

**TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS**



# **LAADUNVALVONTA- OHJEET**

**ALUSRAKENNE JA PÄÄLLYSRAKENTEEN  
SITOMATTOMAT KERROKSET**

19323

VII B



**TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS**

# **LAADUNVALVONTA- OHJEET**

**ALUSRAKENNE JA PÄÄLLYSRAKENTEEN  
SITOMATTOMAT KERROKSET**

## SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
1. Yleistä	3
2. Alusrakenne	4
3. Päällusrakenne	6
3.1 Yleistä	6
3.2 Mitoituksesta	7
3.3 Raaka-aineet	8
3.4 Korkeussuhteet ja tasaisuus	11
3.5 Tiiveys ja kantavuus	13
3.6 Tarkastukset	15
4. Mittausten ja tutkimusten suorittaminen	15
5. Selvitykset ja ilmoitukset	16
6. Liitteet	17

## 1. YLEISTÄ

1. Nämä ohjeet koskevat tien alusrakenteen sekä päällysrakenteen tekemistä ja rakennustyön yhteydessä suoritettavaa laadunvalvontaa. Ohjeissa esitetyt valvontatoimenpiteet käsittävät suunnitelma-asiakirjoihin merkittyjen, valvonnan piiriin kuuluvien tietojen tarkistuksen, raaka-aineiden kelpoisuustutkimukset, rakentamistyötä koskevan tarkkailun sekä valmiiseen rakenteeseen kohdistuvat mittaukset ja tutkimukset. Mikäli ao. työn työselityksessä on tästä ohjeesta poikkeavia vaatimuksia tai määräyksiä, niiden osalta noudatetaan työselitystä (esim. talvirakentaminen). Ohjeet eivät ole kuitenkaan ehdottomina voimassa sellaisten rakennustöiden osalta, joissa tie varustetaan päällysrakenteella 5 tai 6. Ohjeet eivät myöskään koske päällysrakenteeseen kuuluvien sidottujen kerrosten laadunvalvontaa. Sidottujen kerrosten raaka-aineiden valmistuksen sekä niiden rakentamisen laadunvalvontaa käsitellään murskaustyön sekä päällystystyön laadunvalvontaohjeissa (TVH 2.814 ja 2.813).
2. Alusrakenteessa ja päällysrakenteen alaosassa esiintyvät viat heijastuvat päällysteeseen. Niitä pidetään monesti päällysteen laadussa esiintyvinä puutteellisuuksina. Niiden korjaaminen edellyttää yleensä päällysteen ja sen alla olevan virheellisen kohdan poistamista sekä uusimista. Virheettömän päällysrakenteen tekeminen edellyttää virheetöntä työsuoritusta, kelvollista materiaalia ja päällysrakenteen oikeaa mitoitusta.
3. Ohjeissa esitetty raaka-ainetarkkailu käsittää kiviaineksen ottopaikkojen esitutkimukset sekä työnaikaiset materiaalitutkimukset. Se käsittää myös tiesuunnitelmaan merkittyjen tietojen tarkistuksen. Rakennustyön tarkkailuun kuuluu työkoneiden ja -menetelmien valvonta sekä ainesmenekkejä koskevat selvitykset. Valmiista rakenteesta suoritetaan tiiveys- ja kantavuusmittaukset sekä todetaan, täyttääkö rakenne paksuutta, tasaisuutta, poikkileikkausmuotoa, korkeussuhteita sekä pinnan laatua koskevat vaatimukset.
4. Alusrakenteen ja päällysrakenteen ominaisuuksilla ja laadulla on huomattava vaikutus tien käyttökelpoisuuteen. Virheellisten kohtien kunnossapito ja korjaus on kallista. Myös ne aiheuttavat haittaa liikenteelle. Näissä ohjeissa esitettyjen valvontatoimenpiteiden tavoitteena on varmistaa korkealaatuinen työtulos sekä vähentää valmiin rakenteen korjausten määrää, mikä vähentää kunnossapitokustannuksia ja parantaa tien liikennöitävyyttä.

## 2. ALUSRAKENNE

1. Alusrakenteen laadunvalvontaan kuuluu työ- ja materiaalitarkkailu, alusrakenteen tiiviyyden ja tasalaatuisuuden valvonta sekä sen pinnan korkeus-suhteiden ja poikkileikkausmuodon tarkkailu.
2. Pengerkohdista ja nollatasauksesta on tarkistettava raivaustöiden jälkeen, että kannot, mättäät ym. orgaaniset ainekset, kivet sekä lumi ja jää on poistettu ja että tarvittavat tasaus- ja tiivistystyöt on suoritettu, ennen kuin töitä jatketaan. Pengerrystyön aikana on valvottava, että erilaatuisien materiaalien käyttö, levityspaksuudet sekä tiivistämistyö vastaavat työselityksessä annettuja ohjeita.

Maaleikkauksista on tarkastettava, että leikkauspohjassa olleet kivet on poistettu työselityksen mukaisesti. Kalliroleikkauksista on todettava, että leikkauspohja (A- ja B-luokat) täyttää sille asetetut vaatimukset.

Alusrakenteen rakennustyön aikana on tehtävä havaintoja siinä olevan tai siihen käytetyn materiaalin kantavuusluokasta. Kantavuusluokan selvittämiseksi on tehtävä tarvittaessa rakeisuusanalyysyjä. Jos tutkimukset osoittavat, että alusrakenteen kantavuusluokaa poikkeava suunnitelmaan merkitystä luokasta, on päällysrakennepaksuutta muutettava vastaavasti. Tästä on lähemmät ohjeet kohdassa 3.2 (Mitoitus).

Leikkaus- ja pengerrystyöt on pyrittävä tekemään siten, että painumakohdat pengerretään mahdollisimman varhaisessa vaiheessa tien valmistuttua muodostuvien jälkipainumien välttämiseksi ja vähentämiseksi. Pohjavahvistus- ja lujitustoimenpiteiden tarkkailussa noudatetaan niitä koskevissa työselityksissä ja erillisissä ohjeissa annettuja määräyksiä.

3. Valmiin alusrakenteen on oltava materiaalinsa puolesta tasalaatuinen sekä tulee täyttää sille asetetut tiiviysvaatimukset. Alusrakenteen tasaus on suoritettava mikäli mahdollista samalla, alusrakenteessa jo olevalla materiaalilla. Penkereen tiiviyyttä koskevat vaatimukset esitetään taulukossa 1. Tiivistämiseen on käytettävä tarkoitukseen kulloinkin parhaiten soveltuvaa tiivistyskalustoa.
4. Leikkausten kohdilla ja ns. O-tasausalueella noudatetaan maapohjassa samaa syvyyttä vastaavaa penkereen tai päällysrakenteen tiiviys- ja kantavuusvaatimusta pohjamaan kantavuusluokan ollessa A...E ja olosuhdetekijät huomioon ottaen harkinnan mukaan kantavuusluokan ollessa F.

Taulukko 1: Pengertäytteen ja leikkauspohjan tiiviyasteiden keskiarvon vähimmäisvaatimus.

Pääll.rak.	Syvyys tien tsv:stä lähtien	Kantavuus- luokka B, C ja D	Kantavuus- luokka E sekä hiesu
1, 2 ja 3	2,0...6,0 < 2,0	90 95	87 92
4	1,5...5,0 < 1,5	90 95	87 92
5, 6	alusrakenteen pinnassa	95	92

Tiiviyasteella tarkoitetaan prosenttilukua, joka ilmoittaa tarkkailukohdasta kentällä määritetyn kuivatilavuuspainon suhteen laboratoriossa samasta aineksestä parannetulla Proctor-menetelmällä määritettyyn maksimi kuivatilavuuspainoon. Taulukossa esitetyt vaatimusrajat koskevat pengertäytteen kunkin kerroksen tai leikkauspohjan tiiviyasteiden keskiarvoja. Yksittäinen tulos saa alittaa vaatimusrajan enintään 5 %-yksiköllä. Parannetulla Proctor-menetelmällä sekä kentällä suoritettavaa tilavuuspainomääritystä ja vesipitoisuusmääritystä koskevat ohjeet esitetään liitteissä 1, 2 ja 3. Pengertäytteen kunkin erillisen kerroksen ja leikkauspohjan tiiviyys on määritettävä harkinnan mukaan, mutta kuitenkin keskimäärin 100 metrin välein kultakin ajokaistalta sekä keskimäärin 200 metrin välein pientareilta päällysrakenneluokissa 1...4. Päällysrakenneluokissa 5 ja 6 vastaavat etäisyydet ovat 150 ja 300 metriä. Rakennuttajan edustaja määrää tarkkailukohtat. Työn alkuvaiheessa on edullista suorittaa useampia tiiviyysmääräyksiä. Niiden avulla voidaan tapaus tapaukselta selvittää halutun tiiviyasteen saavuttamiseksi tarvittavat jyräykerrat. Proctor-menetelmä ei sovellu käytettäväksi kivisen tai lohkaraisen pengertäytteen tiiviyttä selvittäessä. Tällaisessa tapauksessa noudatetaan riittävän tiiviyden saavuttamiseksi työselityksessä annettuja ohjejyräyskertamääriä. Pengertäytteen tiiviystarkkailua voidaan täydentää koejyräyksellä työselityksessä annettujen ohjeiden mukaisesti.

Talvityönä tehdyn alusrakenteen pintaosan tiiviyys on tarkistettava sulan maan aikana. Tällöin on myös tehtävä tarvittavat lisätiivistystyöt. Vasta niiden jälkeen voidaan aloittaa päällysrakennekerrosten tekeminen. Siirtymäkiilojen alustan osalta noudatetaan samoja vaatimuksia kuin muun alusrakenteen osalta.

5. Alusrakenteen pinta saa poiketa oikeasta tasosta alaspäin keskimäärin

enintään 5 cm. Suurin sallittu yksittäinen poikkeama saa olla enintään 10 cm oikeasta tasosta alaspäin. Oikean tason yläpuolella olevia kohtia ei sallita lainkaan. Valmiin alusrakenteen korkeussuhteet on tarkistettava 20 metrin välein korkeusmerkkien kohdalta. Keskimääräinen korkeus lasketaan tähtäysmerkkien ja mittakepin avulla tien sivusuunnassa yhden metrin välein suoritettujen mittausten tuloksista. Yksittäisestä poikkeamasta annettu enimmäismitta koskee mainittuja yhden metrin välein suoritettujen mittausten tuloksia. Korkeusmerkit on tarkistettava aina ennen alusrakenteen korkeussuhteiden mittausta. Niitä tarkistettaessa on otettava huomioon, että routiva pohjamaa saattaa talvikautena nousta ja keväällä laskea jopa useita kymmeniä senttimetrejä. Korkeusmittauksessa on tämän vuoksi käytettävä hyväksi roudasta aiheutuvia korkeuden muutoksia, jotka on määriteltävä vertaamalla (vaaitsemalla) "sulan maan" aikaisiin korkeuksiin seuraamalla routimismousun tai laskun aiheuttamia muutoksia korkeusmerkeissä.

Sellaiset kohdat, jotka eivät täytä korkeussuhteista annettuja vaatimuksia, on heti korjattava. Siirtymäkiilakohdista on valvottava, että alusrakenne muotoillaan myös niiden kohdalla oikeaan muotoon ja korkeuteen.

6. Ennen päällysrakennetyön aloittamista on pidettävä tarkastus, jossa todetaan, täyttääkö tarkastettavan tieosuuden alusrakenne sille asetetut vaatimukset. Tarkastukseen otettava osuus määrätään työn edistymisen mukaan. Tarkastuksesta on tehtävä pöytäkirja, johon on merkittävä mm. tarkastettava osuus (pl-väli), laadunvalvontatulokset, maastossa tehdyt havainnot, tarvittavat korjaus- ym. toimenpiteet sekä töiden jatkamista koskevat päätökset.

### 3. PÄÄLLYSRAKENNE

#### 3.1 Yleistä

Päällysrakenteen yläosa muodostuu päällysteestä ja kantavasta kerroksesta sekä alaosa jakavasta kerroksesta, suodatin- ja eristyskerroksesta sekä siirtymäkiilasta. Päällysteeseen voi kuulua yksi tai useampia kerroksia. Viimemainitussa tapauksessa ylintä nimitetään kulutuskerrokseksi ja alemmaa tai alempia sidekerroksiksi. Kantava kerros voidaan tehdä yhdestä tai kahdesta kerroksesta. Jälkimmäisessä tapauksessa käytetään nimityksiä kantavan kerroksen yläosa ja alaosa.

Päällysrakenteen yläosa on tietyllä tieosuudella yleensä paksuudeltaan ja rakenteeltaan sama. Päällysrakenteen alaosalla tasataan alusrakenteen kantavuusvaihtelut ja pienennetään liikenteestä alusrakenteelle aiheutuvia rasituksia. Tämän vuoksi sen laatu ja paksuus voi tiesuun-



nitelman mukaan vaihdella huomattavasti tieosuuden eri kohdilla. Siirtymäkiiloilla tasataan erilaatuisten alusrakenteiden rajakohtien kantavuus- ja muut erot tien pituus- ja sivusuunnassa.

Jäljempänä esitetyt ohjeet koskevat päällysrakenteen sitomattomien kerrosten sekä siirtymäkiilan tekemistä ja laadunvalvontaa. Niihin sisältyy ohjeet raaka-aineiden ottoaikkojen tutkimisesta, raaka-aineiden laatuvaatimukset, ohjeet työn aikana tehtävistä tutkimuksista ja mittauksista sekä valmista rakennetta koskevat vaatimukset.

### 3.2 Mitoituksesta

1. Päällysrakenteen mitoitus perustuu TVH:n käyttöön ottaman järjestelmän mukaan tietä kuormittamaan tulevan liikenteen määrään ja painoon (kuormituskertaluku), alusrakenteen laatuun sekä päällysrakenteessa käytettävien kerrosten ominaisuuksiin. Mitoitusohjeet on esitetty TVH:n normaalimääräysten ja ohjeiden osan IV kohdassa 4. Eri-laatuiset alusrakenteet on ryhmitelty niihin tulevan materiaalin mukaan kuuteen luokkaan (A...F). Päällysrakenteeseen kuuluvien kerrosten paksuudet saadaan mitoitusohjeiden mukaan lasketun kuormituskertaluvun ja alusrakenteen laadun perusteella ohjeisiin sisältyvistä mitoitus-taulukoista. Ne esitetään liitteessä 4. Liitteissä 5 ja 6 esitetään maalajien kantavuus- ja routivuusarvostelua koskevat ohjeet. Mainitun mitoitusjärjestelmän mukaan alusrakenteen kantavuuserot tasataan päällysrakenteen alaosan yhteispaksuutta säätelämällä sekä käyttämällä siirtymäkiilajärjestelyjä. Routivalle pohjamaalle rakennettavaa tietä ei niiden mukaan yleensä perusteta roudattomaan syvyyteen. Routimisesta aiheutuvat haitat pyritään poistamaan muodostamalla näillä kohdin alusrakenne mahdollisimman tasalaatuiseksi sekä poikkileikkaukseltaan edulliseksi.
2. Tiesuunnitelman pituusleikkaukseen on merkitty käytettävä päällysrakennetyyppi, alusrakenteen tai pohjamaan laatu. Puutteellisten maaperätutkimusten tai työn toteutuksessa tapahtuvien muutosten vuoksi alusrakenteen laatua kuvaavat merkinnät voivat olla todellisesta poikkeavia. Tämän takia rakennustyön aikana on tehtävä havainnot alusrakenteen laadusta. Jos alusrakenteen laatu poikkeaa suunnitelmassa esitetystä, on suunnitelmasta poiketen käytettävä todellista alusrakenteen laatua vastaavaa päällysrakennetta, jonka kerrospaksuudet saadaan liitteeseen 4 kuuluvista taulukoista. Päällysrakennepaksuuden muuttuminen aiheuttaa luonnollisesti sen, että myös alusrakenteen korkeussuhteet muuttuvat. Alusrakenteen laadunmuutoksen johdosta on lisäksi harkittava, onko sen vuoksi tarpeen rakentaa uusia siirtymäkiiloja. Sellaiset tiedot ja tutkimustulokset, jotka edel-

lyttävät päällysrakenteen mitoituksen tarkistamista tai uusia siirtymä-kiilajärjestelyjä, on toimitettava välittömästi tiedoksi työmaan johdolle. Sen on päätettävä asian jatkokäsittelystä.

### 3.3 Raaka-aineet

1. Suunnitelma-asiakirjoihin sisältyy selvityksiä raaka-aineiden tarpeesta ja niiden hankinnasta. Tielinjalla ei yleensä esiinny riittävästi eri laatuvaatimukset täyttäviä aineksia. Tämän vuoksi suunnitelmissa on yleensä varattu kiviaineksen ottopaikkoja. Nykyisin käytössä olevien tutkimusmenetelmien ja -tapojen avulla ei aina saada riittävän tarkkoja tietoja kiviainesesiintymien laadusta ennen esiintymien avaamista. Lopulliset kelpoisuusarvostelut on tehtävä työn aikana, kun raaka-aineet ovat esillä ja helposti saatavissa näytetutkimuksia varten. Saatava esiintyä sellaisia tapauksia, joissa materiaalihankintoja koskevat selvitykset perustuvat virheellisiin tai puutteellisiin tutkimustuloksiin ja joissa tämän vuoksi on materiaalivajausta. Tämän vuoksi työmaa joutuu hankkimaan tarvittavat lisäainekset ostamalla tai vuokraamalla varamaanottopaikkoja. Seuraavassa esitetään lyhyesti varamaanotto- paikkojen tutkimusohjeet.
2. Varamaanottopaikan tulisi olla mahdollisimman lähellä käyttökohdetta, sillä kuljetuskustannuksilla on suuri merkitys hankkeen edullisuuteen. Eräissä tapauksissa voi olla edullista valmistaa kantavan kerroksen ja jopa jakavan kerroksenkin materiaali kalliilouheesta tai hylätyn ottopaikan sorakuoppakivistä, jos läheisyydessä ei esiinny laatuvaatimukset täyttävää soraa. Ratkaisun tulee luonnollisesti perustua tarkkoihin selvityksiin.

Alueen etsimisessä on käytettävä hyväksi tiesuunnitelman laatimisen yhteydessä hankittuja selvityksiä sekä paikalliselta väestöltä saatavia tietoja. Maastossa on tehtävä havaintoja jo avatuista sora-esiintymistä sekä otettava näytteitä kaivamalla koekuoppia tai käyttämällä tarkoitukseen sopivia kairoja. Kun tutkimukset on suoritettu, on tehtävä vertailuja mahdollisten ottopaikkojen keskinäisestä edullisuudesta huomioonottaen kuljetusmatkan, kuljetukseen tarvittavan tiestön parantamisen, esiintymän laajuuden ja käyttökelpoisuuden sekä muut asiaan vaikuttavat seikat. Vertailujen pohjalta valitaan tarkempaan tutkimuksiin otettavat kohteet.

Tutkittava alue kartoitetaan 1:1000. Karttaan merkitään maaston pinnanmuodostuksen lisäksi tiet ja polut, rajapyykit, raja- ja sähkölinjat, omistussuhteet ym. Alueen materiaalin laatu pyritään selvittämään mahdollisimman edustaviin kohtiin kaivettavien koekuoppien tai kairaus-ten avulla. Koekuoppia kaivettaessa otetaan näytteet eri ainesta edusta-

vista kerroksista sekä merkitään eri kerrosten välisten rajojen korkeus sekä mahdollisen pohjaveden pinnan syvyys muistiin. Kunkin näytteen on oltava painoltaan 5-30 kg suurimmasta raekoosta riippuen. Hiekkaesiintymistä voidaan ottaa näytteitä myös kierre- ja lapiokairoilla. Koekuoppatutkimusta voidaan täydentää paino- tai heijarikairauksella. Tutkimukset on suoritettava käyttökelpoisessa materiaalissa mahdollisimman syvälle. Eri kerroksista otetuista näytteistä tutkitaan rakeisuus (pesuseulontaa ja tarvittaessa areometrianalyysiä käyttäen) sekä määritetään kivisyys ( $> \# 64$  mm kivien painoprosentti) mahdollisimman suuresta näytteestä. Rakeisuuden määrittämissä ohjeet ovat liitteessä 7. Kivisyyden määräämiseen on useasti käytettävä myös koekuoppien kaivun yhteydessä tehtyjä havaintoja. Tutkimustulokset merkitään mittakaavaan 1:100 tai 1:200 piirrettäviin poikkileikkauksiin, joiden sijainti merkitään karttaan. Jos poikkileikkauksia piirrettäessä ilmenee, että tutkimustulokset ovat vajavaisia, on tehtävä täydentäviä lisätutkimuksia. Kartan, poikkileikkausten sekä tien eri rakenneosien käytettävien aineiden laatuvaatimusten avulla lasketaan paljonko alueelta on saatavissa eri käyttötarkoituksiin soveltuvaa materiaalia. Selvitetäessä materiaalin soveltuvuutta päällystystarkoituksiin on noudatettava "Murskaustyön laadunvalvonta"-vihkosessa (TVH 2.814) annettuja ohjeita. Selvitykseen on myös merkittävä tien päällysrakenteseen kelpaamattoman aineksen määrä ja asema. Jos osoittautuu, että alueelta saatavan käyttökelpoisen aineksen määrä ei ole riittävä tai jos on otaksuttavissa, että muualta saadaan tarvittavat ainekset yhtä edullisesti tai edullisemmin, on ryhdyttävä uusiin muita alueita koskeviin tutkimuksiin.

Jos hankitaan valmiiksi seulottua tai murskattua ainesta ostamalla, myyjää on pyydettävä esittämään aineksen laatututkimustulokset. Ellei tarvittavia tutkimuksia ole suoritettu, on kiviainesvarastosta otettava näytteitä kiviainesten ottoapaikkaa koskevien ohjeitten mukaisesti ja tutkittava niistä kiviaineksen laatuominaisuudet. Sellaisen kiviaineksen hankkiminen, jonka kelpoisuutta ei ole osoitettu tutkimuksilla, ei ole sallittua.

Jos on aihetta otaksua, että suunnitelmaan merkitystä päällysrakenteseen käytettäväksi ajatellusta materiaalista ei ole suoritettu täysin luotettavia tutkimuksia ja että tästä voi aiheutua muutoksia työn suorituksessa, on täydentävät tutkimukset yleensä suoritettava edellä mainittuja tutkimusohjeita soveltaen.

3. Päällysrakennekerroksen kantavuuteen vaikuttaa mm. siihen käytettävän aineksen suhteistuneisuus. Hyvin tiivistyvät ainekset ovat kantavuuden kannalta edullisempia kuin huonosti tiivistyvät. Valmiissa rakenteessa esiintyvät rakeisuuserot aiheuttavat kantavuusvaihteluita.

Valmiin kerroksen on oltava rakeisuudeltaan mahdollisimman tasalaa-  
tuinen. Luonnonaineksen rakeisuuskäyrän muodossa sekä rakeisuuden  
hajonnassa esiintyviä puutteita voidaan parantaa murskaus- ja seulonta-  
toimenpitein tai sekoittamalla perusainekseen sopivaa lisäainesta, Jos  
ennakkotutkimukset osoittavat, että rakeisuuskeskiarvokäyrän muoto  
on epäedullinen ja että rakeisuudessa esiintyy liian suureksi katsotta-  
vaa hajontaa, on yleensä ryhdyttävä mainittuihin korjaustoimenpitei-  
siin.

Jakava kerros voidaan tehdä louhoskivistä ja kantava kerros tärysepel-  
lyksestä. Näihin kerroksiin käytettävä kiviaines ei ole rakeisuudeltaan  
suhteistunutta. Louhoskivistä tehdyn jakavan kerroksen pintaosa on ti-  
ivistettävä jakavan kerroksen rakeisuusvaatimukset täyttävällä murs-  
keella tai soralla. Tärysepellystä tehtäessä levitetään ensiksi karkea  
sepelikerros, joka tiivistetään hienorakeisella sepelillä tai hiekalla.

Päällysrakenteeseen käytettävien kiviainesten on yleensä oltava puh-  
dasta, lujaa ja rapautumatonta ainesta. Sitomattomien kerrosten ai-  
neksille ei aseteta varsinaisia numeroarvoihin perustuvia lujuusvaati-  
muksia. Suodatin- ja eristyskerroksen, luonnonkiviaineksesta valmis-  
tettavan jakavan kerroksen sekä sorasta, murskesorasta ja kalliomurs-  
keesta valmistettavan kantavan kerroksen kiviaineksen rakeisuusvaati-  
mukset esitetään liitteessä 8. Sellaista ainesta, jota edustava rakei-  
suuskäyrä ei ole liitteeseen 8 merkityllä ao. kerroksen rakeisuusohje-  
alueella, ei saa käyttää. Jakavan kerroksen kiviaineksen suurin sal-  
littu raekoko on  $\neq$  150 mm. Suurin raekoko saa olla korkeintaan  
puolet tiivistettävän kerroksen paksuudesta. Karkeinta (vrt. liite 8)  
sallittua jakavan kerroksen ainesta ei saa käyttää hienoimman sallitun  
suodatinhiekkakerroksen päällä. Kantavan kerroksen murskesoran tulee  
sisältää mahdollisimman runsaasti murskautuneita rakeita. Se saa sisäl-  
tää enintään 60 paino-% kokonaan murskaantumattomia rakeita laskettu-  
na  $\neq$  8 mm rakeista.

Louhoskivistä, sepelistä tai karkeasta murskeesta tehtävän jakavan ker-  
roksen kivien suurin läpimitta saa olla korkeintaan puolet tiivistettävän  
kerroksen kerrospaksuudesta, ei kuitenkaan yli 200 mm. Kiviaineksen  
keskimääräisen rakeisuuskäyrän tulee olla liitteessä n:o 8 esitetyllä oh-  
jealueella ja sen rajakäyrien suuntainen.

Jakavaan ja kantavaan kerrokseen käytettävien kiviainesten laatua arvos-  
teltaessa voidaan käyttää apuna seuraavaa ehtoa:

$$k = \frac{(d_{30})^2}{d_{10} \cdot d_{60}} = 1 \dots 3,$$

jossa  $d_{10}$ ,  $d_{30}$  ja  $d_{60}$  = raekokoja, joiden numeroarvot luetaan rakeisuus-  
käyrän em. alaindeksien osoittamien läpäisyprosenttien kohdilta.

Siirtymäkiilä voidaan tehdä suodatin- ja eristyskerroksen aineksesta tai tästä ja jakavan kerroksen aineksesta. Viimeksi mainitussa tapauksessa kiilan pohjalle on tehtävä normaali suodatin- tai eristyskerros sekä täyttö on suoritettava jakavan kerroksen aineksella. Eräissä tapauksissa on suositeltavaa käyttää suodatinkerroksen päällä myös louhoskiveä. Siirtymäkiiläjärjestely voidaan myös eräissä tapauksissa korvata lämpöeristeillä. Niiden käytössä noudatetaan erikseen annettavia ohjeita.

4. Päällysrakennekerrokseen käytettävistä aineksista on työselityksen mukaan työn aikana otettava vähintään yksi näyte jokaista alkavaa 1000 m<sup>3</sup>:ä itd aineserää kohti. Tehokkaan laadunvalvonnan kannalta on suotavaa tutkia näytteitä tiheämmin esim. yksi näyte jokaista alkavaa 500 m<sup>3</sup>:ä itd kohti. Työn alkaessa on suositeltavaa suorittaa tutkimukset vielä tätä tiheämmin. Näytteet on ensisijaisesti otettava työkohteeseen ajetusta materiaalista, joko kuorma-auton lavalta tai levitetystä kerroksesta. Mikäli ilmenee aihetta tehokkaampaan laadunvalvontaan, voidaan tarkistusnäytteitä ottaa myös kiviaineksen kuormaupaikalla. Levitetystä kerroksesta näyte otetaan yhtenä näytteenä. Kuorma-auton lavalta näyte kerätään 5...7 kohdasta. Osanäytteitä ei saa ottaa kuorman pinnasta. Yhteisnäytteen määrän on oltava aineksen maksimiraakoosta riippuen 5...30 kg. Se jaetaan halutun suuruisiin osiin näytteen jakajaa tai jakolevyä käyttäen. Näyte on sekoitettava huolellisesti ennen jakoa. Näytteen jakajaa käytettäessä aines on kaadettava kohtisuoraan jakoharjaa vasten ja koko jakoharjan pituudelta. Jakoa jatketaan kunnes näyte on halutun suuruinen. Jakolevyä käytettäessä yhteisnäyte jaetaan neljään osaan, joista kaksi vastakkaista yhdistetään. Ne jaetaan uudelleen neljään osaan. Tätä jatketaan, kunnes vastakkaisten neljännesien muodostama näyte on halutun suuruinen. Tutkimuksiin on käytettävä jakamalla saatu näyte kokonaan. Jokaisesta näytteestä määritetään rakeisuus ja vesipitoisuus. Mikäli kantavan kerroksen murskesorassa murskautuneitten rakeiden määrä näyttää vähäiseltä, on murtopintaluku selvitettävä. Määritysohjeet esitetään liitteissä 3, 7 ja 9.

Jos tutkimuksissa todetaan, että käytettävä aines ei täytä tulosten mukaan laatuvaatimuksia, on ensiksi todettava tulosten virheettömyys. Jos virheellisyyttä ilmenee, on heti otettava ja tutkittava uusi näyte sekä hylättävä virheelliset tulokset. Jos osoittautuu, ettei tutkimuksissa ole virheellisyyttä, on silti otettava ja tutkittava uusi näyte. Jos nämäkään tulokset eivät täytä laatuvaatimuksia, siitä on heti ilmoitettava työmaan johdolle, jonka tulee päättää jatkotoimenpiteistä. Virheellisen aineksen valmistus tai levittäminen kohteeseen on yleensä keskeytettävä heti ja suoritettava korjaus esim. siirtymällä uuteen raaka-aineen kuormaushaaraan. Tällöin samoin kuin yleensäkin töitä uudelleen aloitettaessa on heti otettava ja tutkittava näyte,

jolla todetaan, täyttääkö nyt käytettävä materiaali sille asetetut vaatimukset.

Sellaiset kuormat, joissa on puujätteitä, turvetta, lunta, jättä tai jäätyneitä maakappaleita, on hylättävä.

### 3.4 Korkeussuhteet ja tasaisuus

Päälysrakennekerrokseen käytettävä materiaali on levitettävä kerroksittain lajittumisen välttämiseksi. Eri kerrokseen käytettyjen aineiden määrä ja työkohteena ollut paaluväli on todettava kunkin työvuoron lopussa. Levitetty kerros on tasattava ennen tiivistämistä. Tasaus on suoritettava siten, että kerroksesta tulee poikkileikkaukseltaan oikean muotoinen. Lopullista tasausta suoritettaessa kerroksen yläpinta on saatava tarkoin oikeaan tasoon (vrt. kohta 2.5). Eri kerrosten yläpinnan korkeutta ja tasaisuutta koskevat vaatimukset esitetään taulukossa 2.

Taulukko 2: Päälysrakennekerrosten korkeus- ja tasaisuusvaatimukset

	Sall. keskim. poikkeama oik. tasosta cm	Yksittäisen kohdan sall. poikkeama oik. tasosta cm	Suurin sallittu epätasaisuus 5 m:n matkalla mm
Suodatin- ja eristyskerros	-3, +3	-5, +5	50
Jakava kerros	-2, +0	-4, +0	30
Kantava kerros	+1 -	+2 -	20

Korkeusmittaukset suoritetaan tien pituussuunnassa 20 m:n välein korkeusmerkkien kohdalta. Keskimääräinen korkeus lasketaan tähtäysmerkkien ja ajokepin avulla tien sivusuuntaan yhden metrin välein suoritettujen mittausten tuloksista. Yksittäisestä kohdasta annetut toleranssit koskevat viimeksi mainittuja mittaustuloksia. Tasaisuusmittaus suoritetaan tien pituussuuntaan tiehen tulevien ajokaistojen keskimmaiselta kolmannekselta 5 m:n oikolaudalla. Se suoritetaan siten, että epätasaisuuden suurin arvo tulee mitatuksi. Korkeudessa ja tasaisuudessa esiintyvät virheellisydet on yleensä korjattava välittömästi.

Sidotun kerroksen alustaksi tulevan kerroksen pinta on viimeisteltävä

yleensä välittömästi ennen sidotun kerroksen tekemistä. Viimeistelytyö on suoritettava siten, että kerroksesta tulee tasainen ja korkeus-  
suhteiltaan oikea. Valmis alusta ei saa olla sileä vaan karkeahko. Viimeistelytyössä on erityisesti varottava liiallista veden käyttöä, josta voi olla seurauksena kerroksessa olevan hienorakeisen aineksen kulkeutuminen pintaan. Sileälle pinnalle levitetty päällystemassa ei kiinnity riittävästi alustaan. Tästä on useasti seurauksena jyräyksen aikana muodostuvat päällystehalkeamat.

### 3.5 Tiiviys ja kantavuus

1. Suodatin- ja eristyskerroksen sekä jakavan kerroksen tiivistykset suoritetaan materiaalista ja tiivistämiskalustosta riippuen yhtenä tai useampana kerroksena. (Jakavassa kerroksessa kerrallaan tiivistettävä enimmäispaksuus on 40 cm.) Tiivistystyössä on noudatettava työselityksessä eri jyrätyyppien osalta annettuja jyräyskertamääriä ja tiivistettävän kerroksen paksuuksia, elleivät tutkimukset osoita muita määriä tai paksuuksia edullisemmiksi. Työssä on kiinnitettävä erityistä huomiota kerroksen reunaosien tiivistämiseen. Talvikautena on jyräys järjestettävä niin, että tarvittava jyräys suoritetaan ennen kerroksen jäätymistä. Sulan maan aikana tiivistettävä kerros on tarvittaessa kastelemalla pyrittävä saamaan optimi vesipitoisuuteen vaaditun tiiviiden saavuttamiseksi. Liitteessä 1 annetaan ohjeet kiviaineksen optimi vesipitoisuuden määrittämisestä. Suodatin- ja eristyskerroksen aineksen optimi vesipitoisuus on 9 ... 15 % ja jakavan ja kantavan kerroksen 5 ... 9 %. Talvikautena kastelu on kiellettyä. Kastelu on yleensä suoritettava aineksen levityksen ja tasauksen yhteydessä ennen jyräystä. Jyräyksen aikana tehtävästä kastelusta on useasti haittavaikutuksia, joista on seurauksena tiivistettävän yläosan löyhtyminen ja hienorakeisen kiviaineksen siirtyminen kerroksen pintaan. Kerrosten tiiviystarkkailuun voidaan käyttää levykuormituskoetta, parannettulla Proctor-menetelmällä määritettävää tiiveysastetta ja mahdollisesti myös koejyräystä. Levykuormituskoetta on suoritettava jokaisesta työkohteesta jakavan ja kantavan kerroksen kantavuuden tarkkailussa. Niitä on tarvittaessa täydennettävä joko tiiviyssastemäärityksillä ja mahdollisesti koejyräyksellä. Kantavuus- ja tiiviystvaatimukset esitetään taulukossa 3.

Taulukko 3: Päällysrakennekerrosten kantavuus- ja tiiviysvaatimukset.

	Päällysrakenne	Levykuormituskoe				Tiiviysaste %	
		$E_2$ kg/cm <sup>2</sup>		$E_2/E_1$ kg/cm <sup>2</sup>		Keskiarvo	Yksittäinen koetulos
		Keskiarvo	Yksittäinen koetulos	Keskiarvo	Yksittäinen koetulos		
Suodatin- ja eristyskerros	1,2,3 ja 4 5 ja 6	-	-	-	-	≙ 95	≙ 90
Jakava kerros	1,2,3 ja 4 5 ja 6	≙ 1250 ≙ 1000	≙ 875 ≙ 700	≙ 2,20 ≙ 2,20	-	≙ 97	≙ 92
Kantava kerros	1,2,3 ja 4 5 ja 6	≙ 1750 ≙ 1500	≙ 1225 ≙ 1050	≙ 2,20 ≙ 2,20	Ks. liite no 15	≙ 97	≙ 92

- Levykuormituskokeita on suoritettava sekä jakavasta että kantavasta kerroksesta kunkin ajokaistan kohdalta vähintään 10 kpl/km. Jos pien-  
nar on 1,5 m leveä tai leveämpi, levykuormituskokeita on suoritettava kummaltakin pientareelta sekä jakavasta että kantavasta kerroksesta vähintään 5 kpl/km. Kokeen suoritusohjeet annetaan liitteessä 10. Kokeen suorittaminen jäätyneestä alustasta on kiellettyä. Talvityönä tehdyn päällysrakenteen kantavuus on mitattava vasta roudan sulamisen jälkeen. Taulukossa 3 on esitetty vaatimukset levykuormituskokeiden tuloksille. Jos koetulokset eivät täytä vaatimuksia, on ensiksi tarkistettava, että kokeet ja laskelmat on suoritettu virheettömästi. Tällöin on tarvittaessa suoritettava tarkistusmäärittäksiä. Jos tulokset ovat virheettömiä, on selvitettävä, mikä kohta on kantavuudeltaan epätydyttävä ja mistä tämä aiheutuu. Epätydyttävä kohta korjataan yleensä tehokkaalla tiivistyksellä. Jos rakennepaksuuksissa tai käytettyjen materiaalien laadussa havaitaan puutteita, epätydyttävä kohta on kuitenkin revittävä auki ja rakennettava uudelleen siten, että vaatimukset täytetään. Korjaustyön jälkeen on uusilla mittauksilla todettava, täyttääkö rakenne vaatimukset.
- Päällysrakennekerrosten tiiviys on määritettävä vähintään kerran jokaista alkavaa 1000 m<sup>3</sup>:n itd aineserää kohti. Tiiviyssystemäärittäyksiä ei kuitenkaan suoriteta sepellyksistä eikä kivisistä kerroksista. Tiiviyssystemäärittäykset voidaan korvata levykuormituskokeilla. Tiiviyssystemäärittäyksen määrittämisohjeet ovat liitteissä 1 ja 2. Taulukossa 3 on esitetty tiiviysvaatimukset. Rakennuttajan edustaja määrää ne kohteet, joista tiiviysaste määritetään. Tiiviyssystemäärittäyksiä on edullisinta suorittaa aluksi tiheimmin kuin edellä on edellytetty. Tulosten avulla voidaan myös päätellä tarvittavien jyräskertojen määrät. Jos tulokset osoittavat kerroksen tiiviyyden olevan epätydyttävän, menetellään vastaavasti kuin levykuormituskoe tulosten osalta on määrätty.



### 3.6 Tarkastukset

Välittömästi ennen kantavan kerroksen rakentamista on pidettävä tarkastus, jossa todetaan, täyttääkö suodatin- ja eristyskerros sekä jaka-va kerros sille asetetut vaatimukset. Tarkastukseen otettava osuus määrätään työn edistymisen mukaan. Tarkastuksesta on tehtävä pöytäkirja, johon merkitään tarkastettava paaluväli, materiaalienekit, materiaalin laatu, korkeuksia koskevat mittaus- ja tutkimustulokset paikalla tehdyt havainnot, tarvittavat korjaus- ym. toimenpiteet sekä esitys töiden jatkamisesta.

Kantavasta kerroksesta on sen valmistuttua pidettävä myös edellä mainittua vastaava tarkastus. Siinä on kiinnitettävä erityistä huomiota kerroksen pinnan laatuun. Jos kantavalle kerrokselle ei rakenneta välittömästi tarkastuksen jälkeen sille tulevaa sidottua kerrosta, tarkastus on tarpeellisilta osin uusittava sidotun kerroksen rakennustyön alkaessa.

## 4. MITTAUSTEN JA TUTKIMUSTEN SUORITTAMINEN

1. Tutkimusten ja mittausten suorittaja sekä tutkimuskulujen korvaaminen määräytyy urakka-asiakirjojen perusteella. Ellei asiakirjoissa ole näitä kysymyksiä koskevia ohjeita rakennuttaja suorittaa sellaiset mittaukset ja tutkimukset, joilla selvitetään rakenteisiin käytetyn materiaalin laatua ja sitä täyttääkö valmis rakenne sille asetetut laatuvaatimukset. Tällaisia mittauksia ja tutkimuksia ovat rakeisuusanalyysit, korkeus- ja tasaisuusmittaukset sekä tiiviys- ja kantavuusmääritykset. On suotavaa, että myös työn suorittaja tekee näitä mittauksia ja tutkimuksia tarkistusta ja täydennystä varten. Työn suorittajan tulee yleensä huolehtia kaikista sellaisista työnaikaisista tutkimuksista, joilla pyritään varmistamaan, että valmis rakenne täyttää laatuvaatimukset. Tällaisia tutkimuksia ovat esimerkiksi raaka-aineen ottopaikkaa koskevat tutkimukset, optimi vesipitoisuuden määrittäminen ja edullisimman jyräskertamäärän selvittäminen.
2. Sellaisissa tutkimuksissa ja määrityksissä, joilla selvitetään valmiin rakenteen laatua, tulee molempien osapuolten olla edustettuna, ellei toisin sovita. Rakennuttajan ja työn suorittajan tulee sopia tällaisista mittauksista ja tutkimuksista hyvissä ajoin keskenään. Niistä on yleensä laadittava mittauspöytäkirja, jonka molemmat osapuolet allekirjoittavat.
3. Kummankin osapuolen on saatettava välittömästi tutkimustensa tulokset tiedoksi toiselle osapuolelle. Jos tulosten oikeellisuudesta syntyy epäselvyyttä, on tarkistettava, että määritykset ja niihin liittyvät laskelmat on

suoritettu oikein. Tarvittaessa on tehtävä uusintamäärityksiä. Tällöin voidaan myös tilata tutkimuksia viralliselta tutkimuslaitokselta. Rakennuttajan ja työn suorittajan on sovittava yhdessä näistä tutkimuksista.

## 5. SELVITYKSET JA ILMOITUKSET

1. Selvityksiä ja ilmoituksia laadittaessa kerätään tutkimustulokset määräajoin tai tietyn työtavoitteen valmistuttua yhteen. Niiden avulla saadaan vaivattomasti selville työn laadun taso ja voidaan valvoa, että tehtäväksi määrätyt tutkimukset suoritetaan asianmukaisesti. Työvaiheen tai koko työn valmistuttua käytetään laadittuja selvityksiä laadunarvosteluperusteina. Myöhemmin ilmenevien vaurioiden syitä sekä tarvittavia korjaustoimenpiteitä voidaan myös selvittää näiden yhteenvedojen pohjalta.
2. Työmaalla on suotavaa laatia kaavio, johon päivittäin merkitään tärkeimmät tutkimustulokset. Liitteessä 11 esitetään kaaviomalli. Se on kaksiosainen ( 11/1 ja 11/2 ). Molempien osien alareunaan merkitään paaluluvut, maanpinnan ja tasausviivan korkeus, merkinnät alusrakenteen laadusta ( esim. P/B pengeri B-luokan maalajista ) sekä päällysrakennetyyppi ja sen vähimmäispaksuus. Osaan 11/1 merkitään lisäksi kantavuutta, tiiviyyttä sekä korkeutta koskevat tutkimustulokset. Osaan 11/2 merkitään työajat sekä penkereeseen ja eri päällysrakennekerroksiin käytetyn kiviaineksen seulantatulokset 0,074, 4, 12, 20 ja 32 mm seulojen kohdalta. Tällöin kunkin seulan osalta liitteessä esitetyn alueen alaraja merkitään vastaamaan ao. päällysrakennekerroksen rakeisuusalueen alarajan kohdalla olevaa prosenttilukua. Vastaavasti menetellään ylärajan osalta. Täten kaaviosta nähdään helposti, milloin kiviaines ei ole täytännyt rakeisuusvaatimuksia tai milloin hajonta on ollut tavallista suurempi.
3. Työmaan on lähetettävä kahden viikon välein penkereen ja päällysrakennekerrosten rakeisuutta, kantavuutta, tiiviyyttä sekä keskimääräistä korkeutta koskevat tutkimustulokset tiedoksi ao. työpäällikölle. Hän tarkastaa ne ja antaa tarvittaessa huomautukset tutkimustulosten edellyttämän materiaalin tai työn laadusta ja ohjeet tarvittavista lisäkokeista sekä muista toimenpiteistä. Liitteissä 12 ja 13 on tätä ilmoitusta esittäviä malleja.
4. Sitomattomien kerrosten rakennustyön päätyttyä on laadittava edellä kohdissa 2 ja 3 esitettyjen tutkimustulosten yhteenvedot. Jos rakennustyö kestää kauan voidaan tarvittaessa laatia väliyhteenvedot jo rakennettujen kerrosten osalta. Ne on tehtävä liitteissä 12, 13 ja 14 esitettyjen mallien mukaisesti. Erittäin huolellisesti on täytettävä lomake 14, mikä on lähetettävä piiristä suoraan tvh:n laskenta- ja ATK yksikköön ATK- käsit-

telyä varten. Täältä tulokset lähetetään takaisin piirin ilmoittamaan osoitteeseen. ATK- tulokset on tarkastettava ja mikäli virheitä ilmenee niin ATK- käsittely on suoritettava uudelleen. Laadittujen yhteenvedojen ja ATK- tulosten perusteella piirin on laadittava selvitys alusrakenteen ja päällysrakenteen sitomattomien kerrosten laadunvalvontatuloksista. Yhteen- vetolomakkeet, laskentalomakkeet ja selvitys on lähetettävä tiedoksi tvh:n maantutkimustoimistolle.

### Liitteet

- Liite 1: Tilavuuspainon määrittäminen parannetulla Proctor- menetelmällä
- 2: Tilavuuspainon määrittäminen kentällä
- 3: Vesipitoisuuden määrittäminen
- 4: Päällysrakenteen mitoitustaulukot
- 5: Maalajien kantavuusluokitus
- 6: Maalajien routivuusluokitus
- 7: Rakeisuuden määrittäminen
- 8: Suodatin- ja eristyskerroksen, jakavan sekä kantavan kerroksen kiviaineksen rakeisuus
- 9: Murtopintaluvun määrittäminen
- 10: Levykuormituskoe
- 11: Tutkimustulosten yhteenvetokaavio
- 12 ja 13: Piirikonttorille lähetettävä ilmoitus
- 12, 13 ja 14: TVH:n maantutkimustoimistolle lähetettävä ilmoitus
- 15: Tiiviysasteen ( $E_2/E_1$ ) yksittäistulosten arvostelu
- 16: Maalajien maksimi kuivatilavuuspaino raekokosuhteen funktiona

## TILAVUUSPAINON MÄÄRITTÄMINEN PARANNETULLA PROCTOR-MENETELMÄLLÄ

Laboratorioissa määritettävään maa-aineksen tilavuuspainoon vaikuttaa näytteestä riippuvien tekijöiden ohella sen vesipitoisuus sekä käytetty tiivistysmenetelmä ja -työmäärä. Parannetulla Proctor-menetelmällä määritetään maksimi tilavuuspainon ohella optimi vesipitoisuus eli se maa-lajille ominainen vesipitoisuus, jolla saadaan maa-aineksen maksimi tilavuuspaino. Menetelmässä käytetty maa-ainenäytteen sullontatyö vastaa nykyaikaisella tiivistämiskalustolla aikaansaataavaa tiukat vaatimukset täyttävää tiivistystyötä. Jos tiivistämismäärä muutetaan, siitä aiheutuu muutos myös maksimi tilavuuspainon sekä optimi vesipitoisuuden arvoihin. Parannetussa Proctor-menetelmässä voidaan käyttää kahta eri kokoista sullontamuottia. Muotti valitaan tutkittavan maa-aineksen suurimman raekoon perusteella.

### Laitteet:

Koesylinteri, sisähalkaisija 10,2 cm ( 4" ), korkeus 11,7 cm ( 4 5/8" ) ja tilavuus  $944 \pm 8 \text{ cm}^3$  tai sisähalkaisija 15,2 cm ( 6" ), korkeus 11,4 cm ( 4,5" ) ja tilavuus  $2124 \pm 20 \text{ cm}^3$

Kaulusrenkas, korkeus 5,1 cm ( 2" ), joka voidaan kiinnittää käytettävään koesylinteriin

Proctor-vasara, liikkuvan osan paino 4,54 kg ( 10 lb ) ja pudotuskorkeus 45,7 cm ( 18" )

Aluslevy, johon koesylinteri ja kaulusrenkas kiinnitetään

Sullonta-alusta, esim. betonikoekuutio

Vaaka, kapasiteetti noin 15 kg ja tarkkuus 5 g

Välineet näytteen pinnan tasaamista ja näytteen muotista poistamista varten

Laitteet vesipitoisuuden ja rakeisuuden määrittämistä varten.

Näyte:

Tutkittavaa maa-ainesta varataan noin 25 kg:n näyte-erä. Siitä otetaan näyte rakeisuus- ja vesipitoisuusmäärittystä varten. Jäljelle jäänyt näyte-erä riittää 5 ... 8 Proctor-kokeeseen muotin valinnasta riippuen. Muottia  $\varnothing$  10,2 cm käytetään sellaisten maalajien tutkimiseen, joitten suurin raekoko on enintään  $\#$  16 mm. Muottia  $\varnothing$  15,2 cm käytettäessä suurin raekoko saa olla enintään  $\#$  32 mm ( poikkeuksellisesti  $\#$  35 mm). Jos näyte sisältää rakeita  $> \#$  32 mm, ne seulotaan pois ja punnitaan. Jäljelle jäänyt aines punnitaan ja sekoitetaan huolellisesti. Käytettäessä muottia  $\varnothing$  10,2 cm jäljelle jäänyt näyte-erä jaetaan noin 3 kg:n eriin ja käytettäessä muottia  $\varnothing$  15,2 cm noin 5 kg:n eriin. Nämä erät kostutetaan siten, että arvioitu optimi vesipitoisuus on pienimmän ja suurimman vesipitoisuuden välissä. Jos määrittäminen halutaan tehdä mahdollisimman tarkasti, erät on kuivattava ja halutut vesimäärät on lisättävä kuivattuun ainekseen. Oheisessa taulukossa esitetään eri maalajien optimi vesipitoisuuden vaihtelualueet:

Maalaji	Optimi vesipitoisuus %	Maksimi kuivatilavuuspaino g/cm <sup>3</sup>
Sora ja soramoreeni	5 ... 10	2,0 ... 2,2
Hiekka ja karkea hieta	5 ... 15	1,7 ... 2,2
Hieno hieta ja hiesu	15 ... 25	1,6 ... 1,8
Savi	20 ... 30	1,4 ... 1,7
Hiekka-, hieta- ja hiesumoreeni	5 ... 10	2,0 ... 2,3

Maksimitilavuuspaino voidaan tarkasti arvioida myös raekokosuhteen  $\frac{d_{60}}{d_{10}}$  perusteella liitteestä 16.

$d_{60}$

$d_{60}$  = raekoko läpäisyprosentin 60 kohdalla

$d_{10}$  = " " 10 "

Sullontakoe:

Jokaisesta eri vesipitoisuuden omaavasta näyte-erästä tehdään sullontakoe. Koesylinteri ja kaulusrenkas kiinnitetään aluslevyyn. Muotti sijoitetaan sullonta-alustalle. Muotin pohjalle levitetään ja tasataan näytekeros, jonka tulee tiivistyneenä olla noin 2,5 cm paksu. Proctor-varasan alapää sijoitetaan kerroksen päälle. Vasaran liikkuva osa nostetaan yläasentoon ja annetaan pudota vapaasti. Tämä toistetaan yhteensä 25 kertaa käytettäessä muottia  $\varnothing$  10,2 cm ja 56 kertaa käytettäessä muottia  $\varnothing$  15,2 cm. Vasaran alapää on siirrettävä kunkin iskun välissä. Vasara on pidettävä pystysuorassa asennossa. Muotti täytetään viidessä eri kerroksessa. Niistä jokainen sullo-

taan yllä mainitulla tavalla. Viimeistä kerrosta levitettäessä on huolehdittava, että sylinteriosa on täynnä sullonnan jälkeen. Sullonnan jälkeen kaulusrenkas otetaan pois. Muotissa oleva näyte tasataan teräsviivainta käyttäen sylinterin yläpinnan tasoon. Muotti punnitaan ja siitä otetaan näyte (200 ... 500 g suurimmasta raakoosta riip-puen) vesipitoisuuden määrittystä (liite 3) varten. Näytteen painon ja tilavuuden perusteella lasketaan sen märkätilavuuspaino. Kuivatilavuus-paino lasketaan märkätilavuuspainon ja vesipitoisuuden perusteella kaavasta:

$$f_k = \frac{f_m}{1 + \frac{W_k}{100}}$$

$f_k$  = kuivatilavuuspaino

$f_m$  = märkätilavuuspaino

$W_k$  = vesipitoisuus-% kuivapainosta

Kokeen loppuosa voidaan suorittaa myös siten, että tiivistetty sekä tassattu näyte-erä kaadetaan muotista kuivausastiaan ja punnitaan ennen sekä jälkeen kuivauksen. Vesipitoisuus ja kuivatilavuuspaino voidaan laskea punnitustulosten sekä muotin tilavuuden perusteella. Samaa näyte-erää ei saa sulloa kahta kertaa useammin, sillä sen rakeisuus voi muuttua sullonnan vaikutuksesta.

Sullontakoe sekä vesipitoisuus- ja tilavuuspainomääritykset tehdään edellä mainituista eri vesipitoisuuden omaavista näyte-eristä. Tutkimustulokset merkitään lomakkeelle 2.146. Tulosten perusteella piirretään sulloutumiskäyrä siten, että tilavuuspainoarvot merkitään pystyakselille ja vastaavat vesipitoisuusarvot vaakakselille. Kun käyrä on kupera, sen ylimmästä kohdasta saadaan maksimi kuivatilavuuspaino ja optimi vesipitoisuus. Eräissä tapauksissa voi ilmetä, että koetulosten perusteella piirrettyssä käyrässä ei esiinny selvää maksimi kohtaa tai että niitä esiintyy useampia. Tämä voi aiheutua huolimattomasta ja virheellisestä kokeitten suorituksesta. Jotta välttytään sullontatyöpoikkeamista, on aiheellista, että sama henkilö suorittaa sullontakokeet sarjana.

Ylisuurten rakeitten vaikutuksen huomioonottaminen:

Kokeella voidaan määrittää sellaisen maa-aineksen optimi vesipitoisuus ja maksimi kuivatilavuuspaino, jonka suurin raekoko on enintään  $\neq$  32 mm (poikkeuksellisesti  $\neq$  35 mm). Jos näyte on sisältänyt ylisuuria rakeita,

kokeella saatuja optimi vesipitoisuutta ja maksimi tilavuuspainoa on korjattava vastaavasti. Korjattu tilavuuspaino ( $\gamma'_k$ ) lasketaan kaavasta:

$$\gamma'_k = \frac{100 \gamma_k \cdot \gamma_s}{100 \gamma_s - k (\gamma_s - \gamma_k)} \quad \text{jossa}$$

$\gamma_k$  = Proctor-kokeella saatu tilavuuspaino

$\gamma_s$  = kiviaineksen ominaispaino (yleensä 2,65 g/cm<sup>3</sup>)

k = ylisuurten rakeitten painoprosentti koko aineksen määrästä

Korjattu vesipitoisuus ( $W'_k$ ) lasketaan kaavasta:

$$W'_k = W_k \left(1 - \frac{k}{100}\right) \quad \text{jossa}$$

$W'_k$  = Proctor-kokeella saatu optimivesipitoisuus

k = ylisuurten rakeitten painoprosentti koko aineksen määrästä

Tiiviyysasteen laskemiseen tarvittavan maksimiti-  
lavuus painon määrittäminen:

Tiiviyysaste (D) määritetään laskemalla, montako prosenttia tarkkailu-  
kohdasta saatu maa-aineksen tilavuuspaino ( $\gamma_1$ ) on laboratoriossa sa-  
masta aineksestä määritetystä maksimi tilavuuspainosta ( $\gamma'_k$ ).

$$D = 100 \frac{\gamma_1}{\gamma'_k} \quad \text{tai} \quad D = 100 \frac{\gamma_1}{\gamma'_k} \quad . \quad \text{Tämä maksimi tilavuus-}$$

painoarvo määritetään yhdellä Proctor-kokeella, johon käytettävän näyt-  
teen vesipitoisuus on saatettu vastaamaan aikaisemmin kyseisestä maa-  
aineksesta suoritetun Proctor-koesarjan antamaa optimi vesipitoisuutta.  
Tämän vuoksi näytteestä on ensiksi määritettävä vesipitoisuus ja sen jäl-  
keen siitä on tarvittaessa poistettava tai siihen on lisättävä vettä. Jos tark-  
kailukohdan näytettä edustavasta maa-aineksestä ei ole tehty mainittua  
Proctor-koesarjaa, jonka perusteella valitaan käytettävä vesipitoisuus,  
voidaan käyttää seuraavia vesipitoisuusarvoja:

Suodatin- ja eristyskerros	8 paino-%
Jakava kerros	7 paino-%
Kantava kerros, sora ja murskesora	6 paino-%

<b>TVH</b> MAATUKIMUSTOIMISTO	TIIVISTÄMISTARKKAILU (Optimivesipitoisuus — Maksimitilavuuspaino)																																																																																																		
Tvl:n <u>Vaasan</u> piiri <u>Kaislajärvi-Ojanperä</u> työmaa																																																																																																			
Paalu <u>133+82</u> vas. <u>2,5 m</u> syvyys _____ tunnus _____																																																																																																			
1 Maalaji: <u>Eristyshiekka</u>  _____ _____ _____	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Seula</th> <th colspan="3">I</th> <th colspan="3">II</th> </tr> <tr> <th>Seulalle jäi</th> <th colspan="2">Läpäisi</th> <th>Seulalle jäi</th> <th colspan="2">Läpäisi</th> </tr> <tr> <th>□ mm</th> <th>g</th> <th>%</th> <th>%</th> <th>g</th> <th>%</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> <td>0</td> <td>100</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>43,6</td> <td>3,6</td> <td>96,4</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>47,2</td> <td>3,9</td> <td>92,5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>102,8</td> <td>8,5</td> <td>84,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.5</td> <td>26,4</td> <td>17,8</td> <td>66,2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.25</td> <td>31,4</td> <td>25,9</td> <td>40,3</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.125</td> <td>34,2</td> <td>28,2</td> <td>2,1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.074</td> <td>116,2</td> <td>9,6</td> <td>2,5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pohja + pesutappio</td> <td>30,2</td> <td>2,5</td> <td>—</td> <td></td> <td></td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Yhteensä</td> <td>210,0</td> <td>100,0</td> <td>—</td> <td></td> <td></td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>		Seula	I			II			Seulalle jäi	Läpäisi		Seulalle jäi	Läpäisi		□ mm	g	%	%	g	%	%	16							8		0	100				4	43,6	3,6	96,4				2	47,2	3,9	92,5				1	102,8	8,5	84,0				0.5	26,4	17,8	66,2				0.25	31,4	25,9	40,3				0.125	34,2	28,2	2,1				0.074	116,2	9,6	2,5				Pohja + pesutappio	30,2	2,5	—			—	Yhteensä	210,0	100,0	—			—
Seula	I			II																																																																																															
	Seulalle jäi	Läpäisi		Seulalle jäi	Läpäisi																																																																																														
□ mm	g	%	%	g	%	%																																																																																													
16																																																																																																			
8		0	100																																																																																																
4	43,6	3,6	96,4																																																																																																
2	47,2	3,9	92,5																																																																																																
1	102,8	8,5	84,0																																																																																																
0.5	26,4	17,8	66,2																																																																																																
0.25	31,4	25,9	40,3																																																																																																
0.125	34,2	28,2	2,1																																																																																																
0.074	116,2	9,6	2,5																																																																																																
Pohja + pesutappio	30,2	2,5	—			—																																																																																													
Yhteensä	210,0	100,0	—			—																																																																																													
2 Ominaispalno: (yli 0.5 mm rakeista)																																																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Kiviain. p. ilma = Pi</td> <td style="width: 50px;">g</td> <td style="width: 50px;">g</td> </tr> <tr> <td>» p. ved. = Pv</td> <td>g</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Pi - Pv</td> <td>g</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Om.p. = <math>\frac{Pi}{Pi - Pv} =</math></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Kiviain. p. ilma = Pi	g	g	» p. ved. = Pv	g	g	Pi - Pv	g	g	Om.p. = $\frac{Pi}{Pi - Pv} =$																																																																																									
Kiviain. p. ilma = Pi	g	g																																																																																																	
» p. ved. = Pv	g	g																																																																																																	
Pi - Pv	g	g																																																																																																	
Om.p. = $\frac{Pi}{Pi - Pv} =$																																																																																																			
HUOMAUTUKSIA:																																																																																																			
Näyte otettiin eristyskerroksen pintaosasta. Koesarjan ta- voitteena oli määrittää kenttätiivistystyötä sekä myöhempiä tiiveysastemäärityksiä varten hiekan optimi vesipitoisuus sekä maksimi tilavuuspaino.																																																																																																			



Proctor-muotin tilavuus V = 944,5 cm <sup>3</sup>		1	2	3	4	5	
Näytteen paino	(kuivattua hiekkaa)	g 3211	3453	3602	3209	3857	
Haluttu kosteus		% 5,0	6,5	8,0	9,5	11,0	
Lisättävä vesimäärä		g 161	224	288	305	424	
Kosteaa näyte + muotti		g 3563	3611	3639	3648	3639	
Muotti		g 5580	6580	6580	6580	6580	
Näytteen märkäpaino	P <sub>M</sub>	g 1983	2031	2063	2068	2059	
Kosteaa näyte + astia		g					
Kuiva näyte + astia		g					
Astia		g					
Näytteen kuivapaino	P <sub>K</sub>	g					
Veden paino	P <sub>W</sub>	g					
Vesipit. märkäpainosta	$W_M = 100 \frac{P_W}{P_M}$	%					
Vesipit. kuivapainosta	$W_K = \frac{100 P_W}{P_K} = \frac{100 W_M}{100 - W_M}$	%	5,0	6,5	8,0	9,5	11,0
Näytteen kuivapaino	$P_K = \frac{100 - W_M}{100} \cdot P_M$	g	1889	1907	1910	1889	1855
Märkätilavuuspaino	$\gamma_M = \frac{P_M}{V}$	g/cm <sup>3</sup>					
Kuivatilavuuspaino	$\gamma_K = \frac{P_K}{V}$	g/cm <sup>3</sup>	2,000	2,019	2,022	2,000	1,964

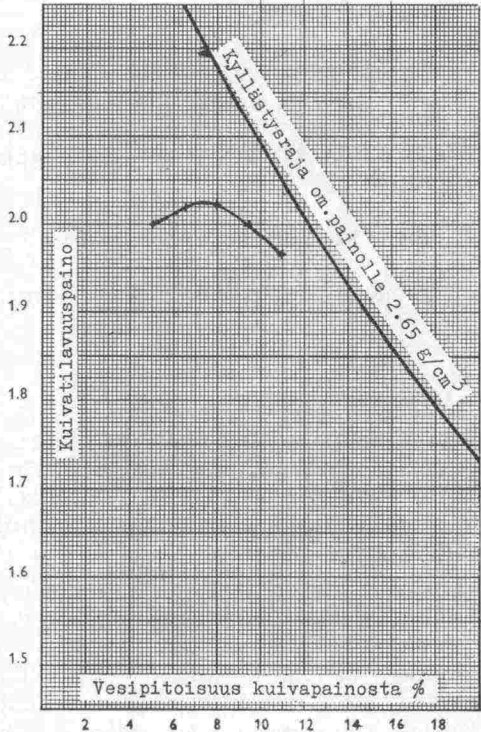
1) Vesipitoisuus määrätään pienestä osanäytteestä

2) Vesipitoisuus määrätään Karbidometrillä  
Opt. vesipitoisuuden määrittäminen: määritetään parannetulla/normaalilla proctorkokeella sulomalla 5/3 kerroksessa 25 iskua kerrosta kohti. Kokeessa käytetään 16 mm seulan läpäissyttä kuivattua ainesta, johon sekoitetaan ennen tiivistämistä eri vesimääriä.

Parannettu	<input checked="" type="checkbox"/>	Proctor-koe
Normaali	<input type="checkbox"/>	
Optimivesipitoisuus	7,5 %	
Maksimikuivatil.p.	2,024 g/cm <sup>3</sup>	

Tutki Kaislajärvi 5 7 1966

K. Rantanen



## TILAVUUSPAINON MÄÄRITTÄMINEN KENTÄLLÄ

Tilavuuspaino määritetään kentällä kaivamalla tarkkailukohtaan kuoppa, jonka tilavuus mitataan volymetrillä. Kuoppaa kaivettaessa siitä saatu aines kerätään tarkoin talteen. Se kuivataan ja punnitaan. Tilavuuspaino lasketaan jakamalla kuivan aineksen paino kuopan tilavuudella. Jos halutaan määrittää lisäksi aineksen vesipitoisuus, on kuopasta saatu aines punnittava myös märkänä. Tilavuuden mittaukseen voidaan käyttää vesi- tai hiekkavolymetriä. Ne eivät sovellu erittäin kivisten ja karkeitten maa-ainesten tilavuusmäärittäykseen.

### Laitteet:

Volymetri pohjalevyineen

Välineet tarkkailukohdan tasausta ja kuopan kaivamista varten, kuten kauha tai lusikka, vasara ja taltta, teräsviivain

Kannellisia peltiastioita tai muovipusseja kaivetun aineksen säilytykseen

Vaaka, kapasiteetti 15 kg ja tarkkuus 5 g

Laitteet vesipitoisuuden määrittystä varten.

### Suoritus:

Tutkittava kohta tasataan poistamalla siitä tarvittaessa ainesta. Jos mitaus halutaan tehdä tutkittavan kerroksen sisäosista, on ensiksi kaivettava laajahko halutun syvyinen kuoppa, jonka pinta tasataan. Volymetrin pohjalevy asetetaan tasatulle alustalle. Eräissä malleissa pohjalevy voidaan kiinnittää alustaan nauloilla.

Jos käytetään vesivolymetriä, otetaan ensiksi mittauksen alkulukema. Tätä ennen volymetri on täytettävä vedellä tai talvella pakkasnesteellä ja suoritettava tarkistusmittaukset. Myös on tarkistettava, ettei laitteessa esiinny vuotoja. Volymetrin pohja asetetaan pohjalevyssä olevaan syvennykseen ja volymetriin pumpataan ilmaa kunnes paine on noin  $0,2 \text{ kg/cm}^2$ . Laitteessa on oltava manometri paineen mittausta varten.

Laitetta pidetään tukevasti paikallaan mittauksen aikana. Sylinterin asteikolta luetaan vesipinnan alin lukema, joka merkitään muistiin mittauksen alkulukemana. Ilmapumppu käännetään imuasentoon ja ilmaa poistetaan volymetristä, kunnes kumisukka on saatu uudelleen sylinteriin.

Tämän jälkeen kaivetaan pohjalevyn reiän läpi varovasti noin yhden litran suuruinen kuoppa. Kaivettaessa on pohjalevy pidettävä tukevasti paikallaan. Kuoppa on pyrittävä saamaan sylinterin muotoiseksi. Irroitettu aines on poistettava kokonaan kuopasta ja se on kerättävä tarkoin talteen muovipussiin tai peltiastiaan. Volymetri asetetaan uudelleen paikalleen pohjalevyn päälle. Siihen pumpataan ilmaa, kunnes paine on noin  $0,2 \text{ kg/cm}^2$ . Sylinterin asteikolta havaitaan alin vedenpinnan lukema eli loppulukema. Tämän jälkeen pumppu käännetään ja kumisukka pumpataan takaisin sylinteriin.

Kuopan tilavuus lasketaan vähentämällä alkulukema loppulukemasta. Tilavuuspaino saadaan jakamalla kuopasta otetun aineksen kuivapaino edellä mainitulla tilavuudella. Tiivistämistarkkailussa voidaan käyttää lomaketta 2.140.

Suomalaisessa vesivolymetrimallissa (TVH) laitteeseen kuuluu erityinen kalibrintikuppi, jonka tilavuus tunnetaan. Laite kalibroidaan siten, että kumikalvo pumpataan kupin seinämiä vasten ja mitta-asteikko siirretään osoittamaan kupin tilavuutta.

Edellä esitetyt määritysohjeet edellyttävät vesivolymetrin käyttöä. Hiek-kavolymetriä käytettäessä laitteet ja kokeen kulku ovat edellä selostetuja vastaavat. Veden asemesta siinä käytetään tilavuusmittaukseen tasaraakeista  $0,5 \dots 2,0 \text{ mm}$  kuivaa hiekkaa, joka sullomattomana asettuu aina samaan tilavuuteen. Kaivetun kuopan tilavuus saadaan kuoppaan valutetun hiekan tilavuudesta, joka luetaan laitteen mitta-asteikosta tai joka lasketaan valutetun hiekan painon ja tilavuuspainon avulla. Mitta-hiekka voidaan osaksi kerätä kuopasta talteen. Jos suoritetaan useita mää-rytyksiä, hiekkaa on varattava mukaan riittävästi.



### VESIPITOISUUDEN MÄÄRITTÄMINEN

Vesipitoisuus määritetään rakeisuus- ja tilavuuspainomäärityksen yhteydessä. Kiviaines punnitaan kosteana ja kuivataan punnituksen jälkeen 150 ... 200°C lämmössä 1 ... 2 t. Kuivattu kiviaines punnitaan. Vesipitoisuus ilmoitetaan painoprosenteina kuivan aineksen määrästä.

K a a v a :

$$W_k = 100 \frac{P_m - P_k}{P_k}$$

$W_k$  = vesipitoisuus paino-% kuivapainosta

$P_m$  = paino märkänä g

$P_k$  = paino kuivana g

Mitattaessa kiviaineoksen vesipitoisuutta kentällä on edullista käyttää ns. karbidometrimenetelmää. Kokeen suorituksessa noudatetaan erikseen annettuja ohjeita.

TAIPUIA PÄÄLLYSRAKENNE 1

Kuormituskerतालuu > 4.1 × 10<sup>6</sup>

Taulukko 1/63

Kantavuusluokka	Maapohjan laatu	Suodatin-kerros cm	Eristys-kerros cm	Jakava kerros cm	Suodatin-, eristys- ja jakava kerros yht. vhh. cm		Kantava kerros cm		Päällyste cm			Päällysrakenteen vähimmäispaksuus cm						
					Leikkaus	Penger	Alaosa	Yläosa	Sidekerros		Kulutuskerros	Leikkaus	Penger					
									I	II								
A	Kallio	—	—	—	— <sup>1)</sup>	15 <sup>2)</sup> a, b, d	6 <sup>2)</sup>	5 <sup>2)</sup>	4 <sup>2)</sup> a	3 <sup>2)</sup> a	33 (28)							
														13 <sup>2)</sup> a, b, d	8 <sup>2)</sup>	5 <sup>2)</sup>	4 <sup>2)</sup> a	3 <sup>2)</sup> b
B	Routimattomat maalajit, joiden rakeisuuskäyrä on jakavan kerroksen ohjeluella tai jotka ovat sitä karkeampia. Esim. sora	—	—	—	—	»	»	»	»	»	» <sup>2)</sup>							
C	Routimattomat maalajit, jotka ovat hiekkää tai sitä karkeampia ja jotka eivät kuulu edelliseen luokkaan	—	—	10	10	»	»	»	»	»	43 <sup>2)</sup>							
D	Routimattomat maalajit, jotka ovat hieettä tai sitä karkeampia ja jotka eivät kuulu edellisiin luokkiin	—	0...10	0...10	10...32	32 <sup>2)</sup>	»	»	»	»	65 <sup>2)</sup>							
		0...10	—	20...32														
		10...12	10...12	10...12														
E	Routivat maalajit, paitsi F-luokassa mainitut. Kuivakuorsavi, routiva hieää ja routivat moreenit <sup>10)</sup> , <sup>11)</sup>	—	10...57	10...57	10...57	67 <sup>2)</sup>	52 <sup>2)</sup>	»	»	»	»	100	85 <sup>12)</sup>					
		10...47 <sup>11)</sup>	—	20...57														
		10...47 <sup>11)</sup>	10...47	10...47														
F	Pehmeikkö Suopasävi, turve, lieju sekä hiesu <sup>10)</sup> , <sup>13)</sup>	—	10...82	10...82	10...82	92 <sup>2)</sup>	72 <sup>2)</sup>	»	»	»	»	125	105 <sup>12)</sup>					
		10...72 <sup>11)</sup>	—	20...82														
		10...72 <sup>11)</sup>	10...72	10...72														

- 1) Kallio on louhittava vähintään 1 m:n syvyyteen tasasuivavasta ja kantavan kerroksen alle jätetään louhoksesta kallioinnin tasaukseksi. Louhoksen pinta tiivistetään pienillä louhoksvilla tai sepeillä ja viimeistellään B-luokan maalajilla. Erikoistapauksissa voidaan kallion pinta tasoitaa betonilla. Tällöin voidaan kantavan kerroksen yläosa tehdä suoraan betonin päälle.
- 2) a. Murskesora, jonka suurin rakeoko on  $\leq 35 \dots 65$  mm.  
b. Vaihtoehtoisesti voidaan kantavan kerroksen alaosaa tehdä tärysepeilyksenä kiviaineksesta  $\# 25 (35) \dots 55(75)$  mm, joka tiivistetään  $\# 0,5 \dots 4 (6)$  mm aineella.  
c. Erikoistapauksissa voidaan kantavan kerroksen alaosaa tehdä maabetonista, jolloin kiviaineksenä saadaan käyttää esim. hiekkaisista sora. Tällöin on jakava kerros paksunnettava kantavuusluokissa C...F 5 cm:llä, jolloin päällysrakenteen yläosan vähimmäispaksuus on 28 cm.  
d. Murskesoran tai tärysepeilyksen yläosa on imeytettävä ja maabetonin yläpinta on käsiteltävä bitumiemulsiolla, -liuoksella tai tietervällä.
- 3) Bitumisorsa (Bsk 20...35/150) tai asfalttibetoni (Ab 20...35/150). Kerros voidaan vaihtoehtoisesti tehdä avoimesta asfalttibetonista (AAb). Rakennettaessa päällysrakenne vaiheittain on avoin asfalttibetoni pintakäsiteltävä ennenkuin sillä liikennöidään.
- 4) Imeytetty sepeily [ $\# 25 \dots 55 (40)$  mm] tarvittaessa joko massalla sidottuna tai pintakäsitelynä.
- 5) Asfalttibetoni (Ab 18...25/120) tai sora-asfalttibetoni (SAb 18...25/120).
- 6) a. Asfalttibetoni (Ab 12...20/100).  
b. Asfalttibetoni (Ab 8...15/70) tai topeka (Top), hiekkasfaltti (HA), valuasfaltti (VA) tai vastaava.
- 7) Kun routimattomalla luonnon maapohjalla käytetään tätä heikommalla kantavalla routimattomalla tai routivalla pengertäytetystä, niin päällysrakennepaksuus määräytyy täytemään mukaisesti.

- 8) Eristys- ja/tai suodatin- sekä jakavan kerroksen paksuus vaihtelee kulloinkin käytettävissä olevien maajien mukaan kuitenkin niin, ettei aliteta taulukossa mainittua yhteismittaa. Jos käytettävissä oleva kiviaines täyttää sekä eristys- että jakavan kerroksen laatuvaatimukset, voidaan ne tehdä samasta aineksestä.
- 9) Mikäli todetaan olevan kuivatusvaikeuksia ja on pelättävissä liiallista maapohjan pehmenemistä rakennustyön aikana tai myöhemmin epätasaista routimista, on tarvittaessa käytettävä F-luokan päällysrakennetta ja/tai maapohja lujitettava esim. kalkilla.
- 10) Jos savikolla on «kuivakuorsin» (normalkoetintanger) painuvaa 100 kg:lla kuormitettuna tai kierrätämällä, jonka paksuus on alle 1 m, on päällysrakenne tehtävä F-luokan vaatimusten mukaisesti.
- 11) Mikäli penger (erikoistapauksissa) tehdään B-luokan maalajista tai sellaisesta C-luokan maalajista, joka on eristyshiekkää karkeampi, on sen alla matalassa, alle 1,5 m:n penkereessä käytettävä suodatin-kerrosta.
- 12) Kun routivalla luonnon maapohjalla käytetään routimattomaa pengertäytettä, niin päällysrakennepaksuus määräytyy täytemään mukaisesti vain siinä tapauksessa, että pengerkorkeus on suurempi kuin 20 cm maapohjalle leikkauksessa vaadittu päällysrakennepaksuus.
- 13) Mahdollisista pohjanvahvistuksista annetaan erikoisohejeet.

**Yleishuomautuksia:**

- Yleensä on pyrittävä siihen, että routiva maa jää mahdollisimman syväälle tasasuivavasta.
- Päällysrakenteen mitoittaminen perustuu yleensä kuormituskerतालuuun eikä ajoneuvojen lukumäärään sinänsä. Alustavien mitoitusten suoritettaessa voidaan kuitenkin arvioida, että 20 vuoden kuluttua tien valmistumisesta tulee raskaitten ajoneuvojen määrä olemaan päällysrakenteen 1 kohdalla yli 1300 ajon./vrk.

**TAIPIUSA PÄÄLLYSRAKENNE 2**

**Kuormituskertaluku 1.7 × 10<sup>5</sup>... 4.1 × 10<sup>6</sup>**

**Taulukko 2/63**

Kantavuusluokka	Maapohjan laatu	Suodatinkerros cm	Eristyskerros cm	Jakava kerros cm	Suodat-, eristys- ja jakava kerros yht. väh. cm.		Kantava kerros cm		Päällyste cm		Päällysrakenteen vähimmäispaksuus cm		
					Leikkaus	Penger	Alaosa	Yläosa	Sidekerros	Kulutuskerros	Leikkaus	Penger	
A	Kallio	—	—	—	— <sup>1)</sup>	—	15 <sup>2)</sup> a, b, d	6 <sup>3)</sup>	5 <sup>4)</sup>	4 <sup>4)</sup>	—	—	
B	Routimattomat maalajit, joiden rakeisuusikäyrä on jakavan kerroksen ohjeluueella tai jotka ovat sitä karkeampia. Esim. sora	—	—	—	—	»	»	»	»	»	»	» <sup>7)</sup>	
C	Routimattomat maalajit, jotka ovat hiekkää tai sitä karkeampia ja jotka eivät kuulu edelliseen luokkaan	—	—	10	10	»	»	»	»	»	»	40 <sup>7)</sup>	
D	Routimattomat maalajit, jotka ovat hietää tai sitä karkeampia ja jotka eivät kuulu edellisiin luokkiin	—	0...10	10...30	30 <sup>8)</sup>	»	»	»	»	»	»	60 <sup>7)</sup>	
E	Routivat maalajit, paitsi F-luokassa mainitut. Kuiva-kuorisavi, routiva hietä ja routivat moreenit <sup>9), 10)</sup>	—	0...10	10...50	60 <sup>8)</sup>	50 <sup>8)</sup>	»	»	»	»	»	90	80 <sup>12)</sup>
F	Pehmeikkö Suopasavi, turve, lieju sekä hiesu <sup>10), 11)</sup>	—	10...70 <sup>11)</sup>	10...80	90 <sup>8)</sup>	75 <sup>8)</sup>	»	»	»	»	»	120	105 <sup>12)</sup>

- 1) Kallio on louhittava vähintään 1 m:n syvyyteen tasasuviivasta ja kantavan kerroksen alle jätetään louhoksena kallioinnin tasaukset. Louhoksen pinta tiivistetään pienillä louhokivillä tai sepeillä ja viimeistellään B-luokan maalajilla. Erikoistapauksissa voidaan kallion pinta tasoittaa betonilla. Tällöin voidaan kantavan kerroksen yläosa tehdä suoraan betonin päälle.
- 2) a. Murskesora, jonka suurin raekoko on  $\leq 35-65$  mm.  
b. Vaihtoehtoisesti voidaan kantavan kerroksen alaosaa tehdä tärysepeilyksenä kiviaineksesta  $\# 25 (35) - 55 (73)$  mm, joka tiivistetään  $\# 0,5-4 (6)$  mm ainekseksi.
- 3) Erikoistapauksissa voidaan kantavan kerroksen alaosaa tehdä maabetonista, jolloin kiviainekseen saadaan käyttää esim. hiekkaisista sora. Tällöin on jakavaa kerrosta paksunnettava kantavuusluokissa C-F 5 cm:llä, jolloin päällysrakenteen yläosan vähimmäispaksuus on 25 cm.
- 4) Murskesoran tai tärysepeilyksen yläosa on imeytettävä ja maabetonin yläpinta on käsiteltävä bitumimulsiolla, -liuoksella tai tietervalla.
- 5) Bitumisoraa (Bsk 20...35/150) tai asfalttibetoni (Ab 20...35/150). Kerros voidaan vaihtoehtoisesti tehdä avoimesta asfalttibetonista (AAB). Rakennettaessa päällysrakenne vaihteitaan on avoin asfalttibetoni pintakäsiteltävä ennenkuin sillä liikennöidään.
- 6) Imeytetty sepeles  $\# 25-55 (40)$  mm tarvittaessa joko massalla sidottuna tai pintakäsiteltynä.
- 7) Asfalttibetoni (Ab 18...25/100) tai topeka (Top), hiekkä-asfaltti (HA), valuasfaltti (VA) tai vastaava.
- 8) Kun routimattomalla luonnon maapohjalla käytetään tätä heikomminkin kantavaa routimatonta tai routivaa pengertätettä, niin päällysrakennepaksuus määrätty täytetään mukaisesti.
- 9) Eristys- ja/tai suodatink- sekä jakavan kerroksen paksuus vaihtelee kulloinkin käytettävissä olevien

- 10) Maalajien mukaan kuitenkin niin, ettei aliteta taulukossa mainittua yhteismittaa. Jos käytettävissä oleva kiviaines täyttää sekä eristys- että jakavan kerroksen laatuvaatimukset, voidaan ne tehdä samasta aineksestä.
- 11) Mikäli todetaan olevan kuivatusvaikeuksia ja on pelättävissä liiallista maapohjan pehmenemistä rakennustyön aikana tai myöhemmin epätasaista routimista, on tarvittaessa käytettävä F-luokan päällysrakennetta ja/tai maapohja lujitettava esim. kalkilla.
- 12) Jos saavikolla on «kuivakuoritus» (normaalikoetintangot painuvat 100 kg:lla kuormitettuna tai kiertämällä), jonka paksuus on alle 1 m, on päällysrakenteen tehtävä F-luokan vaatimusten mukaisesti.
- 13) Mikäli penger (erikoistapauksissa) tehdään B-luokan maalajista tai sellaisesta C-luokan maalajista, joka on eristyshiekkää karkeampi, on sen alla matalissa, alle 1,5 m:n penkereissä käytettävä suodatinkerrosta.
- 14) Kun routivalla luonnon maapohjalla käytetään routimatonta pengertätettä, niin päällysrakennepaksuus määrätty täytetään mukaisesti vain siinä tapauksessa, että pengerkorkeus on suurempi kuin so. maapohjalle leikkauksessa vaadittu päällysrakennepaksuus.
- 15) Mahdollista pohjavahvistuksista annetaan erikoisohjeet.

**Yleishuomautuksia:**

- Yleensä on pyrittävä siihen, että routiva maa jää mahdollisimman syväälle tasasuviivasta.
- Päällysrakenteen mitoittaminen perustuu yleensä kuormituskertauslukuun eikä ajoneuvojen lukumäärään sinänsä. Alustavia mitoituksia suoritettaessa voidaan kuitenkin arvioida, että 20 vuoden kuluessa tien valmistumisesta tulee raskaitten ajoneuvojen määrä olemaan keskimäärin päällysrakenteen 2 kohdalla 600-1300 ajon/vrk.

**TAIPUIA PÄÄLLYSRAKENNE 3**
**Kuormituskertaluku  $6.8 \times 10^5 \dots 1.7 \times 10^6$** 
**Taulukko 3/63**

Kantavuusluokka	Maapohjan laatu	Suodatin-kerros cm	Eristys-kerros cm	Jakava kerros cm	Suodatin-, eristys- ja jakava kerros yht. väh. cm		Kantava kerros cm		Päällyste cm		Päällysrakenteen vähimmäispaksuus cm		
					Leikkaus	Penger	Alaosa	Yläosa	Sidekerros	Kulutuskerros	Leikkaus	Penger	
A	Kallio	—	—	—	— <sup>1)</sup>		15 <sup>2)</sup> a, b, d	—	5 <sup>4)</sup>	4 <sup>5)</sup>	24 (19)		
							7 <sup>2)</sup> a, b, d	8 <sup>2)</sup>	5 <sup>4)</sup>	4 <sup>5)</sup>			
							10 <sup>2)</sup> a	—	5 <sup>4)</sup>	4 <sup>5)</sup>			
B	Routimattomat maalfajit, joiden rakeisuusikäyrä on jakavan kerroksen ohjaleuelle tai jotka ovat sitä karkeampia. Esim. sora	—	—	—	—	»	»	»	»	»	» <sup>4)</sup>		
C	Routimattomat maalfajit, jotka ovat hiekkää tai sitä karkeampia ja jotka eivät kuulu edelliseen luokkaan	—	—	10	10	»	»	»	»	»	34 <sup>4)</sup>		
D	Routimattomat maalfajit, jotka ovat hietää tai sitä karkeampia ja jotka eivät kuulu edellisiin luokkiin	—	0...21	10...31	31 <sup>7)</sup>	»	»	»	»	»	55 <sup>4)</sup>		
		0...11	—	20...31									
		10...11	10...11	10...11									
E	Routivat maalfajit, paitsi F-luokassa mainitut. Kuiva-kuorisavi, routiva hietä ja routiva moreeni <sup>8)</sup> , <sup>9)</sup>	—	10...46	10...46	56 <sup>7)</sup>	46 <sup>7)</sup>	»	»	»	»	80	70 <sup>11)</sup>	
		10...36 <sup>10)</sup>	—	20...46									
		10...36 <sup>10)</sup>	10...36	10...36									
F	Pehmeikkö Suopasavi, turve, lieju sekä hiesu <sup>9)</sup> , <sup>12)</sup>	—	10...76	10...76	86 <sup>7)</sup>	76 <sup>7)</sup>	»	»	»	»	110	100 <sup>11)</sup>	
		10...66 <sup>10)</sup>	—	20...76									
		10...66 <sup>10)</sup>	10...66	10...66									

- Kallio on louhitava vähintään 1 m:n syvyyteen tasasuivavasta ja kantavan kerroksen alle jätetään louhokives kalliopinnan tasaukseksi. Louhoksen pinta tiivistetään pienillä louhoskivillä ja viimeistellään B-luokan maalajilla. Erikoistapauksissa voidaan kallion pinta tasoitaa betonilla. Tällöin voidaan kantavan kerroksen yläosa tehdä suoraan betonin päälle.
- a. Murkesora jonka suurin rakekoko on  $\Phi$  35...65 mm.  
b. Vaihtoehtoisesti voidaan kantavan kerroksen alaosaa tehdä tärysepelyksenä kivinäisestä  $\Phi$  25 (35)–55 (75) mm, joka tiivistetään  $\Phi$  0,5–4 (6) mm aineksella.  
c. Erikoistapauksissa voidaan kantavan kerroksen alaosaa tehdä maabetonista, jolloin kivinäisenä saadaan käyttää esim. hiekkaisa sora. Tällöin on jakavaa kerrosta paksunnettava kantavuusluokissa C...F 5 cm:llä, jolloin päällysrakenteen vähimmäispaksuus on 19 cm.  
d. Murkesoran tai tärysepelyksen yläosa on imeytettävä ja maabetonin yläpinta on käsiteltävä bitumiemulsioilla, -liuoksella tai tiertervalla.
- Imeytetty sepelys [ $\Phi$  25–55 (40) mm] tarvittaessa joko massalla sidottuna tai pintakäsittelynä. Vaihtoehtoisesti voidaan kerros tehdä bitumisorasta (Bsk 20...35/150) 6 cm paksuksi, jolloin kantavan kerroksen alaosaa on tehtävä 9 cm paksuksi.
- Asfaltticoni (Ab 18...25/120) tai sora-asfaltticoni (SAb 18...25/120).
- Asfalttibetoni (Ab 12...15/100).
- Kun routimattomalla luonnon maapohjalla käytetään tätä heikommin kantavaa routimatonta pengertettyä niin päällysrakennepaksuus määräytyy täytemän mukaisesti.
- Eristys- ja/tai suodatin- sekä jakavan kerroksen paksuus vaihtelee kulloinkin käytettävissä olevien maalajien mukaan kuitenkin niin, ettei aliteta taulukossa mainittua yhteismittaa. Jos käytettävissä

oleva kiviaines täyttää sekä eristys- että jakavan kerroksen laatuvaatimukset, voidaan ne tehdä samasta aineksesta.

- Mikäli todetaan olevan kuivatusvaikeuksia ja on pelättävissä liiallista maapohjan pehmenemistä rakennustyön aikana tai myöhemmin epätasaisista routimista, on tarvittaessa käytettävä F-luokan päällysrakennetta ja/tai maapohja lujitettava esim. kalkilla.
- Jos savikolla on »kuivakuori» (normaalikoetintangot painuvat 100 kg:lla kuormitettuihin tai kiertämällä), jonka paksuus on alle 1 m, on päällysrakenne tehtävä F-luokan vaatimusten mukaisesti.
- Mikäli pengeri (erikoistapauksissa) tehdään B-luokan maalajista tai sellaisesta C-luokan maalajista, joka on eristyshiekkää karkeampi, on sen alla matalassa, alle 1,5 m:n penkereessä käytettävä suodatin-kerrosta.
- Kun routivalla luonnon maapohjalla käytetään routimatonta pengertettyä, niin päällysrakennepaksuus määräytyy täytemän mukaisesti vain siinä tapauksissa, että pengerkorkeus on suurempi kuin ao. maapohjalle leikkauksessa vaadittu päällysrakennepaksuus.
- Mahdollisista pohjavahvistuksista annetaan erikoisohjeet.

**Yleishuomautuksia:**

- Yleensä on pyrittävä siihen, että routiva maa jää mahdollisimman syväle tasasuivavasta.
- Päällysrakenteen mitoittaminen perustuu yleensä kuormituskertalukuun eikä ajoneuvojen lukumäärään sinänsä. Alustavia mitoituksia suoritettaessa voidaan kuitenkin arvioida, että 20 vuoden kuluuta tien valmistamisesta tulee raskaitten ajoneuvojen määrä olemaan keskimäärin päällysrakenteen 3 kohdalla 250...600 ajon./vrk.



## PÄÄLLYSRAKENNE 4

Kuormituskertaluku  $2.8 \times 10^5 \dots 6.8 \times 10^5$ 

Taulukko 4/63

Kantavuusluokka	Maapohjan laatu	Suodatinkerros cm	Eristyskerros cm	Jakava kerros cm	Suodatin-, eristys- ja jakava kerros yht. väh. cm		Kantava kerros cm	Päälyste cm	Päälysrakenteen vähimmäispaksuus cm	
					Leikkaus	Penger			Leikkaus	Penger
A	Kallio	—	—	—	— <sup>1)</sup>		15 <sup>2)</sup>	5 <sup>3)</sup>	20	
B	Routimattomat maalajit, joiden rakeisuuskiärrä on jakavan kerroksen ohjeluella tai jotka ovat sitä karkeampia. Esim. sora	—	—	—	—		»	»	» <sup>4)</sup>	
C	Routimattomat maalajit, jotka ovat hiekkää tai sitä karkeampia ja jotka eivät kuulu edelliseen luokkaan	—	—	10	10		»	»	30 <sup>4)</sup>	
D	Routimattomat maalajit, jotka ovat hietää tai sitä karkeampia ja jotka eivät kuulu edellisiin luokkiin	—	0...20	10...30	30 <sup>4)</sup>		»	»	50 <sup>4)</sup>	
		0...10	—	20...30						
		10	10	10						
E	Routivat maalajit, paitsi F-luokassa mainitut. Kuiva-kuorisavi, routiva, lieta ja routivat moreenit <sup>5)</sup> , <sup>6)</sup>	—	10...45	10...45	55 <sup>5)</sup>   45 <sup>5)</sup>		»	»	75   65 <sup>7)</sup>	
		10...35 <sup>5)</sup>	—	20...45						
		10...35 <sup>5)</sup>	10...35	10...35						
F	Pehmeikkö Suopassi, turve, lieju sekä hiesu <sup>7)</sup> , <sup>8)</sup>	—	10...70	10...70	80 <sup>5)</sup>   70 <sup>5)</sup>		»	»	100   90 <sup>7)</sup>	
		10...60 <sup>5)</sup>	—	20...70						
		10...60 <sup>5)</sup>	10...60	10...60						

- a. Louhinta ulotetaan niin syväälle, että leikkauksen pohja voidaan huolellisesti tasoitaa käyttäen pieniä louhoskiviä ja/tai sepellä sekä viimeistellä B-luokan maalajilla päälysrakenteen alapinnan tasoon. Erikoistapauksissa voidaan kallion pinta tasoitaa betonilla.
- b. Mikäli tie tullaan kestopäällystämään on louhinta suoritettava samoin kuin päälysrakenteissa 1...3.
- a. Muurkesora, jonka suurin rakekoko on  $\Phi$  35...65 mm.
- b. Vaihtoehtoisesti voidaan kantavan kerroksen alaosaa tehdä tärysepellityksenä kiviaineksesta  $\Phi$  25 (35)...55 (75) mm, joka tiivistetään  $\Phi$  0,5...4 (6) mm aineksella.
- Öljysora (Os 18/90), bitumiliuosora (Bis 18/100...120), sora-asfalttibetoni (SAb 12...25/100...120), asfalttobetoni (Ab 12...25/100...120) tai vastaava. Öljy- ja bitumiliuosoran sijasta voidaan tien kulutuskerros tehdä sepellityksestä (Is, Es, Ts) tai käyttäen soratien imeytys- ja pintakäsittelymenetelmää (IPK). Tällöin kantava kerros on tehtävä 18 cm paksuksi.
- Kun routimattomalla luonnon maapohjalla käytetään tätä heikoinn kantavaa routimatonta tai routivaa pengertäytettä niin päälysrakennepaksuus määräytyy täytetaman mukaisesti.
- Mikäli pengeri (erikoistapauksissa) tehdään B-luokan maalajista tai sellaisesta C-luokan maalajista, joka on eristyshiekkää karkeampi, on sen alle matalassa, alle 1,5 m:n penkeressä käytettävä suodatinkerros.
- Eristys- ja/tai suodatin- sekä jakavan kerroksen paksuus vaihtelee kulloinkin käytettävissä olevien maalajien mukaan kuitenkin niin, ettei aliteta taulukossa mainittua yhteismittaa. Jos käytettävissä

oleva kiviaines täyttää sekä eristys- että jakavan kerroksen laatuvaatimukset, voidaan ne tehdä samasta aineksestä.

- 7) Kun routivalla luonnon maapohjalla käytetään routimatonta pengertäytettä, niin päälysrakennepaksuus määräytyy täytetaman mukaisesti vain siinä tapauksessa, että pengerkorkeus on suurempi kuin ao. maapohjalle leikkauksessa vaadittu päälysrakennepaksuus.
- 8) Mikäli todetaan olevan kuivatusvaikeuksia ja on pelättävissä liiallista maapohjan pehmenemistä rakennustyön aikana tai myöhemmin epätasaisista routimista on tarvittaessa käytettävä F-luokan päälysrakennetta ja/tai maapohja lujitettava esim. kalkilla.
- 9) Jos savikolla on «kuivaakuori» (normaalikoetintangot painuvat 100 kg:lla kuormitettuihin tai kiertämällä), jonka paksuus on alle 1 m, on päälysrakennettä tehtävä F-luokan vaatimusten mukaisesti.
- 10) Mahdollisista pohjavahvistuksista annetaan erikoisohjeet.

## Yleishuomautuksia:

- Yleensä on pyrittävä siihen, että routiva maa jää mahdollisimman syväälle tasasuviivasta.
- Päälysrakenteen mitoittaminen perustuu yleensä kuormituskertalukuun eikä ajoneuvojen lukumäärään sinänsä. Alustavia mitoituksia suoritettaessa voidaan kuitenkin arvioida, että 20 vuoden kuluttua tien valmistumisesta tulee raskaitten ajoneuvojen määrä olemaan keskimäärin päälysrakenteen 4 kohdalla 100...250 ajon/vrk.

## PÄÄLYSRAKENNE 5

Kuormituskertaluku  $1.1 \times 10^5 \dots 2.8 \times 10^5$ 

Taulukko 5/63

Kansivuosluokka	Maapohjan laatu	Suodatinkerros cm	Eristyskerros cm	Jakava kerros cm	Suodatin-, eristys- ja jakava kerros yht. väh. cm		Kantava kerros cm	Päälyste cm	Päälysrakenteen vähimmäispaksuus cm	
					Leikkaus	Penger			Leikkaus	Penger
A	Kallio	—	—	—	— <sup>1)</sup>		10 <sup>2)</sup>	5 <sup>3)</sup>	15	
B	Routimattomat maalajit, joiden rakeisuusikäyrä on jakavan kerroksen ohjaleueella tai jotka ovat sitä karkeampia. Esim. sora	—	—	—	—		»	»	» <sup>4)</sup>	
C	Routimattomat maalajit, jotka ovat hiekkää tai sitä karkeampia ja jotka eivät kuulu edelliseen luokkaan	—	—	10	10		»	»	25 <sup>4)</sup>	
D	Routimattomat maalajit, jotka ovat hietää tai sitä karkeampia ja jotka eivät kuulu edellisiin luokkiin	—	0...20	10...30	30 <sup>4)</sup>		»	»	45 <sup>4)</sup>	
		0...10	—	20...30						
		10	10	10						
E	Routivat maalajit, paitsi F-luokassa mainitut. Kuiva-kuorisavi, routiva hietä ja routivat moreenit <sup>5)</sup> , <sup>6)</sup>	—	10...30	10...40	50 <sup>4)</sup>   40 <sup>4)</sup>		»	»	65   55 <sup>7)</sup>	
		10...30 <sup>8)</sup>	—	20...40						
		10...30 <sup>8)</sup>	10...30	10...30						
F	Pehmeikkö Suopasavi, turve, lieju sekä hiesu <sup>9)</sup> , <sup>10)</sup>	—	10...65	10...65	75 <sup>4)</sup>   65 <sup>4)</sup>		»	»	90   80 <sup>7)</sup>	
		10...55 <sup>8)</sup>	—	20...65						
		10...55 <sup>8)</sup>	10...55	10...55						

- Louhinta ulotetaan niin syväälle, että leikkauksen pohja voidaan huolellisesti tasoittaa käyttäen pieniä louhoskiviä ja/tai sepeleä sekä viimeistellä B-luokan maalajilla päälysrakenteen alapinnan tason. Erikoistapauksissa voidaan kallion pinta tasoittaa betonilla.
- a. Murskesora, jonka suurin rae koko on  $\leq 35$ –65 mm.  
b. Vaihtoehtoisesti voidaan kantavan kerroksen alosa tehdä tärysepeleyksenä kiviaineksesta  $\# 25$  (35)–55 (75) mm, joka tiivistetään  $\# 0,5$ –4 (6) mm aineksella.
- Öljysora (Os 18/90), bitumiliuosora (Bis 18/100...120) tai vastaava. Vaihtoehtoisesti voidaan tien kulutuskerros tehdä sepeleyksestä (Is, Es, Ts) tai käyttäen soratien imeytys- ja pintakäsittelymenetelmää (IPK). Tällöin kantava kerros on tehtävä 13 cm paksuksi.
- Kun routimattomalla luonnon maapohjalla käytetään tätä heikommin kantavaa routimattonta tai routivaa pengertättyä, niin päälysrakennepaksuus määräytyy täytemaan mukaisesti.
- Mikäli pengertätty (erikoistapauksissa) tehdään B-luokan maalajista tai sellaisesta C-luokan maalajista, joka on erityshiekkää karkeampi, on sen alla matalassa, alle 1,5 m:n penkereessä käytettävä suodatin-kerrosta.
- Eristys- ja/tai suodatin- sekä jakavan kerroksen paksuus vaihtelee kulloinkin käytettävissä olevien maalajien mukaan kuitenkin niin, ettei aliteta taulukossa mainittua yhteismittää. Jos käytettävissä oleva kiviaines täytetään, niin päälysrakennepaksuus määräytyy täytemaan mukaisesti, voidaan ne tehdä samasta aineksestä.

- Kun routivalla luonnon maapohjalla käytetään routimattonta pengertättyä, niin päälysrakennepaksuus määräytyy täytemaan mukaisesti vain siinä tapauksessa, että pengerkorkeus on suurempi kuin ao. maapohjalle leikkauksessa vaadittu päälysrakennepaksuus.
- Mikäli todetaan olevan kuivatusvaikeuksia ja on pelättävissä liiallista maapohjan pehmenemistä rakennustyön aikana tai myöhemmin epätasaisista routimista, on tarvittaessa käytettävä F-luokan päälysrakennetta ja/tai maapohja lujitettava esim. kalkilla.
- Jos savikolla on «kuivakuori» (normaalikoetintangot painuvat 100 kg:lla kuormitettuna tai kiertämällä), jonka paksuus on alle 1 m, on päälysrakenne tehtävä F-luokan vaatimusten mukaisesti.
- Mahdollisista pohjavahvistuksista annetaan erikoisohjeet.

## Yleishuomautuksia:

- Yleensä on pyrittävä siihen, että routiva maa jää mahdollisimman syväälle tasausviivasta.
- Päälysrakenteen mitoittaminen perustuu yleensä kuormituskertalukuun eikä ajoneuvojen lukumäärään sinänsä. Alustavia mitoituksia suoritettaessa voidaan kuitenkin arvioida, että 20 vuoden kuluttua tien valmistamisesta tulee raskaitten ajoneuvojen määrä olemaan keskimäärin päälysrakenteen 5 kohdalla 35–100 ajon./vrk.

## PÄÄLLYSRAKENNE 6

Kuormituskertaluku  $< 1.1 \times 10^5$ 

Taulukko 6/63

Kantavuusluokka	Maapohjan laatu	Suodatinkerros cm	Eristyskerros cm	Jakava kerros cm	Suodatin-, eristys- ja jakava kerros yht. väh. cm		Kantava kerros cm	Päälyste cm	Päälysrakenteen vähimmäispaksuus cm	
					Leikkaus	Penger			Leikkaus	Penger
A	Kallio	—	—	—	— <sup>1)</sup>		10 <sup>2)</sup>	5 <sup>3)</sup>	15	
B	Routimattomat maalajit, joiden rakeisuuskyäry on jakavan kerroksen ohjeluueella tai jotka ovat sitä karkeampia. Esim. sora	—	—	—	—		»	»	» <sup>4)</sup>	
C	Routimattomat maalajit, jotka ovat hiekkaa tai sitä karkeampia ja jotka eivät kuulu edelliseen luokkaan	—	—	10	10		»	»	25 <sup>4)</sup>	
D	Routimattomat maalajit, jotka ovat hietaa tai sitä karkeampia, ja jotka eivät kuulu edellisiin luokkiin	0...10	—	15...25	25 <sup>4)</sup>		»	»	40 <sup>4)</sup>	
		—	10...15	10...15						
E	Routivat maalajit, paitsi F-luokassa mainitut. Kuiva-kuorisavi, routiva hietä ja routivat morenit <sup>5)</sup> , <sup>6)</sup>	—	10...35	10...35	45 <sup>4)</sup>	35 <sup>4)</sup>	»	»	60	50 <sup>7)</sup>
		10...25 <sup>8)</sup>	—	20...35						
		10...25 <sup>8)</sup>	10...25	10...25						
F	Pehmeikkö Suopassavi, turve, lieju sekä hiesu <sup>7)</sup> , <sup>10)</sup>	—	10...35	10...55	65 <sup>4)</sup>	55 <sup>4)</sup>	»	»	80	70 <sup>7)</sup>
		10...45 <sup>8)</sup>	—	20...55						
		10...45 <sup>8)</sup>	10...45	10...45						

- Louhinta ulotetaan niin syväälle, että leikkauksen pohja voidaan huolellisesti tasoitaa käyttäen pieniä louhoskiviä ja/tai sepeä sekä viimeistellä B-luokan maalajilla päälysrakenteen alapinnan tasoon. Erikoistapauksissa voidaan kallion pinta tasoitaa betonilla.
- a. Kantavan kerroksen laatuvaatimukset täytettävä murskesoraa tai erittäin suhteellunutta luonnonsoraa, jonka yläosa viimeistellään murskesoralla.  
b. Vaihtoehtoisesti voidaan kantavan kerroksen alaosaa tehdä tärysepeilyksenä kiviaineksesta  $\# 25 (35) \dots 55 (75)$  mm, joka tiivistetään  $\# 0,5 \dots 4 (6)$  mm aineksella.
- Öljysora (Ös 18/90) tai sora. Vaihtoehtoisesti voidaan tien kulutuskerros tehdä sepeilyksestä (Is, Es, T3) tai käyttäen soratien imeytys- ja pintakäsittelymenetelmää (IPK). Tällöin kantava kerros on tehtävä 13 cm paksuksi.
- Kun routimattomalla luonnon maapohjalla käytetään tätä heikommin kantavaa routimatonta tai routivaa pengertäytettä, niin päälysrakennepaksuus määrätty täytetämaan mukaisesti.
- Mikäli pengertäyte (erikoistapauksissa) tehdään B-luokan maalajista tai sellaisesta C-luokan maalajista, joka on eristyshiekkää karkeampi, on sen alla matalassa, alle 1,5 m penkereessä käytettävä suodatinkerros.
- Eristys- ja/tai suodatin- sekä jakavan kerroksen paksuus vaihtelee kulloinkin käytettävissä olevien maalajien mukaan kuitenkin niin, ettei aliteta taulukossa mainittua yhteismittaa. Jos käytettävissä

oleva kiviaines täyttää sekä eristys- että jakavan kerroksen laatuvaatimukset, voidaan ne tehdä samasta aineksestä.

- Kun routivalla luonnon maapohjalla käytetään routimatonta pengertäytettä, niin päälysrakennepaksuus määräytyy täytetämaan mukaisesti vain siinä tapauksessa, että pengerkorkeus on suurempi kuin so. maapohjalle leikkauksessa vaadittu päälysrakennepaksuus.
- Mikäli todetaan olevan kuivatusvaikeuksia ja on pelättävissä liiallista maapohjan pehmenemistä rakennustyön aikana tai myöhemmin epätasaista routimista, on tarvittaessa käytettävä F-luokan päälysrakennetta ja/tai maapohja lujitettava esim. kalkilla.
- Jos savikolla on «kuivakuoria» (normaalkoetintangot painauv 100 kg:lla kuormitettuna tai kiertämällä), jonka paksuus on alle 1 m, on päälysrakenne tehtävä F-luokan vaatimusten mukaisesti.
- Mahdollisista pohjavahvistuksista annetaan erikoisohjeet.

## Yleishuomauksia:

- Yleensä on pyrittävä siihen, että routiva maa jää mahdollisimman syvälle tasasuuviivasta.
- Päälysrakenteen mitoittaminen perustuu yleensä kuormituskertalukuun eikä ajoneuvojen lukumäärään sinänsä. Alustavien mitoitusten suorittamiseksi voidaan kuitenkin arvioida, että 20 vuoden kuluttua tien valmistumisesta tulee raskaitten ajoneuvojen määrä olemaan keskimäärin päälysrakenteen 6 kohdalla alle 35 ajon/vrk.

PÄÄLYSRAKENTEEN YLÄOSA

Taulukko 7/63

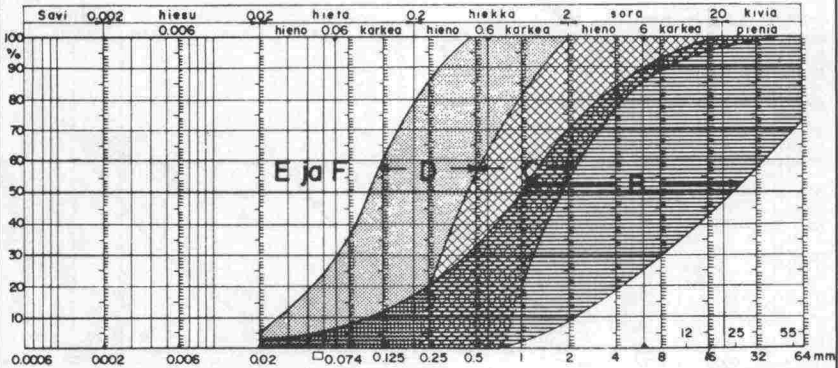
Päälysrakenne	1	2	3	4	5	6												
Kuormituskertalu- ku *)	$> 4.1 \times 10^4$	$1.7 \times 10^4 \dots 4.1 \times 10^4$	$6.8 \times 10^3 \dots 1.7 \times 10^4$	$2.8 \times 10^3 \dots 6.8 \times 10^3$	$1.1 \times 10^3 \dots 2.8 \times 10^3$	$< 1.1 \times 10^3$												
<b>Merkkien selitys:</b> Sr = sora Bts = bitumiliuos- sora Ms = murskesora Täs = tärsyepel- lis I = imeytyssy- pellys Mb = maabetoni Ab = asfaltbetoni SAb = sora-asfaltti- betoni Bsk = bitumiosora kantavana kerroksena																		
<b>Huomautuksia:</b> — Kaikki paksuusmitat on ilmoitettu senttimetreinä (cm) — Taulukossa on päälysrakenteiden 1-3 osalta esitetty kolme päälysrakenteen yläosan vaihtoehtoisia rakennetta ja kaikissa päälysrakenteissa niiden eri kerrosten vaihtoehtoiset rakennet. Rakennehyönteilmän valinnassa on otettava huomioon materiaalien saantimahdollisuudet	<p>1) Kerros voidaan vaihtoehtoisesti tehdä avoimesta asfaltbetonista (AAb). Rakennettaessa päälysrakenne vaiheittain avoin asfaltbetoni pintakäsiteltävä, ennenkuin sällä liikennöidään.</p> <p>2) Asfalttikonin sijasta voidaan käyttää topekaa (Top), hiekk-asfalttia (HA), valuasfalttia (VA) tai vastaavaa.</p> <p>3) Öljy- ja bitumiliuosoran sijasta voidaan tien kulutuskerros tehdä jostain sepelyksestä (Is, Es, Ts) tai käyttäen soratien imeytys- ja pintakäsitelymenetelmää IPK. Tällöin päälysrakenteen 4 kantava kerros on tehtävä 18 cm paksuksi ja 13 cm paksuksi päälysrakenteiden 5 ja 6 osalta.</p> <p>4) Päälysrakenteen mitoittaminen perustuu yleensä kuormituskertalukuun eikä ajoneuvojen lukumäärään sinänsä. Alustavia mitoituksia suoritettaessa voidaan kuitenkin arvioida, että 20 vuoden kuluttua tien valmistumisesta tulee raskaitten ajoneuvojen määrä (ajoneuvoryhmät 2 ja 3) olemaan keskimäärin eri päälysrakenteiden kohdalla seuraava:</p> <table border="1"> <tr> <td>Päälysrakenne 1</td> <td>&gt; 1300 ajon./vrk.</td> </tr> <tr> <td>» 2</td> <td>600... 1300 » »</td> </tr> <tr> <td>» 3</td> <td>250... 600 » »</td> </tr> <tr> <td>» 4</td> <td>100... 250 » »</td> </tr> <tr> <td>» 5</td> <td>35... 100 » »</td> </tr> <tr> <td>» 6</td> <td>&gt; 35 » »</td> </tr> </table> <p>Ajoneuvokoostumuksesta ja tien leveydestä riippuen saattaa yksittäistapauksissa olla poikkeamia esitetystä arviosta. Kun tien keskimääräinen kesäliikenne on suurempi kuin 1500 hy/vrk., on tie yleensä kestopäälystettävä.</p>						Päälysrakenne 1	> 1300 ajon./vrk.	» 2	600... 1300 » »	» 3	250... 600 » »	» 4	100... 250 » »	» 5	35... 100 » »	» 6	> 35 » »
Päälysrakenne 1	> 1300 ajon./vrk.																	
» 2	600... 1300 » »																	
» 3	250... 600 » »																	
» 4	100... 250 » »																	
» 5	35... 100 » »																	
» 6	> 35 » »																	

TVH

MAATUTKIMUSTOIMISTO

KANTAVUUSLUOKITUS

- A. Kallio.
- B. Routimattomat maalajit, joiden rakeisuuskäyrä on ohjealueella B tai ovat sitä karkeampia.
- C. Routimattomat maalajit, joiden rakeisuuskäyrä on ohjealueella C.
- D. Routimattomat maalajit, joiden rakeisuuskäyrä on ohjealueella D.
- E. Routivat maalajit, paitsi F- luokassa mainitut kuten: kuivakuori-savi, routiva hietä ja **routivat moreenit**.
- F. Ns. pehmeikkömaalajit kuten: suopasavi, turve, lieju ja hiesu sekä E- luokan maalajit, jos kuivatusolosuhteet tms ovat huonot.



1. 6. 1968

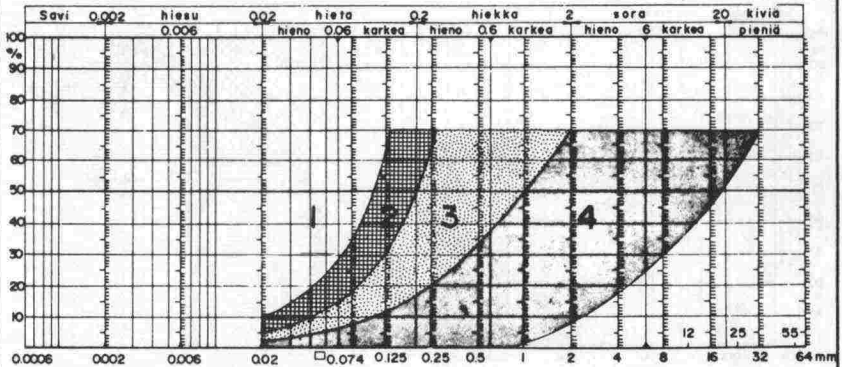
**TVH**  
MAATUTKIMUSTOIMISTO

**MAALAJIEN ROUTIVUUSARVOSTELU**

Kaikki maalajt, joiden rakeisuuskäyrät ovat alueella 1, ovat **rouuvia**.

Ne maalajt, joiden rakeisuuskäyrät sijaitsevat alueella 2, 3 tai 4, ovat **rouutumattomia** edellyttäen, että käyrien alapää ei ole pääty kyselysen alueen vasemmanpuoleisen rajakäyrän yläpuolelle.

Maalajien routivuutta voidaan myös arvostella kapillaarisuuden perusteella sen ollessa rouutumattomilla maalajeilla pienempi kuin 100 cm.



1. 6. 1968

## RAKEISUUDEN MÄÄRITTÄMINEN

Sellaisten kiviainesten rakeisuus, joiden raekoon alaraja on 0 mm, on yleensä aina määritettävä pesuseulonnalla. Jos kiviaineksen raekoon alaraja on 6 mm tai korkeampi, rakeisuus määritetään kuivaseulonnalla. Seulontaan otettavan näytteen määrän on yleensä oltava grammoissa ilmaistuna noin puolet siitä määrästä, joka saadaan, kun suurin raekoko (mm) kerrotaan luvulla 100.

### Kuivaseulonta

#### Laitteet:

Seulasarja: pohja sekä seulat 0,074, 0,125, 0,25, 0,5, 1, 2, 4, (6), 8, (12), 16, 25, 32 ja 64 mm

Seulatärytin

Kuivausuuni

Vaaka, kapasiteetti vähintään 3 kg ja tarkkuus 0,5 g

Alumiinikulhoja

#### Suoritus:

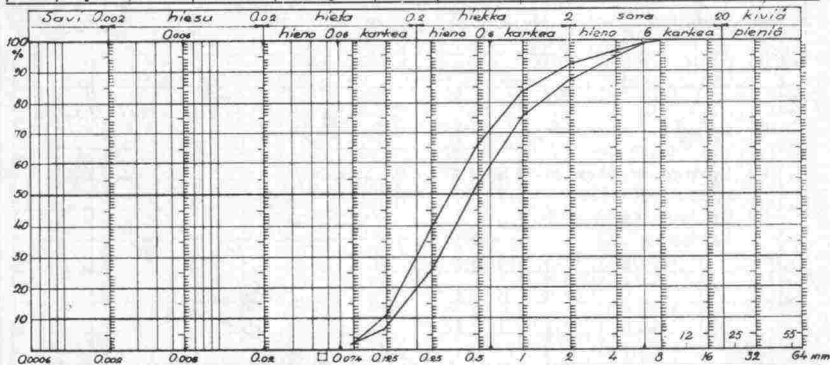
Näyte punnitaan kosteana ja kuivataan punnituksen jälkeen 150 ... 200°C lämmössä 1 ... 2 t. Kuivattu näyte punnitaan. Tämän jälkeen suoritetaan seulonta. Ravisteluaian on oltava 10 ... 15 min. Ravisteluaian riittävyys on tutkittava ensimmäisiä näytteitä seulottaessa ravistelemalla käsin joka seulaa koneellisen ravistelun jälkeen noin yhden minuutin ajan pöydälle levitetyn paperin päällä. Seuloille sekä pohjalle jääneet seulet punnitaan ja lasketaan seuleitten yhteispaino. Tämä yhteispaino ei saa poiketa alkuperäisestä kuivatun näytteen painosta enempää kuin 0,5 %. Painotarkistuksen jälkeen lasketaan eri seuleita vastaavat läpäisyprosentit. Tulokset merkitään lomakkeelle 2.552.

### Pesuseulonta

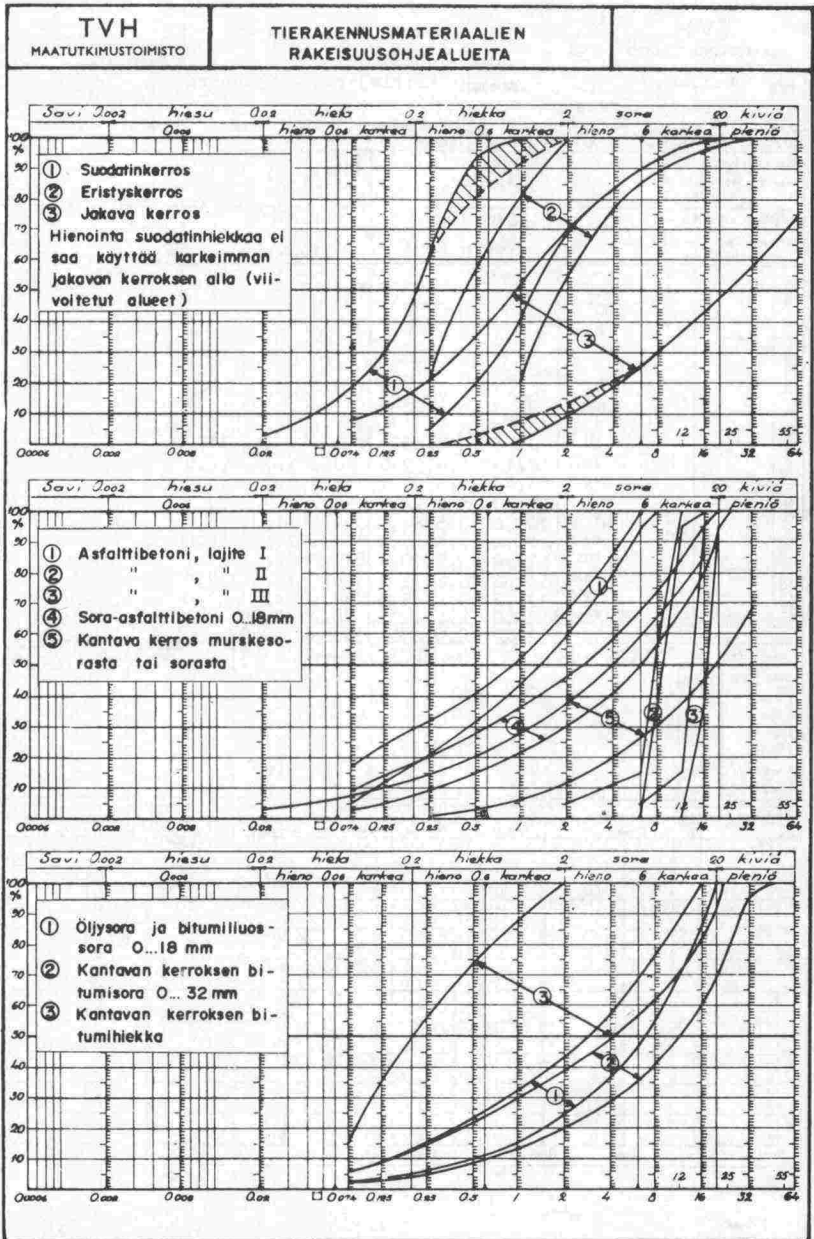
Näyte punnitaan kosteana, kuivataan ja punnitaan uudelleen kuten kuivaseulonnassa. Tämän jälkeen näyte pannaan pesuastiaan ja kaadetaan vettä päälle niin runsaasti, että aines peittyi. Ainesta sekoitetaan sormin, harjalla tai puulastalla niin, että rakeet irtoavat toisistaan ja hienoaines lietty veteen. Karkean aineksen annetaan tämän jälkeen painua pohjalle ja samentunut vesi kaadetaan korkealaitaiselle 0,074 mm seulalle. Nämä toimenpiteet suoritetaan niin useasti, että vesi pesun jälkeen säilyy kirkkaana. Kaadettaessa vettä seulalle on varottava, ettei vettä pääse reunojen yli. Kun pesu on päättynyt, kaadetaan pesuastiaan jäänyt aines kuivausastiaan. Seulalle jäänyt sekä pesuastiaan tarttunut aines huuhdotaan vedellä kuivausastiaan. Sitten kuivausastiassa oleva 0,074 mm:n seulalle jäänyt aines kuivataan ja seulotaan kuten kuivaseulonnassa. Laskelmissa otetaan pesutappio huomioon 0,074 mm seulan läpäisevänä aineksena. Seuleet punnitaan ja lasketaan punnitustuloksia vastaavat läpäisyprosentit. Tulokset merkitään lomakkeelle 2.552. Siihen on myös pantava merkintä, joka osoittaa, että rakeisuus on määritetty pesuseulonnalla. Pesuseulonnassa voidaan myös käyttää erikoisvalmisteisia pesuseulontalaitteita. Tällöin koe suoritetaan periaatteessa samalla tavalla kuin edellä on esitetty.



<b>TVH</b>		LABORATORION TYÖLOMAKE																	
MAATUTKIMUSTOIMISTO																			
Tv:n <b>Vaasan</b>		piiri: työmaa <del>20006</del> <b>Kaislajärvi - Ojanperä</b>																	
Työkohde <b>Eristyskerros</b>		Kunta																	
Näytteen laatu <input type="checkbox"/> Pohjamaa <input type="checkbox"/> Savi-hieta <input type="checkbox"/> Murskeet <input type="checkbox"/> Kestopäälystemässä <input type="checkbox"/> Öljy- tms. sora		<input checked="" type="checkbox"/> Täytemaa <input checked="" type="checkbox"/> Hiekka <del>3300</del> <input type="checkbox"/> Sepelit <input type="checkbox"/> Paällyste		<input type="checkbox"/> Muut															
Näytteen tunnus		a		b		c													
Näytteen ottopaikka (Paalu)		133+82		134+31															
— syvyys ja korkeustaso																			
Näytteen paino kuivana		1210,0		1025,0															
Näytteen paino kuivana pesu- seulonnan jälkeen		1179,8		1004,5															
300 mm A 200—300 64—200 20—64 0,125 0,074 Huom.	Seula		Seulalle jäi		Läpäisi		Seulalle jäi		Läpäisi		Seulalle jäi		Läpäisi						
	□ mm		g		%		g		%		g		%						
	64																		
	55																		
	32																		
	25																		
	20																		
	16																		
	12																		
	8		0		0		100				100								
	6		12,1		1,0		99,0		10,3		1,0		99,0						
	4		43,6		3,6		96,4		38,9		3,8		95,2						
	2		47,2		3,9		92,5		70,7		6,9		88,3						
	1		102,8		8,5		84,0		122,0		11,9		76,4						
	0,5		215,4		17,8		66,2		229,6		22,4		54,0						
0,25		313,4		25,9		40,3		279,8		27,3		26,7							
0,125		341,2		28,2		12,1		196,8		19,2		7,5							
0,074		116,2		9,6		2,5		56,4		5,5		2,0							
Pöly + pesuainep.		30,2		2,5				20,5		2,0									
Yht.		1210,0		100,0		—		1025,0		100,0		—							
Aika		C <sup>o</sup>		Klo		Aerometri- lukema		Raakoko		Läpäisy %		Klo		Aerometri- lukema		Raakoko		Läpäisy %	
Alku																			
1 min.																			
6 min.																			
1 h																			
5 h																			
1 vrk																			
4 vrk																			



Huomautuksia:



## MURTOPINTALUVUN MÄÄRITTÄMINEN

Murtopintaluvulla ilmoitetaan kiviaineksen # 8 mm suurempien rakeitten osalta painoprosentteina kaikilta sivuiltaan murtopintaisten rakeitten sekä kokonaan luonnonpintaisten rakeitten määrä.

### Suoritus:

Tutkittavasta kiviaineksestä otetaan noin 2000 g:n näyte. Näyte kuivataan sekä jaetaan # 8 mm seulalla kahteen osaan. Seulalle (# 8 mm) jäävä aines punnitaan ja se jaetaan rae rakeelta kolmeen kasaan:

1. Kaikilta sivuiltaan murtopintaisten rakeet
2. Rakeet, joissa on murtopintaisia ja luonnonpintaisia sivuja
3. Täysin luonnonpintaisten rakeet.

Tämän jälkeen kasat punnitaan. Murtopintaluku saadaan jakamalla kasan 1 ja 3 paino # 8 mm suurempien rakeitten yhteispainolla sekä muuntamalla osamäärät sadalla kertoen painoprosenteiksi. Murtopintaluku 60/10 tarkoittaa, että sen edustaman kiviaineksen # 8 mm suuremmista rakeista on 60 paino-% täysin murtopintaisia ja 10 paino-% täysin luonnonpintaisia.

## LEVYKUORMITUSKOE

Levykuormituskokeen avulla selvitetään tierakenteen kantavuutta ja myös tiivyyttä. Kokeessa kuormitetaan alustaa pyöreän teräslevyn välityksellä käyttäen tietyn suuruisia kuormituksia. Kantavuutta kuvaavat arvot las-ketaan levyn painuman sekä kuormituksen perusteella.

### Laitteet:

Levykuormitusvälineet  
Teräslevy  $\varnothing$  30 cm  
Mittaripukki  
Mittakellot, 3 kpl, tarkkuus 0,01 mm  
Tunkki varustettuna manometrillä  
Vastapaino, vähintään 10 tonnia

Koe voidaan tehdä joko erillisellä tai autoon kiinnitetyllä laitteistolla.

### Suoritus:

Tutkittavasta kohdasta poistetaan irtoainekset. Kohta tasataan ohuella hiekkakerroksella (hiekkä  $\#$  0,5 ... 2 mm). Tasatun alustan on oltava vaakasuora. Vastapaino siirretään paikalleen. Levy sijoitetaan tassaattuun kohtaan. Tunkki asetetaan levyn ja vastapainon väliin. Mittaripukki sijoitetaan siten, että mittakellot voidaan asentaa levyn reunan kolmannespisteisiin. Pukin jalkojen etäisyyden levyn reunasta on oltava vähintään 50 cm. Mittakellot on asennettava siten, että ne ovat pystysuorassa ja helposti luettavissa. Mikäli laitteisto on varustettu erikoisvälineillä, voidaan mittaus suorittaa yhdellä kellolla levyn keskeltä. Asennustyön jälkeen levyä kuormitetaan noin 350 kg esikuormalla, jotta tasauskerros tiivistyy.

Esikuormituksen jälkeen mittakellot siirretään osoittamaan lukemaa 0. Kuormitusta nostetaan vaiheittain 1000 kg:n välein 1000 kg:sta 8000 kg:an. Kun levyn painumisnopeus on kuormituksen nostamisen jälkeen pienentynyt alle 0,1 mm/min, luetaan aina mittakellot ja lukemat merkitään muistiin lomakkeelle TVH 2.141. Kun on saatu lukemat maksimi kuorman (8000 kg) aiheuttamasta painumasta, kuormitus poistetaan hitaasti. Kuormituksesta aiheutunut pysyvä painuma merkitään muistiin. Tämän jälkeen kuormitusta nostetaan uudelleen vaiheittain kuten edellä ja merkitään taaskin mittakellojen lukemat muistiin.

Kokeen aikana on tarkkailtava mittakelloista, tapahtuuko kuormituksen lisäyksen johdosta tutkittavassa kohdassa murtumista. Tämä ilmenee yleensä siten, että painumanopeus vähenee erittäin hitaasti tai että se ei vähene lainkaan. Murtumistapauksessa koe on keskeytettävä.

Kokeen jälkeen lasketaan mittakellolukemien keskiarvot eri kuormilla. Kantavuusarvo E lasketaan kaavasta:

$$E = 1,5 \frac{a \times p}{s}, \text{ jossa}$$

a = levyn säde (cm)

s = painuma (cm)

p = puristusaine =  $\frac{P}{\pi a^2}$ , P = kuorma (kg)

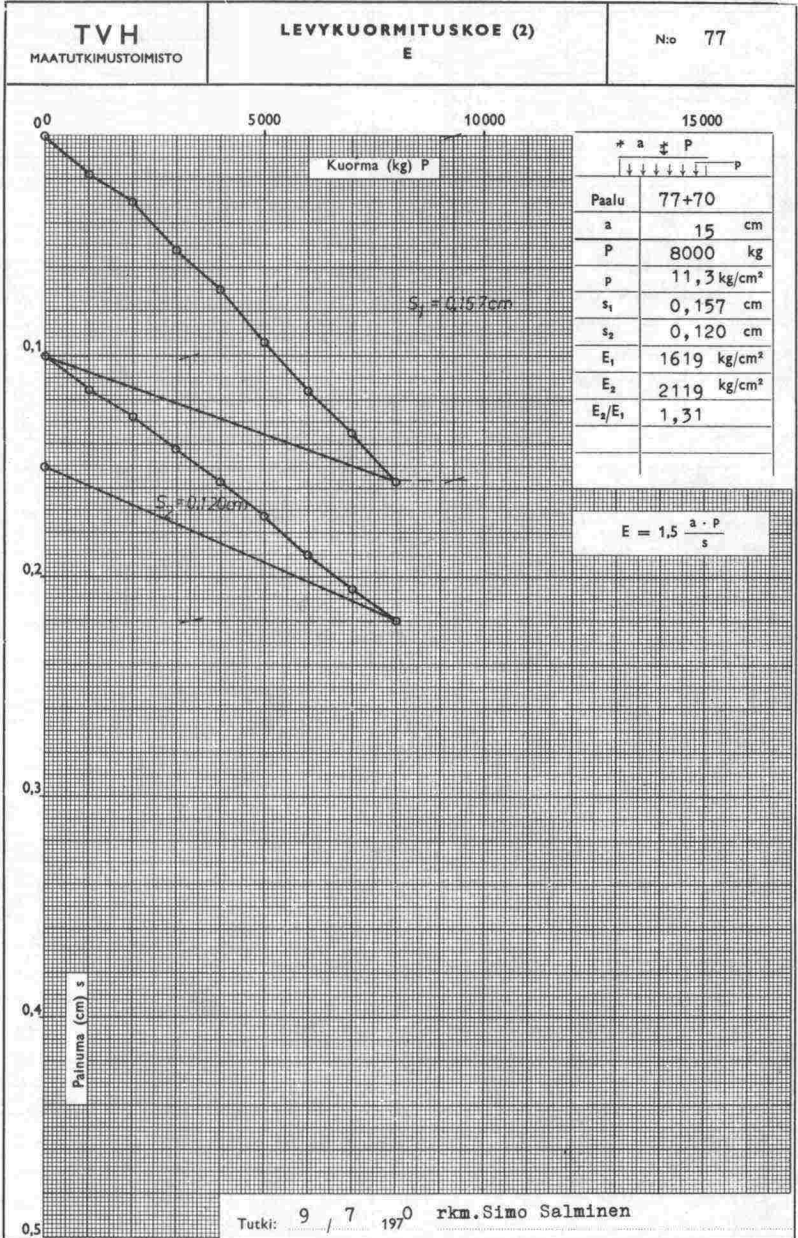
Koetulokset merkitään lomakkeelle 2.141. E-arvo lasketaan yleensä sen painuman perusteella, joka on saatu suurimmalla käytetyllä kuormalla (8000 kg). Ensimmäisestä kuormitussarjasta laskettu kantavuusarvo merkitään E<sub>1</sub>:ksi ja toisesta laskettu arvo E<sub>2</sub>:ksi. E<sub>1</sub>:n ja E<sub>2</sub>:n arvot merkitään lomakkeelle 2.141 koetulosten alapuolelle. Lisäksi lasketaan suhteen E<sub>2</sub>/E<sub>1</sub> arvo. Kuormitusta ja painumaa esittävän käyrän piirtämiseen käytetään lomaketta 2.142.

Levykuormituslaitteet on tarkistettava aina keväällä ennen mittauskauden alkamista sekä tarvittaessa muulloinkin, jos on aihetta epäillä mitauslaitteiston vaurioituneen. Erityistä huomiota on kiinnitettävä manometrin ja mittauskellojen tarkistamiseen.

Levykuormituskokeita suoritettaessa ja liikuttaessa tutkimusalueella on työturvallisuusnäkökohtiin kiinnitettävä erityistä huomiota!











Rakeisuus

32 mm

Kantava 65...100 % ○  
 Jakava 60...100 □  
 Penger 0...100 △

20 mm

Kantava 50... 92% ○  
 Jakava 50...100 □  
 Penger 0...100 △

12 mm

Kantava 36... 76% ○  
 Jakava 36... 96 □  
 Eristys 92...100 ◇  
 Penger 0...100 △

4 mm

Kantava 20... 50% ○  
 Jakava 20... 84 □  
 Eristys 76...100 ◇  
 Penger 0...100 △

0,074 mm

Kantava 0... 8% ○  
 Jakava 0... 8 □  
 Eristys 0... 20 ◇  
 Penger 0... 30 △

Rakennusaika

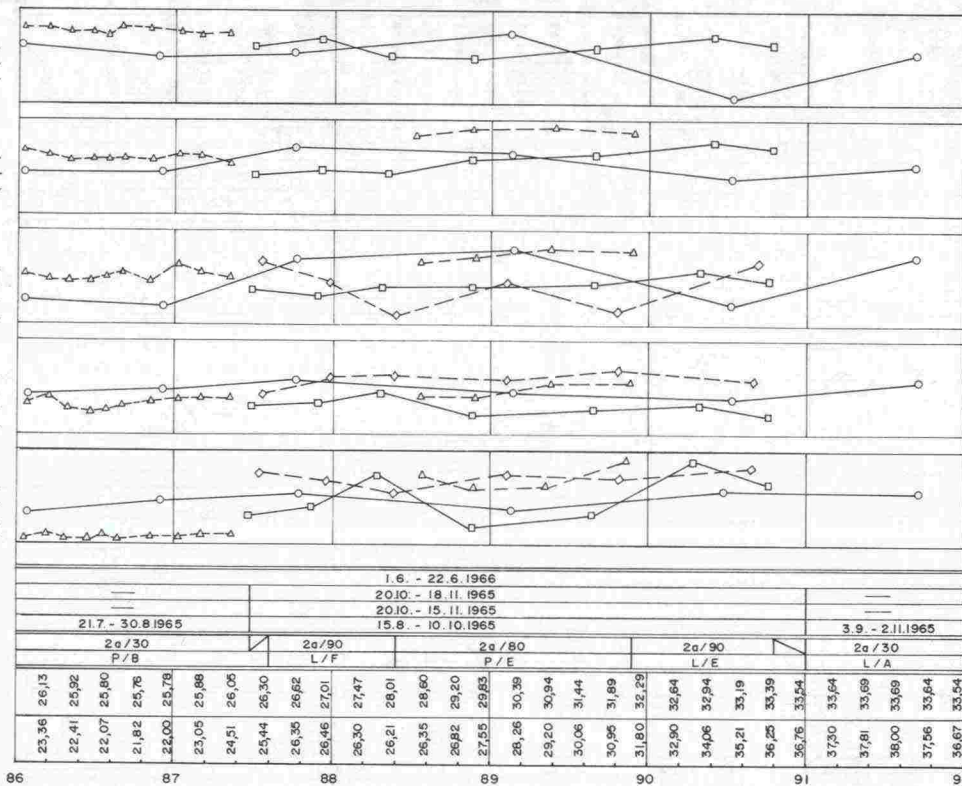
Kantava 1.6. - 22.6.1966  
 Jakava 20.10. - 18.11.1965  
 Eristys 20.10. - 15.11.1965  
 Alusrakenne 21.7. - 30.8.1965 15.8. - 10.10.1965 3.9. - 2.11.1965

Päälysrakenne

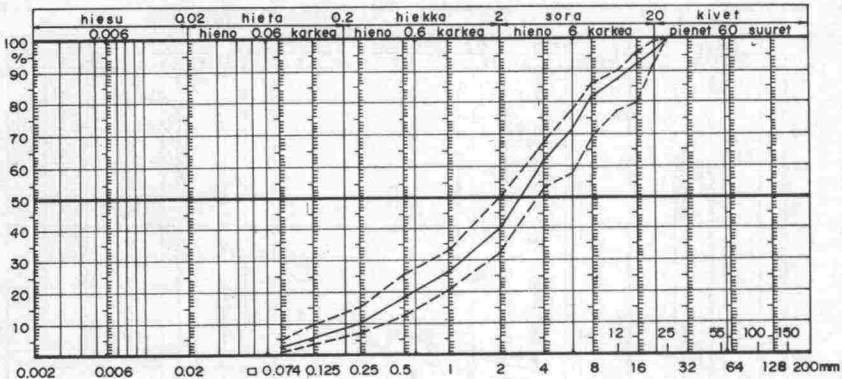
Alusrakenne

Tsv:n korkeus

Maanpinnan korkeus



TVH MAATUTKIMUSTOIMISTO		Päällysrakennetyön <b>TARKKAILU</b>		489	
Tiesosa/Työmaa Koikkala - Karala			Paalu no 0+00 - 31+20		Piiri Keski-Suomi
Ottopaikka Raikko		Käyttötärkoitus Jakava kerros		Tarkkailuaika 1.4 - 15.4.1967	
Tarkkailutulokset					
Rakeisuus (Läpäisy- %)				Muut tutkimustulokset [Keskiarvo/kpl-määrä]	
Seula <input type="checkbox"/> mm	Pienin arvo	Keskiarvo	Suurin arvo	Ominaispaino 2,75/3	Vesipitoisuus 4,3/15
				Maks.til.paino 2,21/3	Opt.vesipit. 8,0/3
				Tiiveysaste 98,1/12	Routivuus 15/0
				Kantavuusarvo E2 2050/24	Kantavuusarvo E2/E1 1,81/24
32				Muotoarvo	Murtopintaluku
25	100	100	100	Humus	
20	92,1	96,3	99,3	Menekki	
16	79,5	92,5	96,2	Käyttötarve	Käytetty
12	77,2	87,0	90,0	21,000 i-m <sup>3</sup>	11250 i-m <sup>3</sup>
8	69,9	82,1	86,3		
6	57,6	70,7	77,2		
4	53,4	61,9	67,7	Huomautuksia (Esim. vaatimusarjoista poikkeavat tulokset)	
2	32,1	40,2	49,9		
1	20,7	26,0	33,3		
0.5	12,5	18,2	25,5		
0.25	7,0	10,1	15,1		
0.125	4,0	6,2	9,8		
0.074	0,9	2,7	4,6		
käärän keskiarvo				*Routimattomien ja routivien näytteiden lukumäärät. esim. 5/1	

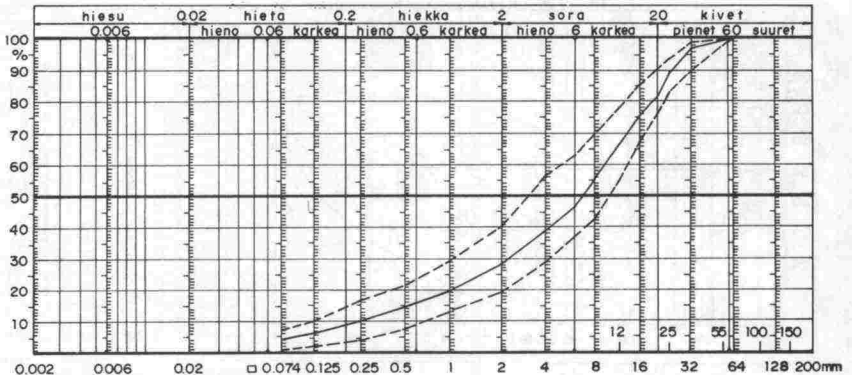


Päiväys ja allekirjoitus

Virrankoski 17.5.1967

A. Ahonen

TVH MAATUTKIMUSTOIMISTO		Päälysrakennetyön <b>TARKKAILU</b>			489	
Tiesse/20066 <b>Koikkala - Karala</b>				Paalu no 0+00 - 63+40		Piiri <b>Keski-Suomi</b>
Ottopaikka <b>Raikko</b>		Käyttötarkoitus <b>Kantava kerros Ms</b>		Tarkkailuika <b>1.4 - 30.5.1967</b>		
Tarkkailutulokset						
Rakeisuus [Läpäisy- %]				Muut tutkimustulokset [Keskiarvo/kpl-määrä]		
Seula <input type="checkbox"/> mm	Plenin arvo	Keskisarvo	Suurin arvo	Ominaispaino	Vesipitoisuus	
				2,77/3	4,3/17	
				Maks.til.paino	Opt.vesipit.	
				2,31/4	6,5/4	
				Tiiveysaste	Routivuus	
				99,3/15	17/0	
64	100	100	100	Kantavuusarvo E2	Kantavuusarvo E2/E1	
				2810/133	1,92/133	
32	90,0	97,2	98,7	Muotoarvo	Murtopintaluku	
25	82,1	89,7	93,2	Humus		
20	75,6	81,4	90,1	Menekki		
16	67,1	75,2	85,3		Käyttötarve	Käytetty
12	54,3	66,6	78,9		13,500 i-m <sup>3</sup>	13,920 i-m <sup>3</sup>
8	42,5	55,3	70,2			
6	36,7	47,0	63,0			
4	28,9	38,6	56,8		Huomautuksia (Esim. vaatimusrajoista poikkeavat tulokset)	
2	19,1	28,5	40,7	Huom. Tämä ilmoitus on tehtävä jokai-		
1	13,0	19,7	29,3	sesta päälysrakenteeseen ja penkeree-		
0.5	7,4	14,9	21,9	seen käytetystä materiaalista (ei kui-		
0.25	4,3	10,0	16,7	tenkaan 3000 i-m <sup>3</sup> pienemmistä eristä).		
0.125	2,1	6,7	10,0			
0.074	0,7	4,1	7,2			
käärän keskiarvo				*Routimattomien ja routivien näytteiden lukumäärät, esim. 5/1		



Päiväys ja allekirjoitus **Virrankoski 2.6.1967** **A. Ahonen**



Tiiviyssasteen ( $E_2/E_1$ ) arvostelu  
kantavuusarvon ( $E_2$ ) avulla.

$E_2/E_1$  sallittu yksittäistulos

40  
30  
20  
1.0

Jakava

Kantava

0 1000 2000 3000 4000 5000

$E_2$  [kp/cm<sup>2</sup>]

Maalajien maksimi kuivatilavuuspaino raekokosuhteen funktiona

