



**Tielaitos**

**Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset**

**Penger- ja kerrosrakenteet**

**Työselitykset ja  
laatuvaatimukset**

Helsinki 1994

**Kehittämiskeskus**

**Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset**

## **Penger- ja kerrosrakenteet**

**Tielaitos**  
Kehittämiskeskus

Helsinki 1994

ISBN 951-47-8747-1  
TIEL 2212460-94  
Painatuskeskus Oy  
Helsinki 1994

Julkaisun kustannus ja myynti:  
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,  
painotuotevarasto  
Telefax (90) 1487 2652

**Tielaitos**  
Opastinsilta 12 A  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puh. vaihde (90) 148 721



Tiepiirit

## MUU OHJAUS

9.6.1994

94/20/Th-541  
2001/93/20/TIEL

ASIARYHMÄ  
248

Säädöserusta  
Asetus 126/90 3 §

Korvaa  
Julkaisun TIEL 2212460/1991  
Penger- ja kerrosrakenteet

Kohderyhmät  
TIELAITOS

Voimassa  
TOISTAISEKSI

Asiasanat  
TIENRAKENNUS, LAATUVAATIMUKSET, TYÖSELITYKSET  
Penger - ja kerrosrakenteet

---

### TIENRAKENNUSTÖIDEN YLEISET LAATUVAATIMUKSET JA TYÖSELITYKSET

Penger- ja kerrosrakenteet

Tielaitoksen keskushallinto lähettää oheisena omissa töissä ja sopimussuh-  
teissa sovellettavaksi.

Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset:  
**Penger- ja kerrosrakenteet, TIEL 2212460 -94**

Muutokset edelliseen painokseen on merkitty pystyviivoilla.  
Olellaiset muutokset: Suodatinkankaiden luokitus on muuttunut; julkaisuun  
on lisätty pohjaveden maatiivisteiden vaatimukset ja pohjaveden suojakalvo-  
jen laatuvaatimukset; tiivistämishjeet ovat muuttuneet; kerrosten laatuvaati-  
mukset ovat muuttuneet.  
Painotuote on saatavissa hallinnon palvelukeskuksen painotuotemyynnistä.

Johtaja

*Erkki Koskinen*  
Erkki Koskinen

Apulaisjohtaja  
Tiehallinto

*Aulis Nironen*  
Aulis Nironen

LIITE

./..

---

LISÄTIETOJA  
Kehittämiskeskus  
P. Pouttu  
K. Lehtonen

MYYNТИ/JAKELU  
Hallinnon palvelukeskus/ painotuotemyynti  
Opastinsilta 12 A tai PL 33  
00521 HELSINKI  
Puh. 90 -1487 2053

<b>4000PENGER - JA KERROSRAKENTEET</b>	<b>8</b>
4000.1Yleistä	8
4000.2Ympäristövaikutukset	8
4000.3Pehmeiköillä pengertäminen	8
4000.3.1Yleistä	8
4000.3.2Maaperätiedot	8
4000.3.3Suunnitelmien tulkinta ja muuttaminen	8
4000.3.4Työjärjestys ja ajoituskysymykset	8
4000.3.5Painuma-aikojen varaaminen	9
4000.3.6Tilanteet, joita ei ole otettu huomioon	9
4000.3.7Työmaatiet	9
4000.4Pengerrys pohjanvahvistusalueilla	9
4000.5Penkereiden ja kerrosten rakentaminen talvella	9
4000.5.1Työohjeet	9
4000.5.2Talvella tiivistäminen	10
<b>4100Maapenkereet ja padot</b>	<b>11</b>
4100.1Yleistä	11
<b>4110Tiepengerrys</b>	<b>11</b>
4110.1Yleistä	11
4110.2Mitat	11
4110.3Pengermateriaalit	12
4110.3.1Pengertäyte	12
4110.3.2Luiskatäyte	13
4110.3.3Päällysrakenteen luiskatäyte	16
4110.4Pengeralustan vahvistaminen, suodatinkerros	16
4110.5Penkereen yläpinnan käsittely	16
4110.6Pengerrystavat	17
4110.7Kerrospengerrys	17
4110.8Kiilapengerrys	18
4110.9Päätypengerrys	18
4110.10Veteen pengerrys	19
4110.10.1Materiaalit	19
4110.10.2Työohjeet	19
4110.11Tiiviysvaatimukset	20
4110.12Kokeellinen tiiviyden tarkkailu	21

5/94

4110.13	Työmenetelmiin perustuva tiiviyden tarkkailu	21
4110.14	Tiivistysohjeita	22
4110.15	Sillan taustan täyte (myös louhepenger)	24
4110.15.1	Yleistä	24
4110.15.2	Materiaalit	24
4110.15.3	Työohjeet	24
4120	Massanvaihtoon liittyvät täytöt ja penkereet (myös louhe)	25
4120.1	Massanvaihto kaivamalla, täyttö	25
4120.1.1	Mitat	25
4120.1.2	Täyttemateriaali	25
4120.1.3	Työohjeet	25
4120.2	Massanvaihto pengertämällä, penger ja murtoylipenger (siirtyvä ylipenger)	26
4120.2.1	Mitat	26
4120.2.2	Pengermateriaali	26
4120.2.3	Työohjeet	27
4130	Vastapenkereet	28
4130.1	Mitat	28
4130.2	Materiaalit	28
4130.3	Työohjeet	29
4140	Ylipenkereet, myös louheesta	30
4140.1	Mitat	30
4140.2	Materiaali	30
4140.3	Työohjeet	30
4180	Kevytsora- yms penkereet	31
4180.1	Yleistä	31
4180.2	Kevytsorapengeret	31
4180.2.1	Yleistä	31
4180.2.2	Mitat	31
4180.2.3	Materiaali	31
4180.2.4	Työohjeet	32
4180.2.5	Normaali täyttö tiepenkereessä	32
4180.2.6	Täyttö ahtaissa paikoissa ( Siltojen taustatäyte yms)	32
4180.3	Kevytsorabetonirakenteet	33
4180.3.1	Yleistä	33

	5/94
4180.3.2 Mitat	33
4180.3.3 Kevytsorabetonin laatu	33
4180.3.4 Työohjeet	33
4180.4 EPS- Penkereet	34
4180.4.1 Yleistä	34
4180.4.2 EPS:n laatu	34
4180.4.3 Harkkojen muoto ja mitat	34
4180.4.4 Varastointi	34
4180.4.5 Työohjeet	35
<b>4200 Louhepenkereet</b>	<b>36</b>
4200.1 Yleistä	36
<b>4210 Tiepenkereet louheesta</b>	<b>36</b>
4210.1 Mitat	36
4210.2 Materiaali	36
4210.3 Työohjeet	36
<b>4220 Massanvaihtoon kuuluvat täytöt louheesta</b>	<b>37</b>
<b>4230 Vastapenkereet louheesta</b>	<b>37</b>
<b>4240 Ylipenkereet louheesta</b>	<b>37</b>
<b>4270 Louhepatjat, siirtymäkiilat ja maalaatikot louheesta</b>	<b>37</b>
4270.1 Yleistä	37
4270.2 Mitat	37
4270.3 Materiaali	37
4270.4 Työohjeet	37
<b>4280 Kallion leikkauspohjan ja penkereen yläpinnan kiilaus</b>	<b>39</b>
4280.1 Yleistä	39
4280.2 Mitat	39
4280.3 Materiaali	39
4280.4 Työohjeet	39
<b>4400 Suodatin-, eristys- ja jakavat kerrokset</b>	<b>40</b>
4400.1 Yleistä	40
<b>4410 Suodatin- ja eristyskerros</b>	<b>40</b>
4410.1 Yleistä	40
4410.2 Mitat	40
4410.3 Materiaali	41
4410.4 Työohjeet	42

5/94

4410.5Tiiviys ja tiiviyden tarkkailu	42
<b>4430Jakavat kerrokset</b>	<b>43</b>
4430.1Yleistä	43
4430.2Mitat	43
4430.3Materiaali	43
4430.4Valmiin kerroksen rakeisuusvaatimukset	44
4430.5Kantavuuden vähimmäisarvot jakavan kerroksen pinnalla	44
4430.6Tiiviys	44
<b>44450SUODATINKANKAAT</b>	<b>46</b>
4450.1Yleistä	46
4450.2Kankaiden käyttöluokitus ja laatuvaatimukset	46
4450.3Asennus	46
4450.4Työohjeet	46
<b>4500Sitomattomat kantavat kerrokset</b>	<b>49</b>
4500.1Yleistä	49
4500.2Mitat	49
4500.3Materiaali	49
4500.4Valmiin rakenteen rakeisuusvaatimukset	50
4500.5Kiviaineksen laatuvaatimukset	50
4500.6Kantavuusmittausten keskiarvon odotusarvot ja yksittäisen mittauksen suositeltavat vähimmäisarvot	51
4500.7Tiiviys	52
<b>4800Erikoisrakenteet</b>	<b>52</b>
4800.1Lämpö- ja routaeristeet	52
4800.2Solumuoviset lämpöeristeet	52
4800.2.1Mitat	52
4800.2.2Materiaali	52
4800.2.3Työohjeet	52
<b>4810Pohjaveden suojaus, maatiivisteet</b>	<b>54</b>
4810.1Yleistä	54
4810.2Materiaalin ottopaikka	54
4810.3Maatiivisteiden laatu	54
4810.4Suojakerros ja nurmetus	55
4810.5Mitat	55
4810.6 Laadunvarmistus työn aikana	56



---

	5/94
4810.7 Työohjeet	57
4810.8 Lopputarkastus	58
4820 Pohjaveden suojakalvot	58
4820.1 Sisäluiskan yläosan suojaus	58
4820.1.1 Materiaalit	58
4820.1.2 Asentaminen	60
4820.2 Ojan pohjan tiivistekalvot ja matot	61
4820.2.1 Materiaalit	61
4820.2.2 Asentaminen	61
4820.3 Aputiivisteet	62
4820.3.1 Materiaalit	62
4820.3.2 Asentaminen	62

**Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset**  
**PENGER- JA KERROSRAKENTEET**

5/94

**Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset, Penger- ja Kerrosrakenteet.** [Allmänna kvalitetskrav och arbetsinstruktioner för underbyggnad och obunda överbyggnadslager, Standard specifications, embankment, subbase and basecourse] Tielaitos kehittämiskeskus, Helsinki 1994. Työselitykset ja laatuvaatimukset 5/1994 55s TIEL 2212460 ISBN 951-47-8747-1

Aiheluokka: 40

Asiasanat: Laatuvaatimukset, Penger- ja kerrosrakenteet

## **TIIVISTELMÄ**

Näitä ohjeita ja laatuvaatimuksia sovelletaan tielaitoksen omissa ja urakalla teettämässä töissä siinä tapauksessa että, suunnitelmissa ei ole työn laatua ja laadun tarkkailua tarkemmin kuvattu.

Julkaisut sisältävät viittauksia muihin tienrakennustöiden yleisten laatuvaatimusten ja työselitysten osiin. Julkaisuja tulkitaan kokonaisuutena.

Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset sisältävät viittauksia myös muihin tielaitoksen julkaisuihin, yleisiin standardeihin ja näihin verrattaviin julkaisuihin.

Jos tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset sisältävät ristiriitaisia tietoja, myöhemmin julkaistu tieto on pätevä.

Suunnitelmilla tarkoitetaan kaikkia muita kyseiseen työhön liittyviä (urakkaan sopimuksella liitettyjä) asiakirjoja.

Viittausten helpottamiseksi kappaleet on numeroitu TIEL:n litteroinnin mukaisesti.

Roomalaisen numeroinnin avulla (I., II.) on kuvattu eri vaihtoehtojen pätemisjärjestys. Numeroinnin tarkoituksena on myös osoittaa suunnittelijalle kohdat, joissa on syytä harkita II. kappaleessa esitetyn vaatimuksen soveltuvuutta työhön.

Laatusuunnitelmalla tarkoitetaan urakkaan (tai omaan työhön) laadittua (vaadittua) laadunvarmistussuunnitelmaa.

Kappaleet sisältävät:

- mitattavia laatuvaatimuksia
- sanallisia laadun kuvauksia
- suunnitelmissa osoitettujen vaatimusten selvennyksiä
- laaduntarkkailuohjeita
- yksinkertaisia suunnittelusääntöjä; periaatteena, jos olosuhde on tämä työ tehdään näin.

Julkaisussa:

- tai ilmaisulla tarkoitetaan kelpoisuudeltaan tasavertaisia ratkaisuja tai työtapoja, ellei lauseen sisällöstä muuta johdu (esim. maa- tai kallioperustus)
- tarvittaessa ilmaisulla tarkoitetaan olosuhteiden vaatimien keinojen ja ratkaisujen käyttöä, joita tarvitaan hyvän tuloksen saavuttamiseksi.

5/94

**4000 PENER - JA KERROSRAKENTEET****4000.1 Yleistä**

4000.1.1 Pengerrakenteilla ja kerroksilla tarkoitetaan penkereitä, kerroksia, täyttöjä, lämpöeristeitä, suodattimia yms.

**4000.2 Ympäristövaikutukset**

4000.2.1 Jos pengerrys saattaa aiheuttaa maaperän siirtymiä, pidetään vaara-alueella sijaitsevien rakenteiden ja rakennelmien kuntoa koskeva katselmus, jossa ovat läsnä rakenteiden omistajat tai heidän edustajansa. Katselmuksesta pidetään pöytäkirjaa, joka lähetetään tiedoksi ja hyväksyttäväksi asianosaisille.

4000.2.2 Katselmuksen tarpeellisuuden toteamisvelvollisuus ja katselmuksen pitäjä osoitetaan suunnitelmissa.

4000.2.3 Työn lopuksi pidetään kyseisillä alueilla katselmus, jossa selvitetään syntykö vahinkoja ja sovitaan korvauksista.

4000.2.4 Täryjyrien tai muiden maan värähtelyjä aiheuttavien koneiden vaikutus otetaan huomioon työsuunnitelmissa.

**4000.3 Pehmeiköillä pengertäminen****4000.3.1 Yleistä**

4000.3.1.1 Pengerrystyöt tehdään suunnitelmien mukaisesti.

**4000.3.2 Maaperätiedot**

4000.3.2.1 Pengerrystöiden aikana pidetään silmällä, että pohjasuhteet on suunnitelmissa arvioitu oikein. Jos pohjasuhteet eivät vastaa suunnitelmaa tai tällaista on syytä epäillä, sovitaan jatkotoimista kussakin tapauksessa erikseen.

**4000.3.3 Suunnitelmien tulkinta ja muuttaminen**

4000.3.3.1 Jos suunnitelmissa esiintyy epäselvyyksiä tai tarvetta tarkennuksiin ja muutoksiin, neuvotellaan muutoksista suunnittelijan kanssa.

**4000.3.4 Työjärjestys ja ajoituskysymykset**

4000.3.4.1 Pengerryksessä noudatetaan suunnitelmissa osoitettua työjärjestystä ja aikataulua. Poikkeukset käsitellään suunnitelmien muutoksina.

#### **4000.3.5 Painuma-aikojen varaaminen**

4000.3.5.1 Pehmeiköillä sijaitseville penkereille varataan riittävän pitkä painuma-aika. Suunnitelmissa esitetyt painuma-ajat ovat arvioituja aikoja. Lopulliset painuma-ajat määrätään työnaikaisten mittausten perusteella. Työaikataulut laaditaan niin väljiksi, että aikatauluun jää pelivaraa, jos painumat tapahtuvat odotettua hitaammin.

#### **4000.3.6 Tilanteet, joita ei ole otettu huomioon**

4000.3.6.1 Pehmeikköalueilla ei saa tehdä suunnitelmissa osoittamattomia läjityksiä välivarastointeja, kaivantoja tai lopullista jyrkempiä luiskia ilman geoteknisen suunnittelijan hyväksyntää.

#### **4000.3.7 Työmaatiet**

4000.3.7.1 Pehmeikköalueilla tarkistetaan geoteknisen suunnittelijan avulla, että väliaikainen tie ei aiheuta vahinkoja.

#### **4000.4 Pengerrys pohjanvahvistusalueilla**

4000.4.1 Katso kohdat:  
6101.6 Pengerrys paalutusalueella  
6220.5 Pengerrys nauhapystysalaojitusalueella  
6260.4 Pengerrys stabiloiduilla alueella  
kohta 6280.1.2.2  
kohta 6280.2.2.6

#### **4000.5 Penkereiden ja kerrosten rakentaminen talvella**

##### **4000.5.1 Työohjeet**

4000.5.1.1 Lumi ja jää poistetaan penkereen alta ja rakennettavien kerrosten välistä. Pengertäyte ei saa sisältää lunta, jäätä eikä jäätyneitä maakokkareita.

4000.5.1.2 Jäätynyttä maata voidaan sijoittaa sulamaan penkereen luiskatäytteisiin.

4000.5.1.3 Vesistöpenkereissä voidaan "kameja" sijoittaa penkereen vedenalaiseen reunaosiin.

4000.5.1.4 Jos penger on rakennettu siten, että se ei ole päässyt pengerrettäessä jäätymään, voidaan sen päälle jo talvella rakentaa osia sitomattomista kerroksista lukuunottamatta kantava kerrosta. Kantava kerros ja päällyste rakennetaan vasta roudan sulattua kesällä. Tällöinkin varaudutaan tasaustyöhön ja tehokkaaseen jälkitiivistykseen.

4000.5.1.5 Yleisen liikenteen järjestämisen vuoksi, koko päällysrakenne voidaan rakentaa talvella suunnitelmissa tai työn aikana osoitetuilla tieosuuksilla.

5/94

- 4000.5.1.6 Jos talvella tehdyn penkereen päälle rakennetaan samana talvikautena päällysrakennekerroksia, penkereen pinta muotoillaan oikeaan kaltevuuteen ja korkeuteen. Arvioitu, suunnittelijan hyväksymä, penkereen painumisvara ja routanousu otetaan huomioon.
- 4000.5.1.7 Päätypengerryksen voi yleensä tehdä talvityönä.
- 4000.5.1.8 Jos penger tehdään kiilapenkereenä, voidaan penkereen jäätyminen yleensä välttää ja penger rakentaa talvityönä kerralla täyteen korkeuteen. Kerrokset levitetään ja tiivistetään samanaikaisesti.
- 4000.5.1.9 Kun pengerrys keskeytetään niin, että etuluiska jäätyy, penkereen pää tiivistetään ja jätetään 1:4 luiskaan myös päätypengerryksessä.

#### **4000.5.2 Talvella tiivistäminen**

- 4000.5.2.1 Jyrät valitaan niin, että ne ehtivät tiivistää maan ennen sen jäätymistä.
- 4000.5.2.2 Tiivistys aloitetaan heti levityksen jälkeen, koska luonnonkosteat maalajit ovat tällöin yleensä tiivistämisen kannalta sopivan kosteita. Maan jäädyttyä pengertä ei voi tiivistää.
- 4000.5.2.3 Pengerrettävän maan vesipitoisuuden tulee olla riittävän alhainen lämpötilasta riippuen 5...15 %.

## **4100 Maapenkereet ja padot**

### **4100.1 Yleistä**

4100.1.1 Epätasaisten painumien ja tiivistymien välttämiseksi pengeralustat käsitellään ja vahvistetaan suunnitelmien mukaisesti.

## **4110 Tiepenger**

### **4110.1 Yleistä**

4110.1.1 Tiepenkereen osat on määritelty kuvassa 4110.1.

4110.1.2 Työt ajoitetaan ja järjestetään siten, että leikkauksista saatavaa rakenteisiin kelpollista maata ei sää- tai pohjavesiolosuhteiden takia jouduta tarpeettomasti läjittämään.

4110.1.3 Pengertäytteen kantavuusluokka ja routivuus tarkastetaan

I. suunnitelmien mukaisesti

II. rakeisuuden perusteella tieleikkauksen kantavuusluokan tarkastuksen yhteydessä tai ottopaikoilla keskimäärin 7500 tonnin välein ja ottopaikan maalajin vaihtuessa (kuva 2100.1)

4110.1.4 Penger rakennetaan tasalaatuisista kerroksista.

4110.1.5 Routimattoman ja routivan pengertäytteen rajapinta tehdään siten, että pinnan kaltevuus tien tasausviivan suhteen noudattaa siirtymäkiilasyvyyden alueella kohdan 2100.6 "Siirtymäkiilat" ohjeita. Siirtymäkiilasyvyyttä syvemmällä rajapinnan kaltevuus on 1:4 tai loivempi.

### **4110.2 Mitat**

4110.2.1 Penger rakennetaan

I. suunnitelmien mittojen ja tarkkuusvaatimusten mukaisesti

II. noudattaen taulukon 4110.1 tarkkuusvaatimuksia. Mahdolliset verhoukset otetaan huomioon.

4110.2.2 Penkereiden painumat ja tiivistymät otetaan tarvittaessa huomioon suunnittelijan kanssa työn aikana sovittavalla tavalla. ( Huom. TSV:n muutostarpeet yms.)

4110.2.3 Valmiin rakenteen mitat, korkeussuhteet ja pinnan leveys tarkistetaan

I. suunnitelmien mukaisesti

II. maastonmerkintöjen kohdalla 20 m välein.

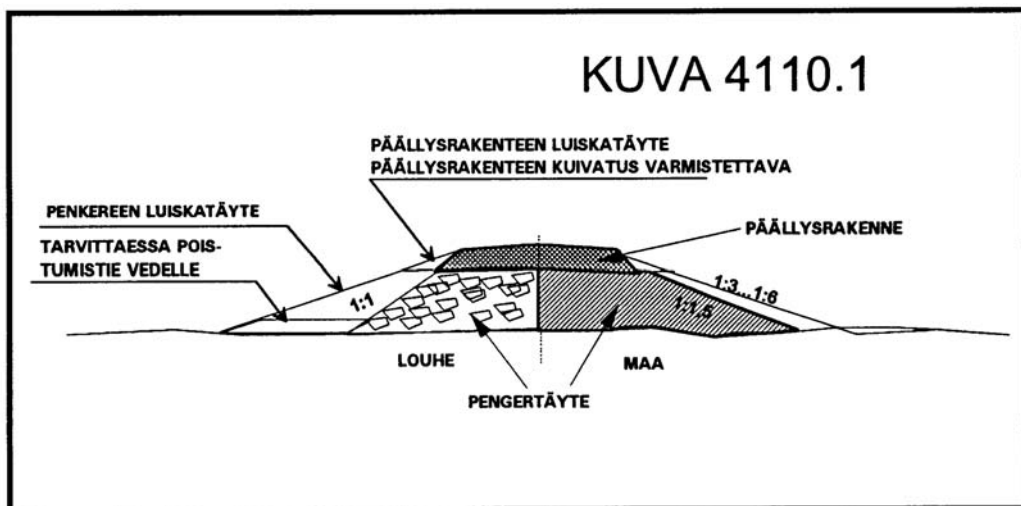
5/94

- 4110.2.4 Pengerluiskat muotoillaan  
I. suunnitelmien mukaisesti  
II. kuvan 2100.3 mukaisesti.

### 4110.3 Pengermateriaalit

#### 4110.3.1 Pengertäyte

- 4110.3.1.1 Täyteenä käytetään  
I. suunnitelmissa osoitettuja materiaaleja  
II. tiivistämiskelpoisia kivennäismaalajeja savea lukuunottamatta (ks. kuvat 4110.2 ja 4110.3).
- 4110.3.1.2 Kuivakuorisavea saa käyttää pengertäyteenä vain suunnitelmassa osoitetuilla osuuksilla.
- 4110.3.1.3 Pengertäyte ei saa sisältää kiviä tai lohkareita, joiden läpimitta on suurempi kuin kaksi kolmasosaa kerralla tiivistettävän maakerroksen paksuudesta.
- 4110.3.1.4 Soilla mataliin penkereisiin (alle 1,5 m) saa käyttää vain routimattomia kiviaineksia.



Taulukko 4110.1

MAAPENKEREIDEN MITTOJEN SALLITUT POIKKEAMAT	
<b>LUISKAN</b> •TASOSIJAINNIN POIKKEAMA •TASON POIKKEAMA KOHTISUORAAN PINTAA VASTAAN • KALTEVUUDEN POIKKEAMA	- 150 ...+150 mm
	- 100 ...+100 mm
	<b>LOIVEMPI KUN k</b>
<b>PENKEREEN YLÄPINNAN</b> • TASOSIJAINNIN POIKKEAMA • TASOSIJAINNIN POIKKEAMAN MUUTOS • TASON POIKKEAMA • TASON POIKKEAMAN MUUTOS • TASON POIKKEAMIEN KESKIARVO	- 150 ...+ 150 mm
	150 mm/ 20 m
	0....-100 mm
	100 mm/ 20 m
	0... - 50 mm
<b>LEVEYDEN POIKKEAMA</b> • LEVEYDEN KESKIARVON POIKKEAMA • KALTEVUUDEN POIKKEAMA • TASAISUUS	- 100 mm...+100 mm
	- 50 .... + 50 mm
	+ 1,5 %
<b>50 mm/ 5 m</b>	
<b>k = luiskan kaltevuus</b>  Luiskapinnat tehdään suoriksi tasoiksi pyöristyksiä lukuunottamatta ja siten, että pinoille ei jää kunnossapitoa haittaavia epätasaisuuksia ja kiviä.  Kivet ja louhe tasataan verhouksen vaatimaan tasoon.  Verhottavia luiskia rakennettaessa otetaan huomioon verhouksen vaatima työvara. Nurmetuksen kasvualustaa ei vaadita muualla, kuin louhealustalla ja nurmetusmenetelmässä I.  Alueilla, joilla käytetään nurmetusmenetelmää I tai II tai suunnitelmissa osoitetuilla alueilla pinna tasaisuudeksi vaaditaan 50 mm/ 2m. Muualla riittää huolellista puskutasausta vastaava tasaisuus.	

### 4110.3.2 Luiskatäyte

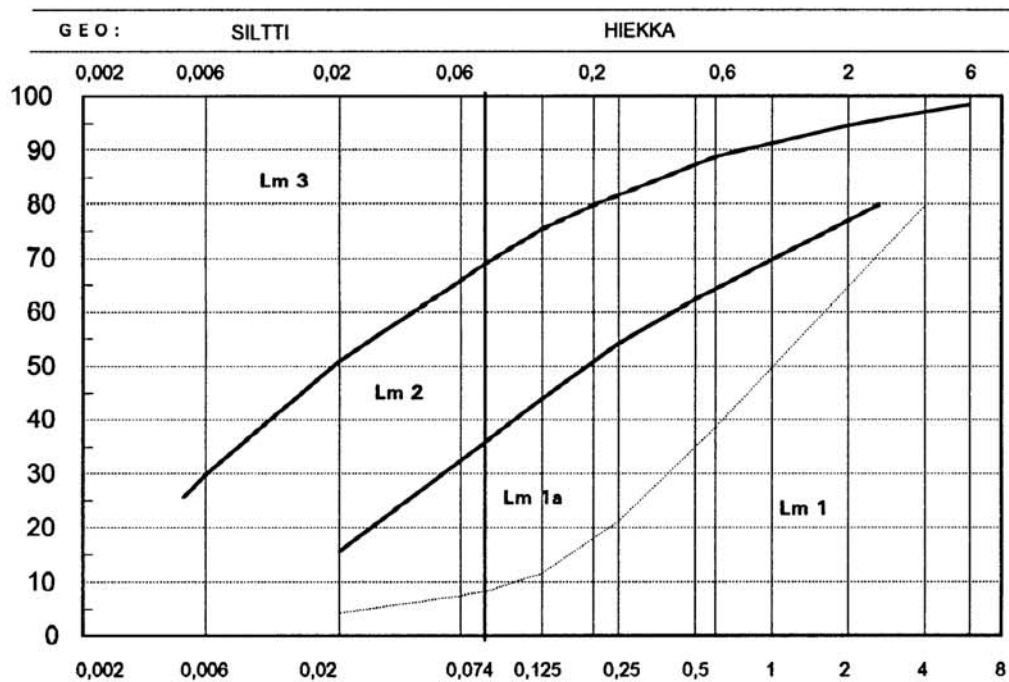
4110.3.2.1 Luiskatäytteellä tarkoitetaan tien pinnan ja luiskapinnan leikkauspisteestä maapenkereillä kaltevuudessa 1:1,5 ja louhepenkereillä kaltevuudessa 1:1 olevan kuvitellun rajapinnan ulkopuolista täyttöä.

4110.3.2.2 Luiskan materiaalina voidaan käyttää sekalasta täytettä, jolla tarkoitetaan soraa, hiekkaa ja moreeneja, jotka voivat sisältää vähäisen määrän kasvijätteitä, enintään 20% turvetta sekä silttejä ja savia, jotka pysyvät luiskan kaltevuudessa. Suuria kiviä ja lohkareita ei saa sijoittaa 0,2 m lähemmäksi luiskapintaa.



## KUVA 4110.2

### MOREENIEN KÄYTTÖ PENGERMATERIAALINA



**Lm1:** Pengerrys- ja tiivistämisessä ei yleensä esiinny vaikeuksia. Tämän ryhmän maalajit soveltuvat pengermateriaaleiksi myös ns. pohjaantäytöissä ja vesistöpenkereissä. Hienoainespitoisuus < 8 % (# 0,074)

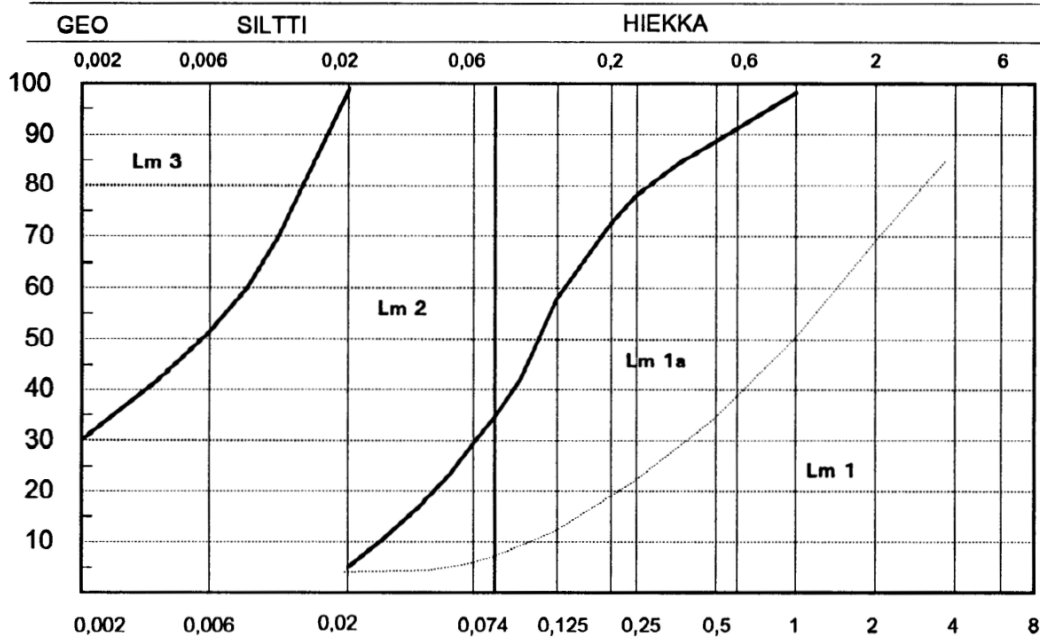
**Lm1a:** Tämän ryhmän maalajien tiivistäminen ja käsittely on epäedullisissa olosuhteissa vaikeampaa kuin ryhmän Lm1 maalajien. Hienoainespitoisuus < 35 % (# 0,074)

**Lm2:** Vähäinenkin (> 2%) optimivesipitoisuuden ylitys aiheuttaa vaikeuksia maalajin tiivistämisessä. Vesipitoisuuden lähestyessä juoksurajaa ei maalajia voida yleensä käyttää sellaisenaan pengermateriaalina. Rakenne on yleensä verhottava välittömästi pintaerosion aiheuttamien valumien estämiseksi. Maalajin käsiteltävyyttä voidaan parantaa kalkkilujituksella.

**Lm3:** Maalajia ei yleensä voida käyttää pengermateriaalina muulloin kuin edullisissa olosuhteissa. Maalaji soveltuu voileipä rakenteeseen routarajan alapuolella ja vastapenkereisiin. Rakenne on yleensä verhoiltava välittömästi eroosion aiheuttamien valumien estämiseksi. Käsiteltävyyttä voidaan parantaa kalkkilujituksella.

# KUVA 4110.3

## LAJITTUNEIDEN PENGERMATERIAALIEN KÄYTTÖ



**Lm1:** Pengerrys- ja tiivistämisessä ei yleensä esiinny vaikeuksia. Tämän ryhmän maalajit soveltuvat pengermateriaaleiksi myös ns. pohjaantäytöissä ja vesistöpenkereissä. Hienoainespitoisuus < 8 % (# 0,074)

**Lm1a:** Tämän ryhmän maalajien tiivistäminen ja käsittely on epäedullisissa olosuhteissa vaikeampaa kuin ryhmän Lm1 maalajien. Hienoainespitoisuus < 35 % (# 0,074)

**Lm2:** Vähäinenkin (> 2%) optimivesipitoisuuden ylitys aiheuttaa vaikeuksia maalajin tiivistämisessä. Vesipitoisuuden lähestyessä juoksurajaa ei maalajia voida yleensä käyttää sellaisenaan pengermateriaalina. Penkereen stabiilisuus on aina selvitettävä. Maalaji soveltuu käytettäväksi voileipäarakenteessa routarajan alapuolella ja vastapenkereissä. Rakenne on yleensä verhottava välittömästi pintaerosion aiheuttamien valumien estämiseksi. Maalajin käsiteltävyyttä voidaan parantaa kalkkilujituksella.

**Lm3:** Maalajia ei yleensä voida käyttää pengermateriaalina muualla kuin vastapenkereissä. Kuivakuorisavea voidaan erikoismenetelmin käyttää penkereen alaosissa routarajan alapuolella, mikäli saven vesipitoisuus on riittävästi juoksurajan alapuolella ja jos savi voidaan tiivistää niin, että penkereen vakavuus säilyy. Saven käsiteltävyyttä voidaan parantaa kalkkilujituksella.

5/94

**4110.3.3 Päälysrakenteen luiskatäyte**

4110.3.3.1 Täyte rakennetaan

I. suunnitelmien mukaisesti

II. Vedelle järjestetään poistumistie rakennekerroksista routivan luiskatäyteen läpi ojaan korvaamalla routiva täyte 2 m matkalla soralla tai sepeillä. Aukko tehdään tien molemmille puolille 20 m välein. Aukoja ei tarvita ulkokaarten puolella, jos alusrakenne on kallistettu sisäkaarteeseen päin, eikä myös salaojin kuivatetussa rakenteessa.

4110.3.3.2 Vesitiiviiksi luiskatäytteenä katsotaan savi, siltti ja silttimoreeni, jolloin poistumistie vedelle rakennetaan.

**4110.4 Pengeralustan vahvistaminen, suodatinkerros**

4110.4.1 Pengeralustan vahvistus ja suodattimet osoitetaan suunnitelmissa. Näiden lisäksi rakennetaan työn aikana tarpeellisiksi havaitut vahvistukset ja suodattimet.

4110.4.2 Jos pengeralustan kantavuus on niin huono, että sen päälle ei ole mahdollista rakentaa pengertä, pengeralusta vahvistetaan.

4110.4.3 Jos pengeralustan päälle rakennettavassa kerroksessa on 2 mm seulan läpäiseviä rakeita

25...50 % tarvitaan suodatinkerros F ja G

15...25 % - " - E, F, ja G

alle 15 % - " - D, E, F ja G

luokan pengeralustoilla.

**4110.5 Penkereen yläpinnan käsittely**

4110.5.1 Maapenkereellä alusrakenteen pinta tasataan (korjataan) penkereen yläosaan käytetyllä materiaalilla ja muotoillaan suunnitelmien mukaiseksi.

- 4110.5.2 Penkereen tiiviysvaatimukset  
I. osoitetaan suunnitelmissa  
II. ovat taulukon 4110.3 mukaiset.
- 4110.5.3 Jos penkereen pinta on niin märkä että tiivistäminen ei onnistu, pinta pyritään saamaan tiivistämiskelpoiseksi muokkauksella.
- 4110.5.4 Jos maalaji on hienorakeista, heikosti kantavaa ja kuljetukset pehmentävät pinnan, pinta lujitetaan kuitukankaalla ja / tai olosuhteisiin sopivalla kerroksella. Tarvittaessa rakennetaan työnaikainen kuljetustie.
- 4110.6 Pengerrystavat**
- 4110.6.1 Pengerrystapa  
I. osoitetaan suunnitelmissa  
II. valitaan taulukon 4110.2 perusteella.
- 4110.6.2 Tiepenger rakennetaan, joko kerrospenkereenä tai päätypenkereenä. Kerrospengerryksen sijasta voidaan käyttää kiilapengerrystä.
- 4110.7 Kerrospengerrys**
- 4110.7.1 Penger tehdään likimain tasapaksuin kerroksin taulukon 4110.2 mukaisilla penkereen osilla.
- 4110.7.2 Levitettävän kerroksen paksuus määritetään koejyräyksellä niin, että kerros voidaan tiivistää käytettävissä olevalla tiivistyskalustolla.
- 4110.7.3 Jos penger rakennetaan pohjamaalle, joka ei siedä ohuen kerroksen tiivistämistä, voidaan penkereen alin kerros tiivistää paksumpana. Kerrospaksuutena käytetään enintään 1 m:ä. Jos havaitaan, että pohjamaa ei kestä tiivistyskaluston synnyttämää tärinää, alinta kerrosta ei tiivistetä.
- 4110.7.4 Jos pengertäytteenä käytetään märkää silttiä, penkereeseen tehdään  
I. suunnitelmien mukaisia kerroksia veden poisjohtamiseksi  
II. vähintään 0,30 m paksu kerros C- tai D- luokan kiviaineksesta jokaista n. 0,70 ... 1,40 m paksuista silttikerrosta kohti (voileipä rakenne). Huonoissa olosuhteissa rakennetaan ohut silttikerros, enintään 0,70 m, vettä johtavien kerrosten väliin.
- 4110.7.5 Voileipä rakenteessa ja routivilla penkereillä kunkin kerroksen yläpinta tasoitetaan ja muotoillaan sivukaltevaksi lammikoitumisen ja vettymisen estämiseksi.

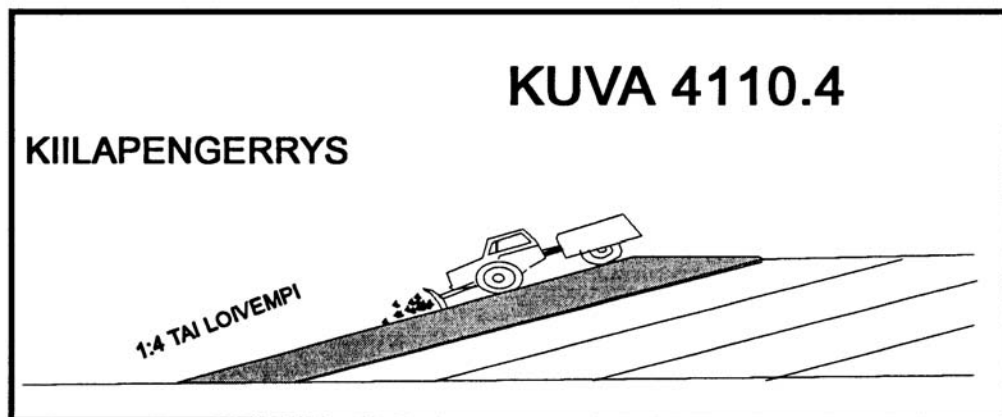
Taulukko 4110.2, Pengerrystavan valinta

PÄÄLLYSRAKENNE	KERROSPENGERRYS PENGERKORKEUS TIEN PINNASTA	PÄÄTYPENGERRYS PENGERKORKEUS TIEN PINNASTA
1.....4	< 5 m (< 3 m)	> 5 m (> 3 m)
5.....6	< 3 m	> 3 m
Suluissa olevaa mittaa voidaan käyttää, kun päällysrakenne tehdään aikaisintaan vuoden kuluttua. <i>Päätypengerrystä voi sorapintaisilla teillä käyttää tien pinta -1,0 m syvemmällä.</i>		

## 4110.8 Kiilapengerrys

### 4110.8.1

Kerrospengerryksen sijasta voidaan käyttää kiilapengerrystä. Tällöin penkereen pää rakennetaan tien pituussuuntaan nähden 1:4 tai loivempina kerroksina (kuva 4110.4). Kerrospaksuuksina ja tiiviysvaatimuksina noudatetaan kerrospengerryksen vaatimuksia. Kiilapengerrys on suositeltava penkereen rakentamistapa talvella. Kiilapengerrys tehdään mieluiten yhdistelmäkoneella (levittävä ja tiivistävä).



## 4110.9 Päätypengerrys

### 4110.9.1

Päätypengerryksessä huolehditaan, että kuormat tyhjenetään penkereen päälle, mistä ne työnnetään alas pusku- ja traktorilla tai vastaavalla koneella.

### 4110.9.2

Painumien vuoksi varaudutaan penkereen pinnan tasaus- ja tiivistystöihin ennen päällysrakenteen tekoa.

### 4110.9.3

Tapaa ei saa käyttää sivukaltevassa maastossa, jos penkereestä tulee, näin rakentaen, laadultaan poikkisuunnassa vaihteleva.

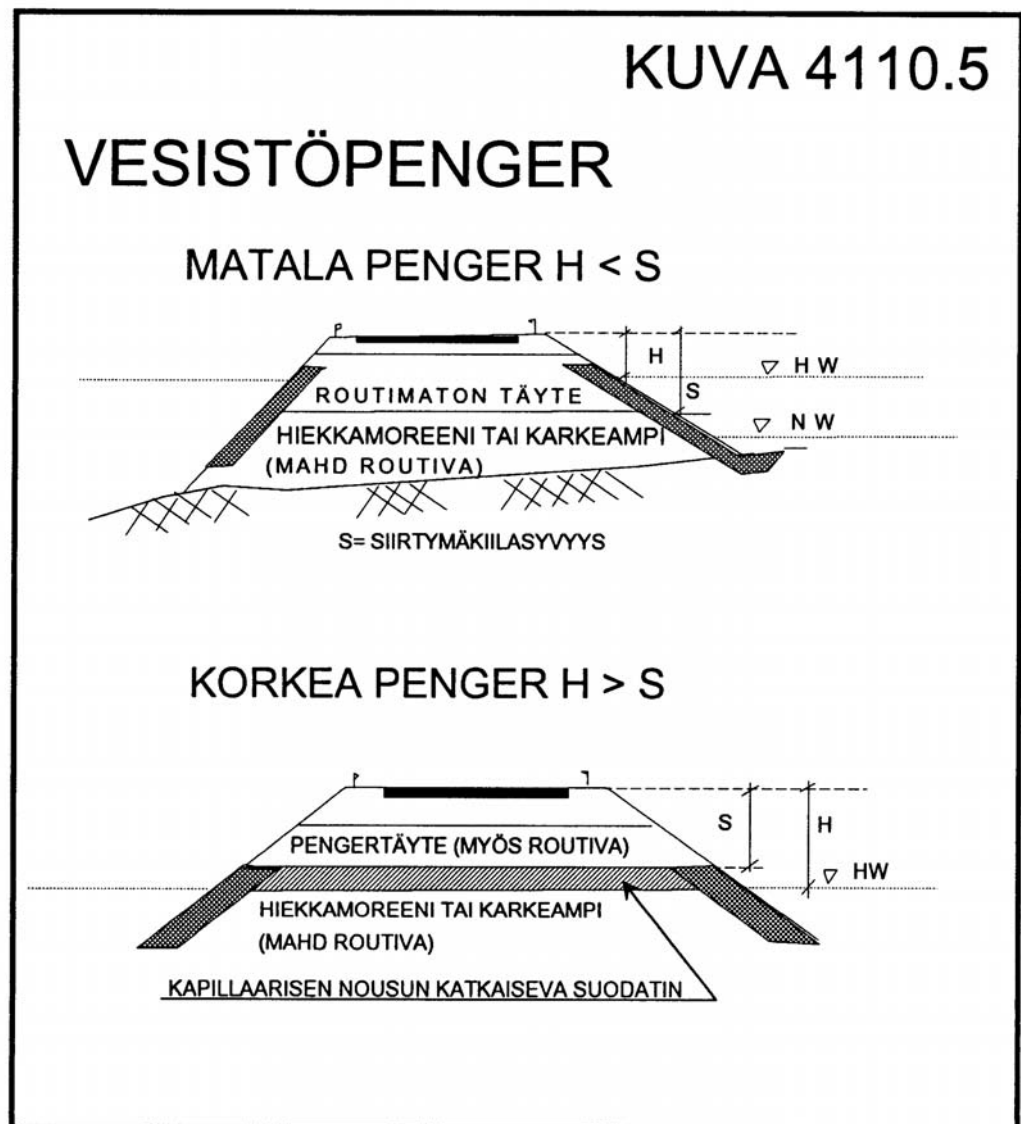
## 4110.10 Veteen pengerrys

### 4110.10.1 Materiaalit

#### 4110.10.1.1 Täyteenä käytetään

I. suunnitelmissa osoitettuja materiaaleja

II. mahdollisimman karkeaa maata. Hiekkamoreeni on hienoin, poikkeuksellisesti kyseeseen tuleva maa.



### 4110.10.2 Työohjeet

4110.10.2.1 Jos pengertäytteenä käytetään karkeudeltaan erilaisia materiaaleja, sijoitetaan karkein aines vedenpinnan alapuolella reunaosille ja hienoin keskelle.

5/94

- 4110.10.2.2 Vesistöpengertä rakennettaessa aloitetaan kerrospengerrys silloin, kun penkereen korkeus ylittää veden pinnan niin paljon, että penger kantaa työkoneiden painon.
- 4110.10.2.3 Vesipintaan nähden matalissa penkereissä (pengerkorkeus  $H < S$  ks. kuva 4110.5) penkereen yläosa rakennetaan siirtymäkiilasyvyyteen saakka routimattomista kiviaineksista.
- 4110.10.2.4 Kun routivia kiviaineksia käytetään vesipintaan nähden korkeissa penkereissä, penkereeseen rakennetaan veden kapillaarisen nousun katkaiseva kerros. Tämän kerroksen paksuus on suurempi kuin siihen käytettävän aineksen kapillaarinen nousukorkeus. Kerros sijoitetaan korkeimman vesipinnan yläpuolelle siten, että sen yläpinta on siirtymäkiilasyvydessä tai sen alapuolella. Suodatinhiekan sijasta voidaan routarajan alapuolella (siirtymäkiilasyvyys +0,50 m) kapillaarinen nousu katkaista vesieristeellä (esim. vesitiivis muovikalvo), joka asennetaan riittävään poikkikaltevuuteen (n.1:20).
- 4110.10.2.5 Jos aallokko haittaa pengerrystä, voidaan penger rakentaa jääpeitteen aikana.
- 4110.10.2.6 Pengerrystä haittaava jää rikotaan penkereen leveydeltä.
- 4110.10.2.7 Vesistöpenkereen verhoilu osoitetaan suunnitelmissa.

#### **4110.11 Tiiviysvaatimukset**

- 4110.11.1 Maapenkereen tiiviys varmistetaan
- I. suunnitelmissa osoitetulla tavalla .
- II. noudattaen kohdan 4110.13 menetelmää 2.
- 4110.11.2 Tiiviysasteella tarkoitetaan prosenttilukua, joka ilmoittaa tarkkailukohdasta mitatun kuivatiheyden suhteen laboratoriossa samanlaatuisesta maasta parannetulla proctor menetelmällä määritettyyn maksimi kuivatiheyteen.
- 4110.11.3.1.1 Pengertäytteen tiiviysastevaatimuksina noudatetaan
- I. suunnitelmien vaatimuksia.
- II. taulukossa 4110.3. osoitettuja tiiviysasteita.

**Taulukko 4110.3, Tiiviysasteen keskiarvovaatimukset pengertäyhteille**

PÄÄLLYSRAKENNE	SYVYYS (m) TASAUSVIIVASTA	TIEN	KANTAVUUSLUOKKA			
			A	C JA D	E	F JA G
1...4	< 2		95	95	92	1)
	2...5 (3)		90	90	87	1)
	> 5 (> 3)		---	---	---	---
5...6	< 3		90	90	87	1)
	> 3		----	----	----	----

Mitat suluissa tarkoittavat tapausta, jolloin päällysrakenne tehdään aikaisintaan vuoden kuluttua pengertämisestä.

1) F ja G luokkien vaatimukset annetaan suunnitelmissa.

Yksittäinen tulos saa poiketa enintään 5 prosenttiyksikköä.

## 4110.12 Kokeellinen tiiviiden tarkkailu

### 4110.12.1 Tiiviys varmistetaan

I. suunnitelmissa esitetyllä menetelmällä

II. jos materiaalin kivisyysprosentti (19 mm seulalle jäävän kiviaineksen osuus) on alle 30 % tiiviysasteen avulla vertaamalla kerroksesta volymetrillä mitattua kuivatiheyttä parannetulla proctorkokeella määritettyyn maksimikuivatiheyteen. Tiiviysaste mitataan jokaisella kerroksella satunnaisesti keskimäärin 150 m välein kullakin ajokaistalla ja yli 1,5 m leveällä pientareella.

### 4110.12.2 Tiivistettävän kerroksen vesipitoisuus varmistetaan säteilymittalaitteella pintamittauksin ennen tiivistämistä jokaisella kerroksella keskimäärin 150 m välein kullakin ajokaistalla ja yli 1,5 m leveällä pientareella.

## 4110.13 Työmenetelmiin perustuva tiiviiden tarkkailu

### 4110.13.1 Jos kivisyys on yli 30 % varmistetaan tiiviys suunnitelmissa ositetulla tavalla tai työn aikana sovittavalla tavalla.

#### MENETELMÄ 1.

työssä käytävien jyrien kelpoisuus todetaan ja materiaalin optimikosteus määritetään sekä tiivistettävien kerrosten paksuus ja ylityskertojen lukumäärä määritellään suunnitelmissa esitetyllä koejyräyksellä.

tiiviys varmistetaan ylityskertojen lukumäärää seuraamalla, kerroksen kosteuden mittauksin ja levitettävien kerrosten paksuuden tarkkailulla ja satunnaisesti tiiviiden mittauksin (esim säteilylaitteella pintamittauksin)

#### MENETELMÄ 2.

Työssä noudatetaan taulukon 4110.4, taulukon 4110.5 ja kohdan 4110.14 ohjeita.



Taulukko 4110. 4 Ohjeelliset optimivesipitoisuudet

MAALAJI	OPTIMIVESIPITOISUUS %	MAKSIMI KUIVAIRTOTILAVUUSPAIN O t/m <sup>3</sup>
SORA, SORAMOREENI	5...10	2,0...2,2
HIEKKA	5...15	1,7...2,2
SILTTI	15...25	1,6...1,8
SAVI	20...30	1,5...1,7
HIEKKAMOREENI JA SILTTIMOREENI	5...10	2,0...2,3

#### 4110.14 Tiivistysohjeita

- 4110.14.1 Maalajin optimivesipitoisuus ja maksimitiheys määritetään. Karkeina ohjearvoina voidaan käyttää eri maalajeilla oheisessa taulukossa 4110.4 esitetyjä vesipitoisuuksia ja irtotiheyksiä.
- 4110.14.2 Jokainen kerros tiivistetään käyttäen tarkoitukseen soveltuvaa tiivistyskalustoa, ks. taulukko 4110.5.
- 4110.14.3 Kuljetuskaluston reitit jaetaan pengerrettävällä alueella koko penkereen leveydelle hyvän esitiivistyksen saavuttamiseksi.
- 4110.14.4 Kuljetus- ja levityskaluston lisäksi käytetään tiivistyskalustoa, kuten täry-, kumipyörä- ja valssijyriä ym. soveltuvia tiivistyskoneita.
- 4110.14.5 Tarvittaessa kerrokseen lisätään vettä optimikosteuden saavuttamiseksi. Vesi lisätään niin, että se jakautuu tasaisesti tiivistettävälle alueelle.
- 4110.14.6 Jos tiivistettävä kerros on liian kostea, voidaan kerrokseen lisätä kuivaa pengermaata tai nopeuttaa veden haihtumista mekaanisin keinoin esim. karhitsemalla.
- 4110.14.7 Kun maan vesipitoisuuden ja optimivesipitoisuuden ero on yli 4 %-yksikköä, ei 95 % tiivistysastevaatimusta yleensä saavuteta. Jos tiiviyssastevaatimus on 90 % ei em. erotus saa yleensä ylittää 6 %-yksikköä.
- 4110.14.8 Liikajyräystä vältetään, koska siitä on usein seurauksena kerrosten löyhtyminen.

TAULUKKO 4110.5										
JYRÄYSOHJEET										
PAINO t	Ylityskertojen ohjearvo									
	SUODATIN. ERISTYSK.	JAKAVA KERROS	KANTAVA KERROS	ALUSRAK. H 0...35	ALUSRAK. H > 35 %	ALUSRAK. H > 35 %	ALUSRAK. H > 35 %	ALUSRAK. H > 35 %	ALUSRAK. H > 35 %	HUOM. H = läpäisyprosentti # 0,074 kohdalla
KERROSPAIKSUUS (m)	< 0,25 < 0,5	< 0,25 < 0,4	< 0,2 < 0,3	< 0,25 < 0,5	< 0,25 < 0,5	< 0,25 < 0,5	< 0,25 < 0,5	< 0,25 < 0,5	< 0,25 < 0,5	
TÄRYJYRÄT ○										
• vedettävät	4	7	5	8	5	9	3	6	3	7
• kaksi täryvalesia	3	4	3	5	3	6	2	4	2	4
• yksi täryvalesi	4	7	5	8	6	9	3	6	3	6
KUMIPYÖRÄJYRÄT ○										
< 20	6	8	•	8	•	10	•	6	•	6
> 20	4	8	6	12	8	12	4	8	3	6
STAAITTISET VALSSIJYRÄT ✓										
> 10	•	•	•	•	•	10	•	7	•	7
PYÖRÄKUORMAAJAT ✓										
> 40	•	•	•	•	•	•	•	4	8	3
PUSKUTRAKTORIT ☒										
> 10	•	•	•	•	•	•	•	4	•	6
SORKKAJYRÄT >										
7..10	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2)
TÄRYLEVYT ☒										
> 0,05	6	•	7	•	8	•	5	•	6	•
> 0,1	5	•	6	•	6	•	4	•	5	•
> 0,2	4	8	5	8	5	8	3	6	4	8
> 0,4	3	6	4	6	4	6	3	6	3	6

1) Rengaspaine sorsilla maalajeilla 5 BAR ja hiekkaisilla maalajeilla 3 BAR.  
2) Sorkan pitoisuus, sorkan pinnan pinta-ala ja jyräysohjeet osoitetaan suunnitelmissä.  
3) Myös kaivantojen täyryssä vastaaville materiaaleille.  
Jyrien nopeudet: Täryjyrät 1...3 km/h; Kumipyöräjyrät ~ 5 km/h  
Täryjyrien amplitudi aluksi 1,5 mm ja viimeiset ylityskerrat < 1 mm

○ Eivät sovellu runsaasti koheesioainesta sisältävien maalajien tiivistämiseen  
✓ Eivät sovellu märkien silttien maalajien tiivistämiseen  
☒ Soveltuvat ohuiden kerrosten ja märkien silttien tiivistämiseen  
> Soveltuvat silttien ja savien tiivistämiseen  
☒ Käytetään pääasiassa ahtaisten alueiden ja kaivantojen täyttöä

## **4110.15 Sillan taustan täyte (myös louhepenger)**

### **4110.15.1 Yleistä**

4110.15.1.1 Sillan taustan täytöissä erotetaan siltatyön täyttö (= peruskuopan täyttö) sillan taustan täytteestä. Kumpikin täyttö sekä peruskuopan kaivu tehdään kuvan 2100.8 osoittamien mittojen mukaan. Peruskuopan täytössä noudatetaan sillanrakennustöiden yleisen työselityksen (SYT) kohdan 3100... 3300 2:21 ohjeita.

### **4110.15.2 Materiaalit**

4110.15.2.1 Täyte tehdään

I. suunnitelman mukaisesta materiaalista

II. routimattomasta sorasta, murskeesta, murskesorasta tai louheesta. Soran, murskeen ja murskesoran maksimiraekoko on enintään 150 mm.

Louheena käytetään kohdan TYLT 4270 mukaista louhetta.

### **4110.15.3 Työohjeet**

4110.15.3.1 Täyte rakennetaan mahdollisimman pian sillan valmistuttua tai yhtäaikaan siltatyön kanssa. Täyttö voidaan aloittaa, kun betonirakenne on saavuttanut 80 % vaaditusta 28 vuorokauden lujuudesta. Täyte rakennetaan huolellisesti ja varoen, jotta betonipinnat eivät vahingoittuisi työn aikana.

4110.15.3.2 Täyte tehdään kerros- tai kiilapengerryksenä. Myös louhetäyttö tehdään kerroksittain: maksimikerrospaksuus 1,0 m.

4110.15.3.3 Veteen täytettäessä käytetään karkeaa soraa tai louhetta. Soratäyte voidaan tehdä vedessä päätypengerryksenä. Louhetäyte tehdään enintään 2,0 m:n korkuisena päätypengerryksenä. Paksu louhetäyte rakennetaan vedessä nostamalla louhe työkoneella suoraan paikalleen siten, että yli 2,0 m suurempia tasoeroja ei työn eri vaiheissa synny.

4110.15.3.4 Jos täyte tehdään betonirakenteen molemmille puolille, täytteiden korkeusero ei saa ylittää tiivistettävän kerroksen paksuutta.

4110.15.3.5 Tiiviysvaatimuksina noudatetaan taulukon 4110.2 vaatimuksia.

4110.15.3.6 Jos siltapenger on korkea ja vaatii pengerkaitteen, tien poikkileikkaus ulottuu sillan päähän saakka. Tästä lähtien keilapinta alkaa kaareutua.

4110.15.3.7 Kun matala loivaluiskainen tiepenger liittyy siltaan muutetaan luiskan kaltevuus

I. suunnitelmassa osoitetulla osuudella

II. ympäristöön soveltuvalla matkalla.

- 4120 Massanvaihtoon liittyvät täytöt ja penkereet (myös louhe)**
- 4120.1 Massanvaihto kaivamalla, täyttö**
- 4120.1.1 Mitat**
- 4120.1.1.1 Täytön teoreettinen syvyys ja muoto osoitetaan suunnitelmissa
- 4120.1.1.2 Täyte rakennetaan
- I. suunnitelmissa osoitettuun tasoon
- II. maanpinnan tasoon -vesialueilla vedenpinnan tasoon.
- 4120.1.2 Täytemateriaali**
- 4120.1.2.1 Täytteenä käytetään
- I. suunnitelmien mukaista materiaalia
- II. hiekkaa, hiekkamoreenia tai näitä karkeampia, mieluummin kivisiä maalajeja tai louhetta.
- 4120.1.2.2 Jos täyte rakennetaan olosuhteissa, joissa tasausviiva on lähellä luonnollista maanpintaa tai sen alapuolella, käytetään routimattomia kiviaineksia. Kun täyte on näissä olosuhteissa louhetta, käytetään hienoa, kohdan 4270 mukaista louhetta ja täytteen edessä ylösnouseva maa poistetaan tehokkaasti.
- 4120.1.2.3 Jos kantava pohja on pinnaltaan sivukalteva, erityisesti savikerroksen peittämä kallio, käytetään penkereen pohjalla täytteenä kivistä maata tai louhetta.
- 4120.1.2.4 Paalutettavalla alueella täytekiviaineksena käytetään paalutukseen soveltuvaa kiviainesta: maksimiraekoko < 0,1 m.
- 4120.1.2.5 Jos täytteen alle jätetään pehmeitä maakerrostumia, täytteenä käytetään maata tai hienoa kohdan 4270 mukaista louhetta.
- 4120.1.2.6 Täytteenä ei saa käyttää sekaisin maata ja louhetta.
- 4120.1.3 Työohjeet**
- 4120.1.3.1 Jos täytteen alapuolelle jätetään pehmeää maata, täyte rakennetaan portaittain siten, että kerrokset toimivat vastapenkereinä seuraaville kerroksille estäen alle jäävän maan kohoamisen ylös penkereen edestä.
- 4120.1.3.2 Täyte rakennetaan välittömästi kaivun jälkeen kaivannon reunojen sortumisen estämiseksi.
- 4120.1.3.3 Louhetäyte kiilataan yläpinnaltaan pienirakeisella louheella, jos sen päälle pengerretään louhetta hienorakeisempaa kiviainetta.

5/94

4120.1.3.4 Kun kaivanto täyttyy vedellä, voi täyteen rakentaa kaivantoa kuivaamatta, jos suunnitelmat sen sallivat.

## **4120.2 Massanvaihto pengertämällä, penger ja murtoylipenger (siirtyvä ylipenger)**

### **4120.2.1 Mitat**

4120.2.1.1 Penger upotetaan ja rakennetaan suunnitelmissa

I. osoitettuun syvyyteen ja muotoon

II. ja kuvissa 2210.1(TYLT Leikkaukset, kaivannot ja avo-ojat) ja 4120.1 osoitettuun muotoon maan pinnan alapuolella ja yläpuolella.

4120.2.1.2 Murtoylipenkereen taso osoitetaan suunnitelmissa tasausviivasta mitattuna.

4120.2.1.3 Alkukaivannon pohjan taso, muoto ja pituus osoitetaan suunnitelmissa ja kuvia 2210.1 (TYLT Leikkaukset, kaivannot ja avo-ojat) ja 4120.1 apuna käyttäen.

4120.2.1.4 Murtoylipenkereen yläpinnan taso ja penkereen maanpäällisen osan mitat tarkastetaan

I. suunnitelmien mukaisesti

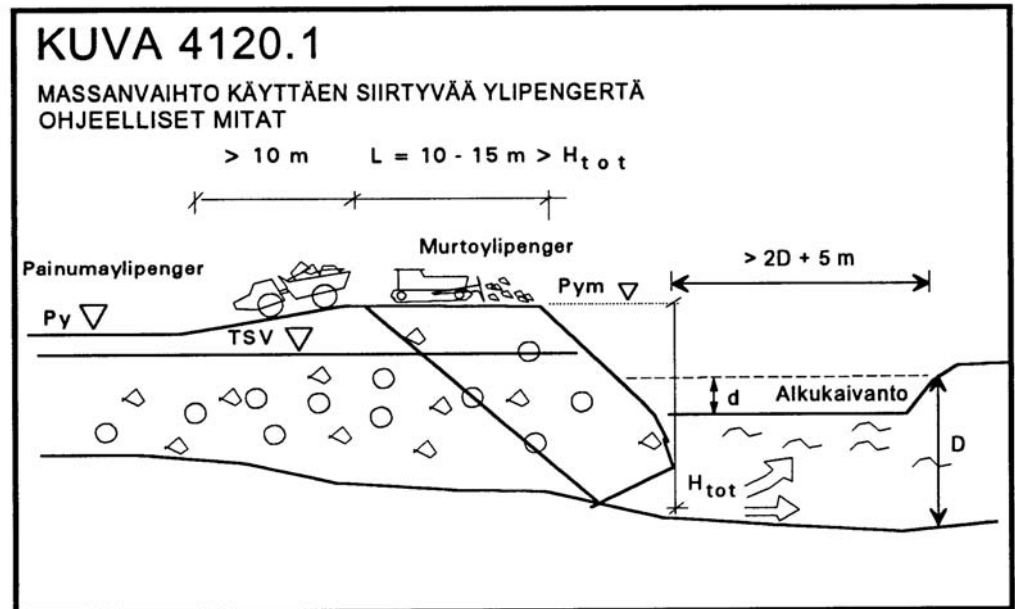
II. 40 m välein maastonmerkintöjen kohdalla.

### **4120.2.2 Penger materiaali**

4120.2.2.1 Penkereessä käytetään

I. suunnitelmissa osoitettua täytettä

II. mahdollisimman karkeaa Lm1 A mukaista maata tai louhetta.



### 4120.2.3 Työohjeet

- 4120.2.3.1 Penkereen tunkeutuminen tavoitetasoon ja sen muoto varmistetaan  
I. suunnitelmien mukaisesti (esim maatutka, kairaukset yms)  
II. tarkkailemalla pengerrysaikana pengermateriaalin menekkiä ja penkereen painumia. Tarvittavista lisätutkimuksista sovitaan kussakin tapauksessa erikseen.
- 4120.2.3.2 Jos todetaan, että täyteen syvyys tai muoto ei vastaa suunnitelmissa esitettyjä vaatimuksia, käytetään reuna ja/tai sivuräjättyksiä, korotetaan ylipengertä ja /tai jatketaan painuma-aikaa.
- 4120.2.3.3 Suunnitelmissa tai työn aikana osoitetut räjäytykset penkereen edessä tehdään kohdan TYLT 2230 mukaisesti.
- 4120.2.3.4 Penkereen pää rakennetaan pohjamaata sivuille auraavan kiilan muotoiseksi.
- 4120.2.3.5 Jos pohjamaa on sivukalteva, tehdään penkereen pää siten, että se auraa pohjamaata penkereen matalammalta reunalta syvemmälle reunalle.
- 4120.2.3.6 Ympäristöhaittojen vähentämiseksi voidaan, jos suunnitelma sen sallii, edetä myös suoralla kärjellä, tällöin edellytetään tehokasta kaivua penkereen edessä.
- 4120.2.3.7 Penger rakennetaan, jos mahdollista, yhdeltä suunnalta.
- 4120.2.3.8 Kun penger rakennetaan kahdelta suunnalta, liitosta ei saa tehdä pehmeikön syvimmällä kohdalla. Pehmeikön pintakerros poistetaan liitoskohdassa alkukaivantoa syvemmältä.
- 4120.2.3.9 Pengertä ylikuormitetaan suunnitelmissa osoitettu aika.

5/94

- 4120.2.3.10 Pengerrys ei saa aiheuttaa haitallista maanpinnan nousua tai liikettä penkereen ympäristössä.
- 4120.2.3.11 Työsuunnitelmissa otetaan huomioon vaurioitumiselle alttiit rakenteet: voimajohtopylväät, kulkuväylät, maanalaiset kaapelit, putket jne.
- 4120.2.3.12 Pohjamaan liikettä sivuilla voidaan vähentää ylös nousevan maan poistoa tehostamalla.
- 4120.2.3.13 Sivuilla oleva jäänyt maa ja paksu lumikerros toimivat vastapenkereen tavoin ja estävät täyteen painumista. Vaikutusta voidaan vähentää, joko alkukaivantoa leventämällä tai sivuräjätysten avulla.

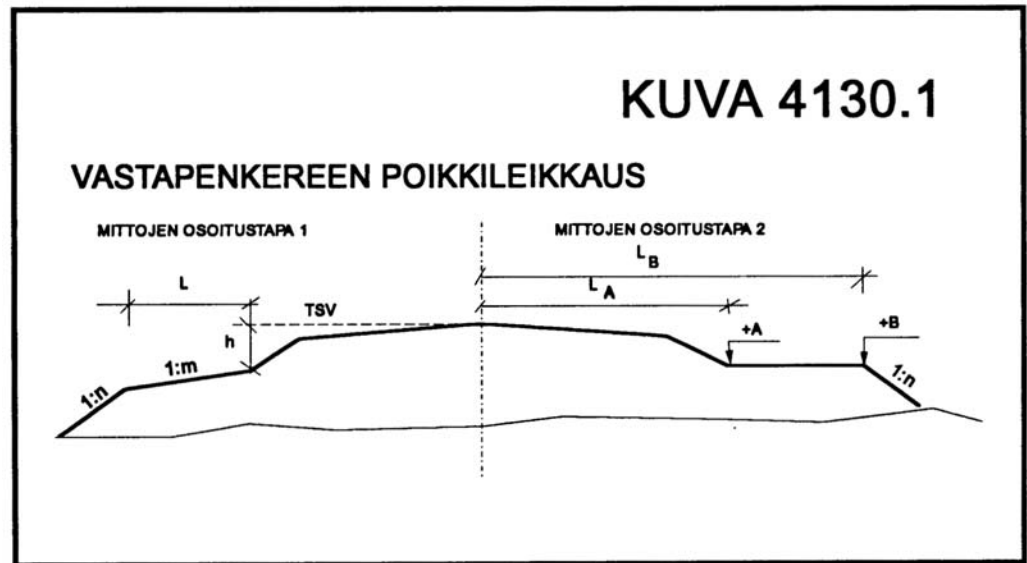
## **4130 Vastapenkereet**

### **4130.1 Mitat**

- 4130.1.1 Vastapenkereet tehdään suunnitelmissa tai työn aikana osoitettujen mittojen mukaisesti (Kuva 4130.1).
- 4130.1.2 Vastapengertä ei saa rakentaa, ilman suunnitelmien muuttamista, ylikorkeaksi tai -leveäksi.
- 4130.1.3 Mitat tarkistetaan
- I. laatusuunnitelman mukaisesti
  - II. maastoonmerkintöjen kohdalla 20 m välein.

### **4130.2 Materiaalit**

- 4130.2.1 Vastapenkereissä käytetään
- I. suunnitelmissa osoitettuja
  - II. pengertäytteenä sallittuja maalajeja.
- 4130.2.2 Vastapenkereisiin ei saa käyttää pintamaata tai eloperäisiä maalajeja kuten turvetta tai multaa.



### 4130.3 Työohjeet

- 4130.3.1 Suunnitelmissa vastapenkereen märkätilavuuspainoksi otaksutaan yleensä 18 KN/m<sup>3</sup>. Jos tilavuuspaino poikkeaa suunnitelmissa osoitetusta tai otaksutusta arvosta vastapenkereen korkeus tarkistetaan.
- 4130.3.2 Vastapenkereet rakennetaan täyslevyisinä ja siten, että pääpenkereen pinnan ja maanpinnan tai pääpenkereen pinnan ja vastapenkereen pinnan korkeusero ei missään työvaiheessa ylitä suunnitelmissa osoitettua korkeuseroa.
- 4130.3.3 Suositeltavin rakennusjärjestys on koko alueen rakentaminen vastapenkereen yläpinnan tasoon, jonka jälkeen rakennetaan pääpenger.
- 4130.3.4 Pääpenkereen etuluiska pidetään loivana (esim kiilapengerrys) tai vastapenkereen mittojen mukaisesti porrastettuna. Tällä menettelyllä estetään työnaikaiset sortumat eteenpäin.
- 4130.3.5 Vastapenkereen pinta tasataan niin, että vesi ei lammikoidu penkereen pinnalle.
- 4130.3.6 Luiskien taitteet pyöristetään
- I. suunnitelmien mukaisesti
  - II. kuvan 2110.3 mukaisesti.
- 4130.3.7 Verhoilu tehdään
- I. suunnitelmien mukaisesti
  - II. samalla tavalla kuin pengertuiskissa.



5/94

**4140 Ylipenkereet, myös louheesta****4140.1 Mitat**

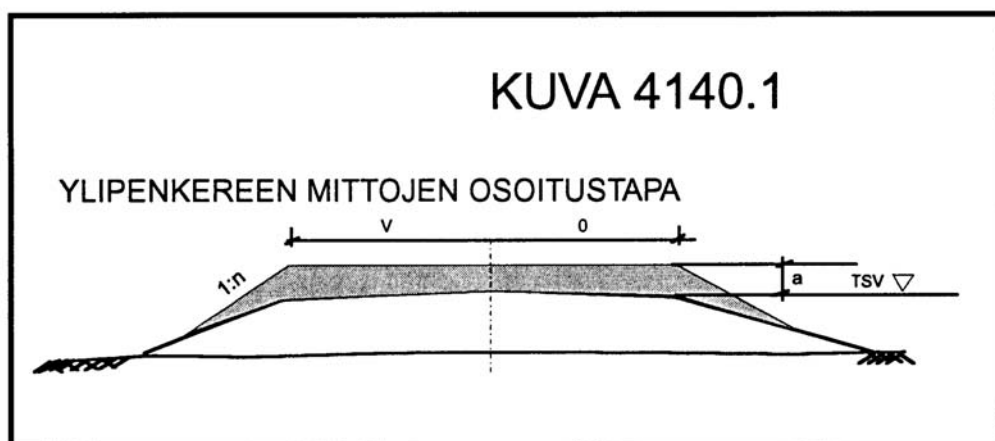
- 4140.1.1 Ylipenkereet rakennetaan suunnitelmissa osoitettuja vähimmäismittoja alittamatta (kuva 4140.1)
- 4140.1.2 Ylipenkereen korkeus osoitetaan tasausviivasta mitattuna.
- 4140.1.3 Pengertä ei saa rakentaa tai täydentää 0,2 m suunnitelmissa osoitettua ylipengertasoa korkeammalle.

**4140.2 Materiaali**

- 4140.2.1 Ylipenger rakennetaan suunnitelmien mukaisesta materiaalista, joka käytetään hyväksi myöhemmin.

**4140.3 Työohjeet**

- 4140.3.1 Ylipenkereen annetaan vaikuttaa suunnitelmissa osoitettu aika.
- 4140.3.2 Ylipenger pidetään jatkuvasti suunnitelmissa osoitetussa tasossa.
- 4140.3.3 Ylipenkereen painumaa seurataan painuma-aikana suunnitelmissa tai työn aikana osoitetun aikataulun mukaisesti.
- 4140.3.4 Ylipengertä ei tarvitse täydentää ennenkuin ylipenger on painunut jollakin kohdalla 0,2 m suunnitelmissa osoitetun ylipenkereen tason alapuolelle. Louhetta käytettäessä täydennysväli osoitetaan suunnitelmissa tai sovitaan työn aikana suunnittelijan kanssa.
- 4140.3.5 Penkereeseen sijoitetaan painumatarkistimia suunnitelmissa osoitettuihin poikkileikkauksiin; yksiajorataisilla teillä penkereen kumpaankin reunaan, kaksiajorataisilla teillä lisäksi keskelle. Painumatarkistimina voidaan käyttää esim. teräs tai betonirakenteisia tarkistimia. (ks. Pohjanvahvistustyöt, TIEL 732177)



4140.3.6 Ylipenkereen saa purkaa, kun painuman suuruus ja painumanopeus ovat täydellä ylipengerkuormalla saavuttaneet suunnitelmissa esitetyt tai työn aikana tarkistetut arvot.

4140.3.7 Jos penger ja ylipenger rakennetaan louheesta, huolehditaan, että louhepenkereen yläosa TSV - 1,5 m täyttää kohdan 4270 vaatimukset.

## **4180 Kevytsora- yms penkereet**

### **4180.1 Yleistä**

4180.1.1 Erikoispenkereillä tarkoitetaan kevyitä ja lämpöeristeenä toimivia penkereitä.

### **4180.2 Kevytsorapenkeret**

#### **4180.2.1 Yleistä**

4180.2.1.1 Penger rakennetaan suunnitelmien mukaisesti reunapenkereineen ja suodattimisineen.

#### **4180.2.2 Mitat**

4180.2.2.1 Penkereen ja reunapenkereen mitat osoitetaan suunnitelmissa.

4180.2.2.2 Mitat tarkistetaan

I. suunnitelmien mukaisesti

II. maastonmerkintöjen kohdalta 20 m välein.

#### **4180.2.3 Materiaali**

4180.2.3.1 Kevytsorana saa käyttää joko normaalia tai erikoiskevyttä kevytsoraa, jos suunnitelmissa ei muuta vaadita. Rakenne tehdään kummallakin materiaalilla suunnitelmissa esitetyillä mitoilla.

4180.2.3.2 Tiekevytsoran laatuvaatimukset on esitetty, Pohjanrakennustöiden laatuvaatimukset, osa Pohjanvahvistustyöt (TIEL 732177) liiteosassa

Tiekevytsoran laatuvaatimukset/29.12.1981

Tiekevytsoran laadunvalvonta/29.12.1981

4180.2.3.3 Erikoiskevyen tiekevytsoran kuivatilavuuspainon keskiarvo saa olla enintään 320 kg/m<sup>3</sup>, ja toimituserän (autokuorman) kuivatilavuuspainon enintään 350 kg/ m<sup>3</sup>.

4180.2.3.4 Normaalin tiekevytsoran kuivatilavuuspainon keskiarvo saa olla enintään 420 kg/m<sup>3</sup> ja toimituserän (autokuorman) kuivairtotilavuuspainon enintään 450 kg/m<sup>3</sup>.

5/94

- 4180.2.3.5 Kevytsoran laatu tutkitaan  
I. suunnitelmien mukaisesti  
II. kohdan 4180.2.3.2 mukaisesti.

#### **4180.2.4 Työohjeet**

- 4180.2.4.1 Vesilätäköt kuivataan ja lumi poistetaan reunapenkereiden välissä.
- 4180.2.4.2 Jos reunapenger tehdään huonosti vettäläpäisevästä materiaalista, rakennetaan pysyvä vedenpoistojärjestelmä tai vettäläpäiseviä aukkoja tms. sopiviin kohtiin reunapenkereisiin enintään 30 m välein.
- 4180.2.4.3 Reunapenkereet rakennetaan ennen kevytsoran pengerrystä ja tiivistetään pengertäytteen tiiviyteen.
- 4180.2.4.4 Kevytsorapenkereiden luiskat peitetään maalla välittömästi kevytsoran pengerryksen jälkeen.
- 4180.2.4.5 Kevytsorapenkereen teko talvityönä edellyttää, että alle jäävä pohjamaa ei ole pengerrettäessä jäässä. Pinnan ohut kohmettuminen maapohjan lumesta paljastamisen ja muotoilun yhteydessä voidaan sallia. Kevytsoraan ei saa sekoittua lunta eikä jäätä.

#### **4180.2.5 Normaali täyttö tiepenkereessä**

- 4180.2.5.1 Kevytsora levitetään  
I. suunnitelmassa osoitetulla tavalla  
II täytenä paksuutena.
- 4180.2.5.2 Päällysrakennekerrokset levitetään kevytsoran päälle vähintään kahtena 0,25-0,30 m kerroksena. Alempi kerros tiivistetään  
I. suunnitelmien mukaisesti  
II. telapuskukoneella kuudella ylityskerralla.
- 4180.2.5.3 Ylempi päällysrakennekerros tiivistetään  
I. suunnitelmien mukaisesti  
II. kuudella ylityskerralla käyttäen noin 2 t painoista täryvalssijyrää.

#### **4180.2.6 Täyttö ahtaissa paikoissa ( Siltojen taustatäyte yms)**

- 4180.2.6.1 Kevytsora tiivistetään enintään yhden metrin paksuisina kerroksina tärylevyllä, jonka paino on noin 140 kg.
- 4180.2.6.2 Erityisen ahtaat täytöt voi tiivistää kaivukoneen kauhalla kerroksittain (noin 0,5 m) kauhalla varovaisesti tiivistäen.

**4180.3 Kevytsorabetonirakenteet****4180.3.1 Yleistä**

4180.3.1.1 Kevytsorabetonirakenteita käytetään keveinä myös lämpöä eristävinä penkereinä ja kerroksina.

**4180.3.2 Mitat**

4180.3.2.1 Rakenteen mitat osoitetaan suunnitelmissa.

4180.3.2.2 Tiivistetyn kevytsorabetonirakenteen hyväksytyt poikkeamat suunnitelmissa osoitetusta paksuudesta on enintään - 5...+10 mm.

4180.3.2.3 Rakenteen mitat tarkistetaan

I. suunnitelmien mukaisesti

II. maastonmerkintöjen kohdalla 20 m välein.

**4180.3.3 Kevytsorabetonin laatu**

4180.3.3.1 Kevytsorabetonin puristuslujuusvaatimus on 2,5 MN/m<sup>2</sup>.

4180.3.3.2 Kevytsorabetonissa käytetään kevytsoralajitteita KS20 ja KS30 suhteessa 1:1 ja sementtiä 200 kg/m<sup>3</sup>.

4180.3.3.3 Betonin lujuutta voidaan parantaa lisäämällä hiekkaa (40 kg/m<sup>3</sup>).

4180.3.3.4 Suunnitelmissa osoitettua kevytsorabetonin tilavuuspainoa ei saa ylittää.

4180.3.3.5 Kevytsorabetonin laatu tarkistetaan

I. laatusuunnitelman mukaisesti

II. 7 vrk:n ikäisille betonikoekuutiolle tehtävin puristuskokein. Koekuutiomäärä on betoninormien mukainen. Lisäksi voidaan rakenteen kelpoisuutta selvittää poranäytteistä.

**4180.3.4 Työohjeet**

4180.3.4.1 Kerros levitetään tarkoitukseen soveltuvalla levityslaitteella tasalaatuisiksi.

4180.3.4.2 Tiivistyskalusto ei saa rikkoa pintaa syvemmällä kevytsoraraketeilla.

4180.3.4.3 Kerros tiivistetään

I. suunnitelmien mukaisesti

II. betonikerroksen päältä telakoneella tai valssijyrällä.

4180.3.4.4 Liikenne kerroksen päällä sallitaan henkilöautoilla yhden vuorokauden kuluttua sen rakentamisesta ja raskailla ajoneuvoilla kolmen vuorokauden kuluttua.

4180.3.4.5 Työsaumat leikataan suoriksi pinnoiksi.

5/94

**4180.4 EPS- Penkereet****4180.4.1 Yleistä**

4180.4.1.1 EPS- rakenteita käytetään kevyinä penkereinä.

**4180.4.2 EPS:n laatu**

4180.4.2.1 Materiaalina käytetään

I. suunnitelmien

II. tämän kohdan vaatimukset täyttäviä harkkoja.

4180.4.2.2 EPS- penkereissä käytetään paisutusmenetelmällä valmistettuja polystyreeniharkkoja (expanded polystyren). Menetelmällä voidaan valmistaa erikokoisia harkkoja, joiden mitat osoitetaan suunnitelmissa.

4180.4.2.3 Penkereessä käytettävän polystyreenin puristuslujuusvaatimus on  $> 100 \text{ KN/m}^2$  5%:n kokoonpuristumalla. Em. puristuslujuuden arvo saavutetaan yleensä tilavuuspainolla  $25 \text{ kg/m}^3$ .

4180.4.2.4 Materiaalin laatu todetaan toimituserittäin toimittajan antaman todistuksen perusteella.

4180.4.2.5 Suurissa penkereissä (yli  $1000 \text{ m}^3$ , palon aiheuttamat suuret vahingot) käytetään usein ns. sammuvaa laatua.

**4180.4.3 Harkkojen muoto ja mitat**

4180.4.3.1 EPS- harkot ovat suorakulmaisia kappaleita, joiden mitat osoitetaan suunnitelmissa. Geometrinen muoto ja tasaisuus ovat tärkeitä stabiilin rakenteen ja helpon asennuksen vuoksi.

4180.4.3.2 Suurin sallittu poikkeama annetuista mitoista (pituus, leveys ja korkeus on  $\pm 1 \%$ ). Harkon pintojen tasaisuudessa ei saa olla  $\pm 5 \text{ mm}$  suurempaa poikkeamaa mitattuna metrin pituudelta.

4180.4.3.3 Harkkojen muoto ja mitat todetaan laatusuunnitelman mukaisesti.

**4180.4.4 Varastointi**

4180.4.4.1 EPS-harkot suojataan varastoinnin ja työn aikana:

-tulelta

-syövyttäviltä kemikaaleilta, erityisesti öljytuotteilta

-tuulelta ja sateilta

-auringolta, jos varastointiaika on pitkä

**4180.4.5 Työohjeet**

- 4180.4.5.1 EPS- harkkoja asennettaessa vesipinta alennetaan penkereen pohjatason alapuolelle. Jos osa harkoista joutuu rakennustyön aikana veden pinnan alapuolelle, noste otetaan huomioon työsuunnitelmissa. Pysyvän rakenteen kuivatus on yleensä otettu huomioon suunnitelmissa.
- 4180.4.5.2 EPS- harkot asennetaan tiivistetylle asennushiekalle. Asennusalustan tarkkuusvaatimus on +10 mm 3m matkalla. Alustan korkeustaso ei saa poiketa yli 50 mm suunnitelmissa osoitetusta tasosta.
- 4180.4.5.3 EPS- harkot ladotaan ristiin välttäen päällekkäisiä saumoja. Koko kerros tehdään valmiiksi ennen uuden aloittamista.
- 4180.4.5.4 EPS- harkot kiinnitetään alla olevaan harkkokerrokseen harkkojen läpi työnnettävillä raudoilla esim 12 mm, k/k 1 m, L ~1,7 \* harkkokorkeus.
- 4180.4.5.5 EPS- harkkojen muodostaman porrasmaisen luiskakaltevuuden tulee olla 2:1 tai loivempi. Alle metrin korkeisten solumuovirakenteiden reuna voi jäädä pystysuoraksi. Harkkojen verhospaksuus on luiskassa vähintään 25 cm.
- 4180.4.5.6 Ylimmän solumuovikerroksen pienet epätasaisuudet tasataan hiekalla tai betonilla suojalaatan valun yhteydessä. Suuret epätasaisuudet täytetään ohuilla solumuovilevyillä. Korkeissa täytöissä tarkkaillaan kerroksien yläpinnan tasaisuutta.
- 4180.4.5.7 Solumuovirakenteet suojataan öljyjen ja liuotainaineiden syövyttäviltä vaikutuksilta suunnitelmissa osoitetuilla muovikalvolla tai vettä läpäisemättömillä maakerroksilla.
- 4180.4.5.8 Harkkorakenne suojataan pyöräkuormien aiheuttamilta pistekuormilta teräsbetonilaatalla tai muulla vastaavalla ratkaisulla. Suojarakenteet osoitetaan suunnitelmissa.

5/94

**4200 Louhepenkereet****4200.1 Yleistä**

4200.1.1 Louhepenkerellä tarkoitetaan louhepengertä ja sen yläosaa, jonka on täytettävä myös kohdan 4270 vaatimukset.

**4210 Tiepenkereet louheesta****4210.1 Mitat**

4210.1.1 Louhepenger rakennetaan

I. suunnitelmissa osoitettujen mittojen ja tarkkuusvaatimusten mukaisesti

II. kuvan 4210.1 tarkkuusvaatimusten mukaisesti.

4210.1.2 Jos penkereeseen liittyy luiskatäyte, louhepenkereen tulee ulottua vähintään kuvassa 4100.1 osoitetulle alueelle. Loivemmat luiskakaltevuudet osoitetaan suunnitelmissa tai työn aikana ja luiskakaltevuus riippuu käytettävissä olevan louheen määrästä.

4210.1.3 Penkereen mitat ja yläpinnan leveys tarkastetaan

I. laatusuunnitelman mukaisesti

II. maastonmerkinnän mukaisesti 20 m välein.

**4210.2 Materiaali**

4210.2.1 Penger rakennetaan

I. suunnitelmien laatuvaatimukset täyttävästä louheesta

II. rapautumattomasta louheesta.

4210.2.2 Penkereen yläosan TSV -1,5 m tulee täyttää kohdan 4270 vaatimukset.

**4210.3 Työohjeet**

4210.3.1 Jos maapohja ei kestä louhepenkereen rakentamista, pengeralusta lujitetaan.

4210.3.2 Louhepenger tehdään päätypengerryksenä siten, että louhe kaadetaan penkereen pinnalle ja työnnetään puskutraktorilla pintaa pitkin alas.

4210.3.3 Jos matala alle 2 m korkea, louhepenger rakennetaan F tai G luokan pohjamaalle, penkereen alle rakennetaan suodatinkerros tai asennetaan suodatinkangas (luokka 5).

4210.3.4 Louhepenger verhoillaan

I. suunnitelmien mukaisesti

II. näkyviin jäävät pinnat tasataan pienikokoisella louheella.

- 4210.3.5 Lohkareet eivät saa ulottua 0,2 m lähemmäksi verhouksen pintaa.
- 4210.3.6 Penkereen yläpinta kiilataan kohdan 4280 mukaisesti.
- 4210.3.7 Työmenetelmät valitaan niin, että penkereen yläosaan ei kerry hienoaineksia .
- 4220 Massanvaihtoon kuuluvat täytöt louheesta**  
ks. kohta 4120
- 4230 Vastapenkereet louheesta**  
ks. kohta 4130
- 4240 Ylipenkereet louheesta**  
ks. kohta 4140
- 4270 Louhepatjat, siirtymäkiilat ja maalaatikot louheesta**
- 4270.1 Yleistä**
- 4270.1.1 Näillä louhekerroksilla tarkoitetaan siirtymäkiilojen ja maalaatikoiden louhekerroksia.
- 4270.2 Mitat**
- 4270.2.1 Kerrosten mitat osoitetaan suunnitelmissa ja kohdassa 2100 .
- 4270.2.2 Täytteen yläpinta on ylemmän kerroksen (esim kantavan) alapinnan taso.
- 4270.3 Materiaali**
- 4270.3.1 Lohkareen maksimirakoko on enintään  
I. suunnitelmissa osoitettu  
II. 0,6 m, ei kuitenkaan enempää kuin 2/3 kerroksen paksuudesta.
- 4270.3.2 Louhe ei saa olla routivaa tai rapautunutta.
- 4270.4 Työohjeet**
- 4270.4.1 Kiilojen pohjille ja kerrosten alle rakennetaan suunnitelmissa osoitetut ja työn aikana tarpeellisiksi katsotut suodattimet ja salaojat.
- 4270.4.2 Jos maapohja ei kestä kerroksen rakentamista, alusta lujitetaan.
- 4270.4.3 Kerros tehdään päätypengerryksenä siten, että louhe kaadetaan penkereen pinnalle ja työnnetään puskutraktorilla pintaa pitkin alas.



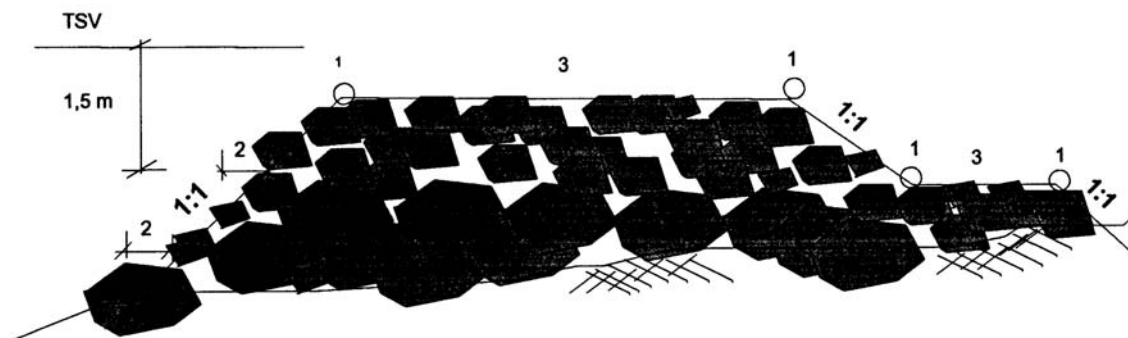
5/94

4270.4.4 Jos kerros tehdään F tai G luokan pohjamaalle sen alle rakennetaan suodatinkerros tai asennetaan suodatinkangas (luokka 5).

4270.4.5 Louhekerroksen yläpinta kiilataan kohdan 4280 mukaisesti.

4270.4.6 Louhemaalaatikon luiska kiilataan ja peitetään 3 luokan suodatinkankaalla.

## LOUHEPENGER KUVA 4210.1



PENKEREIDEN ON TÄYTETTÄVÄ SUUNNITELMIEN MITAT

- 1) TAITEPISTEIDEN SIJAINTI  $\pm 150$  mm
- 2) SALITTU YKSITTÄISTEN LOHKAREIDEN POIKKEAMA ENINTÄÄN:  
1,0 m JA 0,5 x MAKSIMILOHKAREKOKO (PIENEMPI PÄTEE), ELLEI  
VERHOUS VAADI PIENEMPÄÄ POIKKEAMAA.
- 3) YLÄPINNAN TASON SALLITTU POIKKEAMA 0...-100 mm

LOHKAREEN MAKSIMIRAEKOKO (LEVEYS) ENINTÄÄN 0,6 m TSV-1,5 m ALUEELLA

PENKEREEN YLÄOSA TSV -1,5 m RAKENNETAAN KOHDAN 4270 MUKAISESTI

YLÄOSAN LOUHE EI SAA VARISTA KARKEAMPAAN ALAOSAN LOUHEESEEN

- 4280 Kallion leikkauspohjan ja penkereen yläpinnan kiilaus**
- 4280.1 Yleistä**
- 4280.1.1 Louhepenkereiden ja leikkausten pohjan yläpinta kiilataan suunnitelmissa tai työn aikana osoitetuilta osuuksilta. Kiilausta ei tarvita, jos louheen pinta vastaa kohdan 4280.4.2 vaatimusta.
- 4280.2 Mitat**
- 4280.2.1 Yläpinta kiilataan
- I. suunnitelmissa osoitettuun leveyteen
- II. pientareiden reunaan saakka.
- 4280.2.2 Kiilauksen yläpinta tehdään ylemmän kerroksen alapinnan tasoon.
- 4280.2.3 Murskekiilauksen paksuus
- I. osoitetaan suunnitelmissa
- II. pinta kiilataan keskimäärin 0,05 m ja enintään 0,10 m paksuisella kerroksella.
- 4280.2.4 Kiilauksen yläpinnan tasaisuus- ja sijaintivaatimukset ovat samat kuin jakavan kerroksen yläpinnalla.
- 4280.3 Materiaali**
- 4280.3.1 Kiilaus tehdään
- I. suunnitelmissa osoitetulla materiaalilla
- II. tarkoitukseen sopivalla murskeella tai soralla, jonka hienoainepitoisuuden (#0,074) keskiarvo ei ylitä 4 % eikä yli 10 prosenttia tutkimustuloksista ylitä 6 %. Tarvittaessa alkukiilaukseen käytetään hienoa louhetta tai karkeaa mursketta.
- 4280.3.2 Materiaalin rakeisuus ja hienoainepitoisuus selvitetään
- I. laatusuunnitelman mukaisesti
- II. keskimäärin 1500 t välein.
- 4280.4 Työohjeet**
- 4280.4.1 Kiilaus tiivistetään ylemmän kerroksen vaatimusten mukaiseen tiiviyteen, ylemmän kerroksen paksuudesta riippuen joko erikseen tai ylemmän kerroksen tiivistyksen yhteydessä.
- 4280.4.2 Kiilauksen lopputuloksena hyväksytään pinta, joka estää ylemmän kerroksen aineksien varisemisen alemmaksi.

5/94

**4400 Suodatin-, eristys- ja jakavat kerrokset****4400.1 Yleistä**

4400.1.1 Ennen kerroksen rakentamista varmistetaan alle jäävän kerroksen tai penkereen taso, leveys ja pintojen muoto. Keväällä ja talvella otetaan huomioon routanousut. Työtä jatketaan kun tarvittavat korjaukset tai suunnitelmien muutokset on tehty.

4400.1.2 Tien kantavuus varmistetaan

I. suunnitelmissa osoitetun kerroksen päältä

II. jakavan kerroksen päältä tai, jos mittauksista jakavan kerroksen päältä ei voida tehdä sulan maan aikana, kantavan kerroksen päältä.

4400.1.2 Jos kerroksen päältä ei saavuteta keskimääräisen kantavuuden odotusarvoa tai yksittäisen mittauksen tulos jää alle yksittäisen kantavuuskokeen vähimmäisarvon, niin poikkeaman syy (kerrospaksuus, kuivatus, pohjamaa ja rakeisuus) selvitetään yhdessä suunnittelijan kanssa ja päätetään mahdollisista mitoituksen muutoksista tai muista toimista.

4400.1.3 Kantavuus mitataan

I. suunnitelmien mukaisesti

II. satunnaisesti keskimäärin 100 m välein kullakin ajoradalla levykuormituslaitteella tai pudotuspainolaitteella.

**4410 Suodatin- ja eristyskerros****4410.1 Yleistä**

4410.1.1 Katso 4400.1

**4410.2 Mitat**

4410.2.1 Kerros rakennetaan

I. suunnitelmissa osoitettujen mittojen ja tarkkuusvaatimusten mukaisesti

II. taulukon 4410.1 tarkkuusvaatimusten mukaisesti.

4410.2.2 Valmiin kerroksen mitat ja tasot tarkastetaan

I. laatusuunnitelman mukaisesti

II. maastonmerkintöjen kohdalla 20 m välein.

**Taulukko 4410.1, Suodatinkerroksen sallitut poikkeamat**

SALLITUT POIKKEAMAT	
<b>TASOSIJAINTI</b>	
Tasosijainnin poikkeama	$\pm 150$ mm
Tasosijainnin poikkeaman muutos	150 mm/ 20 mm
<b>TASO</b>	
Yksittäinen poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan	$\pm 40$ mm
Yksittäisen poikkeaman muutos	50 mm/ 20 m
Tason keskiarvon poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan	$\pm 20$ mm
<b>MITAT</b>	
Yläpinnan leveys	$\pm 100$ mm
Yläpinnan leveyden keskiarvo	$\pm 50$ mm
<b>KALTEVUUS</b>	$\pm 1,5$ % yksikköä
<b>KERROSPAKSUUDEN KESKIARVO</b>	- 5 mm

**4410.3 Materiaali**

4410.3.1 Suodatinkerroksessa käytetään hiekkaa, jonka rakeisuusvaatimukset osoitetaan

I. suunnitelmissa

II. kuvassa 4410.1

4410.3.2 Hiekassa ei sallita:

Kiviä jotka jäävät 50 mm seulalle, yli puolen metrin kerroksessa sallitaan enintään 5% painoprosenttia 50...200 mm kiviä.

Savea eikä haitallisia epäpuhtauksia kuten humusmaata

Kapillaarisuutta joka ylittää 0,9 m

4410.3.3 Suodatinkerroksen on täytettävä seuraavat ehdot:

d20 suodatin

----- = 8...40

d20 pohjamaa

d20 jakava

----- = 8...40

d20 suodatin

d20 = läpäisyprosenttia 20 vastaava raekoko mm

5/94

4410.3.8 Materiaalin rakeisuus ja routanousuominaisuudet varmistetaan

I. suunnitelmien mukaisesti

II. keskimäärin 1500 tonnin välein pesuseulonnalla materiaalia otettaessa tai hankittaessa. Joka neljänestä näytteestä tarkistetaan routivuus kapillaarisuuden tai seulan # 0,02 mm läpäisevän osuuden perusteella. Jos rajat ylittyvät, näytteiden ottoa tihennetään.

**4410.4 Työohjeet**

4410.4.1 Jos materiaalissa on suuria kokkareita ne hajoitetaan ja sekoitetaan muuhun materiaaliin.

4410.4.2 Kuljetusten vuoksi voidaan kerroksen sisälle rakentaa ja jättää kantavampia kerroksia, enintään 20 % kerroksen paksuudesta.

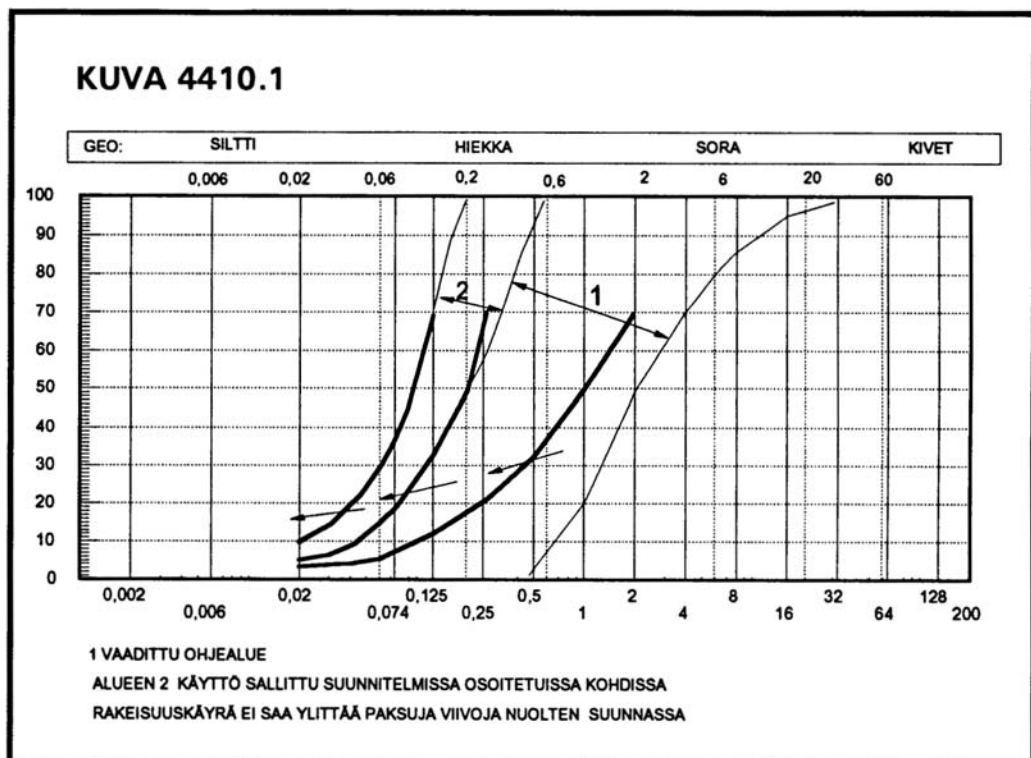
**4410.5 Tiiviys ja tiiviiden tarkkailu**

4410.5.1 Pienin sallittu keskimääräinen tiivysaste on 95% ja alin yksittäinen tiivysaste 90%.

4410.5.2 Tiiviys varmistetaan

I. suunnitelmien

II. kohdan 4110.13 menetelmän 2 mukaisesti.

*Kuva 4410.1, Suodatinkerroksen rakeisuus*

**4430 Jakavat kerrokset****4430.1 Yleistä**

4430.1.1 Jakavalla kerroksella tarkoitetaan suunnitelmissa osoitettua kantavan kerroksen alla sijaitsevaa kuormia jakavaa kerrosta.

4430.1.2 Katso kohta 4400.1

**4430.2 Mitat**

4430.2.1 Kerros rakennetaan suunnitelmissa osoitettujen mittojen ja

I. tarkkuusvaatimuksien mukaisesti.

II. taulukossa 4430.1 esitettyjen tarkkuusvaatimuksien mukaisesti.

4430.2.2 Valmiin kerroksen tasot ja leveys varmistetaan

I. suunnitelman mukaisesti

II. maastonmerkintöjen kohdalla 20 m välein.

**Taulukko 4430.1, Jakavan kerroksen sallitut poikkeamat**

SALLITUT POIKKEAMAT	
<b>TASOSIJAINTI</b>	
Tasosijainnin poikkeama	±100 mm
Tasosijainnin poikkeaman muutos	100 mm/ 20 m
<b>TASO</b>	
Yksittäinen poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan	±30 mm
Yksittäisen poikkeaman muutos	30 mm/ 20 m
Tason keskiarvon poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan	±15 mm
<b>MITAT</b>	
Yläpinnan leveyden yksittäinen poikkeama	±60 mm
Yläpinnan leveyden keskiarvon poikkeama	± 30 mm
<b>KALTEVUUS</b>	±1,0 % yksikköä
<b>KERROSPAKSUUDEN KESKIARVO</b>	- 5 mm
<b>TASAISUUS OIKOLAUDALLA MITATTUNA</b>	30 mm/ 5m

**4430.3 Materiaali**

4430.3.1 Materiaalin

I. rakeisuus osoitetaan suunnitelmissa

II. rakeisuusvaatimuksena noudatetaan kulloinkin voimassa olevan julkaisun Murskaustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset rakeisuusvaatimuksia ja rakeisuuspoikkeamia murskeita valmistettaessa sekä kuvan 4430.1 rakeisuusvaatimuksia luonnonsoraa otettaessa tai hankittaessa.

4430.3.2 Jos kerroksen paksuus on alle 300 mm maksimiraekokona käytetään enintään puolta kerroksen paksuudesta.

5/94

4430.3.6 Materiaali välpätään, jos ylisuurien kivien paino-osuus on yli 5%:a.

#### 4430.4 Valmiin kerroksen rakeisuusvaatimukset

4430.4.1 Työmenetelmät valitaan siten että hienoainespitoisuus ei kerrosta rakennettaessa merkittävästi lisäännny.

Hienoainespitoisuuden keskiarvo ei saa ylittää 6 % (< # 0,074)

10 % tutkimustuloksista ei saa ylittää 8% hienoainespitoisuutta.

Luonnonsoralla enintään 10 % hienoaineksen tutkimustuloksista saa ylittää 8 % hienoainespitoisuuden.

Seulan #0,002 mm läpäisevä osuus ei saa ylittää 3%.

4430.4.2 Valmiin kerroksen rakeisuus ja hienoainespitoisuus (< # 0,074 mm) tarkastetaan pesuseulonnalla.

I. suunnitelman mukaisesti

II. keskimäärin 300 m välein kullakin ajokaistalla.

#### 4430.5 Kantavuuden vähimmäisarvot jakavan kerroksen pinnalla

4430.5.1 Jakavan kerroksen pinnan suositeltava yksittäinen vähimmäisarvo kantavuudelle

I. esitetään suunnitelmissa

II. on esitetty taulukossa 4430.2.

*Taulukko 4430.2, Suositeltavat arvot jakavan kerroksen kantavuudelle*

MITTAUSLAITE	Vähimmäisarvo E2MIN (MN/m <sup>2</sup> )
LEVYKUORMITUSLAITE	90
PUDOTUSPAINOLAITE	105
Vaatimus on sama kaikille päällysrakenteille.	

#### 4430.6 Tiiviys

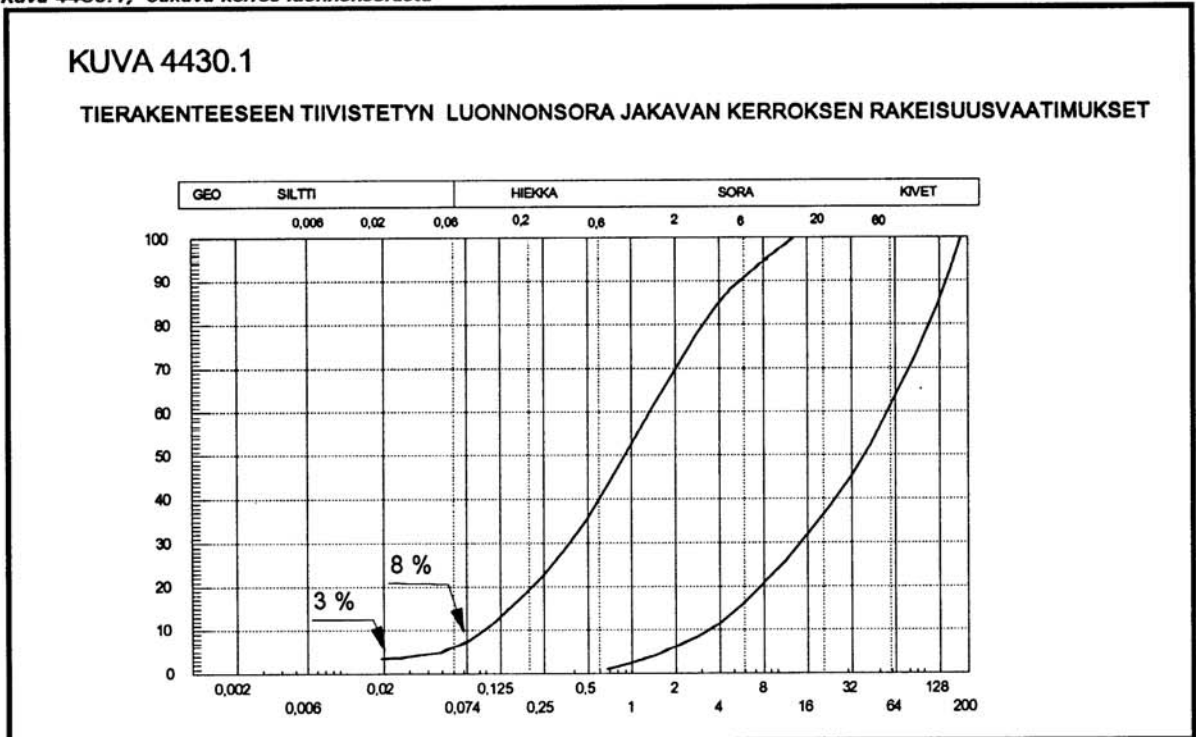
4430.6.1 Tiiviys tarkastetaan

I. suunnitelman mukaisesti

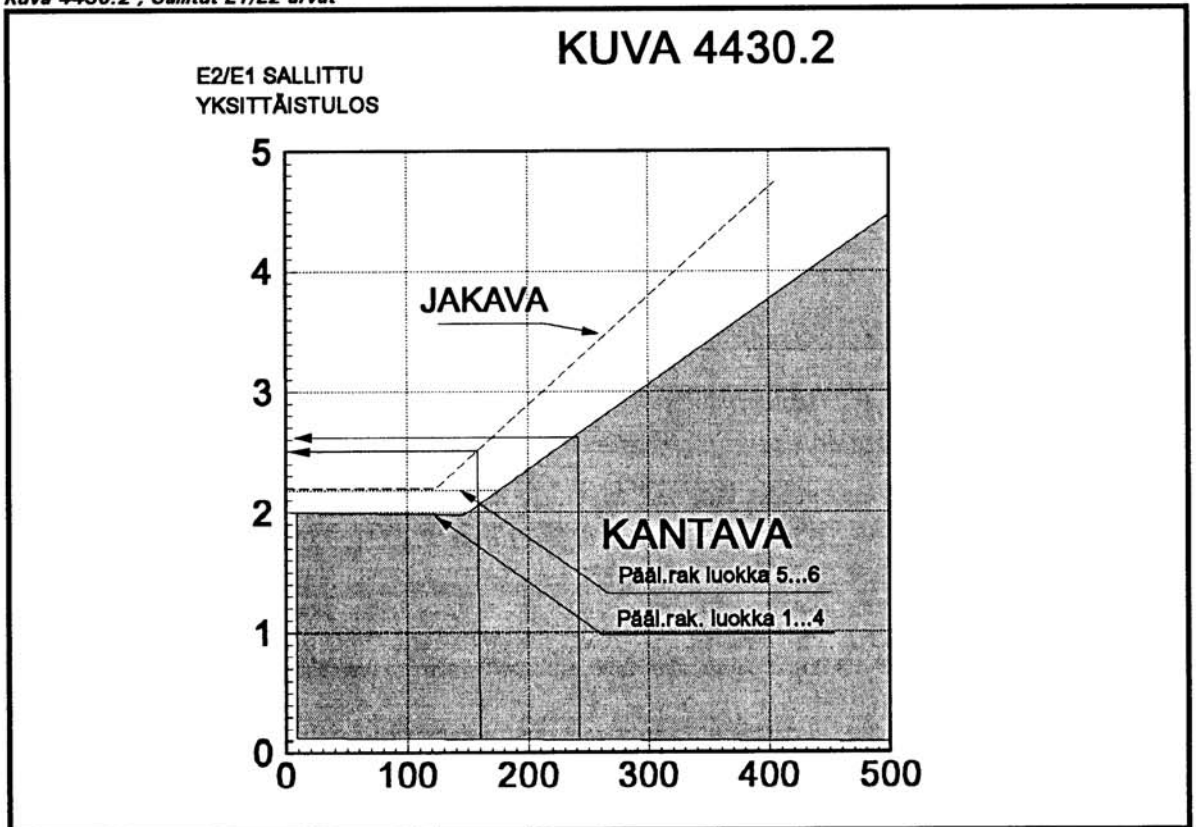
II. kohdan 4110.13 MENETELMÄN 2. mukaisesti tai jos levykuormituskokeita tehdään; tiiviyssuhteen (E2/E1) perusteella: tiiviyssuhteen keskiarvovaatimus levykuormituskokeessa on < 2,2.

4430.6.2 Suurin sallittu tiiviyssuhde levykuormituskokeessa (E2/E1) yksitaisen kantavuushavainnon perusteella on kuvan 4430.2 mukainen.

Kuva 4430.1, Jakava kerros luonnonsorasta



Kuva 4430.2, Sallitut E1/E2 arvot





5/94

**4450 SUODATINKANKAAT****4450.1 Yleistä**

4450.1.1 Suodatinkankaat estävät rakennekerrosten sekoittumista pohjamaahan ja luiskatäytteen valumista louheeseen.

4450.1.2 Kankaita voi käyttää myös työteknišenä toimenpiteenä, koska kankaalla voidaan estää maalajien sekoittumista työmaaliikenteen alla ja parantaa tilapäisesti kuljetustien kantavuutta. Muita geotekstiilejä kun edellä tarkoitettuja suodatinkankaita koskevat laatuvaatimukset on esitetty kohdassa 4820.

**4450.2 Kankaiden käyttöluokitus ja laatuvaatimukset**

4450.2.1 Taulukossa 4450.1 on esitetty suodatinkankaiden laatuvaatimukset käyttöluokittain.

4450.2.2 Käyttöluokka

I. osoitetaan suunnitelmissa.

II. valitaan taulukon 4450.2 perusteella.

4450.2.3 Geotekstiilit merkitään ISO 1032:1991/ prEN 30320: 1993 mukaisesti.

4450.2.4 Toimittajalta vaaditaan puolueettoman laboratorion tekemät laboratoriotulokset tuotteen laadusta. Laboratoriotulokset eivät saa olla yhtä vuotta vanhempia. Kankaiden laatuvaatimukset on esitetty taulukossa 4450.1.

4450.2.5 Kankaiden tyyppi ja laatu todetaan toimituserittäin. TIEL antaa vuosittain tietoja laitoksen käyttöön hyväksytyjen valmistajien käyttöluokituksista.

**4450.3 Asennus**

4450.3.1 Kankaat saumataan

I. suunnitelmissa osoitetulla tavalla

II. valmistajan asennusohjeiden mukaisesti

4450.3.2 Kankaat levitetään yleensä täyttöön nähden poikittain ja limitetään täytön tai jakavan kerroksen alla vähintään 0,5 m toistensa päälle.

**4450.4 Työohjeet**

4450.4.1 Kankaat varastoidaan kuivalle alustalle auringonvalolta ja sateelta suojattuna.

4450.4.2 Kankaita ei saa jättää levitettynä auringonvalolle alttiiksi yhtä viikkoa pidemmäksi ajaksi.

- 4450.4.3 Jos kankaan päällä liikutaan työkoneilla ja autoilla, levitetään sen päälle vähintään 0,3 m jakavan kerroksen materiaalia (soraa, murskettä) tiivistettynä. Jos liikenne ei ole vähäistä kerros tehdään vähintään 0,5 m paksuksi.

Taulukko 4450.1, Suodatinkankaan laatuvaatimukset

KANKAAN LAATUVAATIMUS	KÄYTTÖLUOKKA				
	1	2	3	4	5
<b>SALLITTU PAINON VAIHTELU</b> $s_{w,max}$					
näytenäytekoko 200 X 200 mm <sup>2</sup>	± 12,5	± 12,5	± 10	± 10	± 10
näytekoko kenttäkokeessa 0,5 x 0,5 m <sup>2</sup>	± 8,5	± 8,5	± 6,5	± 6,5	± 6,5
<b>TASAISUUSTEKIJÄ A</b>					
redusoinnin alaraja	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
<b>VETOLUJUUS (kN/m<sup>2</sup>)</b>	> 5	> 7	> 11	> 19	> 30
<b>VENYMÄ (%)</b>	> 30	> 45	> 50	> 50	> 50
<b>LUJUUSVARA</b>					
20 % alkuvenymän jälkeen (kN/ m <sup>2</sup> )	> 20 %	> 30 %	> 40 %	> 50 %	> 50 %
<b>KARTIOPUDOTUSKOE</b>					
reikäkoko $t$ (mm)	< 45	< 40	< 26	< 17	< 5
<b>TEHOKAS HUOKOSKOKO</b> $O_{90}$ (mm)	< 0,2	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
<b>VEDENLÄPÄISEVYYSKERROIN</b> (m/s x 10 <sup>-4</sup> )	> 1	> 1	> 1	> 1	> 1
KOEMENETELMÄT ON ESITETTY JULKAISUSSA KUITUKANKAAT TIENRAKENNUKSESSA TIEL 3200194					

Taulukko 4450.2, Suodatinkankaan valinta karkeamman materiaalin, käyttöluokan ja pohjamaan perusteella

KANKAAN LUOKKA	PYSYVÄT TIET JA TYÖMAATJET	
	TIERAKENTEET, KOKOONPU- RISTUVA MAAPOHJA Su > 25 kPa	TIERAKENTEET, KOKOONPU- RISTUVA MAAPOHJA Su < 25 kPa
1	Kuivatusojissa , erosiosuojauksissa yms maaperän ja luonnonkiviaineksen välissä	Ei käytetä
2	Maaperän ja soran max.rae < # 60 mm välissä	Kuivatusojissa , erosiosuojauksissa yms maaperän ja luonnonkiviaineksen välissä
3	Maaperän ja murskeen tai lajitellun louheen välissä max.rae < # 200 mm	Maaperän ja soran max.rae < # 60 mm välissä
4	Maaperän ja murskeen tai louheen välissä max.rae > # 200 mm	Maaperän ja murskeen tai lajitellun louheen välissä max.rae < # 200 mm
5		Maaperän ja murskeen tai louheen välissä max.rae > # 200 mm
LISÄTIETOJA KUITUKANKAAT TIENRAKENNUKSESSA JULKAISUSSA TIEL 3200194		

**4500 Sitomattomat kantavat kerrokset****4500.1 Yleistä**

4500.1.1 Sitomattomalla kantavalla kerroksella tarkoitetaan suunnitelmissa määriteltyä kantavaa kerrosta.

4500.1.2 Katso kohta 4400.1.

**4500.2 Mitat**

4500.2.1 Kerros rakennetaan suunnitelmissa osoitettuja mittoja ja

I. tarkkuusvaatimuksia noudattaen

II. noudattaen taulukossa 4500.1 esitettyjä tarkkuusvaatimuksia.

4500.2.2 Yläpinnan taso ja leveys tarkastetaan

I. suunnitelman mukaisesti

II. maastonmerkintöjen kohdalla 20 m välein.

*Taulukko 4500.1*

SALLITUT POIKKEAMAT	
<b>YLÄPINNAN TASOSIJAINTI</b>	
Tasosijainnin poikkeama	±100 mm
Tasosijainnin poikkeaman muutos	100 mm/ 20 m
<b>YLÄPINNAN TASO</b>	
Yksittäinen poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan	±20 mm
Yksittäisen poikkeaman muutos	20 mm/ 20 m
Tason keskiarvon poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan	±10 mm
<b>MITAT</b>	
Yläpinnan leveyden yksittäinen poikkeama	±60 mm
Yläpinnan leveyden keskiarvon poikkeama	± 30 mm
<b>KALTEVUUS</b>	± 0,5 % yksikköä
<b>KERROSPAKSUUDEN KESKIARVO</b>	- 5 mm
<b>TASAISUUS OIKOLAUDALLA MITATTUNA</b>	20 mm/ 5m

**4500.3 Materiaali**

4500.3.1 Materiaalin

I. rakeisuus osoitetaan suunnitelmissa

II. rakeisuutena noudatetaan kulloinkin voimassa olevan julkaisun Murskaustyön yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset rakeisuusvaatimuksia ja rakeisuuspoikkeamia kiviaineksia valmistettaessa tai hankittaessa.

**4500.4 Valmiin rakenteen rakeisuusvaatimukset**

4500.4.1 Työmenetelmät valitaan siten että hienoainespitoisuus ei kerrosta rakennettaessa merkittävästi lisäännny.

Hienoainespitoisuuden keskiarvo ei saa ylittää 6 % ( $< \# 0,074$ ) ja

10 % tutkimustuloksista ei saa ylittää 8 % hienoainepitoisuutta

Seulan  $\# 0,002$  mm läpäisy ei saa ylittää 3%.I

4500.4.2 Valmiin kerroksen rakeisuus ja hienoainespitoisuus ( $< \# 0,074$  mm) tarkastetaan pesuseulonnalla.

I. laatusuunnitelman mukaisesti

II. keskimäärin 300 m välein ajokaistalla.

**4500.5 Kiviaineksen laatuvaatimukset**

4500.5.1 Päällysrakenneluokissa 1...4 materiaaliksi vaaditaan murskattua ja lajiteltua kiviainesta. Muissa päällysrakenneluokissa voidaan käyttää joko soraa tai murskettua.

4500.5.2 Kiviaines ei saa olla rapautunutta.

4500.5.3 Kiviaineksen on täytettävä

I. suunnitelmien laatuvaatimukset

II. taulukon 4500.2 vaatimukset.

*Taulukko 4500.2*

PÄÄLLYSRAKENNE	1...2 AB	3...6
VAADITTU LUOKKA	I C	I D
LOS ANGELES-LUKU(TIE 231)	$< 30$	$< 35$
KUULAMYLLYARVO (TIE 242)	$< 14$	$< 17$
MUOTOARVOLUOKKA	III	IV

**4500.6 Kantavuusmittausten keskiarvon odotusarvot ja yksittäisen mittauksen suositeltavat vähimmäisarvot**

4500.6.1 Kantavuusarvoina noudatetaan

I. suunnitelmissa osoitettuja arvoja

II. taulukoiden 4510.3 ja 4510.4 ohjearvoja.

*Taulukko 4510.3, Suositeltavat odotusarvot levykuormituskokeessa*

PÄÄLLYS RAKENNE LUOKKA	Odotusarvot ( MN / m <sup>2</sup> ) eri päällystetyypeille							
	AB, KAB		ÖS		SOP		SR	
	E <sub>2</sub>	E <sub>2min</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>2min</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>2min</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>2min</sub>
1	210	160						
2	210	160						
3	195	145						
4	195	145	180	130				
5	195	145	180	130				
6	195	145	165	115	165	115	130	75
E <sub>2</sub> = Suositeltava odotusarvo kantavuuden keskiarvoksi								
E <sub>2min</sub> = Suositeltava vähimmäisarvo pienimmälle yksittäiselle kantavuusarvolle								

*Taulukko 4510.4, Odotusarvot pudotuspainolaitteella*

PÄÄLLYS RAKENNE LUOKKA	Odotusarvo ( MN / m <sup>2</sup> ) eri päällystetyypeille							
	AB, KAB		ÖS		SOP		SR	
	E <sub>2</sub>	E <sub>2min</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>2min</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>2min</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>2min</sub>
1	235	185						
2	235	185						
3	215	165						
4	215	165	200	150				
5	215	165	200	150				
6	215	165	180	130	180	130	135	85
E <sub>2</sub> = Suositeltava odotusarvo kantavuuden keskiarvoksi								
E <sub>2min</sub> = Suositeltava vähimmäisarvo pienimmälle yksittäiselle kantavuusarvolle E <sub>2</sub>								

5/94

**4500.7 Tiiviys**

## 4500.7.1 Tiiviys varmistetaan

I. suunnitelman mukaisesti

II. kohdan 4110.13 menetelmällä 1. tai jos levykuormituskokeita tehdään tiiviyssuhteen (E2/E1) perusteella; keskiarvovaatimus on päällysrakenneluokissa 1...4 < 2,0 ja luokissa 4...6 < 2,2.

4500.7.2 Suurin sallittu tiiviyssuhde levykuormituskokeessa (E2/E1) yksitaisen kantavuushavainnon perusteella määrätään kuvan 4430.2 mukaisesti.

**4800 Erikoisrakenteet****4800.1 Lämpö- ja routaeristeet**

4800.1.1 Lämpöeristeenä käytetään yleensä suulakepuristettua solumuovia tai kevytsoraa.

4800.1.2 Tien lämpöeristeet osoitetaan suunnitelmissa ja lisäksi rakennetaan työn aikana tarpeellisiksi katsotut lämpöeristeet.

**4800.2 Solumuoviset lämpöeristeet****4800.2.1 Mitat**

4800.2.1.1 Eristeen paksuus ja pituus osoitetaan suunnitelmissa.

**4800.2.2 Materiaali**

4800.2.2.1 Eristeenä käytetään suulakepuristettua solumuovia.

4800.2.2.2 Solumuovin pitkäaikainen puristuslujuusvaatimus on vähintään 0,15 MN/m<sup>2</sup>, 5x5x5cm koekappaleella ja 2% kokoonpuristumalla TIEL:n testausmenetelmässä.4800.2.2.3 Yksittäisten levyjen tilavuuspainon tulee olla vähintään 38 kg/m<sup>3</sup>

4800.2.2.4 Materiaalin kelpoisuus todetaan toimituserittäin toimittajan antaman todistuksen perusteella.

**4800.2.3 Työohjeet**

4800.2.3.1 Solumuoviset eristeet rakennetaan

I. suunnitelmassa osoitetulla tavalla

II. kuvan 4800.1 mukaisesti.

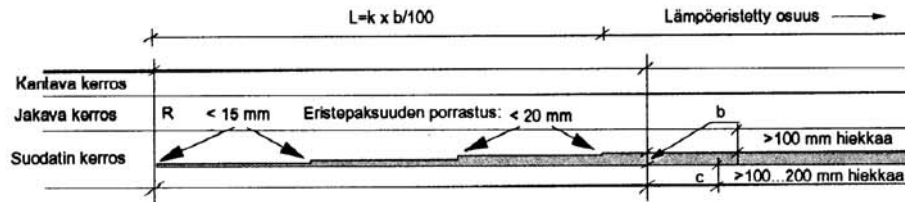
4800.2.3.2 Solumuovikerros peitetään vähintään 0,15 mm muovikalvolla.

4800.2.3.3 Työmaaliikennettä solumuovi kestää kun sen päällä on vähintään 100 mm hiekkaa ja 200 mm soraa tai murskettä.

## KUVA 4800.1

### LÄMPÖERISTEEN RAKENTAMINEN SIIRTYMÄKIILASSA JA ROUTAMITOITETUSSA PÄÄLLYSRAKENTEESTA

#### LÄMPÖERISTETYN TIEOSUUDEN ALKU

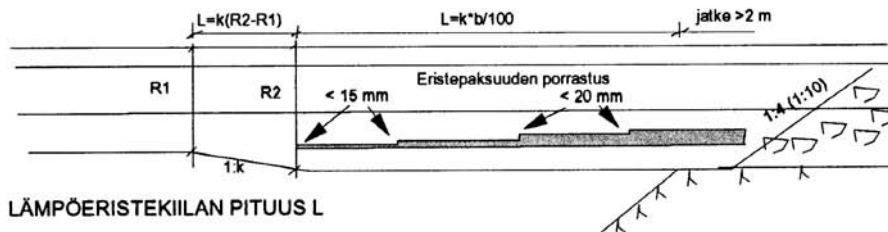


#### RAKENTEEN PAKSUUS R

- a: lämpöeristeen päälle tulevan routimattoman rakenteen paksuus.  
700 mm
- b: lämpöeristeen paksuus suunnitelmasta
- c: lämpöeristeen alle tulevan routimattoman rakenteen paksuus:
 

Etelä-Suomessa vähintään	100 mm
Keski-Suomessa	150 mm
Pohjois-Suomessa	200 mm

#### SIIRTYMÄKIILA KALLION KOHDALLA



#### LÄMPÖERISTEKIILAN PITUUS L

- $L = k \cdot b / 100$
- $1/k =$  kiilan kaltevuus
- b: lämpöeristeen paksuus suunnitelmasta

Päällysrakenteen mahdollinen paksuusero ( $R2 - R1$ ) tasoitetaan kaltevuudessa 1:k.

Jatkeen pituus kallion suuntaan vähintään 2 m.

Rumpujen kohdalla eriste ulotetaan täyspaksuna rumpukaivannon yli.

Jos kiilan ohuimmassa kohdassa tarvittavaa eristettä ei saada (15 mm)

käytetään 20 mm paksuista levyä siten, että levyjen väliin jää 0,15 m hiekkatäyteinen rako

#### POIKKILEIKKAUS



Talvisin aukipidettäviissä liittymissä eriste ulotetaan liittyvälle tielle, jossa se ohennetaan kiilamaisesti 5m matkalla, ellei liittyvä tie edellytä pidempää kiilaa.



5/94

**4810 Pohjaveden suojaus, maatiivisteet****4810.1 Yleistä**

4810.1.1 Maatiivisteiden tarkoituksena on estää suolapitoisten vesien pääsy suurina pitoisuuksina pohjaveteen sekä estää vahingollisten aineiden pääsy pohjaveteen säiliöauto-onnettomuuksissa.

Maatiivisteiden suojakerros suojaa maatiivistettä kuormilta, ehkäisee maatiivisteiden eroosiota, liiallista kuivumista ja se toimii nurmetuksen alustana.

Suojakerroksen nurmetus suojaa luiskaa eroosiolta ja liialliselta kuivumiselta.

**4810.2 Materiaalin ottopaikka**

4810.2.1 Ottopaikan maan vesipitoisuus sekä rakeisuus määritetään pesuseulonnalla

I. suunnitelmien mukaisesti

II. vähintään kuudesta edustavasta näytteestä. Oton alettua rakeisuus ja vesipitoisuus määritetään kerran satunnaisesti jokaisesta 600 m<sup>3</sup> ottoerästä ja silloin kun materiaalin rakeisuus muuttuu silmämääräisesti arvosteltuna.

4810.2.2 Ottopaikan maan optimivesipitoisuus ja maksimitiheys määritetään

I. suunnitelmien mukaisesti

II. vähintään kerran proctorkokeella ja oton aikana rakeisuuden muututtua.

4810.2.3 Ottopaikan pinnalta poistetaan kavillisuus, kannot ja humusmaa.

4810.2.4 Ottopaikan materiaalin laatua seurataan jatkuvasti silmämääräisesti ja tarvittaessa maan rakeisuus ja vesipitoisuus varmistetaan ennen materiaalin oton jatkamista. Maatiivisteeseen kelpaamaton maa varastoidaan sekä merkitään maatiivisteeseen kelpaamattomaksi. Kelpaamatonta maata voidaan käyttää maatiivisteiden suojakerrokseen, jos se on tähän tarkoitukseen soveltuvaa.

**4810.3 Maatiivisteiden laatu**

4810.3.1 Otettu materiaali ei saa sisältää humusta, kasvijätteitä tai turvetta.

4810.3.2 Maatiivisteisiin käytettävä materiaali ei saa sisältää kiviä. Yksittäisen kiven maksimiraekoko on enintään 1/4 kerroksen paksuudesta ja enintään 200 mm.

Taulukko 4810.1 Erikoismaatiivisteiden laatuvaatimukset

VAATIMUS	MAALAJI		
	SAVI, SILTTI, SILTTIMOREENI	SAVI, SILTTI, SILTTIMOREENI	MUUT MAALAJIT
HIENOAINESPITOISUUS # 0,074 (%)	>70	>60	--
PROCTOR TIIVIYSASTE D (%)	> 85	>90	--

Taulukko 4810, Maatiivisten vaatimukset

VAATIMUS	MAALAJI	
	SAVI, SILTTI, SILTTIMOREENI	SAVI, SILTTI, SILTTIMOREENI
HIENOAINESPITOISUUS # 0,074 (%)	>50	>60
PROCTOR TIIVIYSASTE D (%)	> 90	>85

4810.3.4 Erikoismaatiivisteeksi voidaan hyväksyä selvitysten perusteella muukin materiaali, joka täyttää seuraavat vaatimukset:

vedenläpäisevyys on laboratoriokokeessa pienempi kuin  $5 \times 10^{-8}$  m/s

ei halkeile voimakkaasti kuivuessaan

vedenläpäisevyys tiivistettynä luiskassa on alle  $5 \times 10^{-6}$  m/s

#### 4810.4 Suojakerros ja nurmetus

4810.4.1 Maatiivisteiden suojakerroksen materiaalina käytetään eroosion kestävästä kivetöntä (< 100 mm) sora-, hiekka tai silttimoreenia. Materiaali voi olla samaa kuin maatiivisteessä, jos se täyttää maatiivisteiden laatuvaatimukset. Suojakerroksen materiaali voi sisältää humusta ja turvetta.

4810.4.2 Suojakerros nurmetetaan nurmetusluokalla II.

4810.4.3 Suojakerroksen sallittu yksittäinen paksuuden alitus on 30 % kerrospaksuudesta.

#### 4810.5 Mitat

4810.5.1 Maatiivisteiden ja sen suojakerroksen mitat osoitetaan suunnitelmissa. Suojakerroksen pinta tehdään luiskapintojen tasoon.

4810.5.2 Maatiivisten paksuus tarkastetaan

I. suunnitelmien mukaisesti

II. satunnaisesti vähintään kolme kertaa tuhannelta neliömetriltä.

4810.5.3 Valmiin maatiivisteiden

paksuuden keskiarvon sallittu poikkeama - 50...100 mm

suurin sallittu yksittäinen alitus on enintään 20 % kerrospaksuudesta

paksuuden sallitaan alittavan 10 % kerrospaksuudesta enintään 20 % mittauksista.

5/94

4810.5.4 Maatiivisteiden pinta tiivistetään oikeaan muotoon eikä ojan pohjalle saa jäädä tiivistämisen jälkeen 50 mm syvempiä painaumuksia.

4810.5.5 Laskuojan maatiivisteiden paksuus ja laatu

I. osoitetaan suunnitelmissa

II. ovat samat kuin sivuajissa

## 4810.6 Laadunvarmistus työn aikana

4810.6.1 Työn aluksi varmistetaan koetiivistyksellä, että tarvittava tiiviyssaste

I. saavutetaan suunnitelmassa osoitetulla tiivistystavalla

II. saavutetaan työhön käytetyllä kalustolla, kerrospaksuudella ja työmenetelmillä. Maan tiheys kerroksessa määritetään kerroksen pinnalta ja yli 0,7 m paksuista kerroksista myös pohjalta volymetrillä ja näytteen massan määrittämisellä. Tulosta verrataan parannetulla proctor sillonalla määritettyyn maksimikuivatiheyteen.

Tiiviyssaste määritetään neljästä satunnaisesti valitusta kohdasta ensimmäisen 100 m<sup>2</sup> kerroksen tiivistämisen jälkeen. Samalta alueelta määritetään myös säteilymittalaitteella vähintään kuusi arvo. Säteilymittalaitteella saatuja arvoja pidetään myöhemmin ohjearvoina maan tiheyden tarkkailussa. Jos vaadittua tiiviyssastetta ei saavuteta volumetrimäärittäysten perusteella tiivistetään uusi koeala, kunnes käytettävä työmenetelmä ja kerrospaksuus takaavat työn kelpoisuuden.

4810.6.2 Tiivistämisen jälkeen tarkastetaan, että

- tiivistysjälki näkyy tiivistettävän kerroksen pinnalla ja koko suojauksen alueella
- kerroksen pinnalla ei ole halkeamia, rakoja tai reikiä
- kerroksen pinnalla ei ole hiekka-, turve- tai kasvijättesilmäkkeitä

4810.6.3 Työn jatkuessa tiiviyssaste määritetään

I. suunnitelmien mukaisesti

II. kuvassa 4810.1 määritellyltä alueelta volymetrillä kolmesti tuhannelta tiivistettävältä neliömetriltä ja säteilymittalaitteella vähintään 12 kertaa tuhannelta neliömetriltä jokaisella tiivistettävällä kerroksella.

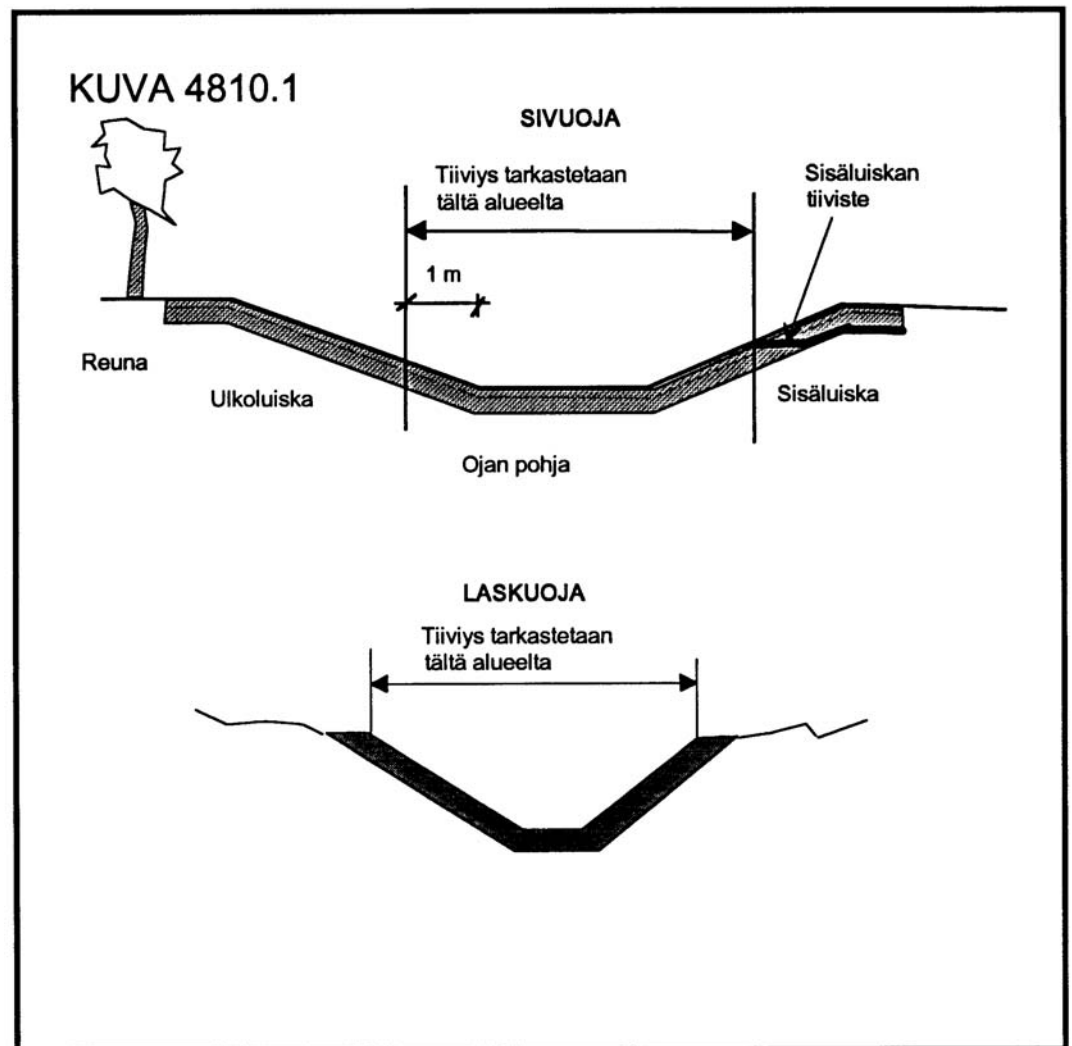
4810.6.4 Tiivistettävän maan vesipitoisuus saa poiketa optimivesipitoisuudesta enintään 4 prosenttiyksikköä alaspäin ja 6 prosenttiyksikköä ylöspäin.

4810.6.5 Tiivistettävän maan vesipitoisuus

I. varmistetaan suunnitelmien mukaisesti

II. määritetään speedymetrillä tai säteilymittauslaitteella vähintään 12 kohdassa tuhatta neliometriä kohden.

Kuva 4810.1, Tiiviiden tarkastusalue maatiivisteillä.



- 4810.7 Työohjeet**
- 4810.7.1 Maatiivisteiden louhealustat tasataan pienemmällä louheella tai kiviaineksella ja alustalle asetetaan
- I. suunnitelmissa osoitettu geotekstiili
  - II. 4 luokan suodatinkangas.
- 4810.7.2 Jyrkissä luiskissa siirtonurmen tai nurmetuksen pysyvyys varmistetaan Vihertöiden yleisten laatuvaatimusten ja työselityksen kohdan 5630 mukaisesti.
- 4810.7.3 Jos tiivistettävä materiaali on liian kostea se kuivatetaan karhitsemalla tai muuten mekaanisesti käsittelemällä. Jos materiaali on liian kuivaa se kostutetaan tasaisesti hyväksyttävän kosteuden saavuttamiseksi
- 4810.7.4 Tiivistykseen voidaan käyttää ohuilla tiivistyskerroksen paksuuksilla sopivan painoista puskutraktoria. Paksummilla kerroksilla ja luiskissa suositellaan käytettäväksi kaivinkoneeseen kiinnitettyä raskasta tärylevyä.

5/94

**4810.8 Lopputarkastus**

Tarkastetaan, että

- vesi ei pääse valumaan suojaamattomalle alueelle
- laskuojat on suojattu ja tiivistetty
- nurmetus kasvaa koko suojatulla alueella
- syöpymiä ei ole näkyvissä
- suunnitelmissa osoitetut kokeet on tehty

**4820 Pohjaveden suojakalvot****4820.1 Sisäluiskan yläosan suojaus**

Sisäluiskan yläosan suojaus koskee vähintään 0,3 m ojan pohjaa tai pitkäaikaista vedenpintaa ylempänä olevia luiskan osia, joissa suojauksen yläpinnan kaltevuus on 1:6 tai jyrkempi.

**4820.1.1 Materiaalit**

4820.1.1.1 Sisäluiskan yläosan materiaali osoitetaan suunnitelmissa. Jos suunnitelmissa ei ole muuta määrätty, kohdan 4820.1.1.3 vaihtoehdot a ja b ovat keskenään samanarvoiset. Sama koskee kohtaa 4820.1.1.4.

4820.1.1.2 Erittäin vaativassa suojauksessa karkeaan ja hienorakeiseen täytteeseen kelpaavat seuraavat materiaalit

- a) Kohdan 1.1.6 mukainen bentoniittimatto
- b) Muu tielaitoksen tyyppihyväksymä materiaali.

4820.1.1.3 Vähempiarvoisissa suojauksissa karkeaan ympäristäyttöön kelpaavat seuraavat materiaalit

- a) Kaksi käyttöluokan 4 suodatinkangasta, joiden väliin tulee vähintään 0,3 mm paksuinen LLD- tai HD-polyeteeninen kalvo.
- b) Karkeaan täytteeseen hyväksytyt yläpinnaltaan muovitettu kuitukan-gas, jonka päälle tulee käyttöluokan 4 suodatinkangas.
- c) Muu tielaitoksen karkeaan täytteeseen tyyppihyväksymä materiaali.

Karkeaan ympäristäyttöön hyväksytyt materiaali voidaan levittää sileäksi jyrätyn maksimiraekooltaan enintään 100 mm murskeen tai enintään 150 mm soran päälle. Luiskassa tai jyrätyllä pinnalta esiin pistävät terävät yli 10 mm korkuiset kivensärmät peitetään hiekalla. Suojausmateriaalin päälle voidaan levittää raekooltaan enintään 60 mm, mieluiten 40 mm mursketta, joka tiivistetään paksuna kerroksena välttämällä raskaita täryjyriä. Luiskassa päälle levitetään raekooltaan enintään 20 mm mursketta. Vähimmäisetäisyys louheeseen on 0,1 m.

- 4820.1.1.4 Vähempiarvoisissa suojauksissa hienorakeiseen täytteeseen kelpaavat kohdassa 4820.1.1.3 lueteltujen lisäksi seuraavat materiaalit
- Vähintään 0,3 mm paksunen LLD- tai HD-polyeteenimuovi, jonka päälle tulee vähintään käyttöluokan 3 suodatinkangas.
  - Hienorakeiseen täytteeseen hyväksytty muovitettu kuitukangas.
  - Muu tielaitoksen hienorakeiseen täytteeseen tyyppihyväksymä materiaali.
- Hienorakeiseen täytteeseen hyväksytty materiaali asennetaan sileäksi jyrätyn vähintään 20 mm paksuisen suojamurskeen tai hiekan päälle, luiskan alaosassa maatiivisteiden päälle. Materiaalin päälle tulee vähintään 20 mm paksuinen kerros suojamursketta tai hiekkaa. Suojamurskeen rakeisuuskäyrä on soratien kulutuskerrosmateriaalin mukainen. Perussuojauksessa suojamurskeen tai hiekan käyttö materiaalin alla ei ole välttämätöntä, jos alustassa ei ole muutenkaan esiin pistäviä kiven särmiä.
- 4820.1.1.5 Karkeaan täytteeseen kelpaava muovitettu kuitukangas voidaan valmistaa muovittamalla käyttöluokan 4 kuitukangasta, jolloin muovitetun kuitukankaan lujuutta ei tarvitse erikseen tutkia. Muussa tapauksessa muovitetun kuitukankaan vetolujuuden (ISO 10319) on oltava vähintään 11 kN/m ja kartiopudotuskokeen (prEN 918) tuloksen enintään 20 mm. Kartiopudotuskoe tehdään kankaan molemmin puolin.
- Hienorakeiseen täytteeseen kelpaavan muovitetun kuitukankaan laatuvaatimukset ovat samat kuin edellä, mutta kuitukankaan käyttöluokka on 3 ja kartiopudotuskokeen tulos enintään 22 mm.
- Muovitetun kuitukankaan hyväksytyt käyttökohteet on merkittävä rullaan koko käytön ajan pysyvällä tavalla.
- Muovitetun kuitukankaan vedenläpäisevyys ei saa ylittää seuraavia rajoja:
- Rullalta otetussa näytteessä 10 m vesikerroksella on  $< 1 \times 10^{-9}$  m/s
  - 10 % venytetyssä näytteessä 5 m vesikerroksella on  $< 1 \times 10^{-9}$  m/s ja
  - Asennuskokeessa sorakulutuskerroksen alla olleesta näytteessä 0,5 m vesikerroksella on  $< 1 \times 10^{-7}$  m/s
- Vedenläpäisevyyskokeet on kuvattu julkaisussa: Bentoniittimattojen ja muovikalvojen kelpoisuus pohjaveden suojaukseen. Tielaitoksen selvityksiä 26/1993, TIEL 3200152.

5/94

4820.1.1.6 Bentoniittimatossa on bentoniittisavea kahden kuitukankaan välissä. Bentoniittisaven määrä on vähintään 3 kg/m<sup>2</sup>. Tuotteen paksuus on 10...15 mm mitattuna 4 kPa kuormituksen alla. Paksuus on saavutettava viimeistään 3 viikon kuluttua kostutuksesta. Bentoniittimaton tai siinä käytetyn kuitukankaan vetolujuuden (ISO 10319) on oltava vähintään 11 kN/m ja kartiopudotuskokeen (prEN 918) tuloksen enintään 26 mm.

Bentoniittimaton vedenläpäisevyys ei saa ylittää seuraavia rajoja:

1. Rullalta otetussa näytteessä 10 m vesikerroksella on  $< 1 \times 10^{-9}$  m/s
2. 10 % venytetyssä näytteessä 5 m vesikerroksella on  $< 1 \times 10^{-9}$  m/s
3. Asennuskokeessa sorakulutuskerroksen alla olleesta näytteessä 0,5 m vesikerroksella on  $< 1 \times 10^{-8}$  m/s

Vedenläpäisevyyskokeet on kuvattu julkaisussa: Bentoniittimattojen ja muovikalvojen kelpoisuus pohjaveden suojaukseen. Tielaitoksen selvityksiä 26/1993, TIEL 3200152.

## **4820.1.2 Asentaminen**

4820.1.2.1 Ennen asentamista tarkastetaan, että alusta viettää ojaan päin myös päällysteen alla ja ettei alustassa ole teräviä kohoumia.

4820.1.2.2 Jos suunnitelmassa ei ole muuta osoitettu, suojaus ulotetaan 0,5 m päällysteen alle kantavan kerroksen alla tai sisällä. Luiskassa suojakalvon reunan alla tulee olla vähintään 0,5 m maatiivistekerros, jos suojakalvoa ei yhdistetä ojan pohjan suojakalvoon. Jos suunniteltu suojakalvon leveys ei sovellu saatavissa oleville rullaleveyksille, voidaan sopia enintään 0,15 m kavennuksesta päällysteen alla.

4820.1.2.3 Tien poikkisuuntaiset saumat tehdään limiliitoksin vähintään 0,5 m limityksin. Limityksen kohdalla alustaan tehdään vähintään 50 mm korkuinen kohouma, joka estää veden virtauksen limityksen kautta. Bentoniittimatolla limitys on 0,3 m; kohoumaa ei tarvita, jos bentoniitti liimaa sauman.

4820.1.2.4 Muovikalvon suojana käytettävä suodatinkangas voidaan liimata reunoistaan paikalla pysymisen helpottamiseksi muoviin valmistajan suosittelemalla liimalla tai esimerkiksi kylmällä bitumiemulsiolla.

4820.1.2.5 Suojakalvojen päällä ei saa liikennöidä turhaan ennen päälle suunniteltujen rakennekerrosten valmistumista.

## **4820.2. Ojan pohjan tiivistekalvot ja matot**

### **4820.2.1 Materiaalit**

4820.2.1.1 Suunnitelmassa osoitetaan, käytetäänkö bentoniittimattoa, muovikalvoa vai muuta materiaalia. Materiaalit eivät yleensä ole keskenään samanarvoisia.

4820.2.1.2 Ojan pohjan suojaukseen kelpaavat seuraavat materiaalit

a) Kohdan 1.1.6 mukainen bentoniittimatto.

b) Kohdan 2.1.3 mukainen muovikalvo.

c) Muu tielaitoksen ojan pohjan suojaukseen tyyppihyväksymä materiaali.

4820.2.1.3 Muovikalvona käytetään vähintään 1 mm paksuista LLD- tai HD-polyeteeniä tai eteenin kopolymeeriä. Muovikalvon vetolujuuden (DIN 53 455) on oltava vähintään 200 N/50 mm mitattuna 5 % venymällä. Kaksiaksaalisessa kokeessa murtovenymän on oltava vähintään 10 %. Kaksiaksaalinen koe voidaan tehdä esimerkiksi paineastiassa käyttäen vähintään 0,5 m läpimittaista näytettä.

Muovikalvon ja murskeen, soran tai moreenin väliin levitetään suojahiekkaa vähintään 0,1 m. Vähimmäisetäisyys louheesta on 0,2 m.

4820.2.1.4 Muina materiaaleina HD-polyeteenikalvon sijaan tielaitos voi tyyppihyväksyä materiaalin, joiden vetolujuus ja murtovenymä on vähintään kohdan 4820.2.1.3 mukainen.

Pakkasessa mahdollisesti haurastuville tehdään kylmähauraustesti (DIN 53 361). Siinä ei saa esiintyä murtumia -20°C lämpötilassa. Pakkashaurauden estäminen ei saa perustua pehmittimeen.

Tuotteen vastus pistemäisiä läpäisyjä vastaan selvitetään määrittämällä mekaaninen läpilyöntilujuus (DIN 16 726). Tuotteen tulee olla tiivis 500 g pudotuskappaleella 750 mm korkeudelta tehdyn pudotuskokeen jälkeen.

Bensiini, ksyleeni tai metanoli eivät saa aiheuttaa yli 15 % painonmenetystä 7 vuorokaudessa kemikaalinkestävyyskokeessa (DIN 53 521).

### **4820.2.2 Asentaminen**

4820.2.2.1 Bentoniittimatto tai muovikalvo asennetaan suunnitelman mukaisesti.

Alustan vieton on oltava joka kohdassa oikeaan suuntaan. Alustassa ei saa olla teräviä kohoumia tai kiviä.

4820.2.2.2 Bentoniittimatot saumataan limiliitoksin. Limitys on valmistajan ohjeen mukainen. Bentoniittimaton kastuminen ennen maalla tai rakennekerroksilla peittämistä on estettävä. Maton päällä ei saa liikennöidä tai tarpeettomasti kulkea ennen suunnitelman mukaisen tai 0,3 m suojakerroksen valmistumista.



5/94

4820.2.2.3 Muovikalvon saumat hitsataan. Hitsaussauman tiiviys tarkastetaan silmämääräisesti. Syvennyksissä, joissa vesi voi maata muovin päällä, saumojen tiiviys tutkitaan painekokeella tai kipinäkokeella. Painekokeessa kaksoissaumojen väliin puhalletaan ilmaa. Kipinäkokeessa saumaan asetaan sähköjohdin. Läpivientien kohdalla saumat eivät saa revetä astuttaessa läpivientikohdan viereen.

### 4820.3 Aputiivisteet

Aputiiviste soveltuu vähentämään ohuen maatiivisteen kuivumista estämällä veden karkaaminen halkeamien läpi.

Aputiivistettä käytetään ojan kohdalla.

#### 4820.3.1 Materiaalit

Suunnitelmassa osoitetaan, käytetäänkö ohutta rakennusmuovia, muovitettua kuitukangasta, bituminoitua kuitukangasta vai muuta hyväksyttyä materiaalia.

4820.3.2 Aputiivisteeksi kelpaavat

a) Vähintään 0,3 mm paksuinen LLD- tai HD- polyeteenikalvo.

b) Muovitettu kuitukangas. Kankaan ei tarvitse täyttää kohdan 1.1.3 tai 1.1.4 vaatimuksia, jos rullaan merkitään käytön ajan pysyvällä tavalla, ettei se kelpaa sisäluisikan suojaukseen.

c) Bituminoitu kuitukangas, joka tehdään ruiskuttamalla käyttöluokan 3 kuitukankaaseen vähintään 1,5 kg/m<sup>2</sup> bitumiemulsiota (BE 0).

4820.3.1.3 Apumuovi asennetaan sorakulutuserrosmursketta, hiekkaa, savea tai silttiä vasten. Soran, karkean murskeen, tai kivisen moreenin ja kankaan tai kalvon väliin asennetaan käyttöluokan 3 kuitukangas tai vähintään 0,1 m hienompaa kiviainesta. Yli 60 mm mursketta vasten suojausta ei asenneta.

#### 4820.3.2 Asentaminen

4820.3.2.1 Aputiiviste asennetaan suunnitelman mukaisesti.

Alustan vieton on oltava oikeaan suuntaan. Alustassa ei saa olla teräviä kohoutumia tai kiviä.

4820.3.2.2 Saumat liimataan vesitiiviiksi tai käytetään 0,5 m limitystä, jonka alla on vähintään 50 mm kohouma.