrä noudattelee selvästi sellaisen aineksen tiiveimmän pakkauksen raekoostumusta esittävää käyrää, jossa maksimiraekoko on 10 mm. Koska d50=1mm, saa maalaji siis nimekseen suhteistunut hiekkamoreeni. Kuvan tekstissä on nimitysten eräät osat pantu sulkuihin osoittamaan, miten maalajin nimi voidaan lyhentää, ellei tarve vadi erittäin tarkan nimen antamista.

Ryhmään IX ja X kuuluvat maalajit tunnetaan maalajikuvauksen perusteella. Mainittakoon kuitenkin, että lieju sisältää yli 6 paino-% eloperäisiä aineita.

Ryhmään XI kuuluvat suoturpeet erotetaan toisistaan seuraavan yksinkertaisen kenttämenetelmän perusteella:

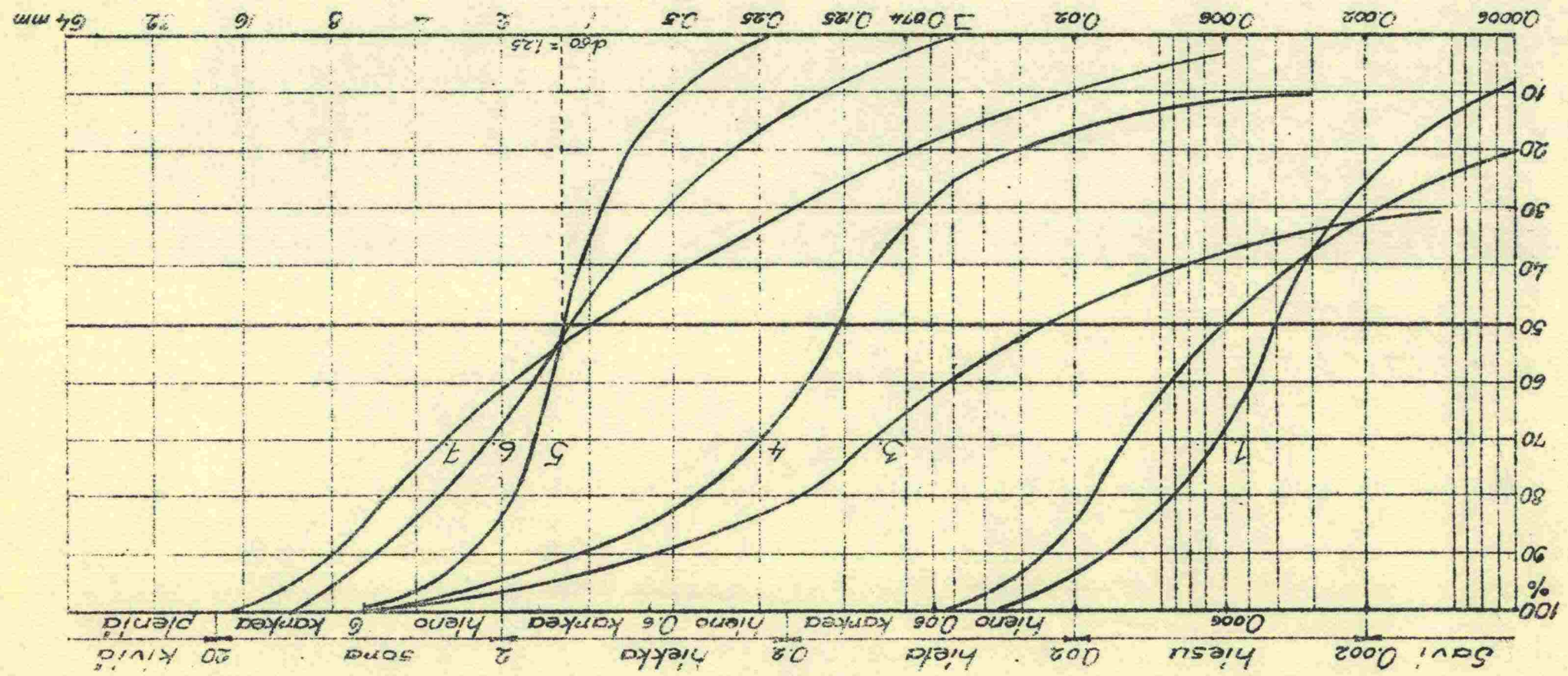
Kun luonnontilaista turvetta puristetaan nyrkkiin tippuu raakaturpeesta vettä, joka voi olla puhdasta tai ruskeata, keskinkertaisesti maatumesta turpeesta taas pusertuu myös itse turveainesta pois ja maatumesta turpeesta pusertuu suurin osa ulos sormien välistä.

Maalajit voidaan merkitä kairausreikiä ja leikkauksia kuvaavissa piirroksissa oheisen kuvan N° 2 mukaisilla tunnuksilla.



- 1. Hiestu ( $d_{50} = 0.004 \text{ mm}$ )
- 2. Lohisa savi
- 3. Savimorjearat

- 4. (Hiikkaraan) hiellamorjearat ( $d_{50} = 0.13 \text{ mm}$ )
- 5. Karkea hiikka ( $d_{50} = 1.25 \text{ mm}$ )
- 6. Sorainan (karkea) hiikka ( $d_{50} = 1.25 \text{ mm}$ )
- 7. Suhtelivertus hiikkamorjearat ( $d_{50} = 1 \text{ mm}$ )



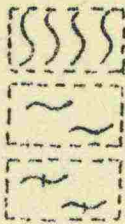
Raua 1



# Maalajien merkinnät

koron rajossa

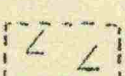
leikkauksessa



humaumaa

turve

lieju



savi

hiesu

hieta

hiekk

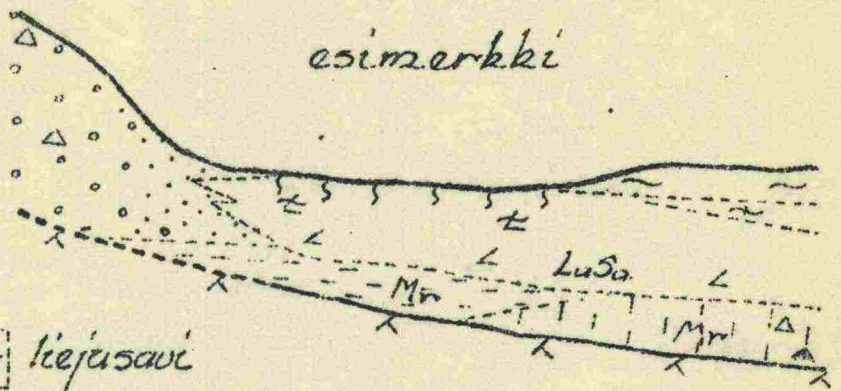
sora

kivikko

louhikko

liejusavi

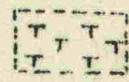
esimerkki



Hiekan routisuusmerkinnät:

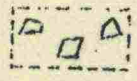


routuva hieta  
(yleensä hieno hieta)



routumaton hieta  
(yleensä karkea hieta)

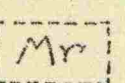
Louhinäyttö:



sepeli



louhet



moreeni (yleismerkintä)

hiesumoreeni

hietaumoreeni

hiekkamoreeni

soramoreeni

kallio;  $\lambda\lambda\lambda$  kallio, raja epävarma



täytettä; esim.  $\lambda\lambda\lambda$  hieta täytteenä

Merkkejä voidaan tarvittaessa yhdistellä, esim.  $\lambda\lambda\lambda$  hie-  
lainen hiekk. Haluttaessa tarkempaa alajaotusta voidaan  
merkintöjä täydentää tai korvata luokituksessa esitetyil-  
lä kirjainlyhenteillä. - Toisinaan rajoittuvat maalalit  
erotetaan leikkauksessa katkoviivalla, mikäli raja on selvä.



ROUTA JA ROUTIVUUSLUOKITUS.

R o u t a on maassa olevan veden jäätyminen aiheuttama maan jäykistynyt ja kovettunut pintakerros. Tämän kerroksen paksuutta kutsutaan r o u d a n s y v y y d e k s i : ja kerroksen alarajaa r o u t a r a j a k s i . Roudan syntyä eli maassa olevan veden jäätymistä kutsutaan maan r o u t a a n t u m i s e k s i . Jos taas maan routaantumisen tai roudan sulamisen yhteydessä tapahtuu maanpinnan liikkumista tai maan fysiikkallisten ominaisuuksien muuttumista siinä määrin, että nämä ilmiöt aiheuttavat vaurioita esim. erilaisille rakenteille, puhutaan ammattikielessä maan r o u t i m i s e s t a . Kaikki maamme maalajit siis routaantuvat talvisin, mutta kaikkien ei silti tarvitse routia.

Maalajeissamme voidaan erottaa

- 1) pintaroutaa eli roustetta,
- 2) onkaloroutaa,
- 3) massiivista routaa ja
- 4) kerrosroutaa.

Näistä 3 viimeksimainittua edustavat varsinaista maaroutaa, pintaroudan eli rousteen ollessa, kuten nimestäkin ilmenee, aivan pinnallisen ilmiön. Rousteen muodostavat pystyt, joskus yli 10 cm pitkät jääneulaset tai sälot, joiden yläpäässä oleva muutaman millimetrin paksuinen maakerros tekee ne joskus vaikeaksi silmällä havaita. Rousteen on kuitenkin miltei jokainen kuullut "rouskuvan" jalkojensa alla ensimmäisillä syyspakkasilla kasvullisuudesta paljailla mailla kuten ojan varsilla, pelloilla tai hiekanottoaikoissa kävellessään. Rousteen jääneulaset kasvavat alapäästään pituutta sitä nopeammin mitä helpommin ne saavat vettä, jota kapillaarisesti nousee maan pintaan. Rousteen alla on siis maa sulaa.

Onkalorouta on yleensä vain muokatun höllän maan pintakerroksen "onkaloiden" ja kolojen seinämiin jäätyneen veden aiheuttamaa. Maan tilavuuden muutokset onkaloroudan vaikutuksesta ovat pienet eikä tällä routamuodolla ole teknillistä merkitystä. Onkaloroudassa on jääneulasmaista kuten rousteessakin, mutta neulaset ovat vain muutaman millimetrin mittaisia.



Massiivinen routa esiintyy pääasiallisesti karkeissa maalajeissa, sorassa ja hiekassa. Massiivisessa roudassa ei voi erottaa jäätä paljaalla silmällä eikä rakeitten väliin jäänyt vesi aiheuta routimista eli rakennusteknillisiä haittoja.<sup>x)</sup> Maa siis yleensä tällöin vain kovettuu routaantuessaan.

Kerrosroudalle ovat ominaisia vaakasuorat jääkerrokset ja linssit, joiden paksuus voi vaihdella meillä muutamasta millimetristä 20-30 senttimetriin saakka, ja jossa puhtaat jääkerrokset vuorottelevat joko osittain sulan maan tai massiivisen roudan kanssa. Tämän tyyppistä routaa tavataan pääasiallisesti hieno hieta-, hiesu- ja savimaisissa sekä hieta- ja hiesumoreeneissa. Kerrosrousta saa usein aikaan maanpinnan kohoamista eli n.s. routakohoumia.

Tämän, tekniikan kannalta tärkeimmän, kerrosroudän syntymisen oleellisin perussy on se, että hienoissa kapillaariputkissa eli riittävän hienojakoisen maalajin huokosissa olevan veden jäätympiste on huomattavasti alempi kuin vapaan veden jäätympiste, koska vesi on tällöin niin lujasti sitoutunut maahiukkasiin ympärille, ettei se irtoa jääkiteen muodostumista varten veden varsinaisessa jäätympisteessä. Kun lämpötila sitten laskee maassa pinnan alla nollan alapuolelle, ei jäänmuodostuminen alakaan tiiviissä pienihuokoisessa häiriintymättömässä maassa ennenkuin tämä alhainen lämpötila saavuttaa raon tai suurempia huokosia, joissa on "irtonaisempaa" vettä. Tämä vesi voi jäätymä k.o. lämpötilassa ja tällöin alkaa jäälinsin tai jääkerroksen syntyminen ja kasvaminen siten, että jäätyvään kohtaan imeytyy uutta vettä alhaal-  
veden välittämänä / ja jossain määrin myös ylhäältä päin, ta/kapillarisen nousun / ja jossain määrin myös ylhäältä päin, jään muodostumisen aiheuttaessa lähimmässä ympäristössä olevan maan kuivumista. Kasvava jääkerros laajenee luonnollisesti siihen suuntaan, missä vastus on pienin, mistä johtuu, että jääkerrokset ja-linssit ovat yleensä maanpinnan suuntaisia ja nostavat maata kasvaessaan paksuutta. Jääkerroksen syntyessä repeilee maalaji ja uusia jääkerroksia alkaa syntyä näihin häiriintyneisiin kohtiin. Lämpötilan ja routarajan las-  
kiessa edelleen alkaa seuraava jääkerros syntyä syvempänä sellaisessa kohdassa, missä jäätyvää vettä jälleen löytyy j.n.e. Vähitellen jää-  
tyy myös kerrosten välinen maa massiiviseen routaan siten, että ensin jäätyy huokoisten keskellä oleva "irtonaisempi" vesi ja sitten hiukka-  
sia lähinnä oleva vesi, mikäli lämpötila on riittävän alhainen. Mai-  
nittakoon, että saven jäätympiste voi olla n. -5°C.

Kerrosroudän syntyminen ja rakenne riippuvat siis 1) maalajin

<sup>x)</sup> sillä vesi pääsee helposti tunkeutumaan alas sulaan maahan päin jäätyvän veden tilavuuden kasvun tieltä.



raekoosta eli sen kapillaarisuudesta ja vedenläpäisykyvystä, 2) sen vesipitoisuudesta ja pohjaveden sijainnista, 3) routaantumis- eli jäätymisnopeudesta ja 4) routivan kohdan kuormituksesta.

Mitä pienempi on jonkin maalajin r a e k o k o , sitä suurempi on sen kapillaarisuus ja sitä syvemällä olevasta pohjavesivarastosta se voi imeytyä vettä routivaan kerrokseen. Toiselta puolen on maalaji sitä huonommin vettä läpäisevä mitä hienojakoisempi se on, ja sitä hitaammin se voi ruokkia kasvavaa jääkerrosta vedellä eli sitä ohuemmaksi jääkerros jää routarajan siirtyessä alaspäin. Lisäksi kutistuvat hienojakoiset maalajit (savet) kosteuspitoisuuden aletessa ja epätasainen kutistuminen saa aikaan rakoja ja halkeamia, joissa jäänmuodostus pääsee helposti alkuun. Näistä seikoista johtuen hieno hieta ja hiesu sekä hieta- ja hiesumoreenit ovat erittäin routivia maalajeja, joissa kerrosrouta pääsee parhaiten kehittymään. Savien routaantuessa muodostuvat jääkerrokset sensijaan useimmiten veden puutteessa (pieni läpäisykyky) hyvin ohuiksi ja niiden etäisyydet toisistaan riippuvat savien rakenteesta. Kerrallinen savi esimerkiksi muuttuu ensi kertaa jäätyessään tiheä- ja kapearaitaisen, kun taas useamman kerran jäätynyt savi routaantuu "muruisena" kuten karkearakeinen maalaji. Tasalaatuudessa savessa taas voivat kerrokset olla etäänpäin toisistaan ja massiivinen routa vallitsevana. Savet onkin luettava lievästi routivien maalajien joukkoon samoinkuin eräät tiiviit (suhteistuneet) moreenimuunnoksetkin.

Maalajin v e s i p i t o i s u u d e s t a riippuu n.s. irtoveden määrä, jonka runsaus luonnollisesti antaa lukuisampia mahdollisuuksia jääkerrosten syntymisen alkamiselle kuin veden niukkuus. Mainittakoon, että kostean maalajin jäätyminen ei yleensä aiheuta rakennusteknillisiä vahinkoja siitäkään huolimatta, että vesi jäätyessään laajenee n. 10 tilavuus-%, ellei k.o. maalaji saa jäätyessään lisävettä muualta. Tämä johtuu siitä, että vedellä kyllästetyissä karkeassa hiedassa ja sitä karkeammissa maalajeissa pääsee vesi pusertumaan huokosia pitkin pois jäätyessä laajenevan veden tieltä ilman, että maalajin rakenne häiriytyy tai hiukkaset liikkuvat. Tiiviimmän maalajin, kuten vettä sisältävän saven tai hiesun jäätyessä siten, että veden pääsy maalajiin ulkoapäin estyy, paisuu maalaji, mutta ei kuitenkaan enempää kuin ehkä n.8 tilavuus-% sen sisältämän vesimäärän tilavuudesta, sillä osa tästä vedestä jää meidän luonnonolosuhteissamme jäätymättä lujimmin sitoutuneen veden alentuneen jäätympisteen ansiosta. Pohjaveden sijainti on



niinollen ratkaisevan tärkeä seikka roudan muodostumiselle samoin kuin syvemmät pintavesivarastoutumatkin, kuten lammikot, tukkeutuneet sala-ojat j.n.e.

Mitä suurempi <sup>on</sup> maan r o u t a a n t u m i s n o p e u s sitä vähemmän ja ohuempia jääkerroksia ehtii maahan muodostua, koska routaraja nopeasti aletessaan tukkii ylempien kerrosten vedensaantimahdollisuudet. Jos taas lämpötila pysyy samana eli routaraja on kauan paikallaan, voi sille kohtaa syntyvästä jääkerroksesta muodostua, kuten jo mainittiin jopa 20-30 cm paksu. Maan routaantumisnopeuteen vaikuttaa paitsi ilman lämpötila, myös maan lämmönjohtokyky. Niinpä kivet hyvinä lämmönjohtajina jouduttavat maan jäätymistä samoin kuin suhteistuneet eli tiiviit maalajitkin. Mitä nopeammin routa tunkeutuu maahan tien kohdalla, sitä edullisempää se on tien kunnossapidon kannalta, sillä syvällä olevat jäälinssit sulavat usein alhaalta päin, jolloin niistä vapautuva vesi ei jää pehmittämään tien pintaosia. Vaikka ne sulaisivat ylhäältäkin päin, on luonnollisesti sitä edullisempää, mitä syvemmällä vapautuva vesi on tien pinnasta.

Routaantuvalla kohdalla oleva k u o r m i t u s vaikuttaa luonnollisesti maahan tiivistävästi ja saa aikaan hidastumisen veden pääsyssä routarajaan sekä lämmönjohtokyvyn kasvamisen. Kasvava kuormitus edistää siis routaantumisnopeutta ja pienentää routavaurioita, mutta vaikutus on eri suuri eri maalajeissa eli huomattavasti pienempi hienojakoisissa kuin karkearakeisissa maalajeissa.

R o u d a n s u l a m i n e n alkaa sekä routarajan alapuolelta että maan pinnasta, mutta tällöin vapautuva vesi ei pääsekään alla olevan sulamattoman roudan vaikutuksesta painumaan maahan, vaan se tekee maan pintaosan vedellä kyllästetyksi ja heikosti kantavaksi. Sulamisen jatkuessa kuivaa maan pintaosaa hitaasti veden haihtuessa ilmaan, mutta pinnan ja sulamattoman pohjaroudan välissä pysyy vesimäärä kauan suurena, aiheuttaen esim. liikenteen alla nuo vanhoilla teillämme niin tutut routapukamat.

Roudan kohottaessa maan pintaa, kohoavat maassa olevat kivet sen mukana. Roudan sitten sulaessa täyttyy kiven alusta osittain maalla, eikä kivi pääsekään laskeutumaan aivan entiseen syvyyteensä, vaan jatkaa vuosi vuodelta vaellustaan pintaan saakka. Tästä johtuen ovatkin eräitten hieta- ja hiesumoreenimaitten pintaosat erittäin kivisiä.



Roudan syvyys vaihtelee suuresti vuodesta toiseen riippuen maalajin laadusta, talven lämpötiloista, lumipeitteen paksuudesta, maan kosteussuhteista, kasvipeitteestä, maastotyyppistä j.n.e. Suomessa on roudan syvyys Kaiteran ja Helenelundin kokoamien havaintojen mukaan suurin moreenimaissa ja karkearakeisissa kivennäismaissa ja alenee sitten maalajin raekoon pienetessä ollen hienojakoisissa kivennäismaissa 85 - 90 % ja turvemaissa vain n. 50 % karkeiden kivennäismaiden roudan syvyydestä. Saman tutkimuksen perusteella todettiin, että roudan syvyys oli kohtalaisen kylmänä talvena 1946 - 1947 (jollaisia sattuu n. 1 - 2 kertaa 10 vuodessa) maassamme karkearakeisissa kivennäismaissa keskimäärin 100 cm. Liikennöidyillä paikoilla ja pihamailla olivat keskimääräiset roudan syvyydet moreenimaissa 165 cm, soramaissa 152, hiekkamaissa 127, hietamaissa 125 ja savimailla 112 cm, maksimisyvyyksien ollessa moreenimaissa 290 cm ja soramaissa 253 cm.

Maalajien routivuus määritetään laboratorioissa useampien toisiaan tukevien kokeitten avulla. Niistä ovat tärkeimmät raesuuruusanalyysi, veden kapillaarisen nousukorkeuden mittaus ja tarkoin määrätyissä olosuhteissa tehty jäädyttämiskoe sekä tavalla tai toisella suoritettu humuspitoisuuden määrittäminen. Savien kysymyksessä ollen on lisäksi syytä suorittaa eräitä muita saven laatua selvittäviä kokeita, kuten esim. plastillisuuden määrittäminen.

Maalajin routivuus voidaan arvioida hyvin karkeasti myös yksinkertaisia kenttälukitusmenetelmiä ja vertailukokoelmaa käyttäen. Tällaisia kenttämenetelmiä ovat esim. niin sanotut kierityskoe, jauheisuuskoe, kuohusavikoe j.n.e., joista on puhuttu mm. "Laboratoriotiedoituksissa N° 1 ja N° 3".

Yleisimpien maalajiemme routivuusluokitus on seuraava:

1. Routimattomat maalajit:

- a) sora, karkea ja hieno hiekka sekä
- b) sora- ja hiekkamoreeni ja karkea hieta (mikäli niiden kapillaarisuus on alle 1 m) ja
- c) turve.

2. Lievästi routivat maalajit:

- a) moreenit ja hieta, joiden kapillaarisuus on 1-1,5 m,
- b) suhteistunut moreeni eli moreeni, jonka seulontakäyrän muoto noudattelee likimain tiiveimmin sulloutuvan aineksen rakeisuuskäyrää.



- c) savet ja savimoreenit eli maalajit, joissa on savilajitetta ( $\emptyset$  alle 0,002 mm) yli 30 % ja joiden plastillisuusluku (Atterberg/Casagrande) on yleensä yli 15 sekä
- d) humusrikas lieju (joskus routimaton).

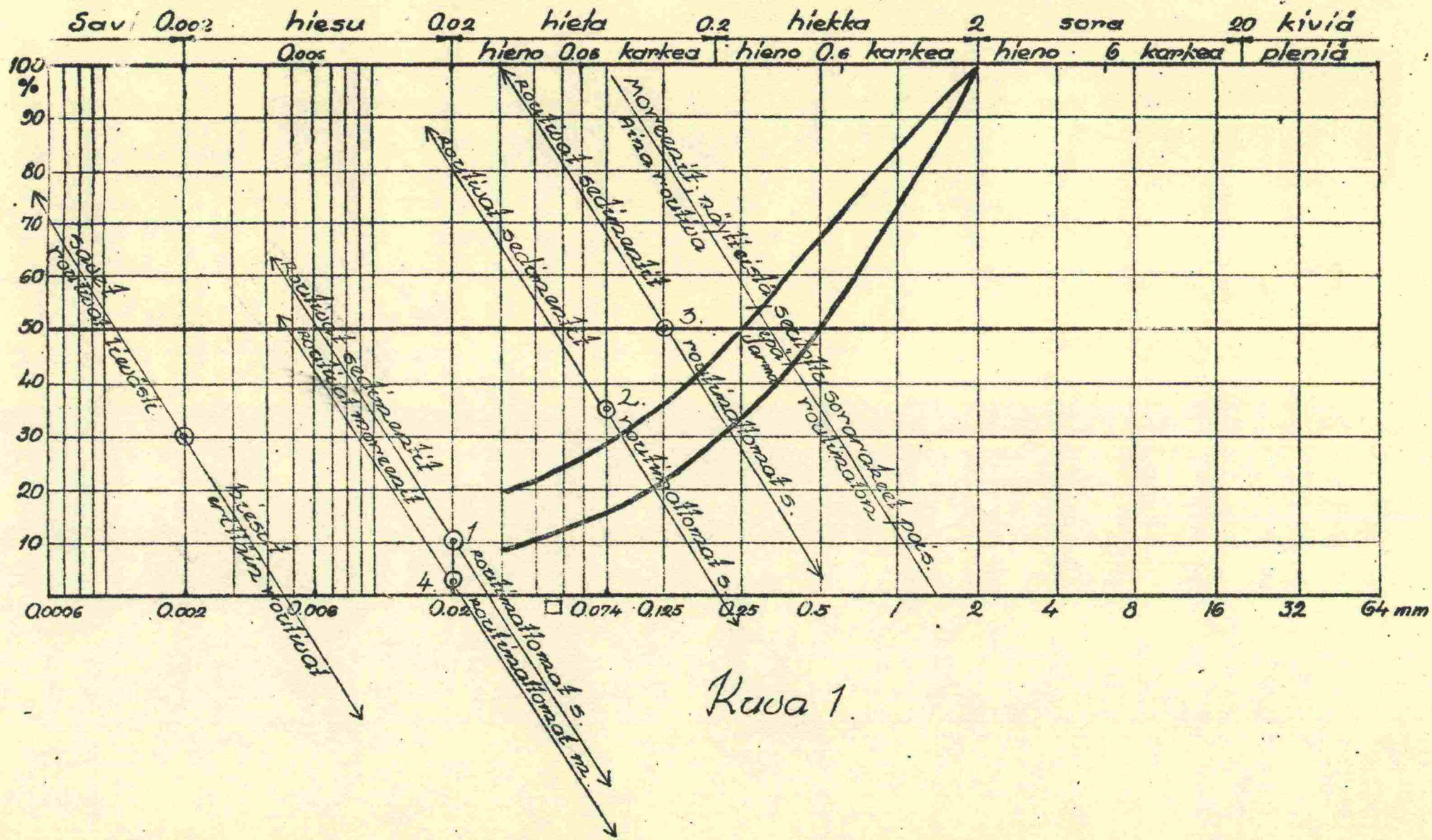
### 3. Erittäin routivat maalajit:

- a) hieno hieta, hiesu sekä hieta- ja hiesumoreenit, joissa on savilajitetta ( $\emptyset$  alle 0,002 mm) alle 30 %, plastillisuusluku (Atterberg/Casagrande) yleensä alle 15 ja kapillaarisuus yli 1,8 m.

Maalajin raekoostumusta voidaan käyttää hyväksi routivuutta määrittäessä siten, että seulonta- ja lieteanalyysin perusteella piirrettyä rakeisuuden summakäyrää eli n.s. raesuuruuskäyrää verrataan kuvassa 1 esitettyihin rajakäyriin ja rajapisteesiin. Kuvaan on koottu A. Casagranden ja Beskowin y.m. tutkimusten tuloksia, ja sen käyttö edellyttää, että erotetaan toisistaan lajittuneet maalajit eli sedimentit ja moreenit. Kuten kuvasta 1 huomataan, ovat eri tutkijat saaneet jonkin verran toisistaan poikkeavia tuloksia sekä laboratoriokokeistaan että kenttähavainnoista. Tämä onkin hyvin ymmärrettävää, sillä sellaiset ulkoiset, maalajista riippumattomat tekijät kuin pohjaveden tai j o n k i n m u u n v e s i v a r a s t o n läheisyys ja sijainti voivat aiheuttaa hyvinkin huomattavia muutoksia roudan muodostumiseen etenkin silloin, kun on kysymyksessä ns. lievästi routivat maalajit kuten hieta. Tällaisien maalajien routivuusluokitus rakennustöitä tyydyttävällä tavalla on siis usein mahdotonta pelkän laboratoriotutkimuksen perusteella, ellei tunneta paikallisia pohjvesiolosuhteita ja maalajin suunniteltua käyttötappaa.

Maalajeille annetaan oikea, ylläselitettyssä routivuusluokituksessa käyttökelpoinen nimitys Laboratoriotiedoituksessa N° 3 esitetyn luokitusmenetelmän mukaan.





Kuva 1.



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

Maarakennuslaboratorio

16.12.1952.

Näytteenotto-ohjeita.

Kokemus on osoittanut, ettei aikaisemmin eri kirjoitusten yhteydessä annetuissa näytteidenotto-ohjeissa ole kiinnitetty riittävä huomiota siihen tarkkuuteen ja huolellisuuteen, jonka tämä työ ehdottomasti vaatii. Tästä syystä esitetään seuraavassa ne seikat, jotka on erikoisesti huomioitava maalajinäytteitä otettaessa. Tavotteena on aina pidettävä sitä, että näyte mahdollisimman hyvin edustaa sitä maalajia, josta se on otettu, sillä muuten voivat tulokset johtaa arvaamattomiin, taloudellisesti merkittäviin seurauksiin. Tienpintänäytteiden ottoon ei tässä yhteydessä puututa, sillä siitä on jo annettu ohjeet "Laboratoriotiedoituksossa N<sup>o</sup> 1" sivuilla 17 - 18.

1. Soran, saven ja moreenin ottopaikoista sekä koekuopista, joissa rintausta ei ole sortunut, otetaan näyte koko seinämän korkeudelta siten, että puhdistetaan rintausta lapiolla ylhäältä alas ja sen jälkeen otetaan näyte seinämästä alhaalta ylöspäin jatkuvaa kourua tehden. Aina lapion täytyessä kaadetaan siitä maalajikasaan johonkin sopivaan kohtaan kuopan pohjalle. Kasattu maalaji sekoitetaan hyvin ja siitä otetaan n. 2 - 3 kg:n painoinen näyte.

2. Sorakuopasta, jossa rintausta on sortunut ja josta soran ajo on käynnissä, on paras tapa ottaa näyte pistelemällä soraa näytopussiin auton lavalta useasta kohdasta eri puolilta kuormaa.

3. Jos kuopasta ei ajeta soraa ja sen korkea sortunut rintausta on mahdotonta tai erittäin työlästä puhdistaa, on näytettä otettava useasta kohdasta eri korkeuksilta vyöryneestä rintauksesta ja joka kohdasta lisäksi mahdollisimman syväältä, jotta kauan pinnassa ollut, peseytynyttä ainesta ei tulisi mukaan. Osanäytteet kerätään joko kaikki samaan pussiin tai laatikkoon, jolloin ne sekoitetaan vasta laboratoriossa tai ne kootaan sopivaan kohtaan kuopan pohjalla, sekoitetaan siinä ja otetaan seksestä n. 2 - 3 kg:n näyte laboratoriotutkimuksia varten.

4. Näytettä otettaessa on aina ilmoitettava myös ko. maalajin kivisyys-% ja lohkar-%, eli kuinka monta % maalaji sisältää läpimitaltaan 2 - 20 cm:n suuruisia kiviä ja kuinka monta % se



sisältää lohkareita (läpimitaltaan yli 20 cm). Nämä tiedot ovat välttämättömiä jos halutaan seulonta-analyysin perusteella ennakoita tietää minkälaista ainesta ko. materiaalista voidaan saada murskainta käyttämällä. - Käytössä olevan soranottopaikan kivisyys-% voidaan helposti arvioida siten, että seurataan monenko seulotun sorakuorman jälkeen on seulontajätteistä keräytynyt kivikuorma. Ellei tätä tarkailumahdollisuutta ole, voidaan kivisyys-% saada selville koeseulonnan avulla. Tällöin seulotaan n. 1 - 2 m<sup>3</sup> maalajia 20 mm:n seulan läpi ja arvioidaan seulalle jääneiden kivien määrä prosenteissa koko seulotusta määrästä. Jos sopiva vaaka on käytettävissä saadaan punnitsemalla luonnollisesti kivisyys-% tarkemmin määritetyksi.

5. Jos siinä maalajiesiintymässä, josta näyte on otettava, on jokin kerros eli ns. "sööri", jota katsotaan voitavan sinänsä käyttää, tai jonka mukaantulo ei näytä toivottavalta, otetaan siitä erillinen näyte laboratoriotutkimusta varten. Tällöin on näytelappuun tarkoin merkittävä kerroksen paksuus ja sijainti, mielellään selventävää apupiirustusta käyttäen, jotta laboratoriossa voitaisiin laskea esim. miten paljon tätä kerrosta voidaan käyttää hyväksi antamalla sen sekaantua muuhun ainekseen tai kuinka paksultsi sitä on poistettava esim. pintamaan kuorimisen yhteydessä. Tämä on erityisesti huomioitava sideaineeksi käytettäviä moreniesiintymiä tutkittaessa, koska moreenimaiden pintaosat ovat usein tähän tarkoitukseen huonosti sopivia. Saviesiintymissä taas on vähemmän sitova "laihempi" aines useimmiten pohjakerroksessa, mikä tekee erillisen pohjanäytteen ottamisen välttämättömäksi, jotta voitaisiin selvittää miten syvälle saviesiintymää voidaan käyttää.

#### Näytteenottovälineet.

Tientekoaineita etsittäessä voidaan näytteet ottaa hieta-, hiesu- ja savimailla sekä vähäkivisillä moreenimailla ns. kevyttä kierrekairaa käyttämällä hyvin nopeasti ja vaivattomasti. Hiekka- mailla sopii parhaiten käytettäväksi ns. lapiokaira. Soramailla ja kivisillä moreenimailla sensijaan on kaivettava koekuoppia näytteitä otettaessa.

Kantavuustutkimuksia varten on usein saatava ns. häiriintymättömiä maanäytteitä. Niiden ottamista varten on tie- ja vesirakennushallituksen maarakennuslaboratoriolla ns. mäntäkaira, jota lainataan piireille tarpeen vaatiessa.



Piirien maalajitarkkailupaikoissa on kankaisia näytepusseja, joita mestarit voivat tarvitessaan lainata ja jokaisella tiemestarilla sekä maalajitarkkailupaikoissa on lisäksi pieniä näytelappioita.

Näytelappuina käytetään näytteenottolomaketta, joka täytetään kahtena kappaleena näytteenoton yhteydessä. Toinen lomakkeista jää näytteen ottajalle ja toinen seuraa näytettä laboratorioon, joko näytepusseissa kahteenkertaan käännettynä, jos näyte on kuiva, tai erillisessä kuoressa, jolloin näytepusseen tai laatikkoon on pantava selvästi lomaketta vastaava numero.

Näytteenottolomake.

Sora/Hiekka/Savi/Moreeni N<sup>o</sup> .....

TVH:n ..... piirin .....tm-piiri  
 ..... km:llä ..... vas/oik..... m

Kunta ..... Kylä .....

Tila .....

Esiint. alkup. laajuus: pituus.leveys.syvyys = .....°.....°.....=..... m<sup>3</sup>

Esiintymästä käytetty ..... m<sup>3</sup> Rintauksen korkeus ..... m

Kiviä (Ø 2-20 cm) ..... % Lohkareita (Ø yli 20 cm) ..... %

Vaikutusalue, tieyhteydet ja muut tiedot: .....

.....

.....

Tutkittava kelpoisuus .....

Päiväys ..... Näytteen ottaja .....



TIE-JA VESIRAKENNUSHALLITUS  
Maarakennuslaboratorio.

TIETUTKIMUKSEEN LIITTYVÄT MAALAJITUTKIMUSOHJEET.

Maalajitutkimuksen tarkoituksena on helpottaa seuraavien seikkojen ratkaisua:

1. Tien aseman määrittäminen.
2. Päälysrakennetyypin määrittäminen.
3. Ojituslaitteiden välttämättömyyttä.
4. Leikkausmassojen kelpoisuutta tienrakennusaineeksi.
5. Paikallisten maalajiesiintymien hyväksikäyttömahdollisuuksien selvittämistä.
6. Maaperän muokausvaikeuksien selvittelyä.
7. Erikoistutkimuksien tarpeen toteamista.

Maalajitutkimus suoritetaan periaatteessa siten, että hankitaan selvyys maaperän kerrosten laadusta ja pohjavesisuhteista suunnitellun tien suunnassa suorittamalla näytteenottokairauksia ja kaivamalla koe-kuoppia.

Tärkeimmät seikat maalajitutkimuksessa ovat:

1. Maalajien yhtenäinen oikea luokitus ja niiden tarkka tunteminen.
2. Oikea maalajinäytteiden ottotapa ja riittävien havaintojen teko näytteiden oton yhteydessä.
3. Maalajien käyttökelpoisuuden ratkaiseminen.
4. Käyttökelpoisten maalajien etsintäperusteiden tunteminen.

Maalajien luokituksessa noudatetaan Valtion työvirastojen käyttöön hyväksymää luokitusta, joka on julkaistu "Laboratoriotiedoituksia N° 3:ssa". On välttämätöntä, että jokainen tietutkimukseen osallistuva henkilö tuntee tarkoin tämän luokituksen ja siihen liitetyt maalajikuvaukset.



Kenttätutkimusta edeltävät toimenpiteet.

**M a a l a j i t u n t e m u k s e n t a r k i s t u s .**

Ennen kentällä tapahtuvan maalajitutkimuksen aloittamista on ko. henkilöiden

1. Tutustuttava tie- ja vesirakennuspiirin maalajitarkkailupaikan opetuskokoelmiin erikoisesti silmällä pitäen teknillisesti käyttökelpoisia sekä routivia maalajeja ja pääkivilajityyppejä.

2. Saatava maalajitarkkailupaikasta taskukokoiset maalajitekokoelmat käytettäväksi kentällä vertailumallina.

3. Varmistauduttava maalajitarkkailupaikan valvojan ja hoitajan opastuksella siitä, että hän osaa suorittaa yksinkertaiset kenttälukituskokeet ja tehdä kokeiden tuloksista oikeat luokittelujohtopäätökset.

Käyttökelpoiset, yksinkertaiset kenttälukitusmenotolmat ovat:

- a) keskimääräisen raekoon arvioiminen silmämääräisesti tarvittaessa mallikokoelmaa hyväksi käyttäen,
- b) tyypillisimmän erittäin routivan maalajin (hienohieta + hiesu) toteaminen kieritys-, kuohusavi-, jauheisuus- ja murtolujuuskokeilla,
- c) moreenin toteaminen lajittumattomuuden, harmaan värin ja hiedasta ja hiesusta johtuvan pölyisyyden ja "savimaisuuden" perusteella.

4. Tutustuttava alueelta mahdollisesti saatavissa oleviin geologisiin ja agrogeologisiin karttoihin ja niiden käyttöön eli karttalehtiselostuksiin.

5. Varmistauduttava siitä, että osaa oikein käyttää lapi- ja kierrekairaa.

6. Hankittava tiedot alueella mahdollisesti löytyvistä soran, moreenin, saven ym. maalajien ottopaikoista, leikkauksista ja kaivauksista, joista helposti näkee maaperän rakenteen.

**M a a l a j i t u t k i m u s v ä l i n e e t j a v a r u s t e e t :**

1. Kairausta ja koekuoppien kaivua varten:

lappio, lappiokairanterä, kierrekairanterä, 4 kpl. jatkovarsia, vääntökädensija, 2 kpl. vääntövaimia ja mikäli mahdollista rautakanki.

2. Näytteidenottoa varten:

näytelappio (istutuskauba), 1 kg:n ja 2 kg:n paperipusseja kuivia näytteitä varten, kangaspusseja kosteita näytteitä varten ja näytelappuja.



## 3. Näytteiden kenttätutkimusta varten:

maalajitteiden mallikokoelma, muokkauskuppi ja laastain, vesipullo ja vaneri- tai kovapahvilevy (kierityskokeen tekemistä varten).

## 4. Muistiinpanoja varten:

kairauspöytäkirjoja, kirjoitusvälineistöä, karttoja, metrin mitta ja karttalaukku.

Lisäksi tarvitaan reppu näytteiden kantamista varten sekä suunnistamisvälineet.

Näytteenottokairaus.

Maalajitutkimus on tietutkimuksen yhteydessä pyrittävä tielinjalla ulottamaan näytteenottokairausten avulla routimissyvyyteen asti eli n. 2 m:n syvyyteen tasausviivan alapuolelle ainakin sellaisilla kohdilla, missä tielinja kulkee savikolla. Edelleen on näytteenottokairauksia suoritettava tielinjan kulkusuunnassa niin tiheästi, että kohdat, missä maalaji vaihtuu toiseksi saadaan selville, ja että siis eri maalajikerroksia voidaan seurata kairauspisteestä tai koekuopasta toiseen. Ylimenokohta maalajin vaihtuessa toiseksi on selvitettävä tarkoin, sillä esim. lievästi routivan saven ja lievästi routivan moreenin liittyessä toisiinsa voi ylimenovyöhyke olla erittäin routiva. Ylimenovyöhykkeen pituus voi vaihdella nolasta kymmeneen metriin. Siirtymiset kalliosta maalajeihin on niinkään tutkittava tarkoin.

Näytteenottokairaukset suoritetaan hieta-, hiesu- ja savi- sekä vähäkivisillä moreenimailla kierrekairalla ja hiekkamailla lapiokairalla. Kun kysymyksessä on sora tai kivinen moreeni, on tyydyttävä koekuoppien kaivamiseen. Suomaastossa tyydytään turvekerroksen paksuuden määrittämiseen mikäli turpeen alla olevasta maalajista ei saa näytettä kierre- tai lapiokairalla tai lapiolla.

Näytteiden ottaminen.

Mikäli kairauksen tai koekuopan kaivamisen yhteydessä paljastuvaa maalajia ei voida luokitella silmämääräisesti tai yksinkertaisia kenttämenetelmiä käyttäen ehdottoman varmasti (huom. Maalajien luokitus) on siitä otettava näyte laboratorioluokitusta varten. Tällaisia esim. roudanarkuuden suhteen vaikeasti kentällä luokiteltavia maalajeja ovat savet ja moreenit. Jos maalaji sensijaan voidaan luokitella kentällä, mutta sen käyttökelpoisuudesta hyvänä tien rakennusaineena ei voida olla varmoja (esim. sorat, soramoreenit ja savi), on näyte otettava myös täydentävää laboratoriolututkimusta varten.

Soraan tai moreeniin kaivetusta koekuopasta (samoin kuin soran



ja moreenin ottopaikoistakin) otetaan mahdollisimman edustava 2 kg:n suuruisen näyte näytelapiolla kuopan seinämästä jatkuvaa pystysuoraa kourua tehden alhaalta ylöspäin, silloin kun halutaan selvittää esiintymän käyttökelpoisuus tienrakennusaineeksi. Tämän lisäksi on jokainen toisista erottuva kerros luokitettava erikseen ottamalla tarvittaessa näyte laboratoriotutkimusta varten. Lisäksi arvioidaan esiintymän kivisyysprosentti ja kivien koko. Kairatessa seurataan maalajin muuttumista tarkasti ja otetaan mikäli mahdollista n. 1 kg:n näyte kustakin vaikeasti luokiteltavasta maalajikerroksesta. Paperisia näytepusseja on käytettävä kaksi sisäkkäin ja jokaiseen pussiin on päällimmäiseksi pantava kahdeksan kertaa käännetty näytelappu, josta pitää selvittää näytteen numeron lisäksi ottopaikka ja ottosyvyys sekä näytteenottopäivä ja näytteenottaja. Näytteen numero on syytä kirjoittaa rasvakynällä myös pussin päälle. Kairauksesta samoinkuin koekuopan kaivamisestakin pidetään tie- ja vesirakennushallituksen painattamaa (Kairauspöytäkirja TVH N<sup>o</sup> 33, 1951) pöytäkirjaa.

#### Pohjavesihavainnot.

Lapickairalla tehdyistä reijistä samoinkuin kaivetuista koekuopistakin tehdään 1-2 vuorokautta kairauksen tai kaivun jälkeen havainnot pohjaveden pinnan korkeudesta, mikäli sade ei ole tehnyt luotettavaa mittausta mahdolltomaksi. Pohjaveden pinta on nähtävä myös tutkimuslinjan läheisyyteen sattuvista kaivoista. Pohjavesimittauksista on pidettävä erillistä luetteloa ja huolehdittava siitä, että pohjavesihavainnot on riittävästi etenkin routivilta alueilta. On muistettava, että vesi ei nouse hiesuun tehtyyn kairausreikään ennenkuin hiesu-kerros on puhkaistu. Puhkaisun jälkeen se sensijaan voi nousta yllättävän korkealle.

#### Maalajien käyttökelpoisuuden ratkaiseminen.

Maalajien käyttökelpoisuuden ratkaiseminen on usein kentällä epävarmaa. Helpointa on todeta karkeiden kantavien routimattomien maalajien, kuten kantokerrosaineiden, tiesoran ja karkean eristyshiekan kelpoisuus, vaikka niidenkin lopullinen tarkka tutkimus on jätettävä viimekädessä laboratorion ratkaistavaksi. Miltei mahdotonta on sensijaan kentällä todeta täyte- ja pengermaaksi joutavan moreenin roudan-arkuusastetta ja kantavuus ja tiivistymisominaisuuksia samoinkuin sekarakaisen hiekan kelpoisuutta eristäviin tarkoituksiin. Mahdotonta on



myös yleensä ratkaista savien käyttökelpoisuutta. ~~Servuoksi on maalajien käyttöön kohdistuvan maalajitutkimuksen yhteydessä otettava runsaasti n. 1-2 kg:n suuruisia näytteitä piirin laboratorion tutkitavaksi ja säilytettäväksi siellä myöhemmin mahdollisesti tapahtuvaa jälkitarkastusta varten.~~

### Kivilajihavainnot.

Tutkittavalla alueella löytyvistä kallion paljastumista otetaan tarvittaessa tuorepintaisia n. nyrkin kokoisia kivilajinäytteitä, jotka lähetetään laboratorioon teknillistä luokitusta varten, mikäli niitä ei pystytä laboratorion antamien ohjeiden mukaan varmuudella kentällä luokittamaan. Näytteitä ei kuitenkaan tarvitse ottaa enempää kuin yksi kunkin kivilajin alueelta, mutta kohta missä kivilaji muuttuu toiseksi on merkittävä muistiin sillä tarkkuudella, mikä kallion paljastumien esiintymistiheyden perusteella on mahdollista. Kivilajinäytteen ottaminen voidaan yleensä suorittaa myös tutkittavan tielinjan sivuilla aina 100 metrin etäisyyteen saakka.

### Pehmeikkötutkimukset.

Heikkokamteisen maaperän kantavuuden ja edullisimman rakennustavan selvittämiseksi tarvittavat pehmeikkötutkimukset jaetaan alustaviin tutkimuksiin eli pliktauksiin (kts. seuraava luku), jotka suoritetaan tässä esitetyn tutkimuksen puitteissa ja tarkempiin geoteknillisiin tutkimuksiin, jotka voidaan tarvittaessa suorittaa Tvh:n maarakennuslaboratorion tai jonkin erikoisasiantuntijan toimesta.



Pehmeikköjen kantavuuden alustava tutkiminen

Tvh:n Laboratoriotiedoituksia N° 3:ssa on sivuilla 19-20 käsitelty pohjamaan tutkimista ja luokittamista eri kantavuusryhmiin. On myös huomautettu, että käytössä oleva pohjamaaluokitus ei ole riittävä selvittämään niitä suuria vaihteluita eräitten 3., 4. ja 5. luokan maiden (hiedan, hiesun, saven, liejun ja turpeen) kantavuudessa, jotka erilaiset kosteussuhteet saavat aikaan. Sen vuoksi onkin syytä tutkimuksissa ilmoittaa ns. pehmeikköjen ylityskohdissa maan kantavuus standardipainoilla kuormitettavia koetintankoja (eli n.s. normaalikoetintankoja) käyttämällä saatujen pliktaustulosten muodossa. Maassamme käytetään varsin yleisesti myös ns. tasapaksuja koetintankoja, joissa maaperän kantavuus arvioidaan sen mukaan, kuinka monen miehen painamalla, kiertämällä tai lyömällä tangot tunkeutuvat maahan. Tämä on kuitenkin aivan liian paljon subjektiivisista tekijöistä riippuvainen ja epätarkka kantavuuden arviointimenetelmä, minkä tähden sen käyttö on syytä rajoittaa ns. kovan pohjan syvyyden toteamiseen.

Varsinaisella pehmeiköllä ymmärretään tienrakennuksessa sellaista maaperää, johon normaalikoetintanko tunkeutuu 0-75 kg:n painolla kuormitettuna. Maaperä on kuitenkin katsottava pehmeiköksi siinäkin tapauksessa, että varsinaisia pehmeitä kerroksia peittää ohut kerros, jonka lävistäminen ei onnistu normaalikoetintangoilla 75 kg:n kuormalla, vaan joka on selvästi lujempi. Maaperän kantavuus eli se, kuinka korkea pengerrille kulloinkin uskalletaan vaaratta rakentaa ja kuinka suureksi muodostuvat painumat riippuu maasta, kuivakuorikerroksen paksuudesta ja lujuudesta, alla olevien kerrosten lujuudesta, ns. kovan pohjan asemasta j.n.e., joten mitään pelkkiin pliktaustuloksiin perustuvaa yleispätevää kantavuusluokitusta on mahdoton tehdä. Pehmeikön alustavaa tutkimusta pliktaamalla on sen vuoksi pidettävä vain pehmeikön kartoituksena, jonka pohjalla tarvittavat lisätutkimukset suunnitellaan. Usein osoittavat pliktaustulokset kuitenkin kokeneelle rakentajalle oikean rakennustavan ja varoittavat häntä piilevistä vaaroista. - Pliktaukset suoritetaan pehmeikötutkimuksissa tien keskilinjan kohdalla 20-40 m:n välein, riippuen pehmeikön tasaisuudesta. Jos pehmeikö on tien suunnan suhteen sivukaltevaa tai tielinjan jommalla kummalla puolella sen läheisyydessä maasto kohoaa selvästi, on pliktauksia suoritettava myös tielinjan poikkisuunnassa n.5-10 metrin päässä keskilinjan kummallakin puolella.



Normaalikoetintangon pääosat ovat: kärki, varsi, painoteline, painot ja vääntövarsi. Tangon painuminen aikaan saadaan aluksi kuormittamalla sitä määräsuuruksilla painoilla sekä senjälkeen kun kokonaiskuormitus on 100 kg, kiertämällä. Tankoja ei siis paineta miesvoimin.

Tangon 0.20 m:n pituinen kärki kiinnitetään 0.8 m:n varsiin, minkä jatkona käytetään numeroituja 1.0 m:n pituisia tankoja.

Pliktaus on aina toimitettava mahdollisimman pystysuoraan suuntaan.

Pliktaus suoritetaan normaalikoetintankoa käyttäen pehmeiköllä seuraavasti:

Ensin poistetaan pinnassa oleva turve tai humusmaa ja merkitään muistiin sen paksuus. (Jos on kysymyksessä suo, poistetaan vain maatumaton raakaturve pinnasta)

Tankojen annetaan senjälkeen omalla painollaan painua siksi kunnes 1 cm:n painumaan kuluu aikaa enemmän kuin 10 sekuntia. Jotta tanko ei pehmeässä maassa pääsisi ryöstäytymään, on siitä pidettävä kiinni siksi kunnes vastus on niin suuri, ettei liian nopeaa painumista enää tapahdu. Kun tangon painuma 10 sekunnissa on pienempi kuin 1.0 sm, merkitään syvyys muistiin ja painoteline kiinnitetään paikoilleen. Kun tangon painuminen tämän jälkeen on pysähtynyt, merkitään syvyys jälleen muistiin sekä lisätään painot, yksi kerrallaan, sitä mukaa kuin painuminen lakkaa. Painot lisätään 10 + 10 + 25 + 25 + 25 kg:n erissä. Tangon kuormitukseksi lasketaan painoteline ja painot, mutta ei itse tangon painoa. Tangon kärjen lasketaan siis painavan tutkittavaa maata 0-5-15-25-50-75-100 kg:n kuormittamanna. Näitä kuormituksia vastaavat painumat merkitään muistiin pöytäkirjaan. Ennen painon lisäämistä on tankoa aina kierrettävä yksi kierros, jotta saadaan varmuus siitä, ettei painumisen lakkaamista ole aiheuttanut jokin tilapäinen este.

Kun tanko 100 kg:n kuormittamana on lakannut painumasta (painoteline + 95 kg), jatketaan pliktausta, säilyttämällä kuormituspaino kiertämällä tankoa sen yläpään kiinnitetyn vääntövarren avulla. Painuminen mitataan aina kun tankoa on kierretty 25 puolikierrosta ja painumissyvyys merkitään pöytäkirjaan.

Jos tanko, senjälkeen kun sitä jo on kuormitettu, alkaa huomattavan nopeasti painua, on painuminen estettävä poistamalla kaikki



painot, minkä jälkeen kuormitusta vähitellen lisätään, kuten edellä on esitetty. Samoin on meneteltävä, jos tankoa väännettäessä painuminen käy yllättävän nopeaksi ja on luultavaa, että tanko painojen kuormittamana tai omalla painollaan tulee painumaan.

Jotta saataisiin varmuus siitä, että kova pohja on saavutettu, on tankoa vielä kierrettävä 100 puolikierrosta. Jos painuminen tällöin on enintään 1 tai 2 cm, on perusmaa katsottava kovaksi. Savimaassa esiintyvät kivet ja sorakerrokset voivat erehdyttävästi osoittaa kovan perustan korkeammalle kuin mitä se todellisuudessa on. Sen vuoksi on pliktaustuloksia verrattava läheisten pliktauskohtien antamiin tuloksiin ja mikäli näistä käy selville, että tulos on epäilyttävä, on pliktaus muistettava.

Veden peittämien maastokohtien pliktaus suoritetaan samoin kuin edellä on selostettu huomioon ottaen lisäksi, mitä seuraavassa on esitetty.

Veden peittämiä maastokohtia tutkittaessa käytetään<sup>n</sup> suojaputkea koetintangon tukena, jos vesisyvyys on suurempi kuin 1.0 m. Veden syvyydestä riippuen on suojaputken läpimitta  $\varnothing$  38,51 tai 76 mm. Nämä putket upotetaan pohjaan vain sen verran kuin koetintangon tuemisen takia on tarpeellista. Jos pohja on erikoisen pehmeää, on suojaputket kiinnitettävä vedenpinnalla kelluviin laitteisiin.

Jotta veden alla olevan perusmaan tutkimustuloksia voitaisiin paremmin verrata kuivalla pliktattaessa saatuihin tuloksiin, laskeaan vedenpeittämää perustaa tutkittaessa tangon kuormitukseksi myös vedessä olevien tangon osien paino. Kun kuivalla pliktattaessa tavallisesti on noin kolmen metrin pituinen osa ilmassa, ei vedessä olevien tangon osien painoon lueta tätä vastaavaa kolmea tangonosaa. Matalassa vedessä pliktattaessa (veden syvyys 1.5 - 2.0 m) lasketaan siis kuormitus samoin kuin kuivallakin pliktattaessa. 1 tangon osan (1.0 m:n pyörörautatangon) painon katsotaan olevan 2 kg; kokonaispaino ta-soitetaan kuitenkin lähimpään 5 kg:n määrään. Esimerkki: Jos jäältä tai lautalta pliktattaessa veden syvyys on 13 m ja tangon kuormitukseksi pannaan 5 kg, s.o. painoteline, merkitään kokonaiskuormitus 25 kiloksi.  $(13 - 3) \times 2 + 5 = 25$  kg. Tämän jälkeen lisätään 25 kg, jolloin koko paino on 50 kg j.n.e. Suurin kokonaiskuormitus on oleva, kuten tavallista 100 kg. Käytetään siis vain osaa kaikista painoista.

Jos kuivakuorikerros on tutkittavalla maastokohdalla niin lu-



jaa, ettei normaalikoetintankoa voida käyttää, suoritetaan ennen varsinaista pliktausta ns. alkukairaus kierre- tai lapiokairalla tai kaivetaan kuoppa siihen syvyyteen, missä maa on niin pehmeätä, että pliktaus voidaan aloittaa.

Pliktauksesta samoin kuin pintakerrosten tutkimisesta pidetään pöytäkirjaa, mihin merkitään se syvyys, mihin pintakerrosten tutkimus on ulotettu ja mistä varsinainen pliktaus on aloitettu, eri maakerrosten rajat, mitkä tutkimukseen yhteydessä on saatu selville, tangon kärjen syvyys painoja lisättäessä tai vähennettäessä ja kiertämistä aloitettaessa sekä lisäksi kunkin 25 puolikierroksen jälkeen. Lisäksi merkitään muistiin pöytäkirjaan ne syvyydet, missä tanko "hankaa", kiertyy itsestään j.n.e. Jos 25 puolikierroksen aikana maan laatu muuttuu, on pöytäkirjaan merkittävä paitsi sitä vastaava syvyys myös ne puolikierrosluvut, mitkä on tarvittu sen yläpuolisen maakerroksen läpäisemiseen, samoin kuin ne puolikierrokset, mitkä on käytetty uuden maakerroksen tutkimiseen, eli jäljellä oleva määrä 25 puolikierroksesta.

Jos pliktaamalla läpäistyn pehmeikön pinnan ~~kuu~~ vakuorikerroksen voidaan epäillä jarruttavan tangon painumista syvemmillä olevissa pehmeissä kerroksissa, täytyy ~~kuu~~ vakuorikerroksen läpi suoritettun pliktauksen jälkeen nostaa tanko ylös ja suorittaa kairaus kierre- tai lapiokairalla ko. ~~kuu~~ vakuorikerroksen läpi, jotta pintaan saataisiin suurempi reikä, eivätkä tangot sitten pliktattaessa enää hankaisi kovaan pintamaahan, vaan painuisivat vapaasti.

Tangon painuessa maahan tai sitä nostettaessa on kiertäminen aina toimitettava myötöpäivään, jotta tanko-~~ssat~~ eivät aukeaisi kierteistään.

Tankoa ei saa kiertää suuremmalla voimalla kuin minkä yksi mies saa aikaan. Tankojen kierteet on pidettävä hyvin voideltuina.

Tankoa ei yleensä saa lyödä maahan; mikäli kevyitä lyön-tejä poikkeustapauksissa käytetään, on lyönnit suunnattava keskeisesti vääntövarren paksumukseen, joka on koetintangon pään yläpuolella. Lyönneistä kierteet vahingoittuvat.

Koetintanko nostetaan vääntövarrella tai käyttäen apuna viputankoja ja puupukkia. Viputangolla nostettaessa ei nostoa saa järjes-



tää niin korkeaksi, että tangot taipuisivat. - Tankoa ei voida käyttää karkean vierinkivisoran, moreenin t.m.s. kivirikkäiden maakerrosten läpäisemiseen.

Kuluneet kärjet voivat antaa harhaanjohtavia tuloksia.

Pliktaustulokset esitetään piirroksen muodossa, joka laaditaan liitteen 1. osoittamalla tavalla.

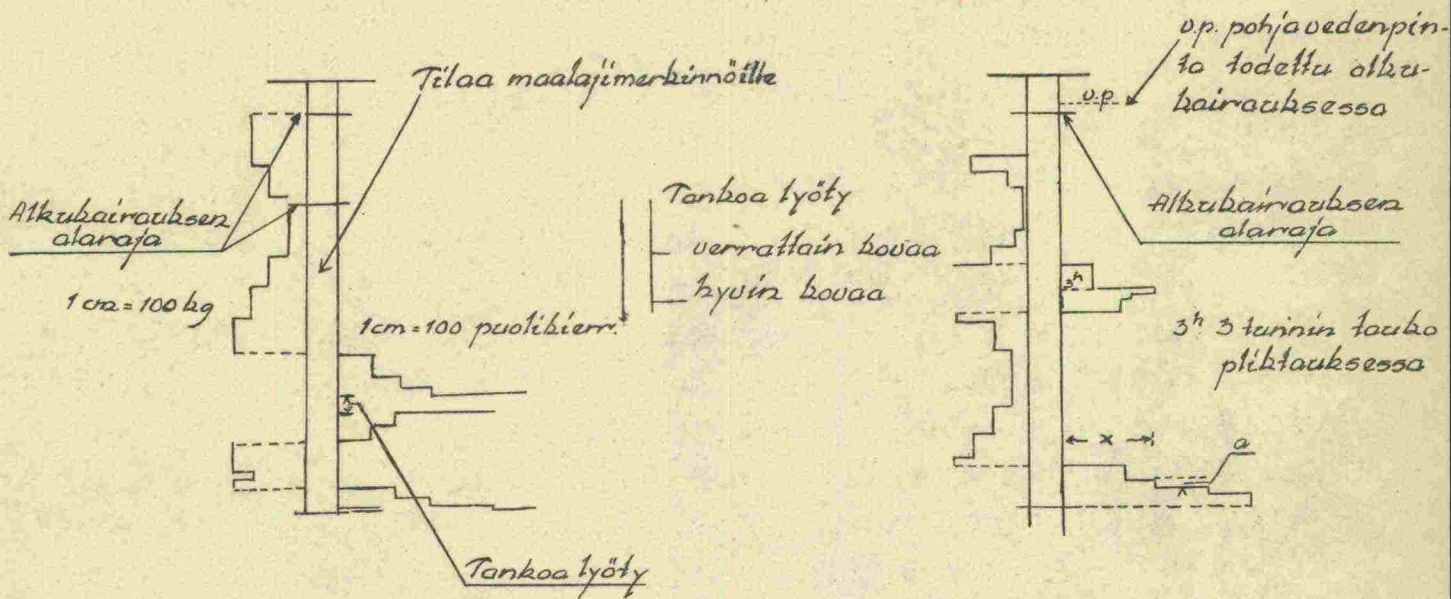
Paitsi pehmeitten maakerrosten paksuus ja lujuus, on myös niiden laatu välttämätöntä tietää, sillä esim. painumisen suuruus ja nopeus, sortumavaara, kitkapaalujen kantavuus j.n.e. ovat ratkaisevassa määrin riippuvia juuri maalajeista ja niiden kerrosjärjestyksestä eikä yksin siitä mekaanisesta lujuudesta, mikä maakerroksilla on. Normaalkoetintankoja käyttämällä voidaan kuitenkin saada vain hyvin rajoitettuja ja epävarmoja tietoja eri kerroksien maalajeista, koska ainoana merkkeinä maalajien laadusta ovat ne äänet, joita pliktauksen aikana voidaan kuulla ja tangon painumistapa, joka voidaan käsillä tuntea. Joskus voi tangon pintaan tarttunut maalaji tuoda varmempia terveisiä lähtökohdastaan. Pehmeikköjen tutkimiseen on sen vuoksi pakko liittää varsinkin epävarmimmissa ja tärkeimmissä tapauksissa (syvät pehmeiköt ja erikoisrakennustapa) pliktauksen lisäksi näytteenottokairaus. Tämä kairaus edellyttää asiantuntemusta ja asettaa suuria vaatimuksia kairausvälineistölle, koska pehmeät näytteet on tutkimuksia varten saatava usein luonnontilaisina s.o. alkuperäisen rakenteensa ja kosteutensa säilyttäneinä ja usein lisäksi syvällä olevien vaikeasti läpäistävien (esim. sora- ja hiekka-) kerrosten alta tai syvältä veden alta. Sen vuoksi on Tie- ja vesirakennushallituksen maarakennuslaboratorioon hankittu erilaisia kairatyyppejä. Tie- ja vesirakennuspiirit voivat siis kääntyä näissä vaikeissa kysymyksissä Tvh:n maarakennuslaboratorion puoleen, joka voi normaalikoetintangoilla tehtyjen pliktausten jälkeen suorittaa tarvittavat näytteitten otot ja rakennustavan ja painumien suuruuden y.m. :n ratkaisemiseen tarvittavat erikoistutkimukset sekä todeta mahdollisen erikoisasiantuntijoiden käytön tarpeellisuuden kysymyksessä olevassa tapauksessa.

Normaalikoetintankoja toimittavat tällä hetkellä mm. Kunnallisteknillinen insinööri-toimisto Oy. (Kuntek), os. Lönnrotink. 16.D. 41, Helsinki ja Vesiteknillinen insinööri-toimisto (Vesto), Ratakatu 9, Helsinki, laitteiden täydellisyydestä riippuen hintaan 40.000-55.000:-sarjalta.



# Pliktaus normaalkoetintangoilla

## Merkinnät



Diagrammi plihtausrin vvasemmalta puolelta osoittaa, kuinka monta kg eri syöyly- sissä tarvitaan tangon painumiseen.  
1 cm = 100 kg.

b. puolikierrosten luku  
a. plihtaustangon painuminen cm:ssä  
x = diagrammin vaakasuora etäisyys plihtausrinistä  
 $x = \frac{b}{2}$  cm; kun  $b = 25$  cm  
 $x = \frac{25}{2}$  cm

Diagrammi plihtausrin oikealla puolella osoittaa, 1 cm:n painumiseen tarpeellisen puolikierrosten lukumäärän tangon kuormituksen ollessa 100 kg.  
1 cm = 100 puolikierrosta

|| Ei pliiktattu syvemmälle

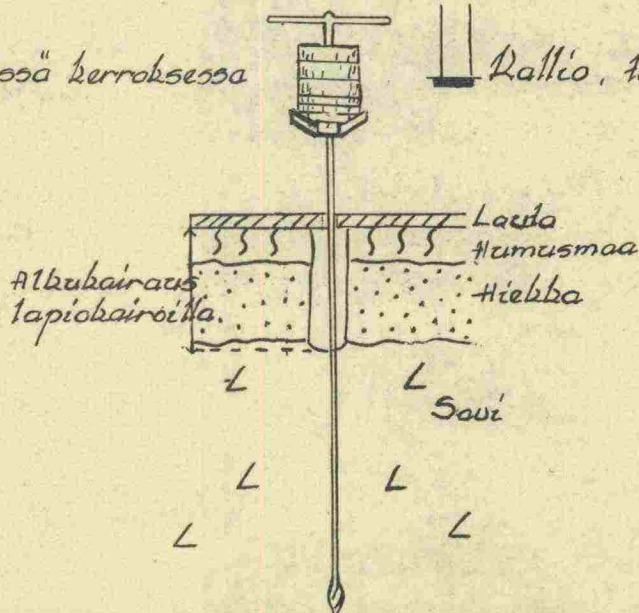
|| Ei päästy syvemmälle

|| Rivi pehmeässä kerroksessa

|| Riilaantui kivien väliin

|| Rallio, aivan epävarma

|| Rallio, todennäköisesti





TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS.

Maarakennuslaboratorio.

31.1.1953

TIERAKENNUKSESSA KÄYTETTÄVIEN MAALAJIEN LAATUVAATIMUKSIA.I. Tien pohja sekä penger- ja täytemaa.

Tiesuuntien tarkoituksessa kohdistetaan erikoista huomiota maaperään ensisijassa sen kantavuuden ja routivuuden selville saamiseksi. Nämä molemmat ominaisuudet ovat sen luontoisia, ettei niitä pystytä kuin harvoissa tapauksissa selvittämään silmämääräisellä tarkastelulla tai n.s. yksinkertaisia kenttämenetelmiä käyttäen nykyaikaista tienrakennusta tyydyttävällä tavalla. Sen vuoksi onkin maalajitarkkailupaikkojen tehtävä luokittaa maalajit routivuuden ja kantavuuden perusteella sillä tarkkuudella, kuin se laboratorioden omaamalla tutkimusvälineistöllä on mahdollista. Seuraavassa esitetään maalajien ne routivuus- ja kantavuusluokitukset, joita noudatetaan toistaiseksi, ja jotka perustuvat nyt käytössä oleviin laboratoriomenetelmiin.

## Routivuusluokitus:

## 1. Routimattomat maalajit:

- a) sora, karkea ja hieno hiekka sekä
- b) sora- ja hiekkamoreeni ja karkea hieta (mikäli niiden kapillaarisuus on alle 1 m) ja
- c) turve

## 2. Lievästi routivat maalajit:

- a) moreenit ja hieta, joiden kapillaarisuus on 1-1.5 m,
- b) suhteistunut moreeni eli moreeni, jonka seulontakäyrän muoto noudattelee likimain tiiveimmäksi sulloutuvan aineksen rakeisuuskäyrää.
- c) savet ja savimoreenit eli maalajit, joissa on savilajitetta ( $\emptyset$  alle 0,002 mm) yli 30 % ja joiden plastillisuusluku (Atterberg/Casagrande) on yleensä yli 15 sekä
- d) humusrikas lieju.



## 3. Erittäin routivat maalajit:

- a) hieno hieta, hiesu sekä hieta- ja hiesumoreenit, joissa on savilajitetta ( $\emptyset$  alle  $0,002$  mm) alle 30 % ja plastillisuusluku (Atterberg/Casagrande) yleensä alle 15.

Arvioitaessa maalajien routivuutta raakoostumuksen perusteella voidaan käyttää hyväksi kuvassa 1 esitettyjä rajakäyriä ja rajapisteitä. Ennen kuvan käyttämistä on kuitenkin ratkaistava, onko kysymyksessä lajittunut maalaji (sedimentti) vai lajittumaton maalaji (moreeni). Yksin rakeisuuskäyrän perusteella ei toistaiseksi <sup>rajatapauksissa</sup> kuitenkaan voida/varmuudella päätellä, onko maalaji routivaa vai ei.

Tie- ja vesirakennushallinnon tietutkimuksilla luokitetaan tiepohjan kantavuus maalajin mukaan ottamalla huomioon samalla sen routivuusluokka seuraavasti:

## 1. Kantava routimaton maa:

- a) sora, karkea hiekka ja  
b) soramoreeni, jonka kapillaarisuus on enintään 1 m.

## 2. Huonokantoinen routimaton maa:

- a) hieno hiekka,  
b) karkea hieta, jonka kapillaarisuus on enintään 1 m,  
c) hiekkamoreeni -"- -"- -"- -"- -"-.

## 3. Lievästi routiva maa:

sama kuin routivuusluokituksen luokassa 2, lukuunottamatta liejua.

## 4. Erittäin routiva maa:

sama kuin routivuusluokituksen luokassa 3.

## 5. Suo:

turve ja lieju.

## 6. Kallio.

Tämä kantavuusluokitus määrää käytettävän päällysrakenteen tyy-  
pin, mutta se ei ole riittävä selvittämään niitä suuria vaihteluita 3.  
ja 4. luokan maiden kantavuudessa, jotka erilaiset kosteussuhteet saavat  
aikaan. Sen vuoksi ilmoitetaankin tietutkimuksissa ns. pehmeikköjen  
ylityskohdissa kantavuus mieluummin ns. normaalikoetintankoja käyttämäl-



lä saatujen pliktaustulosten muodossa. Näitten pliktaustulosten perusteella sitten arvioidaan, onko tarpeellista suorittaa ja selventäviä täydentäviä eri-koistutkimuksia oikean ja edullisen rakennustavan löytämiseksi. Viimemainitut tutkimukset hoitaa Tvh:n maarakennuslaboratorio. Edelleen on tietutkimusta tehtäessä merkittävä muistiin vapaan pohjavesipinnan korkeus suurista kairan rei'istä, koekuopista ja alueen kaivoista, mikä osaltaan auttaa maan kantavuutta ja routivuutta arvioitaessa.

Kehitys vie kuitenkin siihen, että 3. ja 4. luokan maiden kantavuus on määritettävä tarkemmin myöskin sellaisilla paikoilla, missä ei ole kysymys varsinaisista pehmeiköistä, etenkin silloin kun rakennettava tie tulee kestopäällystettäväksi. Tie- ja vesirakennuspiirien maalajitarkkailupaikoilla on jo nyt mahdollisuus antaa arvokkaita kantavuuden/ arviointia helpottavia tietoja suorittamalla suunnitellun tien pohjamaan kosteusmäärittäyksiä yhdessä normaalien, maalajin oikeaan luokitukseen tähtäävien tutkimusten kanssa.

Myös pengeri- ja täytemaan käyttökelpoisuuden ratkaisee maalajin routivuus ja kantavuus. Näiden maiden käyttötapa voi olla hyvin erilainen (esim. painopenkereet, korkeat ja matalat, eristetyt ja eristämättömät penkereet j.n.e.), joten tarkkoja yleisiä laatuvaatimuksia on vaikeata antaa. On kuitenkin selvää, ettei erittäin routivaa maata pidä käyttää missään olosuhteissa pekkoreen yläosassa eli välittömästi eristyskerroksen alla. Edelleen voidaan sanoa, että mitä tiivistyvämpää maalaji on, eli mitä suhteistuneempaa se on raakoostunukseltaan ja mitä suurempia sen suurimmat rakeet ovat, sitä kantavampaa se on penkereessä. Nämä tiedot auttavat etenkin silloin, kun on mahdollisuus valita erilaisista pengermaista parhaiten sopiva.

## II. Eristyskerros.

Kuten tunnettua, nimitetään tien päällysrakenteen alinta kerrosta käytössä olevien normaalipiirustustemme mukaan eristyskerrokseksi. Eristyskerroksen tehtävänä on, kuten nimestäkin käy ilmi, eristää. Tämä eristämistehtävä on luonteeltaan kolmenlainen, nimittäin

- 1) kapillaarisesti nousevan pohjaveden eristäminen tien päällysrakenteesta.
- 2) pohjamaan eristäminen päällysrakenteesta siten, etteivät ne missään olosuhteissa osittainkaan sekaannu toisiinsa.
- 3) lämpöeristämisen routatajan alenemisen hidastamiseksi.



Eristystoimenpide on välttämätön routavaurioiden vähentämiseksi niin kauan kuin meidän on rakennettava teittemme päällysrakenne suoraan erittäin routivalle maapohjalle, voimatta korvata näitä vaarallisia maa-lajeja routimissyvyyteen saakka toisilla ja voimatta laskea pohjaveden pintaa riittävästi tällaisilla alueilla.

Eristyskerroksen rakentamiseen kelpaavalta maalajilta vaaditaan, että sen kapillaarisuus on riittävän alhainen katkaisemaan veden nousun tiivistettyyn päällysrakenteeseen, ja että se samalla on riittävän hienoa estämään roudan sulamisen seurauksena ylikosteaksi muuttuvan hienojakoisen maalajin nousemisen sen huokosiin. Jos nimittäin tällaista nousemista tapahtuu ja pohjamaa pääsee sekaantumaan eristyskerrokseen, tiivistyy viimemainittu, sen kapillaarisuus kasvaa ja se voi muuttua routivaksikin.

Maalaji, joka täyttää edellä esitetyt vaatimukset, on h i e k - k a , jonka kapillaarisuuden pitää olla alle 20 cm ja jonka rakeisuus-käyrän tulee kulkea pisteiden 0.25 mm - 20 % ja 1.0 mm - 20 % välistä (pisteitä esittävä ensimmäinen numero tarkoittaa rakeitten läpimittää ja toinen seulontakäyrältä luettavaa läpäisyprosenttia. Sitäpaitsi maala-ji ei saa sisältää läpimitaltaan yli 5 cm suuruisia kiviä.

Eristyskerroksen saa rakentaa karkeammastakin maalajista siinä tapauksessa, että erittäin routivan tai lievästi routivan pohjamaan pin-nalle ennen ko. "liian" karkeata eristyshiekkaa, voidaan ajaa "suodat-timeksi" viiden senttimetrin paksuinen karkea hieta - hienohiekka-kerros. Viimemainitun pitää olla routimatonta (kapillaarisuus alle 1 m), mutta sen ei tarvitse täyttää eristyshiekalle asetettuja vaati-muksia. Tämän "suodatinkerroksen" päälle ajetaan sitten normaalimää-räysten mukainen eristyskerros täysi vahvuusena. Suodatinmaan asemas-ta on myös neuvottu käytettäväksi sammalta tai jäkälää, mutta niiden käyttö ei ole suositeltavaa niiden suhteellisen lyhyen iän vuoksi.

Eristyskerroksen tehokkuuden ja merkityksen perusedellytyksenä on, ettei vapaa pohja- tai pintavesi pääse missään olosuhteissa nouse-maan eristyskerrokseen saakka, vaan että tämä kerros on ojien tai penke-reen kautta yhteydessä ilmaan.

Eristyshiekan laadun tutkiminen on suoritettava erittäin huolel-lisesti laboratoriossa ja eristyskerroksen rakentamisessa on noudatet-tava suurta tarkkuutta, jotta ei tapahtuisi vaikeasti korjattavia ereh-dyksiä.

Jos piirien maalajitarkkailupaikoissa on epävarmuutta eristysker-



roksen rakentamiseen saatavilla olevien maalajien kelpoisuudesta tai käyttötavasta, kehoitetaan piirejä kääntymään tie- ja vesirakennushallituksen maarakennuslaboratorion puoleen.

### III. Jakava kerros

Jakavan kerroksen tehtävä on pääasiallisesti sama kuin kantokerroksenkin eli jakaa kuormitusta heikosti kantavalle pohjamaalle. Koska jakava kerros kuitenkin sijaitsee syvemmällä kuin kantava kerros ja sille tuleva liikenteen aiheuttama kuormitus on jo varsinaisen kantokerroksen ansiosta jakautunut laajemmalle pinnalle, voidaan jakavan kerroksen rakentaminen sallia vähemmän kantavista, ja tällöin useimmiten myös halvemmista ja helpommin saatavista maalajeista.

Arvosteltaessa jonkin maalajin kelpoisuutta jakavaan kerrokseen on kiinnitettävä huomiota sen routivuuteen ja kantavuuteen. On selvää, että jakavaan kerrokseen käytettävä maalaji ei saa routia siinäkään tapauksessa, että se voidaan rakentaa huolellisesti tehdyn, virheettömän eristyskerroksen päälle, sillä tien reunat ja luiskat voivat esim. säilyä aurasvallin alla etelä-Suomessa sulana, jolloin sulava lumi voi ainakin ajoittain talven kuluessa aiheuttaa veden virtauksen tienrunkoon luiskien kautta ja siten myös vaarallisen kerrosroudan syntymisen auratun ajoradan alla sen reunaosissa. Jos jakava kerros sensijaan on tehty karkeammasta n.s. routimattomasta maalajista, joka jäätyy massiiviseen routaan, laajenee tienrungossa oleva ja sinne virtaava tai imeytyvä vesi jäätyessään huokosia myöten pienintä vastusta kohden eli sulaan maahan päin ilman, että tienrunko liikkuu tai "elää". Myös kantavuussyistä ovat routivat maalajit kävottomia jakavaan kerrokseen, koska pienetkin vesimäärät voivat etenkin liikenteen aiheuttaman tärinän vaikutuksesta heikentää tällaisten maalajien kantavuuta oleellisesti.

Hyvältä jakavalta kerrokselta vaaditaan edellä sanotun lisäksi myös jonkinverran sitoutuvuutta, mikä helpottaa tienrungon tiivistämistä rakennusvaiheen aikana ja edistää sekä kuormituksen jakautuvuutta että päällysrakenteen koossapysyvyyttä etenkin tien reunoilla. Riittävän sitoutuvuuden saa aikaan joko maalajin sisältämä pieni hienojen aineiden määrä (esim. moreeneissa) tai maalajin suhteistuneisuus. Maalajin sanotaan olevan sitä suhteistuneempaa mitä enemmän sen seulontakäyrä noudattelee tiiveimmin sulloutuvan aineksen rakeisuuskäyrää.



Jos jakavan kerroksen rakentamiseen on käytettävissä erilaisia, yleiset kelpoisuusvaatimukset täyttäviä maalajeja, on tämä kerros pyrittävä rakentamaan siten, että vähemmän kantavat eli huonoimmat ainekset tulevat ao. kerroksen alaosiin ja parempi aines lähemmäksi kantokerrosta. Tällöin ei raja jakavan kerroksen ja kantavan kerroksen välillä muodostu kovin jyrkäksi, mikä on hyvin edullista ja mihin olisi syytä mahdollisuuksien mukaan pyrkiä. Seuraavassa luetellaan jakavaan kerrokseen kelpaavat maalajit heikoimmasta parhaimpaan:

karkea hiekka (=eristyshiekka),  
 hiekkamoreeni (kapillaarisuus alle 1 m),  
 sorainen hiekka,  
 sora,  
 soramoreeni, ja yleensä  
 kantokerrokseen kelpaavat ainekset.

Pelkästä hiekasta ei voi valmistaa koko jakavaa kerrosta. Eri maalajinimikkeitä vastaavien maalajien kuvaus- ja tuntemis- eli määrittämisohteet annetaan yksityiskohtaisesti tämän lehden alussa sivuilla 5-8. Mitään maalajia ei pidä käyttää jakavaan kerrokseen ennenkuin sen kelpoisuus on todettu piirin maalajitarkkailupaikassa. Epävarmoissa tapauksissa on kääryttävä Työn neuvokennuslaboratorion puoleen.



#### IV. Kantokerros.

Tien kantokerros sijaitsee välittömästi kulutuskerroksen alla, ja sen tehtävänä on kantaa liikenteen aiheuttama kuorma eli jakaa se pohjamaalle yhdessä jakavan kerroksen kanssa. Sen vuoksi tulee kantokerroksen rakentamiseen käytettävän maalajin olla niin karkearakeista, ettei kosteuden vaihtelut aiheuta siinä mitään pehmenemistä tai liikkumista, vaan että lujat rakeet liittyvät välittömästi toisiinsa puristusta kestäväksi rungoksi. Jotta tämä rakennelma olisi mahdollisimman luja, tulee samaa suuruusluokkaa olevien rakeitten liittyä toisiinsa eli saada tukea toisistaan, jolloin maalajin seulontakäyrä noudattelee tiiveimmän pakkauksen rakeisuuskäyrää. Mitä suurempia ovat tällöin suurimmat rakeet sitä lujempi on kantokerros. Rakentamisen yhteydessä tapahtuva tiivistäminen ja kantokerroksen kokonaispaksuus samoinkuin saatavissa olevan aineksen laatukin asettavat rajoituksia karkeimpien ainesten koolle.

Kantokerroksen rakentaminen riippuu tien luokasta ja päällysteen laadusta, ja se on rakennettava tiesuunnitelman edellyttämällä tavalla. Kantokerroksen rakentamiseen kelpaavat maalajit ja murskaustuotteet jaetaan: 1) kestopäällystettäväksi suunniteltujen teiden kantokerrosaineksiin ja 2) sorateiksi rakennettavien teiden kantokerrosaineksiin.

Kestopäällystettäväksi suunniteltujen teiden kantokerroksen rakentamiseen kelpaavat:

kivinen sora,  
karkea murske,  
somero ja  
sepeli.

Kantokerrokseksi kelpaavan k i v i s e n s o r a n t a i k a r k e a n m u r s k e e n on oltava suhteistunutta eli sen seulontakäyrän on mahdollisimman hyvin noudatettava tiiveimmäksi sulloutuvan aineksen rakeisuuskäyrän muotoa. Suurin kivikoko saa vaihdella 25 - 65 mm, kuten "ihannealue" kuvassa 2 osoittaa riippuen kantokerroksen rakennustavasta ja rakennusvaiheesta siten, että kerroksen alaosaan käytetään ainesta, jossa suurin kivikoko saa vaihdella 40 - 65 mm ja yläosaan ainesta, jossa suurin kivikoko saa vaihdella 25 - 40 mm. Pinnan lopulliseen tarkistamiseen käytetään normaalia sideaineetonta tiesoraa. Vaihtoehtoisesti voidaan koko kerros rakentaa aineksesta, jossa suurin kivikoko on n. 40 mm, ja pinta tasataan ja tarkistetaan hienommalla ainek-



sella, kuten edellä.

S o m e r o k a n t o k e r r o k s e l e n kelpaavan someron suurin kivikoko saa olla enintään  $2/3$  kantokerroksen paksuudesta, mutta mieluiten vain 70 mm. Suurikivisin aines on pyrittävä sijoittamaan alimmaiseksi. Kiviä on oltava niin runsaasti, että ne tukevat toisiinsa tai sorarakeisiin eivätkä "ui" hiekassa. Pinnan tasaukseen ja tartistamiseen käytetään soraa, kuten edellä.

S e p e l i n valmistamiseen on pyrittävä, mikäli mahdollista, valitsemaan tasalaatuista hienorakeista (rakeitten läpimitta 1 - 5 mm) kivilajia ja välttämään rapakiveä, fylliittiä ja karkeata porfyyristä graniittia. Sepelikantokerroksen alaosa, mutta enintään  $2/3$  sen kokonaispaksuudesta, on pyrittävä rakentamaan karkeasta sepelistä, jonka kivikoko saa vaihdella 40 - 70 mm. Ylin kerros eli n.  $1/3$  kantokerroksen kokonaispaksuudesta on rakennettava hienommasta sepelistä, jonka kivikoko saa vaihdella 20 - 35 mm. Pinta tiivistetään senjälkeen kivijauheella tai tiesoralla. Vaihtoehtoisesti voidaan kantokerros rakentaa sepelistä, jonka kivikoko on 20 - 65 mm. Pinta tiivistetään, kuten edellä, kivijauheella tai tiesoralla. Suuret litteät kivet poimitaan pois työn aikana.

Sorateiksi rakennettavien teiden kantokerrokseksi kelpaavat:  
 kivinen soramoreeni,  
 kivinen sora ja  
 karkea murske,

joiden seulontakäyrien on mahdollisimman hyvin noudatettava tiiveimmäksi sulloutuvan aineksen rakeisuuskäyrän muotoa, ja joiden suurin kivikoko saa vaihdella 25 - 65 mm (huom. kuva 2). Jos suurin kivikoko on yli 35 mm, on edullista, että kerroksen yläosa rakennetaan höyläyksen helpottamiseksi hienommasta aineksesta (suurin kivikoko 25 - 35 mm).

Soratien kantokerrokseen kelpaavat tietenkin myös kestopäällysteen kantokerrokseksi hyväksytyt, edellä selostetut maa-ainekset.



## V. Kulutuserros.

### 1. Soratien kulutuserros.

Tien kulutuserroksen on oltava kulutusta kestävä eli hyvin tiivis ja sitoutunut sekä mahdollisimman vastustuskykyinen vettä vastaan. Kulutuserrokseen käytettävälle maalajille on sen vuoksi pakko antaa ankarat laatuvaatimukset. Kuvassa 3. nähdään kulutuserrokseen käytettävän aineksen ihanneraekoostumus varjostettuna. Aineksen maksimi raekoon pitää siis olla läpimitaltaan 20 mm ja seulontakäyrän pitää noudatella ns. tiiveimmän pakkauksen rakeisuuskäyrää eli varjostetun alueen muotoa. Tällainen aines ei missään olosuhteissa roudi eikä menetä kantavuuttaan kostuessaan. Luonnossa tavataan sanotunlaista ihanneainesta vain poikkeustapauksissa. Nämä poikkeustapaukset ovat soramoreenia ja joskus rapakivestä syntynyttä soraa eli moroa. Sen vuoksi ollaankin sorateiden rakentamisessa ja kunnossapidossa pakkoitettuja valmistamaan kulutuserrosmateriaalia sekoittamalla kahta tai useampaa ainesta yhteen suhteittamalla saaduissa painosuhteissa. Suhteittaminen on esitetty yksityiskohtaisesti toisessa paikassa tätä lehteä. Parhaimmat ja tärkeimmät ainesyhdistelmät kulutuserrosta valmistettaessa ovat:

- 1) karkea luonnonsora ja jäykkä-savi
- 2) moreeni ja kivimurske
- 3) luonnonsora, kivimurske ja jäykkä savi
- 4) murskesora ja jäykkä savi.

Sorateiden kunnossapidossa tulee kysymykseen muutkin ainesyhdistelmät, mikä johtuu paitsi kulloinkin halvimmalla saatavissa olevista maalajeista myös vanhan kulutuserroksen laadusta.

#### a. Sora.

Soraesiintymän kelpoisuus kulutuserroksen rakentamiseen tai teiden kunnossapitoon on riippuvainen lähinnä soran kärkeudesta ja kivisyydestä. Sora arvostellaan sen vuoksi käytännössä sen mukaan, kuinka monta % soralajitetta se sisältää laskettuna 20 mm:n seulan läpäisseeistä aineksesta, ottamalla huomioon kivisyys- % seuraavalla tavalla (huom. kuva 3):



2 mm:n seulan läpäisee	Soran laatu	Muuttuu murskattaessa hyväksi, jos kivisyys on
yli 80 %	kelvoton	n. 60 - 70 %
65 - 80 %	huono	n. 50 - 60 %
50 - 65 %	välttävä	n. 30 - 50 %
35 - 50 %	hyvä	
20 - 35 %	kunnossapidossa erittäin hyvä.	

Jos halutaan etukäteen tarkemmin tietää, minkä laatuista murskesoraa jostakin esiintymästä voidaan saada, lasketaan murskesoran läpäisy-% 2 mm:n kohdalle (X) seuraavasti:

$$X = \frac{100 - b}{100} \cdot a + \frac{b}{100} \cdot 14$$

Kaavassa merkitsee a 20 mm:n seulan läpäisseen (eli kivettömän) soran läpäisyprosenttia 2 mm:n kohdalla ja se voidaan lukea ko. soran seulantakäyrältä, kun taas b merkitsee esiintymän kivisyysprosenttia. Lasku perustuu siihen, että läpimitaltaan alle 20 mm:n kivimurske sisältää yleensä 8 - 20 % (keskiarvo 14 %) läpimitaltaan 2 mm hienompaa ainesta riippuen kivilajin laadusta ja murskaimen kuluneisuudesta. Mikäli halutaan, voidaan murskesoran rakeisuus laskea yllämainitun kaavan avulla piste pisteeltä käyttämällä hyväksi soran seulantakäyrää ja murskeen normaalista rakeisuutta, mikä on esitetty kuvassa 3.

Joskus voi rakeisuuskäyrän outo muoto aiheuttaa, että sora on huonomman laatuista kuin mitä 2 mm:n läpäisy-% edellyttää, kuten esimerkissä kuvassa 3. Onneksi ovat tällaiset tapaukset melko harvinaisia.

#### b. Savi

Kulutuserroksen sitomiseen käytettävältä savelta vaaditaan hyvää sitomiskykyä ja hyvää tiivistyvyyttä.

Tutkittaessa saven käyttökelpoisuutta kulutuserroksen sitomiseen suoritetaan useita kokeita, joiden yhteistuloksen nojalla annetaan lausunto ko. aineesta. Kokeet ja vaatimukset ovat seuraavat:



1) Areometri- eli hydrometrianalyysin nojalla piirretystä rakeisuuskäyrästä luetaan saven sisältämän savilajitteen määrä eli sen aineksen määrä, jonka raesuuruus on alle 0.002 mm. Savi on sitä sitovampaa, mitä enemmän se sisältää tätä lajitetta, ja sitä tiivistyvempää mitä loivempi on sen rakeisuuskäyrä. Savi kelpaa kulutuskerroksen sitomiseen, jos savilajitetta on yli 25 %, ja on erittäin hyvää ko. tarkoitukseen, jos savilajitetta on yli 50 %.

2) Savi on sitä sitovampaa mitä korkeampi sen plastillisuusluku on, ja se kelpaa tienpinnan sideaineeksi, jos tämä luku on yli 10, ja on erittäin hyvää siihen tarkoitukseen, jos luku on yli 25.

3) Savi on sitä sitovampaa ja tiivistyvempää, mitä suurempi sen kuivumiskutistuma on. Se kelpaa sideaineeksi, jos sen lineaarinen kuivumiskutistuma on yli 4 % ja on hyvää ko. tarkoitukseen, jos kutistuma on yli 7 %.

4) Savi on sitä sitovampaa, mitä ohuempi rihma siitä kierityskokeessa saadaan. Jos rihma on läpimitaltaan alle 1.7 mm, on savi kelvollista sideaineeksi, ja jos se on alle 1.0 on se erittäin hyvää ko. tarkoitukseen.

Jos savi voidaan arvestella erittäin hyväksi, on se nimeltään lihavaa savea.

On huomattava, että yhden kokeen perusteella ei voida ratkaista saven kelpoisuutta, vaan on tarkasteltava kaikista yllä mainituista kokeista saatuja tuloksia yhdessä, sillä koetuloksissa saattaa yksityisten kokeitten kohdalla esiintyä huomattaviakin ristiriitaisuuksia. Arvestelussa kiinnitetään päähuomio raesuuruuskäyrään ja plastillisuuslukuun, koska niitä voidaan pitää luotettavimpina. Jos tulokset ovat erittäin ristiriitaisia (kuten esim. 15 % alle 0.002 mm, plast.luku 10, kutistuma 8 % ja kierityskoe 1mm), mikä voi johtua esim. humus- tai suolapitoisuudesta tai poikkeuksellisesta raekoostumuksesta, on savi lähetettävä erikoistutkimusta ja lausuntoa varten Tie- ja vesirakennushallituksen maarakennuslaboratorioon.

Kun tienpinnan suhteittamisen yhteydessä joudutaan ilmoittamaan, montako kuutiota kilometrille savea tarvitaan, on syytä tietää, että



kuormattu luonnonkosteaa savikuutio sisältää keskimäärin vain 1170 kg kuivaa savea. (Tässä yhteydessä viitataan Tvh:n "Laboratoriotiedoituksia N:o 1:ssä" julkaistuun valmiiseen saven, soran ja tienpinnan suhteittamistaulukkoon ja nomogrammeihin, joissa tulokset esitetään kuormatuissa kuutiometreissä kilometriä kohden).

### c) Moreeni

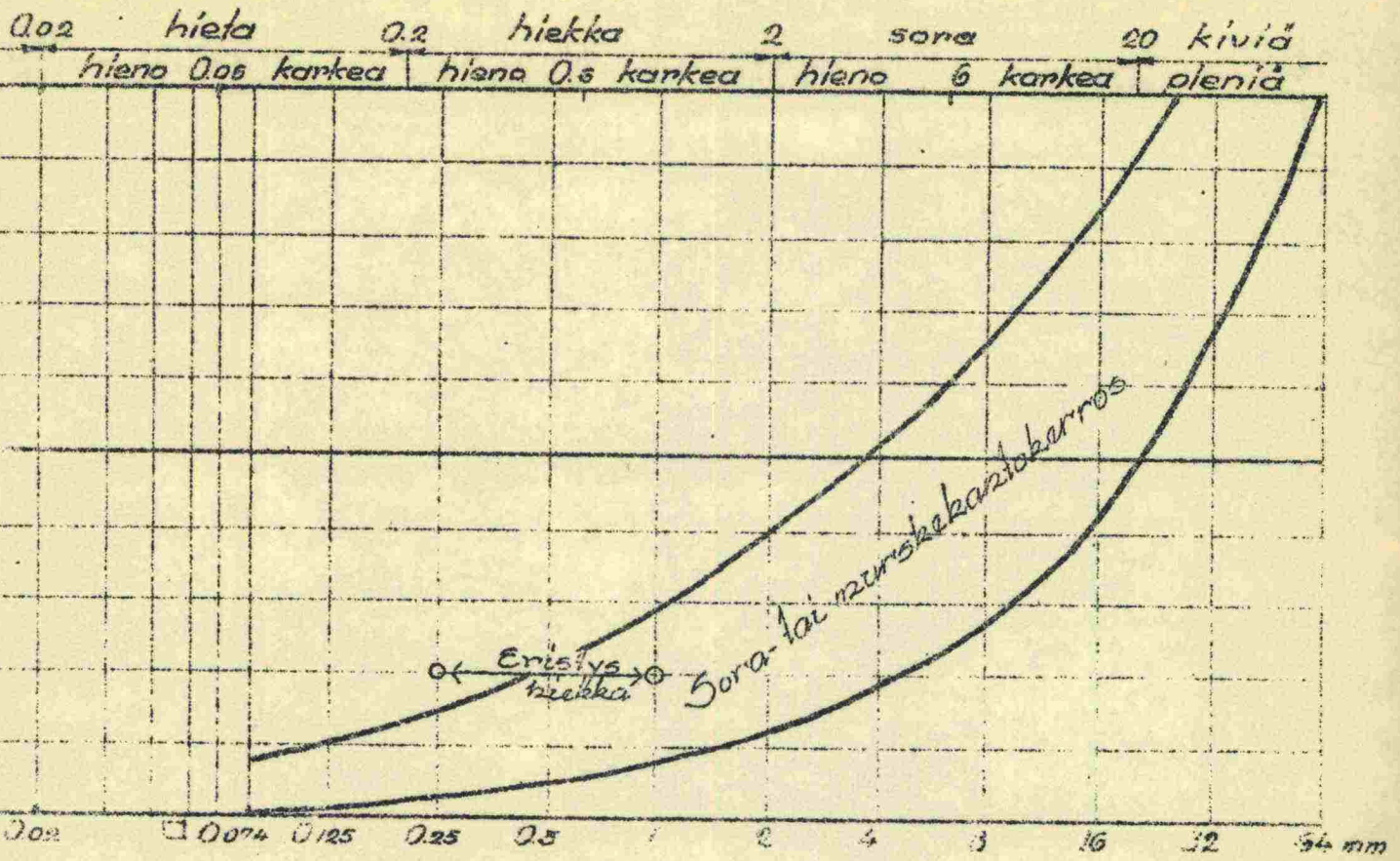
Moreeni voi olla kokoomukseltaan hyvin vaihtelevaa ja siksi sen käyttökin on tien kulutuskerroksessa monenlaista. Moreeni voi sellaisenaan tai murskattuna kelvata kulutuskerroksen rakentamiseen ja kunnossapitoon, kuten edellä jo on mainittu, mutta useimmiten sitä käytetään savettomilla alueilla tienpinnan sitomiseen ja paikkaamiseen. Moreenin kelpoisuuden ratkaisee, ei yksin sen raakoostumus, vaan sen kokoomuksen suhde muiden samalta alueelta saatavissa olevien maalien, kuten sorien ja kivikoiden, laatuun.

Moreenin käyttömahdollisuuksia arvosteltaessa on siis tärkeimpänä perusteena rakeisuuskäyrä, joka saadaan suorittamalla pesu- ja kuivaseulonta sekä areometrianalyysi. Samalle käyräpohjalle siirretään sitten alueen sorien rakeisuuskäyrät sekä kivimurskeen rakeisuusalue tämän kirjoituksen kuvasta 2, ja jos on kysymyksessä kunnossapito, vielä oikein otetun tienpintanäytteen rakeisuus. Senjälkeen tarkastellaan esim. suhteituskolmiota käyttäen, mitä aineksia sekoittamalla voitaisiin saada aikaan kulutuskerroksen ihänkoostumusta vastaava seos, jossa on alle 0.002 mm:n läpimittaisia hiukkasia 3 - 9 %. Useimmiten päästään tähän toivottuun koostumukseen kulutuskerroksen rakentamisen yhteydessä esim. suhteittamalla moreenia kivimurskeen tai karkean murskesoran kanssa.

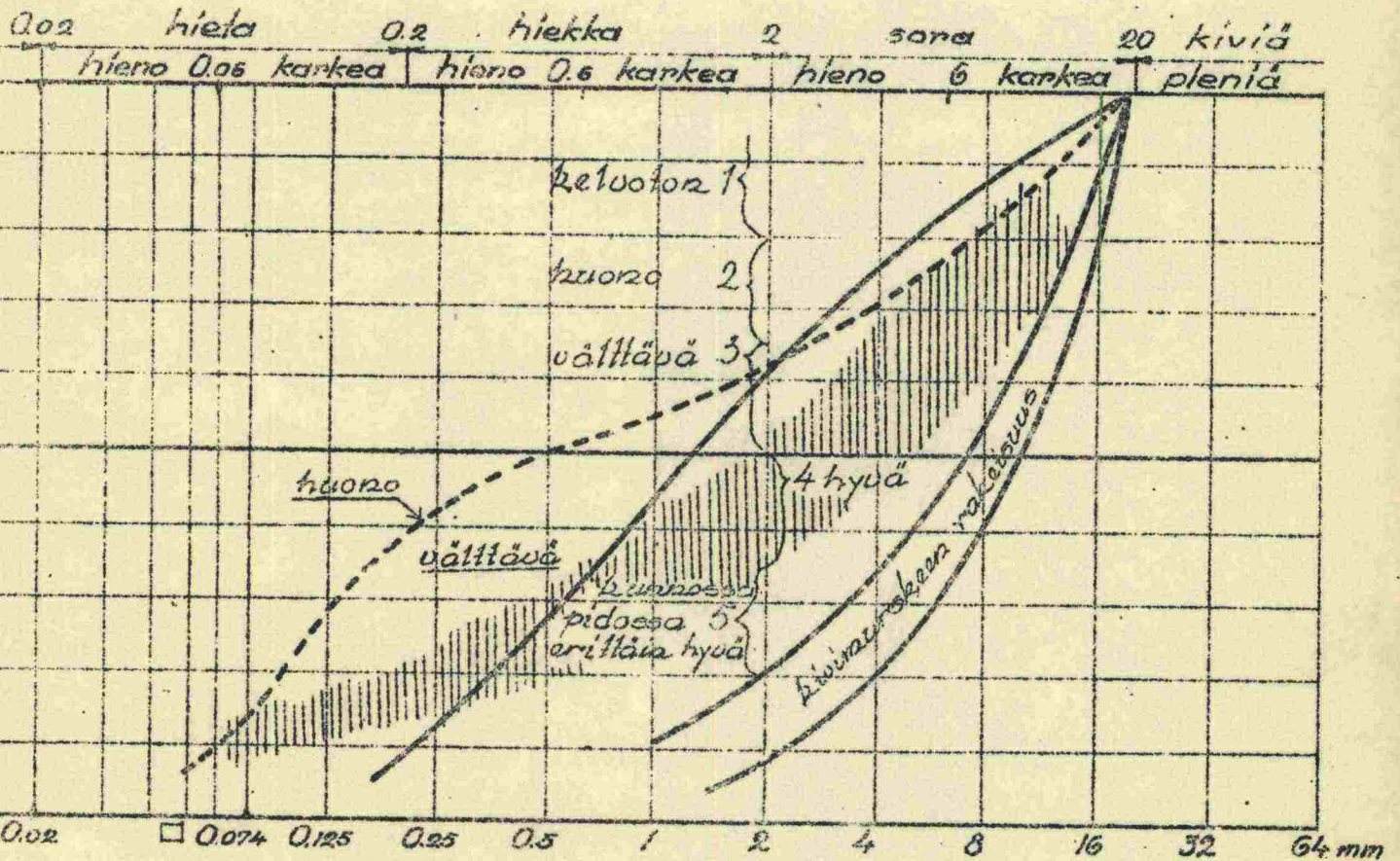
### 2. Puolikesto- ja kestopäällysteet.

Otsikossa mainittujen päällysteiden kiviaineksen laatuvaatimukseen ei vielä tässä yhteydessä puututa tarkemmin, vaan viitataan Pohjoismaiden tieteknillisen liiton Suomen osaston yhteistoiminnassa Valtion Teknillisen Tutkimuslaitoksen kanssa laatimaan päällystenormiehdotukseen, joka on julkaistu Rakennusinsinööriyhdistyksen julkaisuja N:o A 19:ssä, ja Valtion Teknillisen Tutkimuslaitoksen Tiedoituksessa 101, vuodelta 1951.



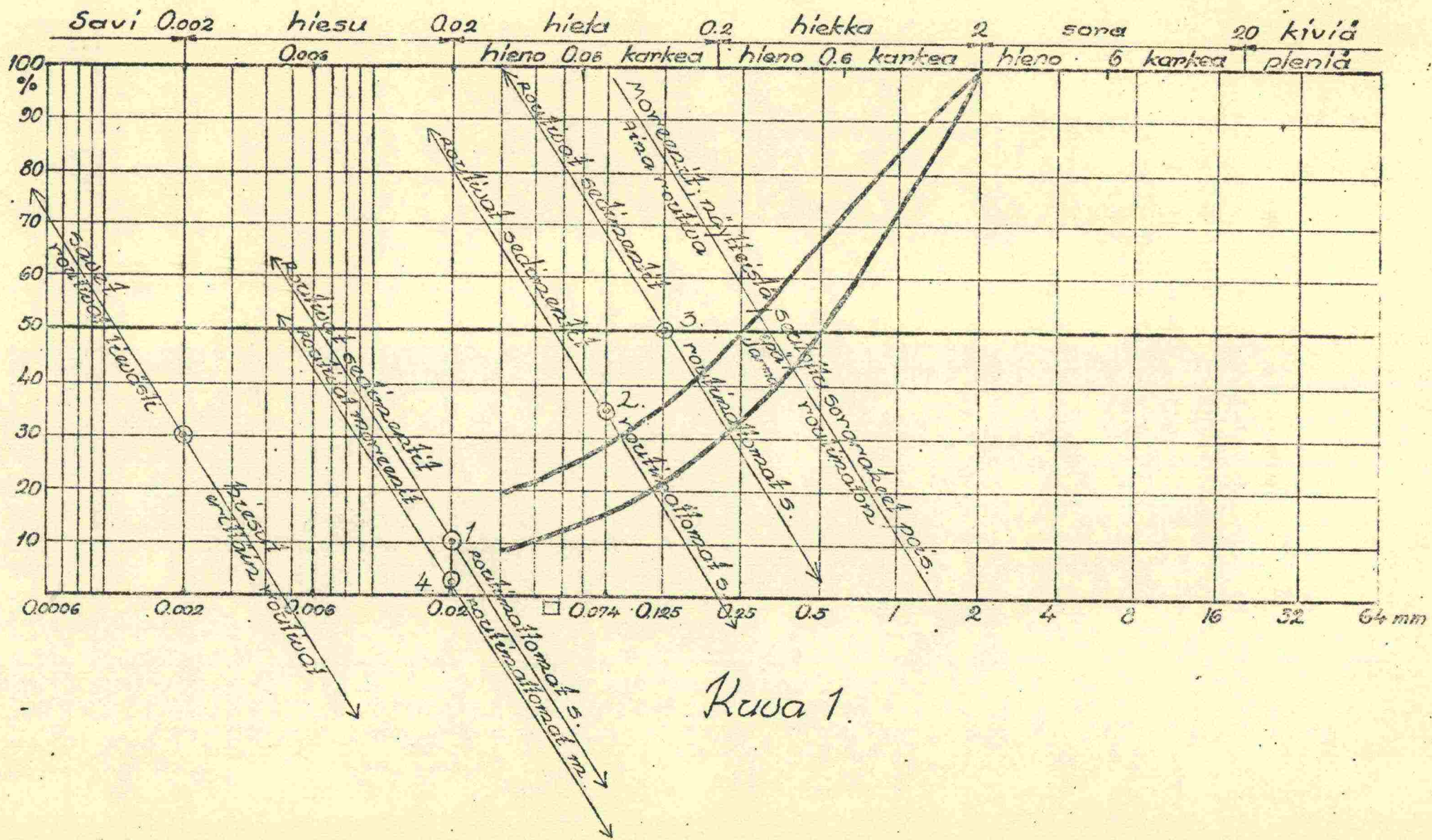


Kuva 2.



Kuva 3.





Kuva 1.



Ohjeita sorateiden kulutuskerroksen kokoomuksen tutkimiseksi tie- ja vesirakennuspiirien materiaalitarkkailupaikan työohjelman puitteissa.

1. Tutkimuksen merkitys.
2. Näytteiden otto.
3. Laboratoriotutkimus.
4. Tutkimustulosten aiheuttamat toimenpiteet.

1. Tutkimuksen merkitys.

Sorateiden kulutuskerroksen nykyinen kokoomus määrää kunnossapitomateriaalin laadun ja tarpeen ja kokoomuksen muuttumisen seuraaminen ratkaisee lyhimmän tien ihanneolosuhteisiin pääsemiseksi ja selvittää ihanneolosuhteisiin päästyämme kunnossapitosoran minimitarpeen eri alueilla ja erilaisilla teillä. Kysymys on siis ensiarvoisen tärkeä ja sen ratkaisuun on pyrittävä asteittain, jotta monet siihen liittyvät sivutekijät ehdittäisiin selvittämään.

2. Näytteiden otto.

Näytteitä otetaan suunniteltujen sorastus- ja saveamistoimenpiteiden edellä tarvittavien materiaalmäärien selvittämiseksi sekä tarpeen mukaan kulutuskerroksen parantumisen tarkkailemiseksi. Näytteiden otto tapahtuu sen mukaan kumpaa näistä seikoista halutaan tutkia.

Ensinmainitun tapauksen ollessa kyseessä tulee näytteen vastata kokoomukseltaan sitä osaa kulutuskerroksesta (mahdollinen irtosora mukaan luetuna), joka saadaan sekaantumaan tielle lisättävien aineiden kanssa. Jos liikenteen annetaan suorittaa muokkaus, on harkittava kuinka syväälle sekaantuminen tällöin ulottuu. Jos taas uudet ainekset sekoitetaan höylällä, on tutkittava kuinka paksulta höylä irroittaa vanhaa tienpintaa. Edullisissa tapauksissa on muokkaussyvyys n.2 cm, mutta usein se on syystä tai toisesta paljon pienempi. Toisinaan on tienpinta sangen kova eikä kevyt höylä pysty sitä paljoakaan irroittamaan. Varsin luonnollinen tapa on ottaa näyte höyläyksen yhteydessä tiehöylän terän edessä sekoittuvasta aineksestä. Muussa tapauksessa on sekoitettava tienpinnan eri kohdista otettuja näytteitä (irtosora mukaanluettuna)harkinnan mukaan.

Toisessa tapauksessa, kun näytteen avulla halutaan selvittää kulutuskerroksen kokoomus tai kuinka kulutuskerroksen valmistaminen on onnistunut, otetaan kiinteätä kulutuskerrosta kahdesta lähekkäin sijaitsevasta kohdasta 2 cm paksulta (mikäli kulutuskerrosta on niin paljon). Irtosoraa ei tällöin tarvitse lisätä näytteeseen. Laboratoriotutkimuksia varten tarvitsee näytettä olla 1.5 - 2.0 kg. - On tärkeätä, että jokainen tiemestari valitsee sopiviksi katsmansa tiet tällaisen jatkuvan säännöllisesti (esim. 1-2 kertaa vuodessa) tapahtuvan tarkkailun kohteeksi.



Näytteiden oton yhteydessä täytetään erillinen näytteenottolomake, joka täydennetään tiemestarin konttorista saatavien tietojen avulla. Lomakkeessa kysytään paitsi tarkkaa näytteenottopaikkaa ja aikaa, myös tienrakennetta, sen kuntoa (kouruuntumisen määrää, kuoppaisuutta jne.), viimeisiä sorastus- ja saveamisaikoja, kunnossapitomateriaalin ottopaikkoja, pölynsidonta-aineitten käyttöä, talvihiekoitusta ko. tieosalla, viimeisiä höyläys- ja lanausaikoja ja liikenteen suuruutta. Näytteet ja selostukset toimitetaan sitten ensitilassa piirin maalajitarkkailupaikkaan. Näytteet otetaan seuraavalla kerralla edellisten näytteenottopaikkojen välittömästä läheisyydestä (mieluummin vain 3 - 10 m:n päästä edellisistä).

### 3. Laboratoriotutkimus.

Tienpintänäytteitten mekaaninen kokoomus määrätään materiaalitarkkailupaikalla. Saapunut näyte sekoitetaan ensin huolellisesti. Ennen kuivaseulontaa on aina ensin suoritettava huolellinen pesuseulonta. Seulonta-analyysiin käytetään 1 kg materiaalia ja areometrianalyysiin 100 g lopun näytteen jäädessä varalle tutkimuksessa mahdollisesti sattuneiden erehdysten korjaamiseksi. Tuloksien perusteella annetaan kunnossapito-ohjeita. Yksinkertaisissa tapauksissa riittää tässä tiedoituksessa selostetusta taulukosta tai nomogrammeista saadut arvot (huom. sivu ). Jäljennökset tuloksista taltioidaan annettujen määräysten mukaisesti. Vuosittain merkitään kunkin tiemestaripiirin tutkimusten tulokset omalla merkilläään suuriin Feret'in kolmioihin, jotka säilytetään vuosittain tapahtuvan kulutuskerroksen kehityksen arvostelua ja valtakunnallista tutkimusta varten.

### 4. Tutkimustulosten aiheuttamat toimenpiteet.

Materiaalitarkkailupaikka antaa as. insinööriille ja mestarille tienpinnan mekaanisen kokoomuksen perusteella lausunnon niistä kunnossapitotoimenpiteistä, joita ko. tieosuus vaatii. Tällöin on huomioitava paitsi käsillä olevan kunnossapitomateriaalin laatu, myös siitä samoin kuin kunnossapitomäärärahojen niukkuudesta aiheutuvat rajoitukset parannusajassa ja ehdotettava sopivaa asteittaista parantamista. Myöhemmin otettujen näytteitten tutkimustuloksia vertaamalla voidaan nähdä kehityksen nopeus. Sitten kun laboratoriotutkimusten perusteella on



saatu mahdollisesti aikaan selvää parannusta tarkkailunalaisten teiden kulutuskerrosten kokoomuksessa, on kiinnitettävä huomiota siihen, näkyvätkö tulokset myös tienpinnan laadussa ja kunnossapitotöiden vähenemisenä. Näistä kenttätuloksista on tehtävä mahdollisimman tarkkoja muistiinpanoja esim. insinöörien ja mestarien avustuksella. Jos taas kehitystä ei ole havaittavissa, eikä sitä voida saada aikaan heikon kunnossapitomateriaalin vuoksi, on tämä syy esitettävä muistiinpanoissa ja ryhdyttävä (mielellään tie- ja vesirakennushallituksen geologin opastuksella) tutkimaan mahdollisuuksia uuden materiaalin löytämiseksi tai aikaansaamiseksi esim. murskaajia käyttämällä. Pääasia on, että teiden heikon kunnan syyt ja parantamismahdollisuudet luonnonmateriaalin turvin tulee vähitellen mahdollisimman tarkoin selvitettyä ja esim. murskaajien jako piirissä mahdollisimman asianmukaiseksi.

Liitteenä tienpintanäytteen  
ottolomake.



Seuraavassa esitetty lomakemalli on tarkoitettu käytettäväksi silloin, kun otetaan näyte tien kulutuskerroksesta tai jostain muusta kohdasta valmiin tien rungossa. Lomaketta käytetään siis paitsi tien pinnan kunnossapitotutkimuksissa, myös laajemmissa tutkimuksissa, jotka tähtäävät perusparantamiseen tai kestopäällystämismahdollisuuksien selvittämiseen. Lomake tultane painamaan.

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLINTO

NÄYTTEENOTTOLOMAKE TIEN RA-  
KENTEEN TUTKIMISTA VARTEN

.....tv-piiri

.....tm-piiri

Näytteen tunnus:.....Näytteen laatu:.....Näyte otettu:.....

Paikka (Tieosa ja km):.....

Tie kulkee metsässä / aukealla paikalla / tasaisella maalla / mäen päällä / rinteessä / notkossa / ....m:n penkereellä / 0-tasauksessa / leikkauksessa.

Pengermaan laatu:.....Pohjamaan laatu:.....Pohjaveden korkeus:.....

Tiessä on / ei ole kantokerrosta. Liikenteen suuruus.....ton/vrk

Viimeiset kunnossapitotoimenpiteet:.....

Tien kunto:.....

Näyte otettu ajoradan keskeltä / raiteesta / laidasta / höylän terältä

Tutkimuksen tarkoitus:.....

Huomautuksia:.....

Näytteen ottaja:.....



## SEULONTAOHJEITA KENTTÄKÄYTTÖÄ VARTEN

### 1. Näytteen esikäsitteleminen

Maastosta tuodun näytteen annetaan kuivua ilmakeivaksi tai se kuivataan kuivauskaapin puuttuessa esim. pellillä, jota kuumennetaan varovaisesti. (Jos kuumennus on liian kova, voivat rakeet palaa toisiinsa kiinni.) Tämän jälkeen poistetaan näytteestä kivet käyttämällä 20 mm:n seulaa. Kivien poistoa ei kuitenkaan suoriteta, jos on tutkittava näytteen kelpoisuus betonisoraksi tai kantokerroksen tai jakavan kerroksen rakentamiseen. On huomattava, että seulomalla poistettujen kivien määrästä ei lasketa esiintymän kivisyys- eikä lohkareprosentteja, vaan mainitut prosentit on arvioitava maastossa näytteen ottamisen yhteydessä, kuten näytteenotto-ohjeissa neuvotaan.

Kuiva näyte, josta kivet on poistettu, sekoitetaan huolellisesti ja sen jälkeen siitä punnitaan 1000-500g (riippuen seulasarjan koosta) seulontaa varten (lajittuneita maalajeja seulottaessa riittää pienempiin lähtöainemääriin).

### 2. Pesuseulonta.

Jos on kysymyksessä moreeni- tai tienpintänäyte, on se aina ennen kuivaseulontaa pestävä. Tarkoitusta varten on kehitetty erilaisia pesuseulontalaitteita, mutta tässä yhteydessä selitetään ainoastaan eräs yksinkertainen, mutta silti tehokas menetelmä.

Näyte kaadetaan pesuvatiin. Vatiin lasketaan vettä muutama litra. Tämän jälkeen on usein tarpeen jättää näyte likoamaan joksikin aikaa, jotta kaikki paakut ehtisivät särkyä. Näytteen liuottua ruvetaan sitä sekoittamaan esim. siveltimellä. Samentunut vesi kaadetaan sitten pienireikäisimmän saatavissa olevan seulan läpi pois. Näytteeseen otetaan taas uutta vettä, joka sekoitetaan ja kaadetaan samentuneena seulalle. Pesemistä jatketaan vettä vaihtaen, kunnes vesi ei enää sanottavasti samene. Seulalle kertynyttä ainesta pestään juoksuttamalla vettä seulan läpi ja kallistellen samanaikaisesti seulaa. Pesuvadille jäänyt, hienoista hiukkasista vapautunut näyte sekä seulalle jäänyt aines yhdistetään ja kuivataan taas samalla tavoin kuin ohjeiden alussa on neuvottu.



Kuiva näyte punnitaan. Pesun aiheuttamaa painon vähentymistä sanotaan pesutappioksi.

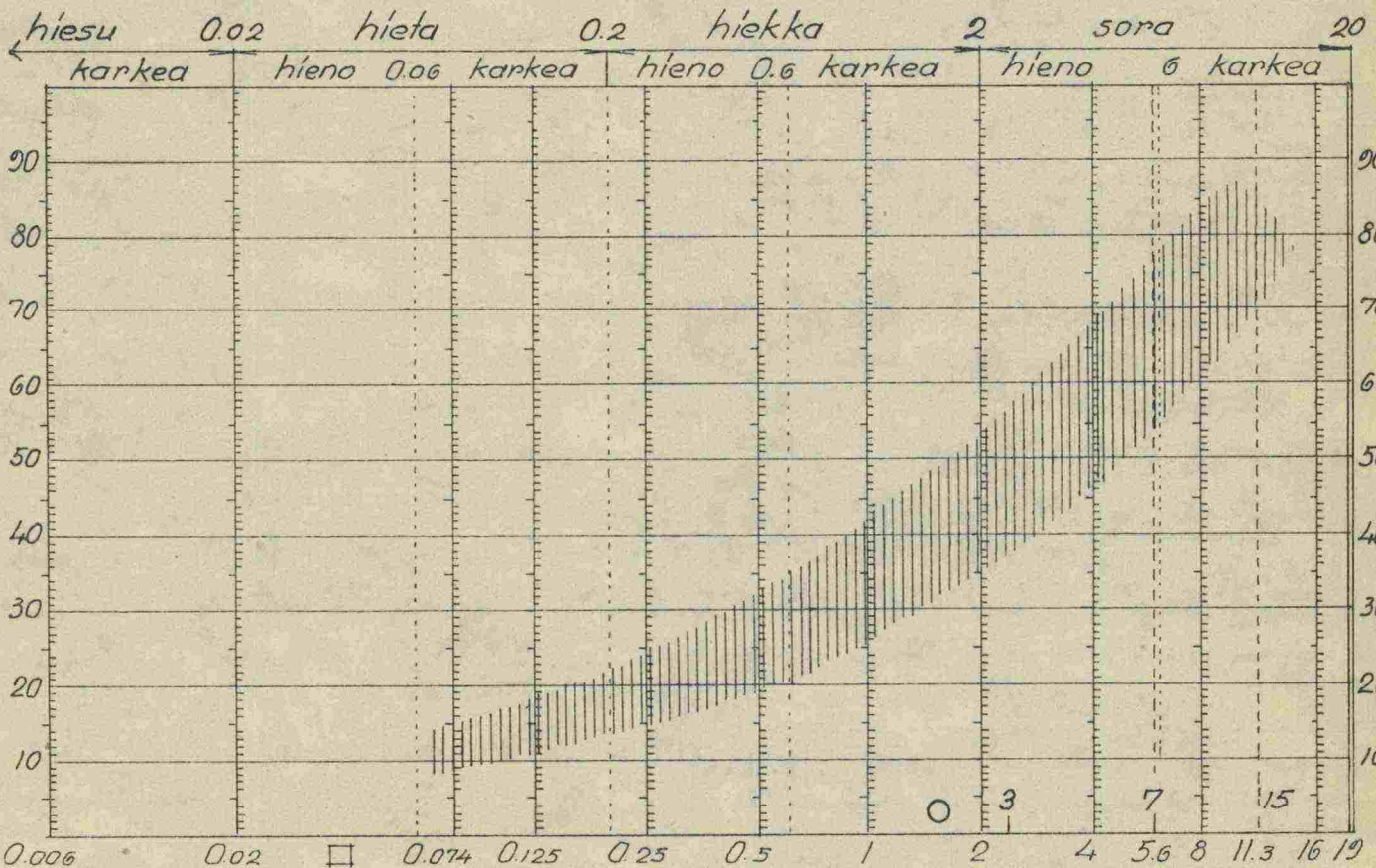
### 3. Kuivaseulonta

Näyte kaadetaan seulasarjaan, jota täristetään n. 15 min. Seulojen tyhjentäminen ja puhdistaminen tapahtuu mukavasti harjaamalla ylösalaisin käännettyä seulaa esim. nylon-harjalla. Seulat, joiden silmäkoko on alle 0,5 mm, on kuitenkin syytä puhdistaa jouhiharjalla, koska karkeammat harjalaadut helposti ajan mittaan vahingoittavat hienoja seulakankaita. Kullekin seulalle sekä pohjalle jäänyt aines punnitaan ja tulokset merkitään lomakkeeseen. Mikäli on suoritettu pesuseulonta, on pohjalle jääneen aineksen painon lisättävä pesutappio. Lomakkeelle merkityt painot lasketaan yhteen ja tällöin saadaan summaksi lähtöainemäärä, mikälin punnitukset ja yhteenlasku ovat oikein suoritettut. "Seulalle jäi"-prosentit saadaan laskemalla, montako % seulalle jäänyt ainemäärä ("seulalle jäi"-paino) on seulontaa varten punnitun lähtöainemäärästä. Näin saatujen prosenttien summan tulee olla 100. Lämpäisyprosentit saadaan "seulalle jäi"-prosentteista laskemalla yhteen kaikkien ko. seulaa pienempisilmäisten seulojen "seulalle jäi"-prosentit. Mikäli laskut jälleen ovat oikein, saadaan siis 20 mm:n seulan lämpäisyprosentiksi 100 silloin, kun näytteestä on kivet poistettu ennen varsinaista seulontaa.



Näytteen tunnus	A			B			C		
Näytteen laatu									
Ottopaikka									
Kivisyys %									
Näytteen ottaja									
Näytteen paino ennen ja jälkeen pesuseulonnan	g			g			g		
Seula	Seulalle jäi		Läpäisi	Seulalle jäi		Läpäisi	Seulalle jäi		Läpäisi
<input type="checkbox"/> mm	g	%	%	g	%	%	g	%	%
19									
16									
8									
4									
2									
1									
0.5									
0.25									
0.125									
0.074									
Pohja + pesutappio			—			—			—
Yhteensä			—			—			—
<input type="checkbox"/> mm	< 0.06	< 0.02	< 0.006	< 0.06	< 0.02	< 0.006	< 0.06	< 0.02	< 0.006
% (areometrillä)									

Huomautuksia:



Lausunto seuraa/ei seuraa liitteenä

Tutki

195

Tarkastanut



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS.  
Maarakennuslaboratorio.

SUHTEITTAMISOHJEITA.

Suhteittamisella ymmärretään, kuten tunnettua niitten sekoitus-  
suhteitten laskemista, joissa kaksi tai useampia maalajeja on sekoit-  
tettava yhteen, jotta saataisiin halutun raekoostumuksen omaava maa-  
lajiseos. Suhteittamista tarvitaan monilla rakennustoiminnan aloilla,  
mutta ennen kaikkea teiden kulutus- ja kantokerrosten rakentamisessa  
ja erilaisten betonilaatujen valmistamisessa. Suhteittamisen edelly-  
tyksenä on käytettävien maalajien raekoostumuksen tunteminen. Sen  
vuoksi on maalajit ennen suhteittamista seulottava ja seulontatulok-  
sista on piirrettävä raekoostumusta kuvaavat n.s. rakeisuuskäyrät.  
( huom. Tvh:n Laboratoriotiedoituksia N:o 2 s. 4 )

Suhteittamistehtävä voidaan jakaa kahteen osaan, nimittäin:

- 1) seossuhteen määrittämiseen paino- %:ssa ( ja tarvittaessa tila-  
vuus- %:ssa ).
- 2) Seoksen rakeisuuskäyrän laskemiseen ja piirtämiseen.

Suhteittamismenetelmät ovat periaatteessa samat riippumatta sii-  
tä, mitä tarkoitusta varten suhteitus suoritetaan. Pääasia on, että  
tunnetaan eri tarkoituksiin tarvittavien ihanneseoksien raekoostumus  
eli n.s. ihannekäyrät tai ihannealueet. Viimemainittuja löytyy m.m.  
tämän Laboratoriotiedoituksen sivuilla.

Suhteittamistapoja on useita, joista tässä yhteydessä esitetään  
seuraavat kolme, erikoisesti silmälläpitäen soratien kulutuskerroksen  
rakentamista ja kunnossapitoa:

- 1) Kahden tai kolmen aineen matemaattinen suhteittaminen.
- 2) Kahden aineen suhteittaminen n.s. suhteituskolmiota käyttäen
- 3) Kolmen aineen suhteittaminen Feret' n kolmion avulla.

Sorateiden kulutuskerroksen valmistamisessa ja kunnossapidossa  
tulevat ensi sijassa kysymykseen seuraavat suhteittamistehtävät:

- 1) karkea sora tai murske ja savi,
- 2) hiekkainen sora, kivimurske ja savi,
- 3) karkea sora tai murske ja moreeni sekä
- 4) vanha tienpinta, sora ja savi tai moreeni.



Näitä käytetään seuraavassa esimerkkeinä eri suhteittamistapoja selittäessä.

### I. Kahden tai kolmen aineen matemaattinen suhteittaminen.

1) Karkean soran tai murskeen ja saven sekoittamishjeet eli valmiiksi lasketut suhteitustulokset on annettu Tvh:n Laboratoriotiedoituksessa N:o 1, sivulla 21, joten esimerkiksi valitaan:

2) Hiekkaisen soran, kivimurskeen ja saven suhteitus. Se tapahtuu matemaattisesti siten, että molempien ensin mainittujen maalajien rakeisuuskäyrät piirretään ensin sellaiselle käyräpohjalle, johon on merkitty ihannealue (huom. kuva 1). Sen jälkeen merkitään soran rakeisuuskäyrä A:lla ja kivimurskeen B:llä ja ryhdytään laskemaan sekoitusprosenttia valitsemalla havaintokohdaksi se käyräpohjan raesuuruus, jonka kohdalla käyrät ovat kaukana toisistaan (eli esimerkkitapauksessa kuvassa 1, 4 mm). Jos meidän on otettava seokseen X % soraa A, niin kivimursketta B on otettava (100 - X) %, ja kuvan tarkkailukohdasta nähdään, että halutussa seoksessa pitäisi rakeisuuskäyrän kulkea ihannealueen pisteen S kautta. Yhtälöstä  $\frac{X A}{100} + \frac{(100-X) B}{100} = S$ , (1)

jossa A on soran läpäisy-% ja B kivimurskeen läpäisy-% tarkkailukohdassa, saadaan seosprosentiksi:

$$X = \frac{S-B}{A-B} \cdot 100 \quad (2)$$

Jos katsellaan kuvaa 1, nähdään, että  $S-B = a$  ja  $A-B = b$ , joten yhtälön ratkaisu saa muodon  $X = \frac{a}{b} \cdot 100$ , (3)

jossa siis a merkitsee halutun seospisteen ja vastaavan kivimurskekäyrän pisteen B välimatkaa ja b sora- ja kivimurskekäyrien vastaava etäisyyttä. Viimeksi mainitun yhtälön (3) avulla saadaan siis, suorittamalla kuvasta yksinkertainen mittaus ja ratkaisemalla lyhyt laskutoimitus, tietää, kuinka monta % soraa on sekoitettava kivimurskeeseen, jotta seoskäyrä kulkisi ihannealueen pisteen S kautta.

Tämä tieto ei kuitenkaan riitä, vaan lisäksi on selvitettävä, minkälaiseksi seoksen raekoostumus tällöin muodostuu eli



laskettava ja piirrettävä seoksen rakeisuuskäyrä. Tämä tapahtuu siten, että käyräpohjalta valitaan muita tarkkailuraekokoja sopivilta etäisyyksiltä (huom. kuva 1), ja jokaisessa tarkkailukohdassa laskeaan edellä esitetyn kaavan (1) mukaan uuden seospisteen S arvo eli paikka, sijoittamalla kaavaan X:n paikalle edellä saatu sekoitus-%, A:n paikalle uuden tarkkailukohdan soran läpäisy-% ( $A_1$ , kuvassa 1) ja B:n paikalle uuden tarkkailukohdan kivimurskeen läpäisy-% ( $B_1$ , kuvassa 1). Täten saadut S:n arvot merkitään kukin kohdalleen käyräpohjalle ja niiden kautta piirretään seoksen rakeisuuskäyrä (katkoviivalla kuvassa 1).

Ellei saatu seoksen käyrä kuljekaakaan tyydyttävästi ihannealueen kautta, yritetään sitä muuttaa siirtämällä ensin valittua seospistettä S ihannealueen puitteissa sellaiseen suuntaan, että koko käyrän kulku muuttuisi edullisemmaksi. Tällöin on koko suhteitus seoskäyrän piirtämiseen aloitettava alusta laskemalla ensin uusi sekoitus-% ja sen avulla uudet seospisteet eri tarkkailukohtiin. Kun seoskäyrä on saatu tyydyttäväksi, suhteitetaan se ja samalle käyräpohjalle piirretty savikäyrä keskenään kerrotulla tavalla, jotta saataisiin tietää sitomiseen mahdollisesti tarvittava savimäärä.

## II. Kahden aineen suhteittaminen ns. suhteituskolmiolla.

Edellä esitettyyn matemaattiseen ratkaisuun perustuen on kehitetty graafisia, jopa suorastaan mekaanisiakin suhteitusmenetelmiä aikaavievien ja virhemahdollisuuksia tarjoavien laskutoimitusten välttämiseksi. Seuraavassa esitetään eräs tällainen menetelmä, jossa apuna käytetään läpinäkyvästä aineesta tehtyä, ns. suhteituskolmiota.

3) Karkean soran tai murskeen ja moreenin suhteitus ns. suhteituskolmio on avulla. Suhteituskolmio on selluloidista, plastiklevystä tai paremman puutteessa läpinäkyvästä paperista tehty, suorakulmainen ja tasakylkinen kolmio, jonka kyljen mitta on yhtä suuri kuin käyräpohjan korkeus eli  $T_{vh}$ :n käyräpohjia käytettäessä 10 cm. Kolmion toinen kateetti on jaettu 10 yhtä suureen osaan ja nämä jakopisteet on yhdistetty kolmion vastakkaisen kulman kärkeen. Kuvassa 2 nähdään tämä kolmio ABC asetettuna käyräpohjalle. ( $T_{vh}$ :n maarakennuslaboratorio on jakanut kaikkien maalajitarkkailupaikkojensa käyt...



töön ko. kolmiot).

Kahden maalajin suhteittaminen yllä mainitun kolmion avulla tapahtuu seuraavasti:

a) Sekoitusprosentin määrittäminen.

Suhteitettavien maalajien rakeisuuskäyrät piirretään käyräpohjalle, johon on merkitty myös haluttu ihannealue. Sitten valitaan joku raekoko (0.125 mm, kuvassa 2) tarkkailukohteeksi ja merkitään tämän raekoon kohdalle ihannealueelle piste (F), jonka kautta seoskäyrän halutaan kulkevan. Asetetaan sitten suhteituskolmio käyräpohjan päälle kuvan 2 osoittamalla tavalla. Kolmion sivun AB täytyy siis olla yhdensuuntainen käyräpohjan vaakasuorien viivojen kanssa. Kolmion sivun AB pitää lisäksi kulkea alemman käyrän valittua raesuuruutta vastaavan (läpäisy-%) pisteen (E) kautta ja kolmion sivun AC ylemmän käyrän vastaavan pisteen (G) kautta. Kun kolmio on paikallaan, katsotaan, mikä kolmioon merkitty viiva kulkee ihannealueelle valitun pisteen (F) kautta ja seurataan tätä viivaa kolmion oikealle kyljelle, mistä viivan päätepisteen (D) kohdalta voidaan lukea etsitty sekoitus-%. Kun kolmion oikeaan kylkeen merkityt prosenttiluvut kasvavat ylöspäin, merkitsevät ne sitä %-määrää, mikä ylemmän käyrän edustama ainesta on otettava, jotta saataisiin haluttu sekoitus.

b) Seoskäyrän piirtäminen.

Seoskäyrän piirtämiseksi siirretään suhteituskolmiota ensin käyräpohjalla vaakasuoraan suuntaan ja asetetaan siten, että kolmion kyljet leikkaavat rakeisuuskäyrät uudessa tarkkailukohteessa eli jotakin toista raekokoa vastaavan pystysuoran viivan kohdalla. Sitten seurataan, missä pisteessä edellä löydetyistä seos-%:sta kolmion vasempaan kärkeen kulkeva suora leikkaa uudeksi tarkkailukohteeksi valittua raekokoa vastaavan pystysuoran viivan. Tätä leikkauspistettä vastaava läpäisy-% merkitään käyräpohjalle kynällä ja siirrytään seuraavaan raekokoon, missä seospisteen lukeminen ja merkitseminen uusitaan samalla tavalla. Saadut pisteet yhdistetään sitten etsityn seoksen rakeisuuskäyräksi. Jos käyrä ei ole tyydyttävä, menettellään samoin kuin matemaattisessakin suhteittamisessa, eli määrätään uusi sekoitus-% valitsemalla piste F toiselta korkeudelta ihannealueen puitteissa.



### III. Kolmen aineen suhteittaminen Feret'n kolmion avulla.

Feret'n kolmio on tasasivuinen kolmio, jossa jokainen sivu on jaettu 100 yhtä suureen osaan, ja jokopisteet on yhdistetty kaikkien sivujen suuntaisilla suorilla (kuva 3). Jokainen maalaji voidaan merkitä tälle kolmiolle sen raakoostumusta vastaavalle kohdalle yhdellä pisteellä edellyttäen, että aines on seulottu vähintään kolmen seulan (0.125, 2.0 ja 20 mm) läpi tai, että maalajista on tehty seulontakäyrä, josta voidaan laskea, kuinka monta % (laskettuna 20mm:n seulan läpäisevästä aineksesta) se sisältää raesuuruudeltaan alle 0.125 mm:n, 0.125 - 2.0 mm:n ja 2.0 - 20 mm:n lajitteita. Merkintä kolmioon tapahtuu siten, että saadut kolme prosenttilukua sijoitetaan kukin paikalleen omalle kolmion sivulle ja katsotaan, missä näistä pisteistä kolmion sisään lähtevät suorat leikkaavat toisensa. Tämä leikkauspiste edustaa ko. maalajin kokoomusta ja markitään sen tunnuksella.

4) Vanhan tienpinta-aineksen, soran ja saven tai moreenin suhteittaminen Feret'n kolmiolla tapahtuu siten, että kaikkia kolmea ainesta vastaavat pisteet merkitään ensin kolmioon yllä mainitulla tavalla. Sitten yhdistetään kaksi pisteistä (soraa A ja tienpintaa B kuvaavat) toisiinsa suoralla (kuvat 3a ja 3b). Näistä kahdesta aineksesta voidaan saada suhteittamalla kaikkia sellaisia seoksia, joita vastaavat pisteet sijaitsevat tällä yhdistysjanalla AB. Jos siis tämä yhdistysjana kulkee kolmiolle merkityn ihannenisteen (D) kautta tai leikkaa sen ympärille varjostettua ihannealuetta tai ihannealueella olevaa ihannesuoraa (suunnikkeen halkaisija), ei kolmatta ainetta tarvitakaan, vaan haluttuun kokoomukseen päästään ko. kahden aineen seoksella (kuva 3a). Sekoitussuhde saadaan siten, että ensin mitataan millimetrimitalla maalajeja (A ja B) kuvaavien pisteitten etäisyys, jota merkittäköön b:llä (kuva 3a) ja sitten ihannealueen pisteen (E) etäisyys toista maalajia kuvaavasta (esim. B) pisteestä, jota merkittäköön a:lla. Sen jälkeen lasketaan sekoitus-% näitä mittoja hyväksi käyttämällä seuraavasti:

$$\text{maalajia A tarvitaan } \frac{a}{b} \cdot 100 \% \quad (4)$$

$$\text{"-"} \quad \text{B} \quad \text{"-"} \quad 100 \left( 1 - \frac{a}{b} \right) \% \quad (5)$$



Ellei edellä piirretty jana AB kulje ihannealueen kautta, katsotaan voidaanko kolmatta ainetta ( C, savea tai moreenia) sekottamalla saada aikaan ihanneainesta. Tämä on mahdollista vain siinä tapauksessa, että ihannepiste jää sen kolmion (ABC) sisään, joka saadaan, kun kaikkia kolmea ainetta kuvaavat pisteet yhdistetään ( kuva 3b ). Oletetaan, että asianlaita on näin. Suhteittaminen alkaa tällöin siten, että ensin yhdistetään esimerkissämme soraa ja tienpintaa edustavat pisteet (A ja B) toisiinsa suoralla. Sen jälkeen vedetään savea tai moreenia kuvaavasta pisteestä (C) suora ihannepisteeseen ( D) kautta, kunnes se leikkaa edellä piirretyn yhdistysjanan AB. Leikkauspistettä merkittäköön E:llä. Sitten lasketaan edellä esitettyjen ohjeiden ja kaavojen (4) ja (5) avulla, missä määräsuhteissa tienpinta-ainesta (B) ja soraa (A) on sekoitettava, jotta saataisiin pistettä E vastaava seos. Sen jälkeen lasketaan samojen ohjeiden ja kaavojen avulla, missä määräsuhteessa tätä seosta (E) ja savea tai moreenia (C) on sekoitettava, jotta saataisiin ihanneainesta (D). Kysymyksessä on siis kaksi kertaa peräkkäin tapahtuva kahden aineen suhteittaminen. Jos tuloksena ensimmäisestä suhteittamisesta saadaan, että ainesta A tarvitaan a % ja soraa (B) b %, ja toisesta suhteittamisesta, että savea tai moreenia (C) tarvitaan c % ja tienpinta-aineen (E) ja soran (A) seosta (E) (100-c) %, saadaan lopullisen ihanneseoksen kokoonukseksi:

$$\text{ainesta A eli soraa} \quad \frac{a (100-c)}{100} \%$$

$$\text{ainesta B eli tienpintaa} \quad \frac{b (100-c)}{100} \%$$

$$\text{ainesta C eli savea tai moreenia} \quad c \%$$

Kuvassa 3 esitettyyn Feret'n kolmioon on varjostamalla merkitty soratien kulutuskerroksen ihannekokoomus ja tämän varjostetun suunnikkaan lävistäjä kuvaa tiiviiksi pakkautuvaa, hyvää raakoostumusta, kun taas ihannepisteestä etäimpänä olevat suunnikkaan nurkat kuvaavat laadultaan huonointa ja epäedullisinta ihannekokoomuksen puitteisiin sopivaa ainesta. Jos siis suhteittamista ei pystytä suorittamaan ihannepisteeseen (D), on se pyrittävä suorittamaan tälle lävistäjäviivalle.

Käytettäessä Feret'n kolmiota suhteittamiseen saadaan lopputuloksena selville ne sekoitussuhteet, joita käyttämällä seoksen



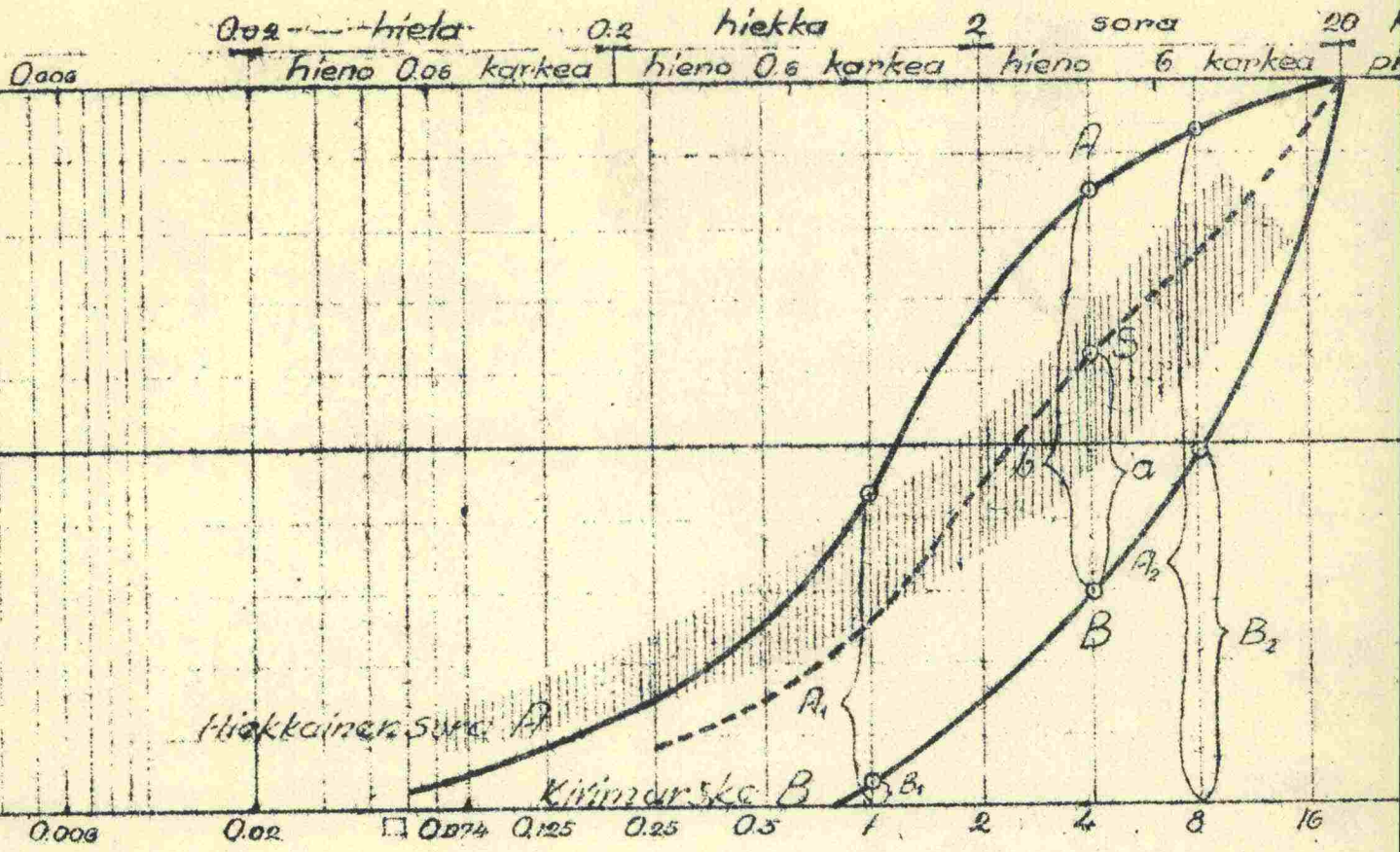
kokoomus sattuu normaalin käyräpohjan ihannealueelle raesuuruuksia 0.125 ja 2.0 mm vastaavilla kohdilla. Ei ole sensijaan ollenkaan varmaa, noudattako seoksen rakeisuuskäyrä ihannealuetta näiden raesuuruuksien välillä tai ulkopuolella. Sen vuoksi voidaan sekoitussuhteitten selvillesaamisen jälkeen laskea, miten seoskäyrä kulkee, ja piirtää se normaalille käyräpohjalle, mikäli alkuperäisten aineitten rakeisuuskäyrät ovat käytettävissä. Laskeminen tapahtuu matemaattisen suhteituksen yhteydessä esitettyjen ohjeitten mukaan käyttäen seuraavaa kaavan (1) laajennettua muotoa:

$$\frac{a A}{100} + \frac{b B}{100} + \frac{c C}{100} = S, \quad (6)$$

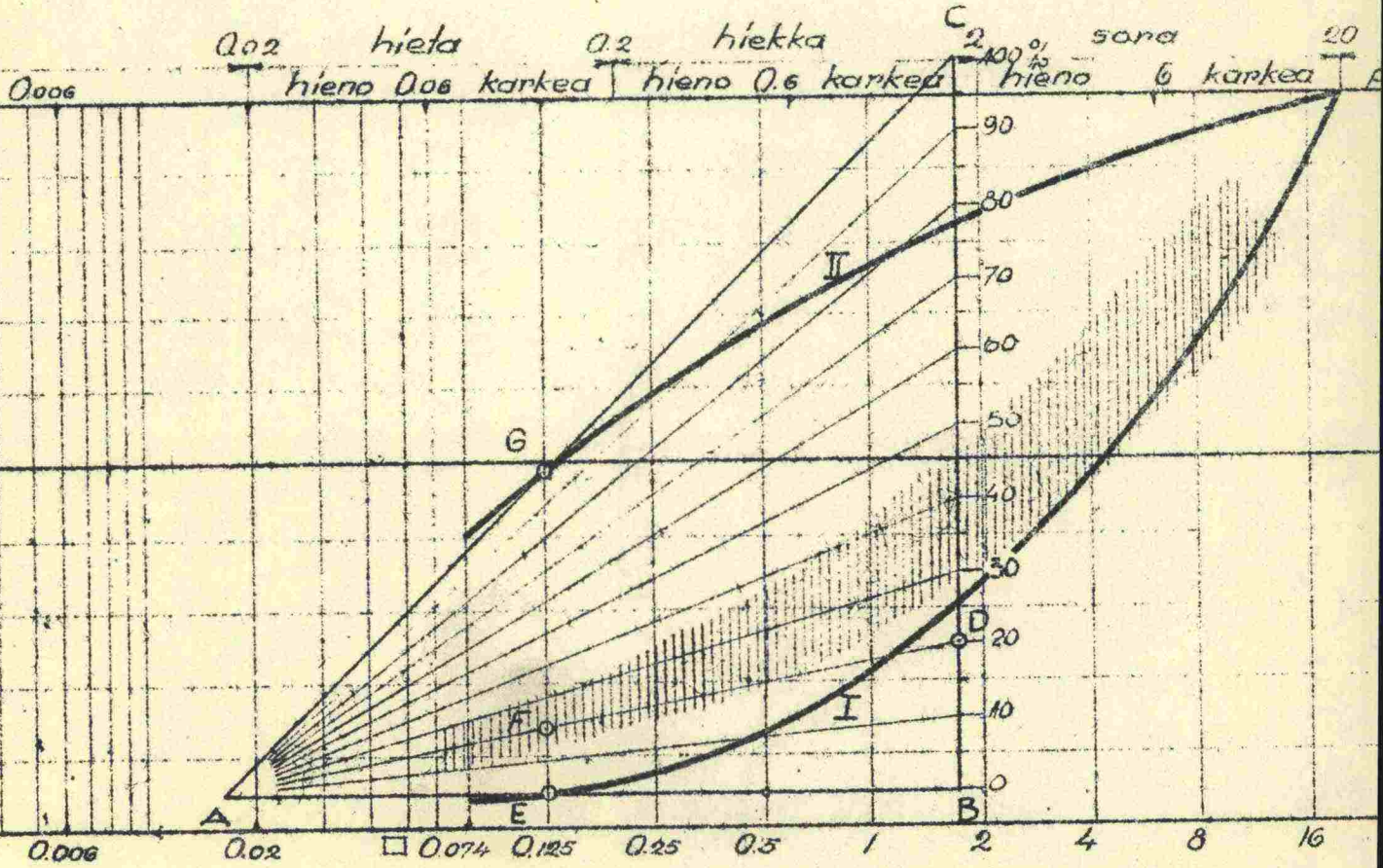
missä a, b ja c ovat Feret'n kolmion avulla saadut, ainesten sekoitusprosentit ja A, B ja C vastaavista rakeisuuskäyristä saatevat läpäisyprosentit laskettavana olevassa raesuuruuskohdassa.



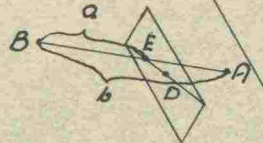
1.



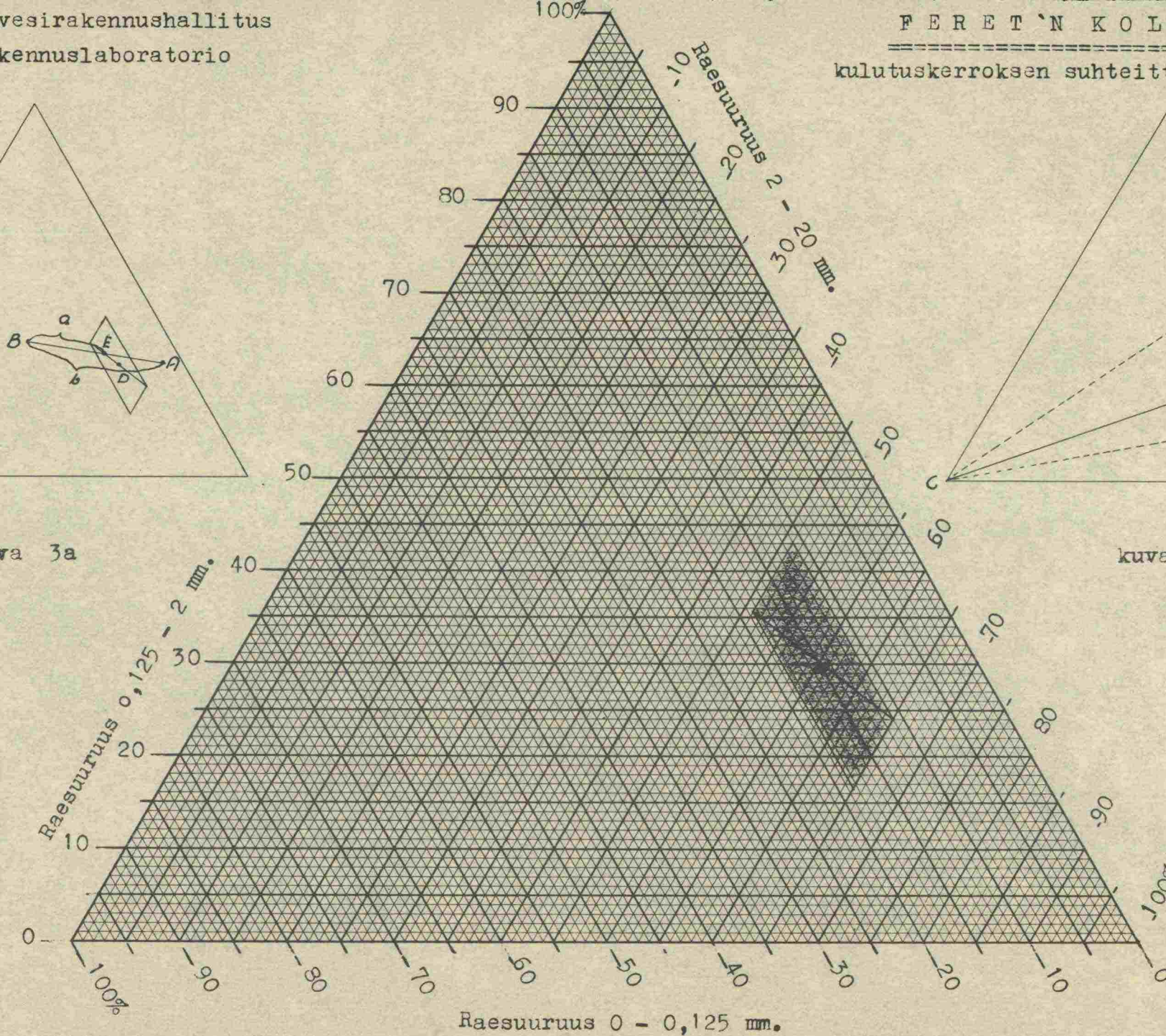
2.







kuva 3a



kuva 3b

Kuva 3



TVH:n maarakennuslaboratorio 5.11.1952.

Saviorakulutuskerroksen korjaamiseen ja valmistamiseen tarvittavat ainesmäärät.

Teiden kulutuskerroksen sitominen savella on pyrittävä suorittamaan mahdollisimman tarkasti ja huolellisesti, jotta välttyttäisiin etenkin kosteina syksyinä liian savisilta teiltä. Sentähden annetaan seuraavassa sekä taulukon että nomogrammien muodossa ohjeet kilometriä kohden tarvittavien oikeiden savi- ja soramäärien laskemisen helpottamiseksi.

Vanhan kulutuskerroksen saviorasuhteen korjaaminen edellyttää, että tien pinnasta otetaan sellainen näyte, joka kuvaa mahdollisimman tarkoin muokatessa irtilähtevää maa-ainesta (paras näyte saadaan luonnollisesti höyläyksen yhteydessä). Näyte pestään ja seulotaan. Kyseessä olevien ohjeiden käyttöä varten tarvitsee seulontatuloksista tietää ainoastaan montako painoprosenttia näytteestä läpäisee ~~0,125~~ 0,125 mm:n seulan. Seuraavana tehtävänä on arvostella keskimääräinen muokkausvyvyys. Edullisissa tapauksissa se lienee n. 2 cm, mutta useinkin voivat erilaiset seikat (tienpinta kova ja höylä kevyt tai kulutuskerrosta jäljellä vähemmän kuin 2 cm) vaikuttaa siten, että muokkausvyvyys on pienempi. Taulukko on laadittu 1 ja 2 cm:n muokkausvyvyyksille, mutta nomogrammi ainoastaan 2 cm:lle, joten nomogrammin antamista arvoista on otettava puolet, jos muokkausvyvyys on 1 cm.

Haluttaessa lisätä kulutuskerroksen paksuutta enemmän kuin vanhan kulutuskerroksen saviorasuhteen korjaaminen edellyttää, ajetaan tielle korjausmateriaalin lisäksi savea ja soraa tilavuussuhteessa 1:4. Nomogrammia käytettäessä saadaan tietää paljonko tarvitaan savea ja soraa määrävahvuisen kulutuskerroksen valmistamiseen.

Taulukon käyttöesimerkki: 5 m leveällä tiellä on kulutuskerrosta jäljellä enää keskimäärin 1 cm. Pesu + kuivaseulonta osoitti 0,125 mm:n seulan läpäisevää ainesta olevan vanhassa kulutuskerroksessa 9 paino-%. Taulukosta nähdään, että saviora-



suhteen korjaaminen edellyttää savea  $6 \text{ m}^3/\text{km}$ . Koska vanha kulutuskerros on kovin ohut, lisätään vielä savea ja soraa tilavuussuhteessa 1:4, esim. savea  $10 \text{ m}^3/\text{km}$  ja soraa  $40 \text{ m}^3/\text{km}$ . Tielle ajetaan siis yhteensä savea  $16 \text{ m}^3/\text{km}$  ja soraa  $40 \text{ m}^3/\text{km}$ .

Nomogrammien käyttöesimerkki (sama tapaus kuin edellä): Vasemmanpuoleisen nomogrammin alareunasta löytyy läpäisyprosentit 5-15 (yläreunasta 15-25). 9 prosentin kohdalta siirrytään kohtisuoraan ylös aina 5 m:n tienleveyttä osoittavaan suoraan saakka, missä käännetään vaakasuoraan vasemmalle ja luetaan nomogrammin reunasta tarvittava savimäärä. K.o. tapauksessa saadaan  $11,6 \text{ m}^3/\text{km}$ , mutta kun muokkausvyvyys on vain 1 cm, on saatu arvo jaettava kahdella. Saadaan siis  $5,8 \text{ m}^3/\text{km}$ . Jos täten saadun korjatun kulutuskerroksen lisäksi halutaan 1 cm uutta kulutuskerrosta, saadaan oikeanpuoleisesta nomogrammista tarvittavaksi savimääräksi  $12,5 \text{ m}^3/\text{km}$  ja soramääräksi  $50 \text{ m}^3/\text{km}$ . Yhteensä tarvitaan siis savea  $18 \text{ m}^3/\text{km}$  ja soraa  $50 \text{ m}^3/\text{km}$ .

Kaikki ohjeissa ilmoitetut tilavuusmitat tarkoittavat löysämä (kuormattuna) mitattuja tilavuuksia. Lisäksi edellytetään, että käytettävät ainekset, sora ja savi, on tutkittu piirin maalajitarkkailupai-kassa ja todettu laadultaan hyväksi, ja että tienpinta ei ole kovin hiekkainen.

Jos tienpinta on hyvin hiekkaista tarvitaan sen sitomiseen usein jonkinverran enemmän savea kuin mitä oheista taulukkoa tai nomogrammia käyttämällä saadaan. Hyvin hiekkaista tienpintaa ei ole kuitenkaan edullista korjata vain saveamalla, sillä siitä kärsii luonnollisesti ajoradan kantavuus, mikä on vaarallista etenkin kosteina vuodenaikoina. Sen vuoksi onkin tällainen tienpinta korjattava lisäämällä karkeata soraa, murskesoraa tai mursketta ja vastaava määrä savea.



Vanhan kulutuskerroksen suhteituksen korjaamiseen tarvittavat savi- ja soramäärät m<sup>3</sup>/km (Tilavuudet mitataan kuormasta).

Jos kulutuskerroksen paksuutta halutaan lisätä enemmän kuin mitä suhteituksen korjaamisen vuoksi on tarpeellista, lisätään taalu-  
kosta saatavaan savi- tai soramäärään savea ja soraa tilavuus-  
suhteessa 1:4.

tiessä olevan # 0,125 mm hie- nomman aineksen määrä painopro- sentteina	lisättävä	Muokkaussyvyys = 1 cm					muokkaussyvyys = 2 cm				
		tien leveys (m)					tien leveys (m)				
		4	5	6	7	8	4	5	6	7	8
6	savea (m <sup>3</sup> /km)	7	9	11	13	14	14	18	22	25	29
7		6	8	10	11	13	13	16	19	23	26
8		6	7	8	10	11	11	14	17	20	23
9		5	6	7	8	10	10	12	14	17	19
10		4	5	6	7	8	8	10	12	14	16
11		3	4	5	6	6	6	8	10	11	13
12		2	3	4	4	5	5	6	7	8	10
13		2	2	2	3	3	3	4	5	5	6
14		1	1	1	1	2	2	2	2	3	3
15		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	soriaa (m <sup>3</sup> /km)	3	4	5	6	6	6	8	9	11	13
17		6	8	9	11	13	13	16	19	22	25
18		9	12	14	17	19	19	24	28	33	38
19		13	16	19	22	25	25	31	38	44	50
20		16	20	24	27	31	31	39	47	55	63
21		19	24	28	33	38	38	48	56	66	75
22		22	27	33	38	44	44	55	66	77	88
23		25	31	38	44	50	50	63	75	88	100
24		28	35	42	49	57	57	71	85	99	113
25		31	39	47	55	63	63	78	94	110	125

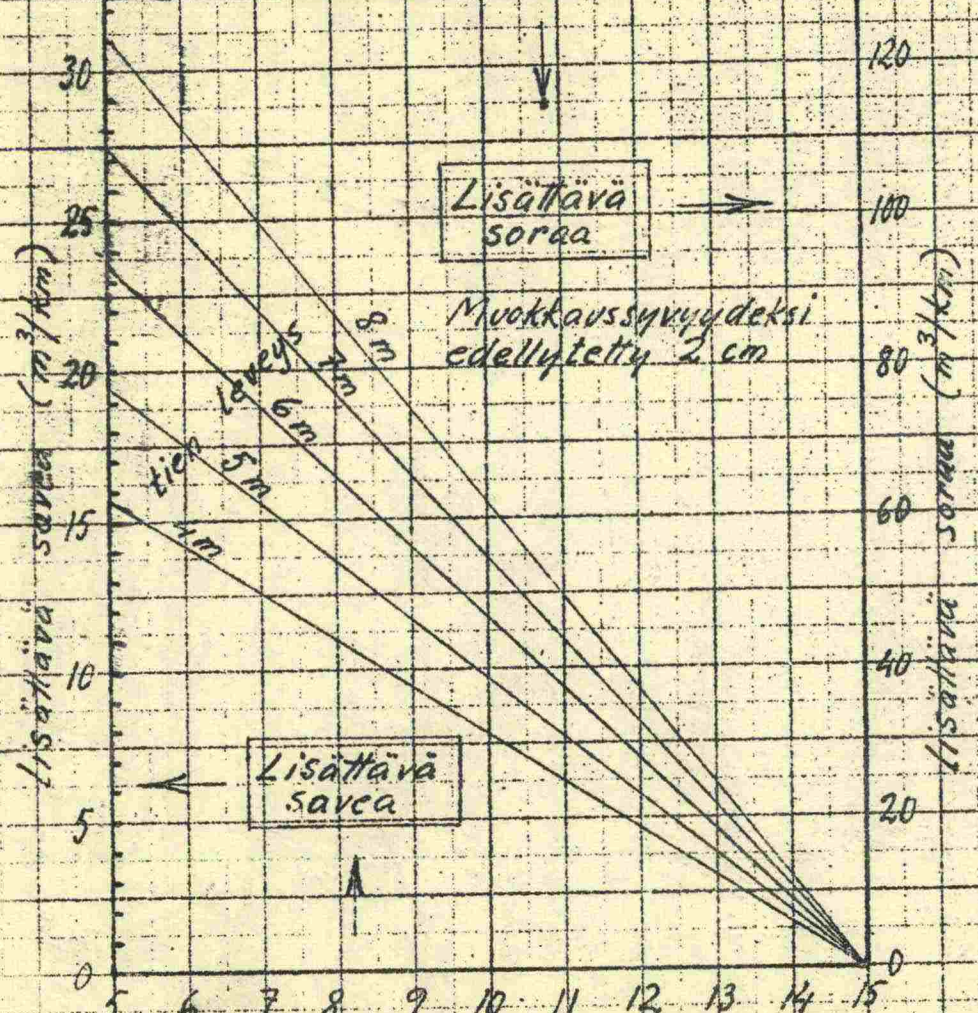


TVII:n laboratorion ehdottamat nomogrammit savisorakulutuskerroksen kunnossapitoa ja valmistamista varten

Vanhan kulutuskerroksen savisora-suhteen korjaaminen:

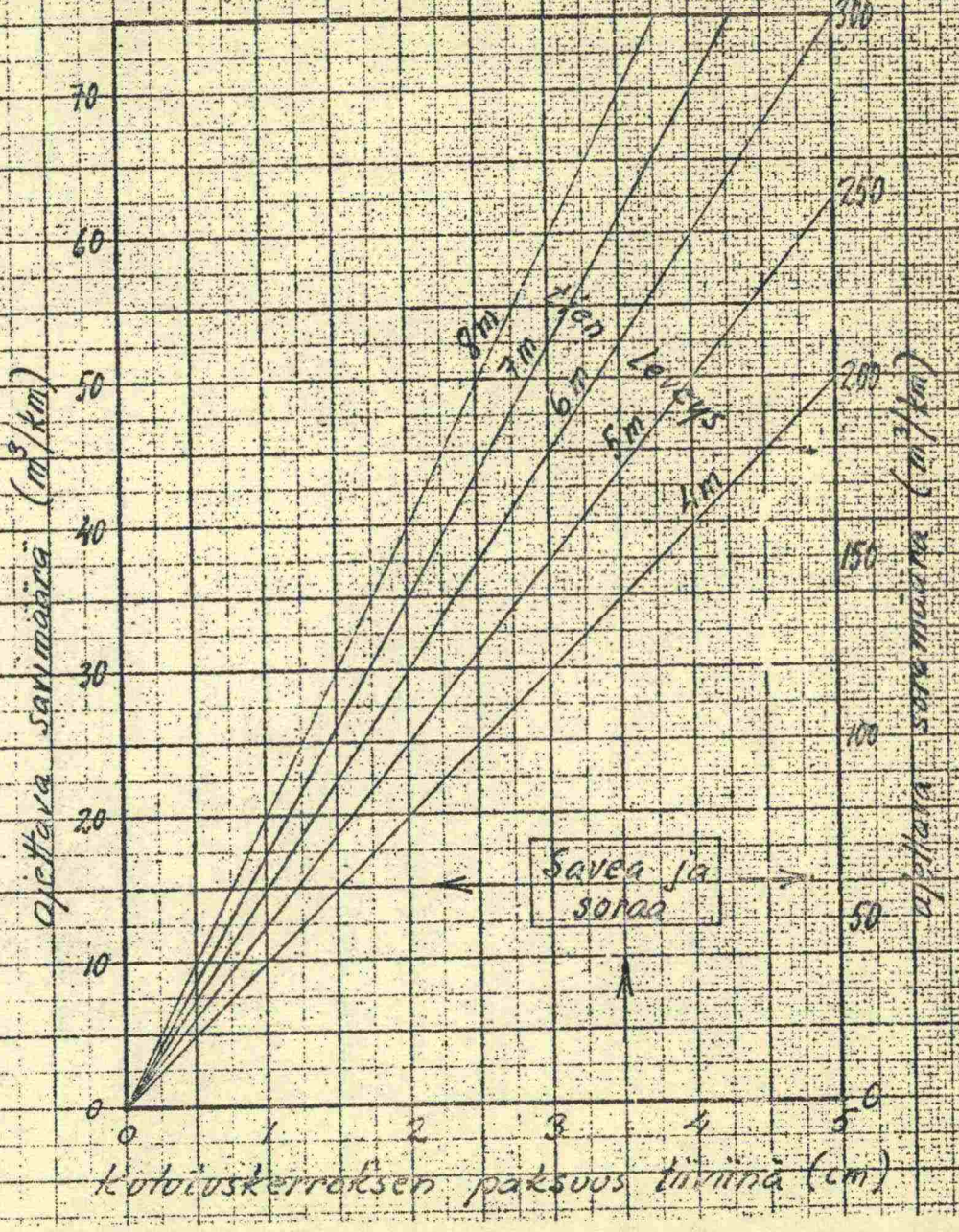
Vanhassa tiepinnassa # 0,125 mm:n seulan läpäisevää ainesta (paino-%)

25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15



Vanhassa tienpinnassa # 0,125 mm:n seulan läpäisevää ainesta (paino-%)

Uuden kulutuskerroksen valmistaminen:





## Yksinkertaisia savitutkimusmenetelmiä.

Hienojakoisten maalajien routivuusasteen ja sitovuuden silmämääräinen arvioiminen kentällä riittävällä tarkkuudella on mahdotonta. Sideaine- ja pohjamaanäytteet on siis yleensä lähetettävä maalajitarkkailupaikkaan laboratoriotutkimusta varten. Seuraavassa esitetään kuitenkin eräitä yksinkertaisia kenttätutkimusmenetelmiä, joiden perusteella voidaan jossain tapauksissa rajoittaa laboratoriotutkimukseen lähetettävien näytteiden määrää jättämällä pois tyypillisiä hieta- ja hiesmaalajeja.

### 1) Esikäsitteleminen

Yksinkertaiset kenttäkokeet tehdään muovailukosteasta "savesta" eli savesta, joka on sellaisessa tilassa, että se ei juuri ja juuri tartu käsiin sitä puristettaessa tai kun sillä kosketetaan kuivaa käden selkää. Saven täytyy kuitenkin olla niin märkää, että se etusormen ja peukalon välissä ohueksi levyksi puristettaessa jonkin verran tarttuu puristavaan sormeen. Jos tutkittava luonnontilainen savi on liian märkää on sen annettava hiukan kuivaa esim. paperin päällä, ja jos se on liian kuivaa, on siihen lisättävä vettä ja samalla muokattava <sup>siitä</sup> käsissä tai laastaimella laakeassa sekoitusastiassa.

### 2) Kuivumiskutistuman määrääminen.

Esikäsitteilyn kautta saatua muovailukosteata savitaikinaa otetaan välittömästi sen valmistuttua (ennenkuin se siis on ehtinyt kuivua) n. 100 g eli puolen nyrkin kokoinen pala ja siitä muovaillaan, kun se ensin on puristettu käsissä yhtenäiseksi palloksi, joko kostutetussa puu- tai metallimuotissa tai käsissä tulitikkulaatikon muotoiseksi prismaksi, jonka mitat ovat: pituus n. 8 cm, leveys n. 3 cm ja paksuus n. 2 cm. Prisma asetetaan lappelleen pehmeälle paperille tasaiselle alustalle ja sen yläpinta tasoitetaan esim. veitsellä tai laastaimella. Sen jälkeen pistetään tasaiseen pintaan työntömitan terillä kaksi pientä merkkiparia 60 mm:n merkkivälillä. Tähän työvaiheeseen muovailukostean saven ottamisesta aina merkkien pistämiseen saakka saa kulua aikaa korkeintaan 5 min. Merkkien pistämisen jälkeen ei saviprismaan saa lainkaan koskea, vaan on sen annettava kuivua paikallaan vähintään 1 vrk,



minkä jälkeen merkkien väli mitataan työntömitalla 0,1 mm:n tarkkuudella ja lasketaan kutistumisprosentti.

Jos kuivumiskutistuma on alle 4 % on ko. maalajia yleensä pidettävä routivana ja sopimattoman kulutuskerroksen sideaineeksi. Jos taas kutistuminen on 4-7 %, on kysymyksessä yllämainittuun tarkoitukseen kelpaava savi ja kutistuman ollessa yli 7 %, on savi hyvää.

### 3) Jauheisuuskoe.

Jos kuivatun savikappaleen sileätä pintaa hierottaessa sormi ja kappaleen pinta jauheentuvat selvästi, on kysymyksessä tien kulutuskerroksen sitomiseen sopimaton maalaji (eli useimmiten erittäin routiva hiesu). Tarkoitukseen kelpaavan saven pinta jauheentuu vähän tai ei ollenkaan, saattaapa erittäin hyvän saven pinta tulla rasvaisen kiiltäväksikin.

Jos kuivaa maalajikokkareta puristetaan lieväst hiertäen etu- ja keskisormen välissä ja kokkare särkyä tällöin tarttuvaksi vaaleaksi jauheeksi, jossa yksityisiä hiukkasia ei paljaalla silmällä erota, on kysymyksessä todennäköisesti hiesu tai hieno hieta. Jos taas jauheessa voidaan erottaa joukko erillisiä rakeita, on kysymyksessä todennäköisesti hietainen hiesu. Jos taas kokkareta ei voi hiertämällä sormien välissä puristaa jauhoksi, vaan se jää osittain tai kokonaan koviksi siruiksi, on maalaji todennäköisesti savea ja sitä lihavampaa (vähemmän routivaa ja sitovampaa) mitä vähemmän jauhetta irtoaa.

### 4) Kierityskoe

Otetaan pikkusormen pään kokoinen palanen esikäsitteilyn avulla saatua muovailukosteata savea ja pyöritetään sitä kuivalla paperilla tassisella alustalla rihmaksi. Rihman venyessä yli 4 cm heitetään ylimäärä pois ja jatketaan lyhyen rihman pyörittämistä, kunnes rihma alkaa kuivuuttaan katkeilla. Verrataan siten saadun rihman paksuutta eri paksuisista rautalangoista tehtyyn asteikkoon tai mitataan rihman paksuus työntömitalla ja ilmoitetaan ~~saadun rihman paksuus~~ millimetreissä yhden kymmenesosan tarkkuudella. Kierityskokeen avulla voidaan jo kenttäolosuhteissa saada jonkinlainen käsitys saven laadusta. Mikäli ei saada 2 mm:n vahvuista lankaa kieritetyksi, ei näytettä kannata lähettää laboratorioon sideaineena tutkittavaksi. Juuri ja juuri sideaineeksi kelpaavasta savesta saadaan keskimäärin  $\varnothing$  1,7 mm:n ja parhaista savista



jopa  $\emptyset$  alle 1 mm:n lanka.

#### 5) Hiesukoe (Kuohusavikoe)

Otetaan muovailukosteata maalajia noin kananmunan kokoinen kimpale ja tartutaan siihen sekä vasemman että oikean käden etusormella ja peukalolla ja täristetään näytettä kiivaasti. Jos näyte tulee tällöin ulostihkuvasta vedestä kiiltäväpintaiseksi ja alkaa valua kuin sitkeä puuro, on se hiesua tai hiesuista hietaa (kuohusavea), ja siis erittäin routivaa, eikä se kelpaa tienpinnan sitomiseen. Jos täristämisen yhteydessä kosteudessa kiiltäväksi tullutta pintaa painetaan sormella, muuttuu se jälleen himmeäksi. Ellei edellä mainittuja ilmiöitä täristetäessä tapahdu on näyte todennäköisesti savea.

Kuten tämän kirjoituksen alussa jo mainittiin, ovat edelläkäsitteltyt yksinkertaiset kenttäkokeet epäluotettavia ja vain siinä tapauksessa, että ne kaikki osoittavat saman maalajin hiesuksi tai saveksi, voidaan niiden perusteella suorittaa karkea luokitus.