

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

Maarakennuslaboratorio

LABORATORIOTIEDOITUS

N:o 4

Alkusanat	1
Pääpiirteitä maaperämme rakenteesta ja tierakennusaineiksi kelpaavien maalajien etsintäperusteista	3
Roudasta ja routivuusluokituksesta	7
Tietutkimukseen liittyvät maalajitutkimusohjeet	13
Pehmeikköjen kantavuuden alustava tutkiminen	18

Helsinki

15. 5. 1953

8377

14



Alkusanat

Tie- ja vesirakennushallituksen toimesta laadittiin ja vahvistettiin v. 1939 Maaperäntutkimusohjeet, jotka käsittävät maalajiluokituksen, kairaus- ja näytteenotto-ohjeet ja pliktausohjeet. Kuluneen 14 vuoden aikana on luonnollisesti kuitenkin kehitys mennyt eteenpäin ja yllämainitut ohjeet ovat sen vuoksi eräiltä osiltaan vanhentuneet, ja uusia maaperäntutkimuksessa huomioon otettavia näkökohtia on ilmaantunut, mitkä seikat ovat pakottaneet vähitellen uusimaan nämä ohjeet. Tvh:n maarakennuslaboratorio on suorittanut tätä uusimistyötä ja antanut sen tuloksista tiedot Laboratoriotiedoitustensa eri numeroissa. Niinpä julkaistiin Laboratoriotiedoitusten viime numerossa (№3:ssa) rakennusteknillinen maalajiluokitus ja numerossa 2 uudet näytteenotto-ohjeet. Viimemainittuja täydennetään tässä numerossa samalla kuin esitetään vanhat pliktausohjeet vain vähän muutettuina. Tämän jälkeen voidaan siis jättää v. 1939 vahvistetut maaperäntutkimusohjeet pois käytännöstä ja noudattaa Tvh:n Laboratoriotiedoitusten antamia ohjeita, kuten Tvh on virallisessa kirjeessään määrännyt.

Laboratoriotiedoitusten seuraava numero ilmestyy maarakennuslaboratorion kenttätökauden johdosta vasta myöhään ensi syksynä. Tämän numeron laatijat U. Soveri, E. Hilpi ja R. Orama ovat käyttäneet apunaan alla lueteltuja lähdekirjoja.

Kirjallisuusluettelo

1. Bendel, L., 1950. Die Felduntersuchungen im Strassenbau. - Strasse und Verkehr, 36, s. 146.
2. Beskow, G., 1930, Erdfliessen und Strukturböden der Hochgebirge im Licht der Frosthebung. - Geol. För. i Stockholm Förhandl., 52, s. 622.
3. Beskow, G., 1935. Tjälbildningen och tjällyftningen. - Statens Väginstitut, Meddelande 48.
4. Beskow, G., 1936. Die Eisbildung im Strassenuntergrund. - Schriftenreihe 3, der "Strasse".
5. Casagrande, A., 1936. Neue Ergebnisse der Untergrundforschung. - Schriftenreihe 3, der "Strasse".
6. Croney, D., 1949. Some cases of frostdamage to roads. - Road Research Road Note № 8.

7. Dücker, A., 1951. Einfache Erkennungsverfahren zur Bestimmung der Frostempfindlichkeit des Strassenuntergrundes. - Strasse und Autobahn, 2, s. 380.
8. Jakobson, B., 1946. Kortfattat kompendium i geoteknik. - Statens geotekniska institut, Meddelande Nr. 1.
9. Johnson, A.W., 1952. Frost action in roads and airfields. - Highway Research Board, Spec. Report N° 1.
10. Kaitera, P. ja Helenelund, K. V., 1947. Roudan syvyydestä ja sen vaikutuksesta rakennusperustusten sekä vesi- ja likavesijohtojen syvyyteen. - Tekn. Aikakauslehti, 37, s. 390.
11. Kokkonen, P., 1944, Roudasta ja sen merkityksestä. - Suomalainen tiedeakat., Esitelmät ja pöytäkirjat 1944, s. 135.
12. Olhagen, A., 1950, Utförande av markundersökning. - Kurs i jordartskänedom, Brev 6.
13. Rahikainen, V., 1952, Rakennusmiehen maastutkimusopas. - Helsinki.
14. Sowers, G.B. ja Sowers, G.F., 1951. Soil mechanics and foundations. - New York.
15. Tie- ja vesirakennushallituksen maaperän tutkimusohjeet, 1939.

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 laatuksia maalajiesiintymiä sekä ennakolta arvioimaan kaivaustöissä paljastumaan tulevien maalajien laatua ja ominaisuuksia. Seuraavassa esitetään aivan lyhyesti yleisiä tietoja maaperämme rakenteesta.

Irtaimet maalajit lepäävät maassamme kalliopohjalla. Kalliopohja on siis aina löydettävissä ja se on laadultaan kovaa ja kulutusta kestävä lukuunottamatta eräitä alueita Oulunjoen laaksossa ja Lapis- sa sekä Ahvenanmaan, Laitilan ja Viipurin rapakivialueilla. Ensimmäi- 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. (Mannerjäätikön 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 notkalmisissa (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 lajittelemat 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 syntytavastaan johtuen materiaali hienoista aineksista puhtaaksi peseytynyttä, ja yksityiset rakeet samoinkuin kivetkin ovat pyöristyneitä. Sora on harjun laella normaalitapauksessa karkeinta muuttuen liepeisiin päin hienommaksi eli hiekkaiseksi, hiekkaksi, 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 hiekillä. Täten ovat syntyneet soraharjujen liepeissä usein tavattavat "savisöörit". Harjusoran pinnassa on usein ohuehko kerros pyöristyneistä 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 sitävästoin 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 hiekillä. 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:

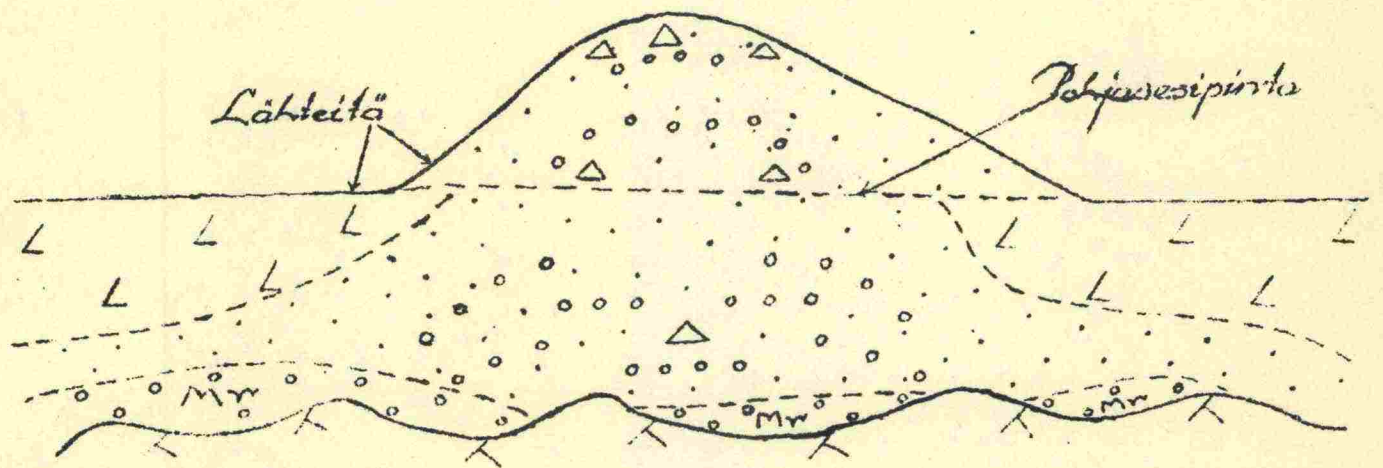
1. Mäntymetsää, pohjakasvillisuus jäkälää, puolukkaa ja kanervaa. Vettä ei näy ojissa. Maalaji soraa tai hiekkaa, pohjavesi syväällä.

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

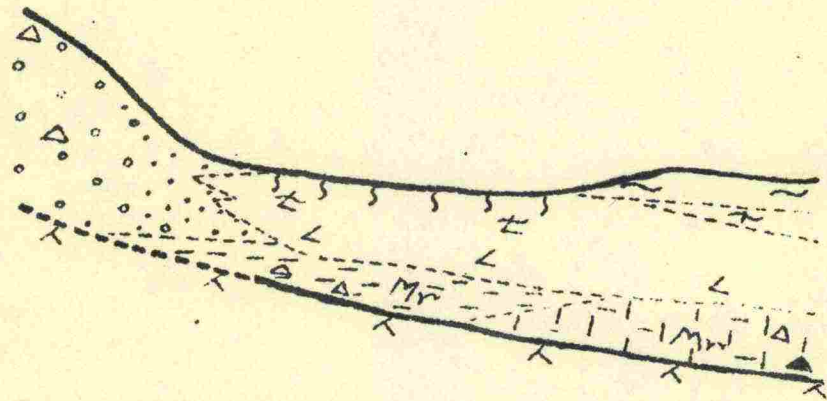
3. Kuusimetsää pääasiallisesti ja pohjakasvillisuutena mustikkaa, karhunsammalta ja saniaista, vettä ojissa ja kuopissa sateen jälkeen. Maaperä tavallisesti moreenia tai hietaa ja pohjavesi lähempänä pintaa.

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.



Pitkittäisharjuna yleisen poikkiteikkauksen 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)

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 hiekanottopaikoissa 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.^{x)} Maa siis yleensä tällöin vain kovettuu routaantuessaan.

Kerrosroudalle ovat ominaisia vaakasuorat jääkerrokset ja linsit, 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 tyypistä routaa tavataan pääasiallisesti hieno hieta-, hiesu- ja savimaisessa sekä hieta- ja hiesumoreeneissa. Kerrosrouta saa usein aikaan maanpinnan kohoamista eli n.s. routakohoumia.

Tämän, tekniikan kannalta tärkeimmän, kerrosroudän syntymisen oleellisin perussyö on se, että hienoissa kapillaariputkissa eli riittävän hienojakoisen maalajin huokosissa olevan veden jäätymispiste on huomattavasti alempi kuin vapaan veden jäätymispiste, koska vesi on tällöin niin lujasti sitoutunut maahiukkasien ympärille, ettei se irtoa jääkiteen muodostumista varten veden varsinaisessa jäätymispisteessä. 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 jäätyä k.o. lämpötilassa ja tällöin alkaa jäälinssin tai jääkerroksen syntyminen ja kasvaminen siten, että jäätävään kohtaan imeytyy uutta vettä alhaalta veden välittämänä 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 laskeessa edelleen alkaa seuraava jääkerros syntyä syvempänä sellaisessa kohdassa, missä jäätävää vettä jälleen löytyy j.n.e. Vähitellen jäättyy myös kerrosten välinen maa massiiviseen routaan siten, että ensin jäättyy huokoisten keskellä oleva "irtonaisempi" vesi ja sitten hiukkasia lähinnä oleva vesi, mikäli lämpötila on riittävän alhainen. Mainittakoon, että saven jäätymäpiste voi olla n. -5°C .

Kerrosroudän syntyminen ja rakenne riippuvat siis 1) maalajin

x) sillä vesi pääsee helposti tunkeutumaan alas sulaan maahan päin jäätävän veden tilavuuden kasvun tieltä.

raekoosta eli sen kapillaarisuudesta ja vedenläpäisykyvystä, 2) sen vesipitoisuudesta ja pohjaveden sijainnista, 3) routaantumis- eli jäätymissopeudesta 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 saven rakenteesta. Kerrallinen savi esimerkiksi muuttuu ensi kertaa jäätyessään tiheä- ja kapearaitaiseksi, 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 siitäkää 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 samoinkuin syvemmät pintavesivarastoutumatkin, kuten lammikot, tukkeutuneet sala-ojat j.n.e.

Mitä suurempi ^{on} 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 samoinkuin suhteistuneet eli tiiviit maalajitkin. Mitä nopeammin routa tunkeutuu maahan tien kohdalla, sitä edullisempaa 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 edullisempaa, 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 routapukkeamat.

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, maastotyypistä 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 laboratoriossa useampien toisiaan tukevien kokeitten avulla. Niistä ovat tärkeimmät raesuuruusanalyysi, veden kapillaarisen nousukorkeuden mittaus ja tarkoin määrättyissä 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. "Laboratorio-tiedoituksissa 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 piirretään rakeisuuden summakäyrää eli n.s. raesuuruuskäyrää verrataan kuvassa 1 esitettyihin rajakäyriin ja rajapisteisiin. 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. Tällaisten 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.

TIE-JA VESIRAKENNUSHALLITUS
Maarakennuslaboratorio.

TIETUTKIMUKSEEN LIITTYVÄT MAALAJITUTKIMUSOHJEET.

Maalajitutkimuksen tarkoituksena on helpottaa seuraavien seikkojen ratkaisua:

1. Tien aseman määrittäminen.
2. Päälysrakennetyypin määrittäminen.
3. Ojitustoimenpiteiden välttämättömyyttä.
4. Leikkausmassojen kelpoisuutta tienrakennusaineeksi.
5. Paikallisten maalajiesiintymien hyväksikäyttömahdollisuuksien selvittäminen.
6. Maaperän muokkausvaikeuksien 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. Maalajienyhtenäinen 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 maalajitekokeimat 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 mallikokeelmaa 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 lapio- 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:

lapio, lapiokairanterä, kierrekairanterä, 4 kpl. jatkovarsia, vääntökädensija, 2 kpl. vääntöavaimia ja mikäli mahdollista rautakanki.

2. Näytteidenottoa varten:

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

3. Näytteiden kenttätutkimusta varten:

maalajitteiden mallikokoelma, muokkauscuppi ja laestain, 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 paljastuu vaa 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 (samoinkuin soran

ja moreenin ottopaikoistakin) otetaan mahdollisimman edustava 2 kg:n suuruisen näyte näytelapilla 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 kahteen kertaan 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^o 33, 1951) pöytäkirjaa.

Pohjavesihavainnot.

Lapiokairalla tehdyistä reijistä samoinkuin kaivetuista koekuopistakin tehdään 1-2 vuorokautta kairauksen tai kaivun jälkeen havainnot pohjaveden pinnan korkeudesta, mikäli sade ei ole tehnyt luotettavaa mittausta mahdottomaksi. Pohjaveden pinta on mitattava 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 kantokerrosaineksen, tiesoran ja karkean eristyshiekan kelpoisuus, vaikka niidenkin lopullinen tarkka tutkimus on jätettävä viimekädessä laboratorion ratkaistavaksi. Miltei mahdotonta on sensijaan kentällä todeta täyte- ja pengermaaksi joutuvan moreenin roudan-arkuusastetta ja kantavuus ja tiivistymisominaisuuksia samoinkuin sekarakeisen hiekan kelpoisuutta eristäviin tarkoituksiin. Mahdotonta on

myös yleensä ratkaista savien käyttökelpoisuutta. Senvuoksi 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 tielintjan sivuilla aina 100 metrin etäisyyteen saakka.

Pehmeikkötutkimukset.

Heikkokantoisen 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 tietutkimuksissa ilmoittaa ns. pehmeikköjen ylityskohdissa maan kantavuusstandardipainoilla 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 pengeri sille kulloinkin uskalletaan vaaratta rakentaa ja kuinka suureksi muodostuvat painumat riippuu maaperän lujuudesta, 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 pehmeikkö on tien suunnan suhteen sivukaltevaa tai tienlinjan 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 määräsuuruuisilla painoilla sekä sen jälkeen 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 sen jälkeen omalla painollaan painua siksi kunnes 1 cm:n painumaan kuluu aikaa enemmän kuin 10 sekuntia. Jotta tanko ei pehmeässä maassa pääsis 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 cm, 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 yläpäähän kiinnitetyn vääntövarren avulla. Painuminen mitataan aina kun tankoa on kierretty 25 puolikierrosta ja painumissyvyys merkitään pöytäkirjaan.

Jos tanko, sen jälkeen 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 musittava.

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

Veden peittämiä maastokohtia tutkittaessa käytetäänⁿ 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 senverran kuin koetintangon tukemisen 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, laskefaan 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 tasoitetaan 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 samoinkuin pintakerrosten tutkimisesta pidetään pöytäkirjaa, mihin merkitään se syvyys, mihin pintakerrosten tutkimus on ulotettu ja mistä varsinainen pliktaus on aloitettu, eri maakerrosten rajat, mitkä tutkimuksen 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 syvemmällä olevissa pehmeissä kerroksissa, täytyy ~~kuu~~ vakuorikerroksen läpi suoritettua 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 myötäpäivään, jotta tanko-osat 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 lyöntejä poikkeustapauksissa käytetään, on lyönnit suunnattava keskeisesti vääntövarren paksunnokseen, 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.

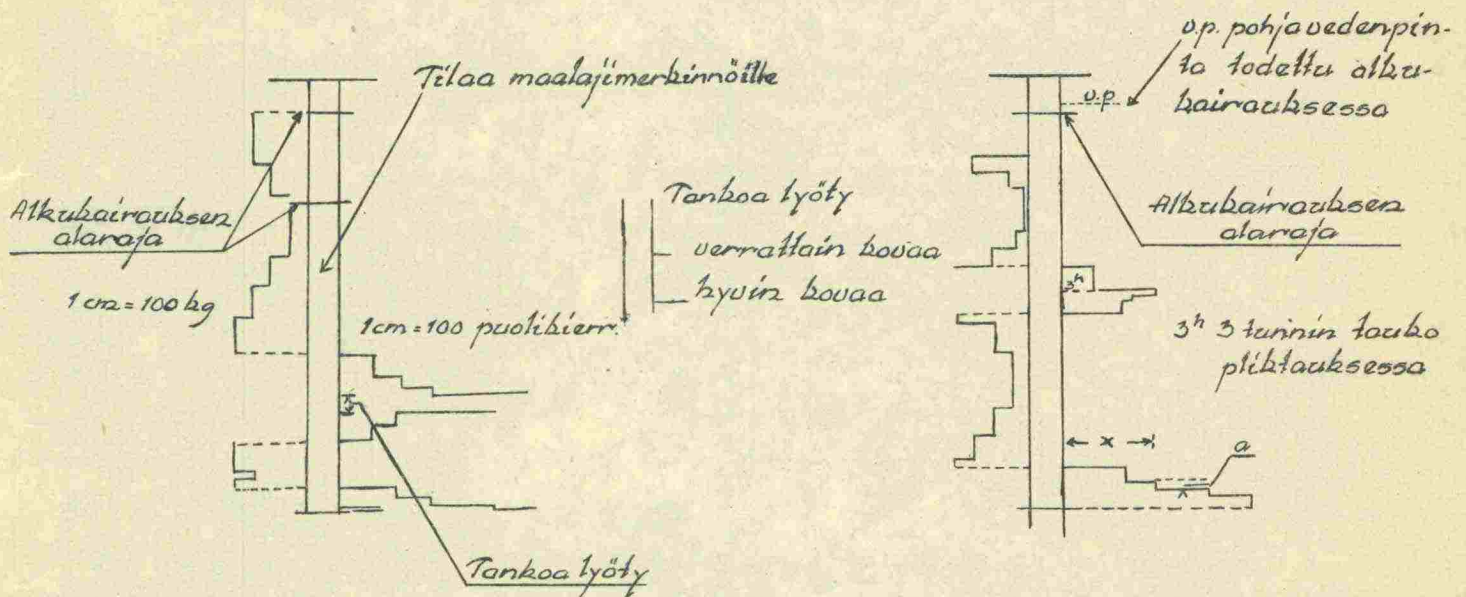
Pliktaustulokset esitetään piirroksen muodossa, joka laaditaan liitteen 1. osoittamalla tavalla.

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 ainoina 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 pehmeöt ja erikoisrakennustapa) pliktauksen lisäksi näyteenottokairaus. 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 Vesitekniillinen insinööri-toimisto (Vesto), Ratakatu 9, Helsinki, laitteiden täydellisyydestä riippuen hintaan 40.000-55.000:- sarjalta.

Pliktaus normaalikoetintangoilla

Merkinnät



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

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

Diagrammi plihtausrin oikealta puolelta 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

— Riitautui kivien väliin

— Rallio, aivan epävarma

— Rallio, todennäköisesti

