

40828



Tielaitos

Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset

Penger- ja kerrosrakenteet

Työselitykset ja
laatuvaatimukset

Helsinki 1994

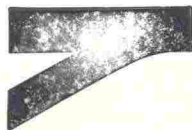
Kehittämiskeskus

MUKANA LIITE

08 TIEL/PEN

VANHEUTUNUT

08 TIEL / Pen



Tielaitos
Kirjasto

Doknro: 940608
Nidenro: 940828

VASTAANOTTAJA
Tiepiirit

SÄÄDÖSPERUSTA

KORVAA/MUUTTAA
Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset, Penger- ja kerrosrakenteet, TIEL 2212460-94, kohta 4450 Suodatinkankaat

KOHDISTUVUUS
Tiehallinto

VOIMASSA
1.4.2003 TOISTAISEKSI
1.4.-30.8.2003 välisenä aikana voidaan vaihtoehtoisesti soveltaa TIEL 2212460-94 kohdan 4450 laatuvaatimuksia

ASIASANAT
Pohjarakennus, perustukset

Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset: Penger- ja kerrosrakenteet, kohta 4450 Suodatinkankaat , TIEH 2200017-v-03

Tässä ohjeessa *Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset (TYLT), osa Penger- ja kerrosrakenteet, kohta 4450* esitetään materiaalin sekä työn tekemisen ja valvonnan laatuvaatimukset suodatin- ja eristämistarkoituksessa käytettäville suodatinkankaille.

Uudet laatuvaatimukset tulevat voimaan 1.4.2003 mutta siirtymäkauden aikana 1.4. – 30.8.2003 työ voidaan suorittaa myös poistettavia TIEL 2212460-94 kohdan 4450 mukaisia laatuvaatimuksia käyttäen. Hankekohtaisesti on päätettävä, kumpia laatuvaatimuksia käyttäen työ siirtymäkautena tehdään.

Suunnitelmat päivitetään uusien laatuvaatimusten mukaiseksi, kun se on tarpeellista. Kohteeseen soveltuvan kankaan käyttöluokka uudessa luokituksessa on määriteltävä tapauskohtaisesti. Yksiselitteistä vastaavuutta vanhan ja uuden luokituksen välillä ei ole. Määritettäessä käyttöluokkaa uuden järjestelmän mukaan on myös otettava huomioon, että vanhaa luokitusta sovellettaessa oli usein tarpeen vaatimaa käyttää vahvempaa kangasta kuin laatuvaatimukset edellyttivät. Tätä tarvetta ei uutta luokitusta noudatettaessa ole.

Uudet laatuvaatimukset pohjautuvat tuotteiden materiaalivaatimusten osalta eurooppalaiseen tuotestandardiin *SFS-EN 13249 Geotextiles and geotextile-related products. Characteristics required for use in the construction of roads and other trafficked areas (excluding railways and asphalt inclusion)*. Suomenkielisen käännöksen otsikko on *SFS-EN 13249 Geotekstiilit ja vastaavat tuotteet. Toiminnalliset vaatimukset teiden ja muiden liikennöityjen alueiden rakentamisessa (lukuun ottamatta rautateitä ja asfaltilla sidottuja kerroksia)*. Laatuvaatimuksiin sisältyvä suodatinkankaiden käyttöluokitus on uuden pohjoismaisen suodatinkangasluokituksen NorGeoSpec (tekijät SINTEF ja VTT) mukainen. Tiehallinnon lisäksi luokituksen ottavat kuluvan vuoden aikana käyttöön myös Norjan ja Ruotsin tielaitokset.

TYLT:n osa Penger- ja kerrosrakenteet on muilta osin uusittavana ja tämä suodatinkankaita koskeva erillinen osa tullaan liittämään uudistettuihin ohjejulkaisuun.

Ohjeen voi kopioida internetistä osoitteesta <http://www.tiehallinto.fi/thohje/>.

Kehittämispäällikkö
Tie- ja geotekniikka



Kari Lehtonen

Tieinsinööri



Pentti Salo

TIEDOKSI:

S –prosessi, H –prosessi
Kirjasto
Rakennusteollisuus RT ry
Suomen Maarakentajien Keskusliitto SML
Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry
Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL
Suomen Kuntaliitto
Ratahallintokeskus
VTT, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Korkeakoulut ja ammattikorkeakoulut
Helsingin kaupungin geotekninen osasto
Suodatinkankaiden suomalaiset maahantuojat ja valmistajat
Tie- geo- ja siltakonsultit, maanrakennusurakoitsijat

TIEDOKSI (englanninkielinen käännös)

Vägverket (Ruotsi)
Vegvesen (Norja)
Suodatinkankaiden suomalaiset maahantuojat ja valmistajat



Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset

Penger- ja kerrosrakenteet, kohta 4450 Suodatinkankaat



Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset

Penger- ja kerrosrakenteet, kohta 4450 Suodatinkankaat

Toteuttamisvaiheen ohjaus

TIEH 2200017-v-03

Helsinki 2003

Tiedustelut:

Tiehallinto, julkaisumyynti

Telefaksi 0204 22 2652

S-posti julkaisumyynti@tiehallinto.fi

www.tiehallinto.fi/julk2.htm

Tiehallinto

Tekniset palvelut

Opastinsilta 12 A

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelinvaihte 0204 22 150

VASTAANOTTAJA
Tiepiirit

SÄÄDÖSPERUSTA

KORVAA/MUUTTAA

Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset, Penger- ja kerrosrakenteet, TIEL 2212460-94, kohta 4450 Suodatinkankaat

KOHDISTUVUUS
Tiehallinto

VOIMASSA

1.4.2003 TOISTAISEKSI

1.4.-30.8.2003 välisenä aikana voidaan vaihtoehtoisesti soveltaa TIEL 2212460-94 kohdan 4450 laatuvaatimuksia

ASIASANAT
Pohjarakennus, perustukset

Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset: Penger- ja kerrosrakenteet, kohta 4450 Suodatinkankaat , TIEH 2200017-v-03

Tässä ohjeessa *Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset (TYLT), osa Penger- ja kerrosrakenteet, kohta 4450* esitetään materiaalin sekä työn tekemisen ja valvonnan laatuvaatimukset suodatin- ja eristämistarkoituksessa käytettäville suodatinkankaalle.

Uudet laatuvaatimukset tulevat voimaan 1.4.2003 mutta siirtymäkauden aikana 1.4. – 30.8.2003 työ voidaan suorittaa myös poistettavia TIEL 2212460-94 kohdan 4450 mukaisia laatuvaatimuksia käyttäen. Hankekohtaisesti on päätettävä, kumpia laatuvaatimuksia käyttäen työ siirtymäkautena tehdään.

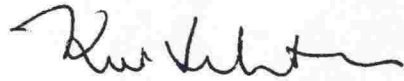
Suunnitelmat päivitetään uusien laatuvaatimusten mukaiseksi, kun se on tarpeellista. Kohteeseen soveltuvan kankaan käyttöluokka uudessa luokituksessa on määriteltävä tapauskohtaisesti. Yksiselitteistä vastaavuutta vanhan ja uuden luokituksen välillä ei ole. Määritettäessä käyttöluokkaa uuden järjestelmän mukaan on myös otettava huomioon, että vanhaa luokitusta sovellettaessa oli usein tarpeen vaatimaa käyttää vahvempaa kangasta kuin laatuvaatimukset edellyttivät. Tätä tarvetta ei uutta luokitusta noudatettaessa ole.

Uudet laatuvaatimukset pohjautuvat tuotteiden materiaalivaatimusten osalta eurooppalaiseen tuotestandardiin *SFS-EN 13249 Geotextiles and geotextile-related products. Characteristics required for use in the construction of roads and other trafficked areas (excluding railways and asphalt inclusion)*. Suomenkielisen käännöksen otsikko on *SFS-EN 13249 Geotekstiilit ja vastaavat tuotteet. Toiminnalliset vaatimukset teiden ja muiden liikennöityjen alueiden rakentamisessa (lukuun ottamatta rautateitä ja asfaltilla sidottuja kerroksia)*. Laatuvaatimukseen sisältyvä suodatinkankaiden käyttöluokitus on uuden pohjoismaisen suodatinkangaslukuituksen NorGeoSpec (tekijät SINTEF ja VTT) mukainen. Tiehallinnon lisäksi luokituksen ottavat kuluvan vuoden aikana käyttöön myös Norjan ja Ruotsin tielaitokset.

TYLT:n osa Penger- ja kerrosrakenteet on muilta osin uusittavana ja tämä suodatinkankaita koskeva erillinen osa tullaan liittämään uudistettuihin ohjejulkaisuun.

Ohjeen voi kopioida internetistä osoitteesta <http://www.tiehallinto.fi/thohje/>.

Kehittämispäällikkö
Tie- ja geotekniikka



Kari Lehtonen

Tieinsinööri



Pentti Salo

TIEDOKSI:

S –prosessi, H –prosessi
Kirjasto
Rakennusteollisuus RT ry
Suomen Maarakentajien Keskusliitto SML
Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry
Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL
Suomen Kuntaliitto
Ratahallintokeskus
VTT, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Korkeakoulut ja ammattikorkeakoulut
Helsingin kaupungin geotekninen osasto
Suodatinkankaiden suomalaiset maahantuojat ja valmistajat
Tie- geo- ja siltakonsultit, maanrakennusurakoitsijat

TIEDOKSI (englanninkielinen käännös)

Vägverket (Ruotsi)
Vegvesen (Norja)
Suodatinkankaiden suomalaiset maahantuojat ja valmistajat

LAATUVAATIMUSTEN JA TYÖSELITYSTEN SOVELTAMINEN

Tämän luvun tekstillä on samanlainen juridinen asema kuin varsinaisella laatuvaatimus- ja työselitystekstillä.

Tämä ohje sisältää suodatin- ja erottamistoiminnoissa käytettävien suodatinkankaiden laatuvaatimukset ja työselitykset, työssä tarvittavien tavaroiden ja materiaalien tuotevaatimukset sekä valvontaohjeet ja kelpoisuuden toteamisohjeet. Ohjetta sovelletaan Tiehallinnon töissä ja se täydentää hankkeelle asetettuja tuotevaatimuksia. Tämän ohjeen vaatimuksista ei ole lupa poiketa ilman Tiehallinnon lupaa.

Suodatinkankaiden materiaalivaatimusten osalta eurooppalaiseen tuotestandardin *SFS-EN 13249 Geotextiles and geotextile-related products. Characteristics required for use in the construction of roads and other trafficked areas (excluding railways and asphalt inclusion)* mukaisen CE –merkin saanut tuot hyväksytään.

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

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

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

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

Viittausten helpottamiseksi lauseet on numeroitu Tiehallinnon litteroinnin mukaisesti.

Vastaanottoraportilla tarkoitetaan asiakirjoja (esimerkiksi kuormakirjat, testaus- ja mittauspöytäkirjat) sekä materiaalin laadun toteamiseen liittyviä vertailupaloja yms. materiaaleja, jotka syntyvät materiaalin tai tavarantoimituksen vastaanoton yhteydessä.

Jokaisesta työstä tehdään työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma. Suunnitelman yksityiskohtainen sisältö on esitetty jokaisen vahvistustavan yhteydessä.

Työsuunnittelun ja varsinaisen työn aikana syntyvät asiakirjat kootaan laatuasiakirjoihin. Niihin kuuluvat kaikki asiakirjat, kuten vastaanottoraportit, työ- ja laaduntarkkailusuunnitelmat, laaduntarkkailumittausten ym. mittausten tulokset, suunnitelmien muutokset, tarkepiirustukset, työpöytäkirjat sekä laatuaikeamaraportit. Työn lopuksi laatuasiakirjat tallennetaan ja toimitetaan tilaajalle.

Sisältö

LAATUVAATIMUSTEN JA TYÖSELITYSTEN SOVELTAMINEN	5
4450 SUODATINKANKAAT	7
4450.1 Suodatinkankaan käyttötarkoitukset ja valinta erilaisissa käyttöolosuhteissa	7
4450.2 Suodatinkankaiden laatuvaatimukset ja käyttöluokitus	8
4450.3 Suodatinkankaan vaatimuksenmukaisuuden toteaminen hankintavaiheessa	9
4450.4 Suodatinkankaan vaatimuksenmukaisuuden valvonta kankaan asennuksen aikana	10
4450.5 Vaatimuksenmukaisuuden osoitus ja valvonta, kun tuotteella on laatusertifikaatti	11
4450.6 Suodatinkankaan varastointi työmaalla	11
4450.7 Suodatinkankaan asennusvaatimukset	11
LIITTEET	12

4450 SUODATINKANKAAT

4450.1 Suodatinkankaan käyttötarkoitukset ja valinta erilaisissa käyttöolosuhteissa

- 4450.1.1 Tämän kohdan 4450 vaatimukset koskevat suodatin- ja eristämistarkoituksessa käytettäviä geotekstiilejä, joita kutsutaan tässä suodatinkankaiksi. Tämän kohdan vaatimukset eivät sovellu käytettäväksi lujittamistarkoituksessa käytettäville geotekstiileille.
- 4450.1.2 Suodatinkankaat estävät rakennekerrosten sekoittumista pohjamaahan ja luiskatäyteen valumista louheeseen. Vesi läpäisee suodatinkankaan, joten suodatinkangas toimii myös suodattavana materiaalina.
- 4450.1.3 Suodatinkangasta käytetään suunnitelmassa esitetyissä rakenteissa.
- 4450.1.4 Käyttökohteeseen soveltuvan suodatinkankaan käyttöluokka määritetään taulukon 4450.1 avulla ja ilmoitetaan suunnitelmassa.

Taulukko 4450.1 Käyttöluokan valinta

Pohjamaa	Rakentamisolosuhteet ¹⁾	Täyttömateriaalin maksimiraekoko (d_{max}) [mm]			
		$d_{max} < 60$	$60 < d_{max} < 200$	$200 < d_{max} < 500$	$d_{max} > 500$
Pehmeä Tv, Sa ($s_u \leq 25$ kPa)	Normaalit	N3	N4	N5	N5
	Suotuisat	N3	N3	-	-
Kiinteä Sa ($s_u > 25$ kPa), Si, Hk, Sr	Normaalit	N3	N3	N3	N4
	Suotuisat	N2	N2	-	-

¹⁾ Rakentamisolosuhteet:

- Normaalit: vähintään kaksi seuraavista olosuhteista toteutuu a) raskas rakentamisen aikainen liikenne, b) murskattu ja terävsärmäinen täyttömateriaali tai c) tiivistys raskaalla tärykalustolla
- Suotuisat: Jos vain yksi edellä mainituista olosuhteista toteutuu ja lisäksi täyttömateriaalin maksimiraekoko on < 200 mm.

- 4450.1.5 Jos rakentamisolosuhteet tai maaperäolosuhteet ovat toisenlaiset kuin suunnitelmassa on oletettu, on suunnitelma tarkistettava ennen rakentamistyöhön ryhtymistä ja tarpeen vaatiessa laadittava muutossuunnitelma. Erityisesti on aina työn alussa arvioitava työnaikaisen liikenteen määrä ja rasittavuus sekä sen mahdollinen vaikutus kankaan valintaan.

- 4450.1.6 Suodatinkangasta voidaan erottamis- ja suodattamistarkoituksen lisäksi käyttää tilapäisessä kuljetustiessä parantamaan tien kantavuutta. Mahdolliset työmaaliikennettä palvelevat lisäkankaat on merkittävä toteutumapiirustuksiin ellei niitä poisteta.

4450.2 Suodatinkankaiden laatuvaatimukset ja käyttöluokitus

- 4450.2.1 Suodatin- ja eristystarkoitukseen käytettäväksi kelpaavat vain standardin *SFS-EN 13249 Geotextiles and geotextile-related products. Characteristics required for use in the construction of roads and other trafficked areas (excluding railways and asphalt inclusion)* mukaisen CE –merkin omaavat tuotteet (esimerkki CE –merkistä liitteessä 1). Standardin suomenkielisen käännöksen otsikko on *SFS –EN 13249 Geotekstiilit ja vastaavat tuotteet. Toiminnalliset vaatimukset teiden ja muiden liikennöityjen alueiden rakentamisessa (lukuun ottamatta rautateitä ja asfaltilla sidottuja kerroksia)*. CE –merkin omaavan ja erottamis- ja suodattamistarkoituksessa käytettävän suodatinkankaan vaatimuksenmukaisuus on osoitettu liitteessä 4 esitetyn menettelyn 2+ mukaisesti.
- 4450.2.2 Tuotteella on oltava todistus siitä, että valmistajan CE –merkissä ilmoittamat taulukossa 4450.2 asetettujen ominaisuuksien arvot on puolueettoman laboratorion akkreditoituissa testauksissa verifioitu. Verifiointi ei saa olla 2 vuotta vanhempi minäkään taulukossa 4450.2.2 mainitun ominaisuuden osalta.
- 4450.2.3 Suodatinkankaan tulee täyttää suunnitelmassa määritetyn käyttöluokan mukaiset, taulukossa 4450.2 esitetyille ominaisuuksille asetetut vaatimukset.

Taulukko 4450.2 Suodatinkankaan ominaisuuksien vaaditut arvot käyttöluokittain

Ominaisuus	Testimenetelmä	Maksimihajonta ¹	95% luottamusrajaa vastaavat vaaditut arvot ²				
			Käyttöluokka				
			N1	N2	N3	N4	N5
Vetolujuus, minimiarvo (kN/m), $F_{a,95}$	EN ISO 10319	-10%	6	10	15	20	26
Murtovenymä, minimiarvo maksimikuormalla (%), $\varepsilon_{a,95}$	EN ISO 10319	-20%	15	20	25	30	35
Reikäkoko kartiopudotuskokeessa, maksimiarvo (mm)	EN 918	+20%	42	36	27	21	12
Energiaindeksi, minimiarvo (kN/m), $R_{a,95}$	EN ISO 10319		1.2	2.1	3.2	4.5	6.5
Nopeusindeksi ³ , minimiarvo (10^{-3} m/s)	EN ISO 11058	-30%	3	3	3	3	3
Merkitsevä aukkokoko, maksimiarvo O_{90} (mm)	EN ISO 12956	\mp 30%	0.2	0.2	0.2	0.15	0.15
Massan maksimihajonta yksikköä kohti ⁴	EN 965		\mp 12%	\mp 12%	\mp 10%	\mp 10%	\mp 10%
Staattisen puhkaisulujuuden maksimihajonta ⁴	EN ISO 12236		-10%				

¹ Valmistajan on määritettävä hajonta, tässä taulukossa annetaan maksimihajonta CE –merkin liitteessä ilmoitetulle hajonnalle.

² Hajontaa ei saa lisätä vaadittuihin arvoihin. Tuotteen 95% luottamusrajaa vastaava arvo (= nimellisarvo + / - hajonta) lasketaan ja verrataan vaadittuun arvoon

³ Jos CE –merkissä on ilmoitettu vedenläpäisevyyden arvo, lasketaan nopeusindeksi (VI_{H50}) kaavalla: $VI_{H50} = K * 50/t$, jossa K on vedenläpäisevyys ja t on geotekstiilin paksuus [mm]. Tämä riippuvuus on voimassa vain vedenläpäisevyysskoikeessa, jossa veden virtaus on laminaarista.

⁴ Ominaisuuksien arvoille ei aseteta vaatimusta. Hajonnan osalta katso huomautus ¹.

4450.2.4 Suodatinkankaan pitkäaikaiskestävyyden on aina täytettävä vähintään standardin SFS-EN 13249 liitteen B kohdan B.2 mukaiset 25 vuoden käyttöajalle asetetut vaatimukset.

4450.3 Suodatinkankaan vaatimuksenmukaisuuden toteaminen hankintavaiheessa

4450.3.1 Tuotteen CE –merkin sekä kohdassa 4450.2 mainitun todistuksen olemassaolo on varmistettava hankintamenettelyyn ryhdyttäessä.

4450.3.2 CE –merkissä ilmoitettujen tietojen (liite 2) perusteella varmistetaan hankintavaiheessa, että suodatinkankaan ominaisuudet täyttävät määritetyn käyttöluokan mukaiset vaatimukset.

Taulukon 4450.2 vaatimuksiin verrattavat 95% luotettavuusrajaa vastaavat kankaan ominaisuuksien arvot lasketaan CE –merkissä ilmoitetuista keskiarvoista ja hajonnoista seuraavasti:

- Vetolujuus (kN/m) on keskiarvo miinus hajonta
- Murtovenymä (%) on keskiarvo miinus hajonta
- Reiän halkaisija (mm) kartiopudotuskokeessa on keskiarvo plus hajonta
- Energiaindeksi (kN/m) on keskiarvo miinus hajonta (energiaindeksi ja sen hajonta lasketaan CE –merkissä ilmoitetusta vetolujuudesta ja maksimikuormalla saadun murtovenymän arvoista ja niiden hajonnoista liitteessä 3 esitetyllä tavalla)
- Nopeusindeksi (10^{-3} m/s) on keskiarvo miinus hajonta
- Merkitsevä aukkokoko, O_{95} (mm) on keskiarvo miinus hajonta

Kankaan eri ominaisuuksien ilmoitettuja hajontoja (myös massan hajonta yksikköä kohti ja staattisen puhkaisulujuuden hajonta) verrataan taulukossa 4450.2 mainittuihin maksimihajontoihin. Hajonnan suhteellinen osuus keskiarvosta (%) ei saa ylittää taulukon arvoa.

4450.3.3 Vastaanotettaessa suodatinkangasta työmaalle sen tunnistaminen suoritetaan standardin *SFS-EN ISO 10320:1999 Geotextiles and geotextile-related products. Identification on site* mukaisesti. Standardin käännöksen otsikko on *SFS –EN ISO 10320 Geotekstiilit ja vastaavat tuotteet. Tunnistaminen työmaalla*.

Tuotteen pakkaukseen liitetyistä tiedoista tarkistetaan valmistaja ja/tai tavarantoi-
mittaja, tuotenimi, tuotetyyppi, pakkaustunnus, nimellinen kokonaispaino kilo-
grammoina pakkausta kohti, materiaalin mitat (leveys ja pituus), mas-
sa/pintayksikkö grammoina/m² SFS -EN 965:n mukaisesti määriteltynä sekä pää-
polymeerityyppi/tyypit jokaisesta komponentista.

4450.3.4 Jokaisen suodatinkangaserän tilauksenmukaisuus todetaan ja siitä laaditaan vastaanottoraportti.

4450.3.5 Suodatinkankaan vastaanoton yhteydessä kankaasta otetaan vertailupala, joka liitetään vastaanottoraporttiin.

4450.4 Suodatinkankaan vaatimuksenmukaisuuden valvonta kankaan asennuksen aikana

- 4450.4.1 Tuote tunnistetaan asentamisen aikana kankaan reunaan tehdyistä merkinnöistä. Merkintöjen tulee olla helposti luettavia ja riittävän kestäviä ja se tulee toistaa säännöllisesti vähintään 5 metrin välein (SFS –EN ISO 10320:1999).
- 4450.4.2 Vastaanottotarkastuksen jälkeen suodatinkankaasta otetaan näyte-erä jokaista käytettyä 10 000 m² kangaserää kohti. Jos käytettävä määrä on yli 1000 m², otetaan vähintään yksi näyte-erä. Näyte-erä koostuu edustavista näytteistä A ja B, jotka kumpikin sisältävät vähintään neljä 500 x 500 mm² suuruista näytekappaletta. Kummankin näytteen näytekappalet otetaan kahdesta eri rullasta.
- 4450.4.3 Näytteenotto tulee suorittaa standardin *SFS –EN 963:1995 Geotextiles and geotextile-related products – Sampling and preparation of test specimen* mukaisesti.
- 4450.4.4 Näytesarjasta tutkitaan kankaan massa (testimenetelmä *SFS-EN 965:1995 Geotextiles - related products- Determination of mass per unit area*) ja vetolujuus sekä murtovenymä (testimenetelmä *SFS-EN ISO 10319:1996 Geotextiles – related products- Wide-width tensile test*).
- 4450.4.5 Näytteiden koestus on annettava tätä tarkoitusta varten puolueettoman akkreditoitun laboratorion suoritettavaksi. Ensin koestetaan näyte A. Testattujen ominaisuuksien arvoja verrataan tämän jälkeen käyttöluokan mukaisiin vaatimuksiin (taulukko 4450.2).
- 4450.4.6 Näytteen A koetulokset on tulkittava seuraavien periaatteiden mukaisesti:
- Jos kankaan massan mitattu arvo poikkeaa valmistajan ilmoittamasta neliöpainosta vähemmän kuin taulukon 4450.2 käyttöluokan mukainen enimmäishajonta on, tuote hyväksytään. Jos poikkeaman arvo ylittää luvulla 1,5 kerrotun hajonnan vaatimuksen arvon, tuote hylätään. Jos poikkeaman arvo on 1...1,5 -kertainen hajonnan vaatimuksen arvoon verrattuna, testataan näyte B.
 - Jos vetolujuuden mitattu arvo täyttää taulukon 2 käyttöluokan mukaisen valmistajan ilmoittamalla hajonnalla vähennetyt vaatimuksen, tuote hyväksytään. Jos vetolujuuden mitattu arvo lisättynä 1,5 –kertaisella valmistajan ilmoittamalla hajonnalla, ei täytä taulukon 4450.2 käyttöluokan mukaista vaatimusta, tuote hylätään. Jos vetolujuuden mitattu arvo lisättynä 1,0 ...1,5 –kertaisella valmistajan ilmoittamalla hajonnalla, ei täytä taulukon 2 käyttöluokan mukaista vaatimusta, testataan näyte B.
- 4450.4.7 Näytteen B koetulokset on tulkittava seuraavien periaatteiden mukaisesti:
- Jos kankaan massan mitattu arvo poikkeaa valmistajan ilmoittamasta neliöpainosta vähemmän kuin taulukon 4450.2 käyttöluokan mukainen enimmäishajonta on, tuote hyväksytään. Jos mitattu arvo ei täytä vaatimusta, tuote hylätään.
 - Jos vetolujuuden mitattu arvo täyttää taulukon 4450.2 käyttöluokan mukaisen valmistajan ilmoittamalla hajonnalla vähennetyt vaatimuksen, tuote hyväksytään. Jos mitattu arvo ei täytä vaatimusta, tuote hylätään.
- 4450.4.8 Hylätty tuote voidaan testata uudelleen. Tällöin käytetään raportissa *NorGeoSpec 2002 A nordic system for specification and control of geotextiles in roads and other trafficked areas*, SINTEF, VTT määriteltyä EDC (Extended Delivery Control) –menettelyä.

4450.4.9 Suodatinkankaiden toimituskirjat, mahdolliset koekappaleiden koestus- ja mittaus- tulokset liitetään laatuasiakirjoihin.

4450.5 Vaatimuksenmukaisuuden osoitus ja valvonta, kun tuotteella on laatusertifikaatti

4450.5.1 Valmistaja voi hakea tuotteelle laatusertifikaatin, jolla se sitoutuu menettelyn 1+ (liite 4) mukaiseen tuotteen ja tuotannon valvontaan ja esittää siitä todistuksen. Kohdassa 4450.2.2 mainittua puolueettomassa laboratoriossa tehtäväksi vaadittua CE –merkin verifiointia ei tällöin tarvitse erikseen suorittaa.

4450.5.2 Jos valmistaja esittää sertifikaatin menettelyn 1+ mukaisesta tuotteen ja tuotannon valvonnasta, voidaan toimituksen jälkeistä laadun kontrollia (kohta 4450.4.2) supistaa. Tällöin vastaanottotarkastuksen jälkeen suodatinkankaasta otetaan näyte-erä (näytteet A ja B) jokaista käytettyä 50 000 m² kangaserää kohti. Jos käytettävä määrä on yli 10 000 m², otetaan vähintään yksi näyte-erä. Näytteet varastoidaan hankkeelle ja tutkitaan tarvittaessa. Mahdollinen tutkimus, tulosten arviointi ja toimenpiteet tehdään kuten kohdissa 4450.4.6 ja –4.7 on esitetty.

4450.6 Suodatinkankaan varastointi työmaalla

4450.6.1 Suodatinkangasrullat varastoidaan kuivalle alustalle auringon valolta ja sateelta suojattuina.

4450.7 Suodatinkankaan asennusvaatimukset

4450.7.1 Kankaat levitetään yleensä täyttöön nähden poikittain ja limitetään täytön tai jakavan kerroksen alla vähintään 0,5 m toistensa päälle

4450.7.2 Kankaat on saumattava valmistajan asennusohjeiden mukaisesti tai suunnitelmis- sa osoitetulla tavalla.


4450.7.3 Kankaita ei saa jättää levitettynä auringonvalolle alttiiksi yhtä viikkoa pidemmäksi ajaksi.

4450.7.4 Kankaan päällä ei saa liikkua työkoneilla tai autoilla vaan liikkumista varten kan- kaan päälle on levitettävä vähintään 0,3 m jakavan kerroksen materiaalia (soraa, mursketta) tiivistettynä. Jos liikenne on raskasta kerros tehdään vähintään 0,5 m paksuksi. Kerroksen materiaalin maksimirakoko saa olla enintään 2/3 kerroksen paksuudesta.

LIITTEET

- Liite 1 Esimerkki CE -merkistä tuotteen pakkauksessa.
- Liite 2 Esimerkki CE -merkin mukana olevasta asiakirjasta
- Liite 3 Energiaindeksin ja sen hajonnan laskeminen
- Liite 4 Vaatimuksenmukaisuuden osoittamisessa käytettävät menettelyt


**Liite 1 Esimerkki CE -merkistä tuotteen pakkauksessa.
(Esimerkki esitetty standardissa SFS -EN 13249)**

 0123-CPD-0001 Geo A	<p>CE-vaatimustenmukaisuusmerkintä, joka muodostuu direktiivin 93/68/ETY mukaisesta "CE"-symbolista.</p> <p>Ilmoitetun laitoksen tunnusnumero</p> <p>Tuotteen nimi ja tyyppi</p>
---	--

**Liite 2 Esimerkki CE -merkin mukana olevasta asiakirjasta
(esitetty standardissa EN 13249)****a) englanninkielinen**

<p style="text-align: center;">CE</p> <p style="text-align: center;">0123-CPD-0001</p> <p style="text-align: center;">Geo A</p> <p style="text-align: center;">GeoCo Ltd, PO Box 21, B-1050</p> <p style="text-align: center;">00</p> <p style="text-align: center;">0123-CPD-0456</p> <p style="text-align: center;">EN 13249:2000</p> <p style="text-align: center;">Geotextile for road application Intended uses: F, S+F</p> <p>Tensile strength (EN 10319): MD 12kN/m (-1kN/m) / CMD 10 kN/m (-0,8kN/m)</p> <p>Elongation (EN 10319): MD 70% (+/- 10%) / CMD 80% (+/- 5%)</p> <p>Dynamic perforation resistance (EN 918): 8 mm (+1mm)</p> <p>Resistance to static puncture (EN ISO 12236): 1,2 kN (-0,1kN)</p> <p>Opening size (EN ISO 12956): 90 µm (+/- 20 µm)</p> <p>Water permeability (EN ISO 11058): 100.10⁻³ m/s (-15.10⁻³ m/s)</p> <p>Durability: – To be covered on the day of installation – Predicted to be durable for a minimum of 25 years in natural soils with 4 < pH < 9 and soil temperatures < 25 °C</p>	<p>CE conformity marking, consisting of the "CE"-symbol given in Directive 93/68/EEC.</p> <p>Identification number of the notified body</p> <p>Name and type of the product</p> <p>Name or identifying mark and registered address of the producer</p> <p>Last two digits of the year in which the marking was affixed</p> <p>Number of the FPC certificate</p> <p>Number(s) of applicable European standard(s) (see NOTE 1)</p> <p>Identification of product and intended use(s) (see NOTE 2) and information on regulated characteristics</p> <p>Example with values – mean value and tolerance value (see NOTE 3)</p> <p>Declaration on durability based on annex B (see NOTE 4)</p> <p>In addition to the specific information relating to dangerous substances shown above, the product should also be accompanied, when and where required and in the appropriate form, by documentation listing any other legislation on dangerous substances for which compliance is claimed, together with any information required by that legislation.</p> <p>Note: European legislation without national derogations need not be mentioned.</p>
---	---

b) suomenkielinen käännös (esitetty standardissa SFS EN 13249)

<p style="text-align: center;"></p> <p style="text-align: center;">0123-CPD-0001</p> <p style="text-align: center;">Geo A GeoCo Ltd, PO Box 21, B-1050 00</p> <p style="text-align: center;">0123-CPD-0456</p> <p style="text-align: center;">EN 13249:2000</p> <p>Tienrakennuksessa käytettävä geotekstiili Suunnitellut käyttötarkoitukset: F, S+F</p> <p>Vetolujuus (EN 10319): MD 12 kN/m (-1 kN/m) / CMD 10 kN/m (-0,8 kN/m)</p> <p>Venymä (EN 10319): MD 70 % (+/- 10 %) / CMD 80 % (+/- 5 %)</p> <p>Dynaaminen tunkeutumisvastus (EN 918): 8 mm (+1 mm)</p> <p>Staattinen puhkaisulujuus (EN ISO 12236): 1,2 kN (-0,1 kN)</p> <p>Aukkokoko (EN ISO 12956): 90 µm (+/- 20 µm)</p> <p>Veden läpäisevyys (EN ISO 11058): 100.10⁻³ m/s (-15.10⁻³ m/s)</p> <p>Pitkäaikaiskestävyys – Peitettävä asennuspäivänä – Ennustettu kestoikä vähintään 25 vuotta luonnonmaa-aineksissa, joiden 4 < pH < 9 ja lämpötila < 25 °C</p>	<p>CE-vaatimustenmukaisuusmerkintä, joka muodostuu direktiivin 93/68/ETY mukaisesta "CE"-symbolista.</p> <p>Ilmoitetun laitoksen tunnusnumero</p> <p>Tuotteen nimi ja tyyppi</p> <p>Valmistajan nimi tai tunnusmerkki ja rekisteröity osoite</p> <p>Merkinnän kiinnittämivuoden kaksi viimeistä numeroa</p> <p>Tehtaan sisäisen laadunvalvontatodistuksen numero</p> <p>Käytettävän eurooppalaisen standardin tai standardien tunnuksien (ks. HUOM. 1)</p> <p>Kuvaus tuotteesta ja sen suunniteltu käyttötarkoitus tai -tarkoitukset (ks. HUOM. 2) ja tiedot sen määräyksissä vaadittavista ominaisuuksista</p> <p>Esimerkki, joka sisältää ominaisuuksien arvo- keskiarvo ja hajonta (ks. HUOM. 3)</p> <p>Liitteen B mukainen ilmoitus pitkäaikaiskestävyydestä (ks. HUOM. 4)</p> <p>Yllä esitettyjen vaarallisia aineita koskevien tietojen lisäksi suositellaan, että tuotteen yhteydessä annetaan vaadittaessa sopivalla tavalla tietoa muusta vaarallisia aineita koskevasta lainsäädännöstä, jonka vaatimukset tuotteen ilmoitetaan täyttävän, sekä tämän lainsäädännön mukaisesti annettavat tiedot.</p> <p>Huomautus: Eurooppalaista lainsäädäntöä, johon ei ole tehty kansallisia poikkeuksia, ei tarvitse mainita.</p>
--	--

Liite 3 Energiaindeksin ja sen hajonnan laskeminen

Energiaindeksin R ja sen hajonta lasketaan vetolujuuden ja maksimikuormalla saadun murtovenymän perusteella. Sekä vetolujuuden että murtovenymän laskennassa käytetään kankaan ominaisuuksien konesuunnan (MD, Machine direction) ja poikkisuunnan (CMD, Cross Machine Direction) keskiarvoja.

Energiaindeksin laskenta:

$$R_a = 1/2 \cdot F_a \cdot \varepsilon_a$$

- F on maksimivetolujuus [kN/m]
 ε on venymä maksimilujuudessa
 R on energiaindeksi
 a on konesuunnan ja poikittaissuunnan keskiarvoon viittaava alaindeksi

Energiaindeksin hajonnan laskenta:

Keskimääräisen murtolujuuden ja murtovenymän laskenta:

$$T_{F,a} = 1/2 (T_{F,MD} + T_{F,CMD}), \quad T_{\varepsilon,a} = 1/2 (T_{\varepsilon,MD} + T_{\varepsilon,CMD})$$

- T_i on ominaisuuden hajonta
 F on murtolujuuteen viittaava alaindeksi
 ε on venymään viittaava alaindeksi

Keskimääräisen murtolujuuden ja keskimääräisen venymän nimellisarvot lasketaan seuraavasti:

$$F_a = 1/2 \cdot \{F_{MD} + F_{CMD}\}, \quad F_a \leq 1/2 \cdot (1 + U) \cdot \text{Min}(F_{MD}, F_{CMD})$$

$$\varepsilon_a = 1/2 \cdot \{\varepsilon_{MD} + \varepsilon_{CMD}\}$$

- U on yhdenmukaisuustekijä (=1,5)

Olettaen, että vetolujuus ja venymä maksimilujuudessa ovat toisistaan riippumattomia muuttujia, energiaindeksin hajonta voidaan arvioida seuraavan kaavan avulla:

$$T_{R,a} = 1/2 \sqrt{T_{F,a}^2 \cdot \varepsilon_a^2 + F_a^2 \cdot T_{\varepsilon,a}^2}$$

Energiaindeksin 95% luottamusrajaa vastaavan arvon laskenta:

$$R_{a,95} = 1/2 \cdot F_a \cdot \varepsilon_a - T_{R,a}$$

Liite 4 Vaatimuksenmukaisuuden osoittamisessa käytettävät menettelyt

Rakennustuotedirektiivin 89/106/EY:n liitteen III.2 ja "Guidance Paper" K :n mukaan

Menettely	Varmentamisen perusteet	Valmistajan tehtävät	Ilmoitetun laitoksen tehtävät
4		<ul style="list-style-type: none"> ◆ Tuotteen alkutestaus ◆ Tehtaan sisäinen laadunvalvonta 	
3		<ul style="list-style-type: none"> ◆ Tehtaan sisäinen laadunvalvonta 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Tuotteen alkutestaus
2	Tehtaan sisäisen laadunvalvonnan varmentaminen tehtaan ja sen sisäisen laadunvalvonnan alkutarkastuksen perusteella	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Tuotteen alkutestaus ◆ Tehtaan sisäinen laadunvalvonta 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Tehtaan sisäisen laadunvalvonnan alkutarkastus
2+	Tehtaan sisäisen laadunvalvonnan varmentaminen tehtaan ja sen sisäisen laadunvalvonnan alkutarkastuksen perusteella	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Tuotteen alkutestaus ◆ Tehtaan sisäinen laadunvalvonta ◆ Tehtaalta otettujen näytteiden lisätestaus 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Sisäisen laadunvalvonnan alkutarkastus ◆ Laadunvalvonnan jatkuvan valvonta, arviointi ja hyväksyminen
1	Tuotteen vaatimustenmukaisuuden varmentaminen	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Tehtaan sisäinen laadunvalvonta ◆ Tehtaalta otettujen näytteiden lisätestaus määräystenmukaisen testausohjelman mukaisesti 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Tuotteen alkutestaus ◆ Tehtaan ja tehtaan sisäinen laadunvalvonnan alkutarkastus ◆ Tehtaan sisäinen laadunvalvonnan jatkuva valvonta, arviointi ja hyväksyminen
1+	Tuotteen vaatimustenmukaisuuden varmentaminen	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Tehtaan sisäinen laadunvalvonta ◆ Tehtaalta otettujen näytteiden lisätestaus määräystenmukaisen testausohjelman mukaisesti 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Tuotteen alkutestaus ◆ Tehtaan ja tehtaan sisäinen laadunvalvonnan alkutarkastus ◆ Tehtaan sisäinen laadunvalvonnan jatkuva valvonta, arviointi ja hyväksyminen ◆ Tehtaalta, markkinoilta tai rakennuspai-kalta otettujen pistokoenäytteiden testaus

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

Säädösperusta
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.
Olennaiset muutokset: Suodatinkankaiden luokitus on muuttunut; julkaisuun
on lisätty pohjaveden maatiivisteiden vaatimukset ja pohjaveden suojakalvo-
jen laatuvaatimukset; tiivistämisohteet 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

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

TIEL 70000000

TIEDOKSI

Tiekonsultit

Suomen Maanrakentajien Keskusliitto

Kuntaliitto

Ylijohtaja

M-P. Rasilainen

Tpk

Rpk

Gk

Gk/lab

Kk

Kk/tietekniikka

TIEL kirjasto

Tiepiirien kirjastot

VTT:n tie -, geo- ja liikennetekniikan laboratorio

Teknillisen korkeakoulun kirjasto

Tampereen teknillisen korkeakoulun kirjasto

Oulun yliopiston rakentamistekniikan laboratorio

Jalonen/Tpk

Pauli Pouttu/Kk

	5/94
4000PENGER - JA KERROSRAKENTEET	8
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
4100Maapenkereet ja padot	11
4100.1Yleistä	11
4110Tiepengerrys	11
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 tiiviiden 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	Täytemateriaali	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	Kevytsorapenkeret	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

PENGER- JA KERROSRAKENTEET

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

5/94

4410.5Tiiviys ja tiiviiden tarkkailu	42
4430Jakavat kerrokset	43
4430.1Yleistä	43
4430.2Mitat	43
4430.3Materiaali	43
4430.4Valmiin kerroksen rakeisuusvaatimukset	44
4430.5Kantavuuden vähimmäisarvot jakavan kerroksen pinnalla	44
4430.6Tiiviys	44
44450SUODATINKANKAAT	46
4450.1Yleistä	46
4450.2Kankaiden käyttöluokitus ja laatuvaatimukset	46
4450.3Asennus	46
4450.4Työohjeet	46
4500Sitomattomat kantavat kerrokset	49
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
4800Erikoisrakenteet	52
4800.1Lämpö- ja routaeristeet	52
4800.2Solumuoviset lämpöeristeet	52
4800.2.1Mitat	52
4800.2.2Materiaali	52
4800.2.3Työohjeet	52
4810Pohjaveden suojaus, maatiivisteet	54
4810.1Yleistä	54
4810.2Materiaalin ottopaikka	54
4810.3Maatiivisteen laatu	54
4810.4Suojakerros ja nurmetus	55
4810.5Mitat	55
4810.6 Laadunvarmistus työn aikana	56

PENGER- JA KERROSRAKENTEET

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

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 PENGER - 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 penkerein alta ja rakennettavien kerrosten välistä. Pengertäyte ei saa sisältää lunta, jäätä eikä jäätyneitä maakokkareita.
- 4000.5.1.2 Jäätynyttä maata voidaan sijoittaa sulamaan penkerein luiskatäytteisiin.
- 4000.5.1.3 Vesistöpenkereissä voidaan "kameja" sijoittaa penkerein vedenalaisiin 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 tasaus-työhön 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 rakenteesiin kelpoista 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. maastoonmerkintöjen 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 Täytteenä käytetään

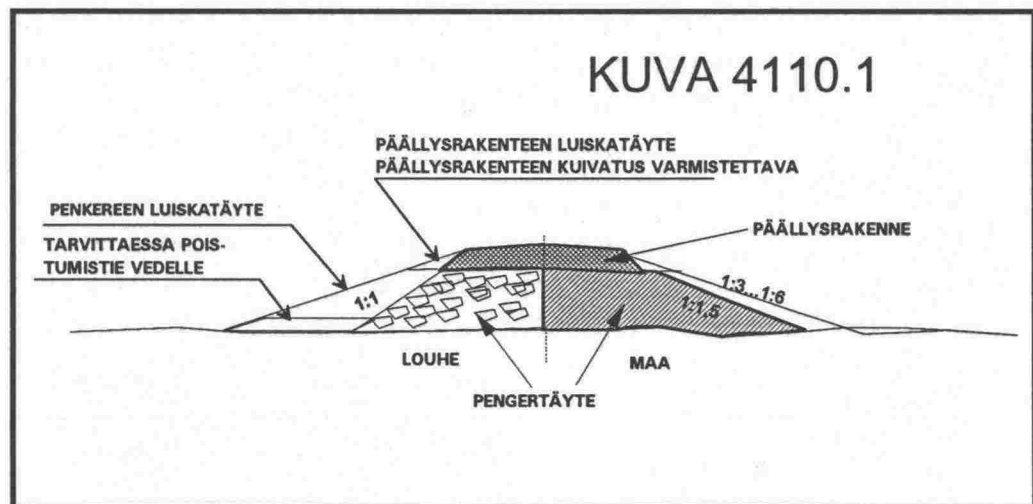
I. suunnitelmissa osoitettuja materiaaleja

II. tiivistämiskelpoisia kivennäismaalajeja savea lukuunottamatta (ks. kuvat 4110.2 ja 4110.3).

4110.3.1.2 Kuivakuorisavea saa käyttää pengertäytteenä 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	
LUISKAN	
•TASOSIJAINNIN POIKKEAMA	- 150 ... + 150 mm
•TASON POIKKEAMA KOHTISUORAAN PINTAA VASTAAN	- 100 ... + 100 mm
• KALTEVUUDEN POIKKEAMA	LOIVEMPI KUN k
PENKEREEN YLÄPINNAN	
• TASOSIJAINNIN POIKKEAMA	- 150 ... + 150 mm
• TASOSIJAINNIN POIKKEAMAN MUUTOS	150 mm/ 20 m
• TASON POIKKEAMA	0....-100 mm
• TASON POIKKEAMAN MUUTOS	100 mm/ 20 m
• TASON POIKKEAMIEN KESKIARVO	0... - 50 mm
• LEVEYDEN POIKKEAMA	-100 mm... + 100 mm
• LEVEYDEN KESKIARVON POIKKEAMA	- 50 ... + 50 mm
• KALTEVUUDEN POIKKEAMA	± 1,5 %
• TASAISUUS	50 mm/ 5 m
k = luiskan kaltevuus	
Luiskapinnat tehdään suoriksi tasoiksi pyöristyksiä lukuunottamatta ja siten, että pinnoille 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.	

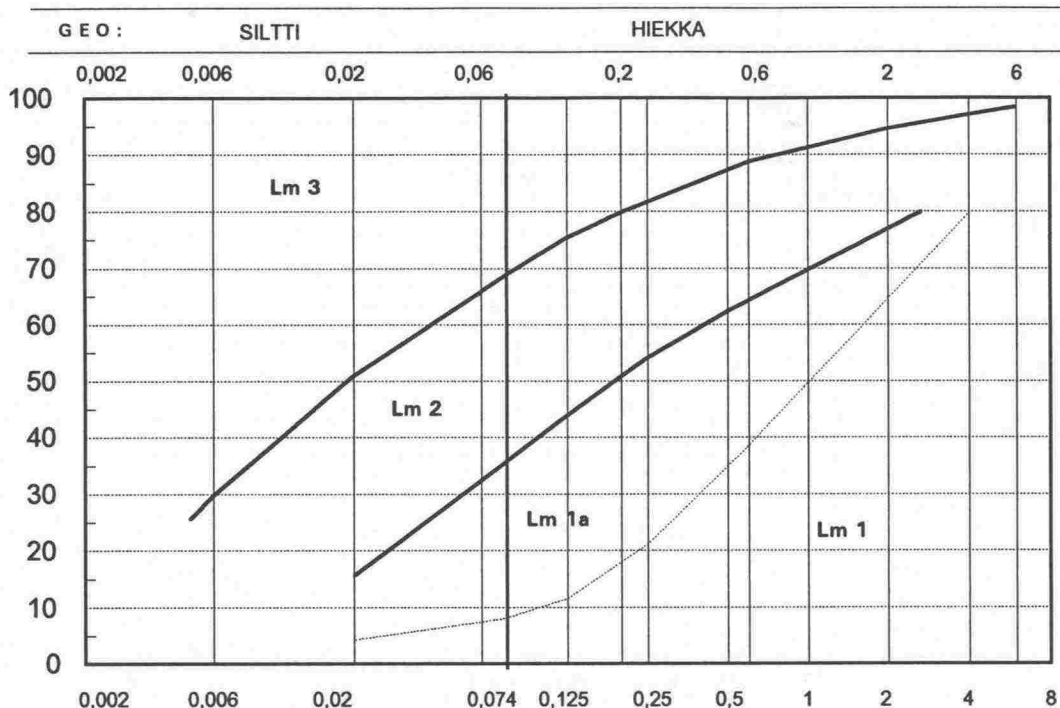
4110.3.2 Luiskatäyte

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 kasvijätettä, 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 tiivistämissä ei yleensä esiinny vaikeuksia. Tämän ryhmän maalajit soveltuvat pengermateriaaleiksi myös ns. pohjaantäytöissä ja vesistöpenkereissä. Hienoainespitoisuus < 8 % (# 0,074)

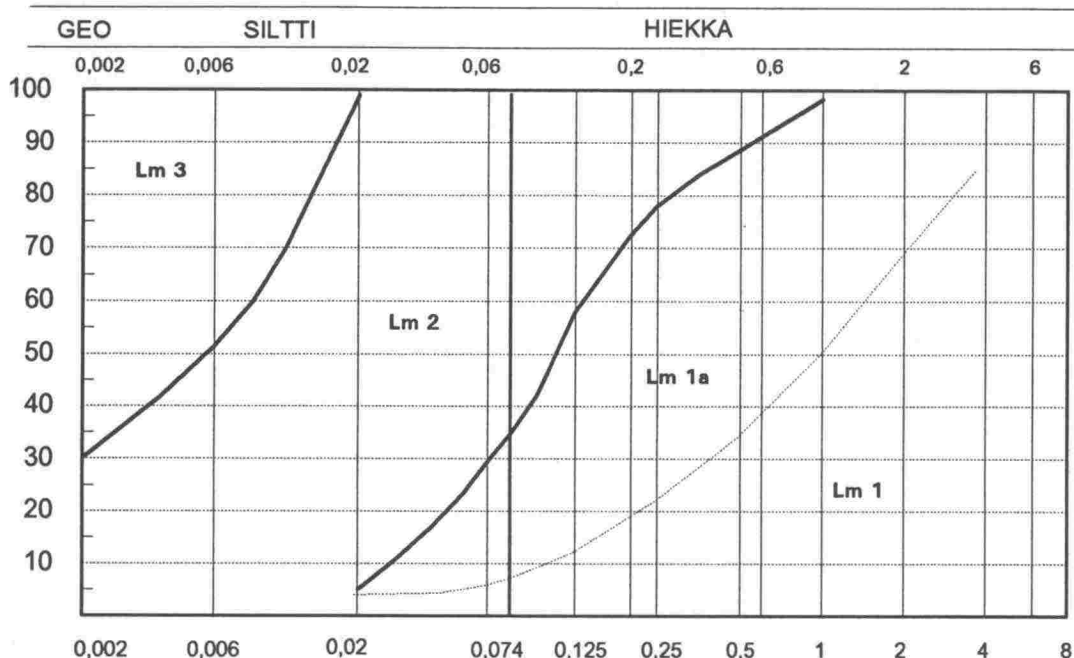
Lm1a: Tämän ryhmän maalajien tiivistäminen ja käsittely on epäedullisissa olosuhteissa vaikeampaa kuin ryhmän Lm1 maalajien. Hienoainespitoisuus < 35 % (# 0,074)

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

KUVA 4110.3

LAJITTUNEIDEN PENGERMATERIAALIEN KÄYTTÖ



Lm1: Pengerrys- ja tiivistämistyössä 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 voileipä rakenteessa routarajan alapuolella ja vastapenkereissä. Rakenne on yleensä verhottava välittömästi pintaerosion aiheuttamien valumiin 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 sepelillä. Aukko tehdään tien molemmille puolille 20 m välein. Aukoja ei tarvita ulkokaarteiden 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. Kerrospengerrysten 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 taimitetaan ja muotoillaan sivukaltevaksi lammikoitumisen ja vettymisen estämiseksi.

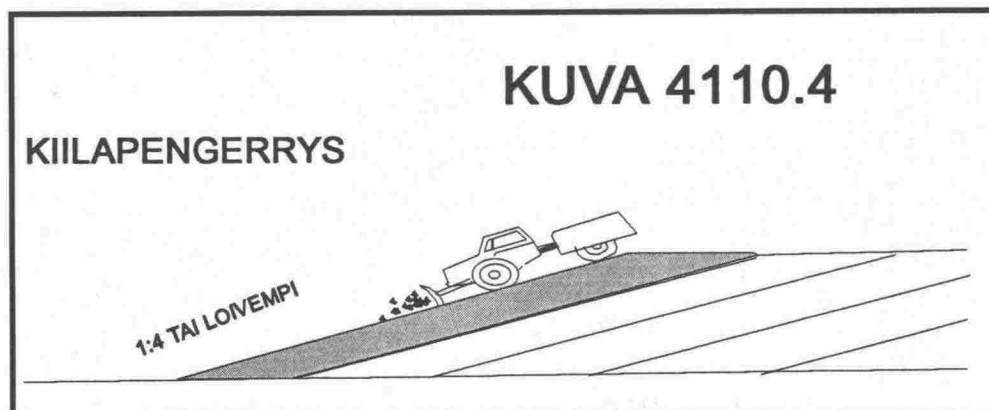
Taulukko 4110.2, Pengerrystavan valinta

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 mitta voidaan käyttää, kun päällysrakenne tehdään aikaisintaan vuoden kuluttua.
Päätypengerrystä voi sorapintailla teillä käyttää tien pinta -1,0 m syvemmällä.

4110.8 Kiilapengerrys

4110.8.1 Kerrospengerryksen sijasta voidaan käyttää kiilapengerrystä. Tällöin penkerein pää rakennetaan tien pituussuuntaan nähden 1:4 tai loivempina kerroksina (kuva 4110.4). Kerrospaksuuksina ja tiiviysvaatimuksina noudatetaan kerrospengerryksen vaatimuksia. Kiilapengerrys on suositeltava penkerein rakentamistapa talvella. Kiilapengerrys tehdään mieluiten yhdistelmäkoneella (levittävä ja tiivistävä).



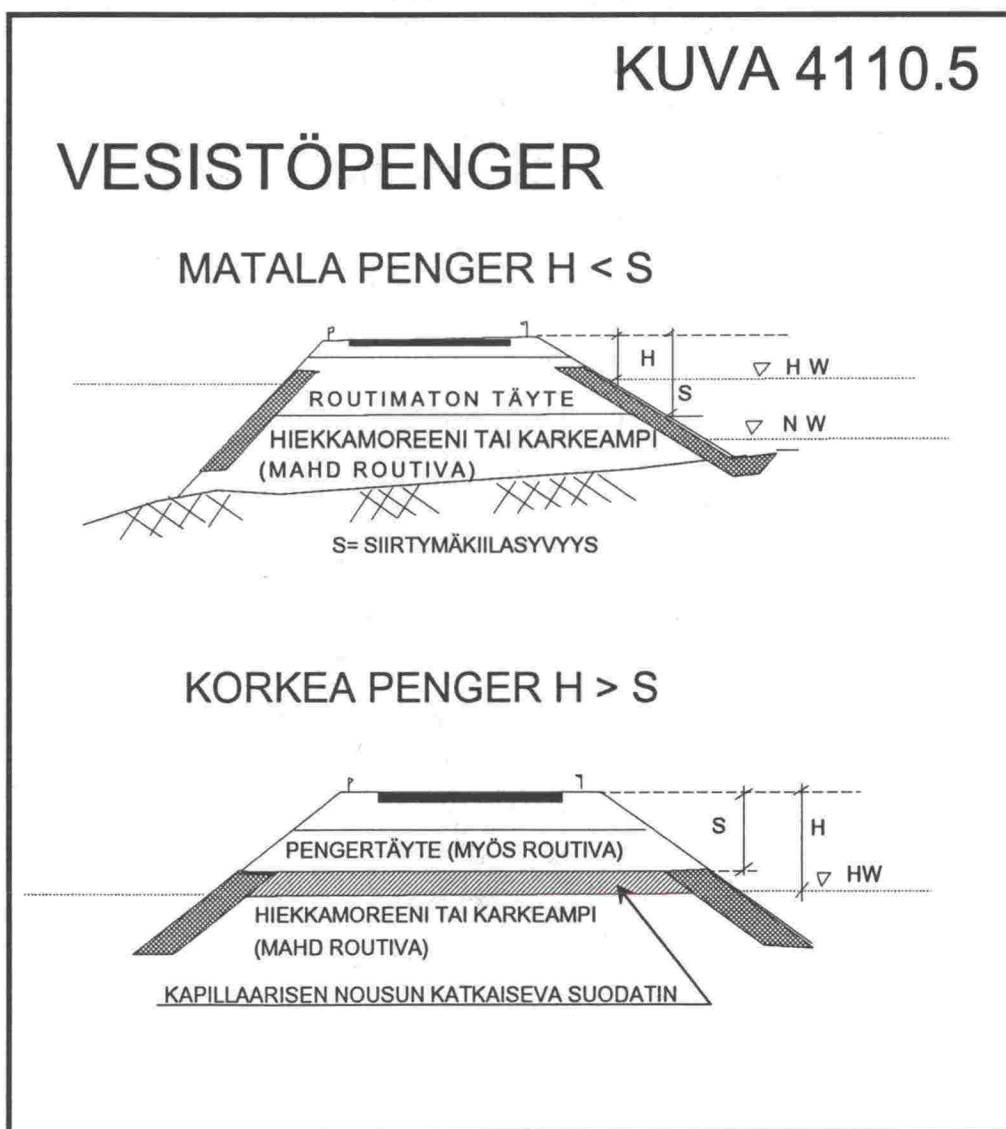
4110.9 Päätypengerrys

- 4110.9.1 Päätypengerryksessä huolehditaan, että kuormat tyhjenetään penkerein päälle, mistä ne työnnetään alas pusku- ja traktorilla tai vastaavalla koneella.
- 4110.9.2 Painumien vuoksi varaudutaan penkerein 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 siirtymäkiilasyvyydessä 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 Pengertäytteen tiiviysastevaatimuksina noudatetaan

I. suunnitelmien vaatimuksia.

II. taulukossa 4110.3. osoitettuja tiiviysasteita.

Taulukko 4110.3, Tiiviysasteen keskiarvovaatimukset pengertäytille

PÄÄLLYSRAKENNE	SYVYYS (m) TIEN TASAUSVIIVASTA	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 suluisa tarkoittavat tapausta, jolloin päällysrakenne tehdään aikaisintaan vuoden kuluttua pengertämisestä.

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 käytettävien 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 KUIVAIRTOTILA- VUUSPAINO t/ m ³
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 esitettyjä 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 tiiviysastevaatimus 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											
		Ylituskertojen ohjearvo											
	PAINO t	SUODATIN. ERISTYSK.		JAKAVA KERROS		KANTAVA KERROS		ALUSRAK. H 0...35		ALUSRAK. H > 35 %		HUOM. H = läpäisyprosentti # 0,074 kohdalla	
	KERROSPAKSUUS (m)	<0,25	<0,5	<0,25	<0,4	<0,2	<0,3	<0,25	<0,5	<0,25	<0,5		
	TÄRYJYRÄT ○												
	• vedettävät	>5	4	7	5	8	5	9	3	6	3	7	Viivakuorma > 15 kg/cm
	• kaksi täryvalssia	>5	3	4	3	5	3	6	2	4	2	4	Viivakuorma > 15 kg/cm
	• yksi täryvalssi	>5	4	7	5	8	6	9	3	6	3	6	Viivakuorma > 15 kg/cm
	KUMIPYÖRÄJYRÄT ○	< 20	6	•	8	•	10	•	6	•	6	•	Pyöräpaino > 2 t 1)
		> 20	4	8	6	12	8	12	4	8	3	6	Pyöräpaino > 3 t 1)
	STAATTISET VALSSIJYRÄT ✓	> 10	•	•	•	•	10	•	7	•	7	•	Viivakuorma > 50 kg/cm
	PYÖRÄKUORMAAJAT ✓	>40	•	•	•	•	•	•	4	8	3	7	
	PUSKUTRAKTORIT ☒	> 10	•	•	•	•	•	•	4	•	6	•	
	SORKKAJYRÄT >	7..10	•	•	•	•	•	•	•	•	2)	2)	
	TÄRYLEVYT ☒	>0,05	6	•	7	•	8	•	5	•	6	•	3)
		>0,1	5	•	6	•	6	•	4	•	5	•	3)
		>0,2	4	8	5	8	5	8	3	6	4	8	3)
		>0,4	3	6	4	6	4	6	3	6	3	6	3)
<p>1) Rengaspaine soraisilla maalajeilla 5 BAR ja hiekkaisilla maalajeilla 3 BAR.</p> <p>2) Sorkan pituus, sorkan pään pinta-ala ja jyräysohjeet osoitetaan suunnitelmissa. ○ Eivät sovellu runsaasti koheesioainesta sisältävien maalajien tiivistämisen</p> <p>3) Myös kaivantojen täynteissä vastaaville materiaaleille. ✓ Eivät sovellu märkien silttien maalajien tiivistämiseen</p> <p>Jyrien nopeudet: Täryjyrät 1...3 km/h; Kumipyöräjyrät ~ 5 km/h ☒ Soveltuvat ohuiden kerrosten ja märkien silttien tiivistämiseen</p> <p>Täryjyrien amplitudi aluksi 1,5 mm ja viimeiset ylituskerrat < 1 mm > Soveltuvat silttien ja savien tiivistämiseen</p> <p>☒ Käytetään pääasiassa ahtaiden alueiden ja kaivantojen täynteissä</p>													

5/94

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

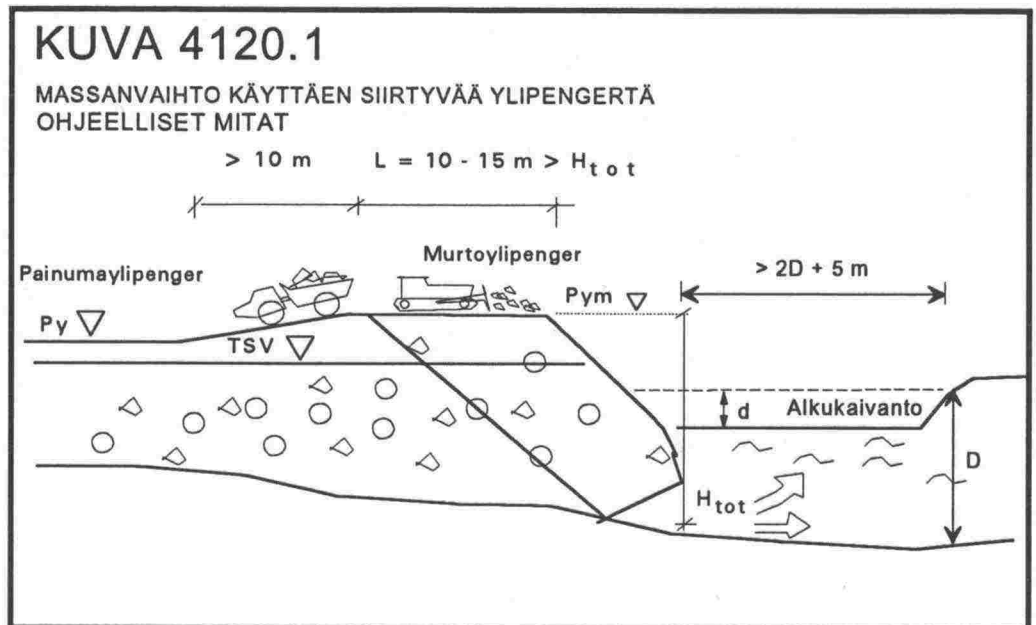
I. suunnitelmassa osoitetulla osuudella

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 maa-
lajeja tai louhetta.
- 4120.1.2.2 Jos täyte rakennetaan olosuhteissa, joissa tasausviiva on lähellä luonnol-
lista 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 peit-
tämä kallio, käytetään penkereen pohjalla täytteenä kivistä maata tai
louhetta.
- 4120.1.2.4 Paalutettavalla alueella täytekiviaineksena käytetään paalutukseen sovel-
tuvaa 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 por-
taittain siten, että kerrokset toimivat vastapenkereinä seuraaville kerroksil-
le estäen alle jäävän maan kohoamisen ylös penkereen edestä.
- 4120.1.3.2 Täyte rakennetaan välittömästi kaivun jälkeen kaivannon reunojen sortumi-
sen 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 maastoonmerkintöjen 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 sivuräjäytyksiä, 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 syvemältä.
- 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 täytteen painumista. Vaikutusta voidaan vähentää, joko alkukaivantoa leventämällä tai sivuräjäytysten avulla.

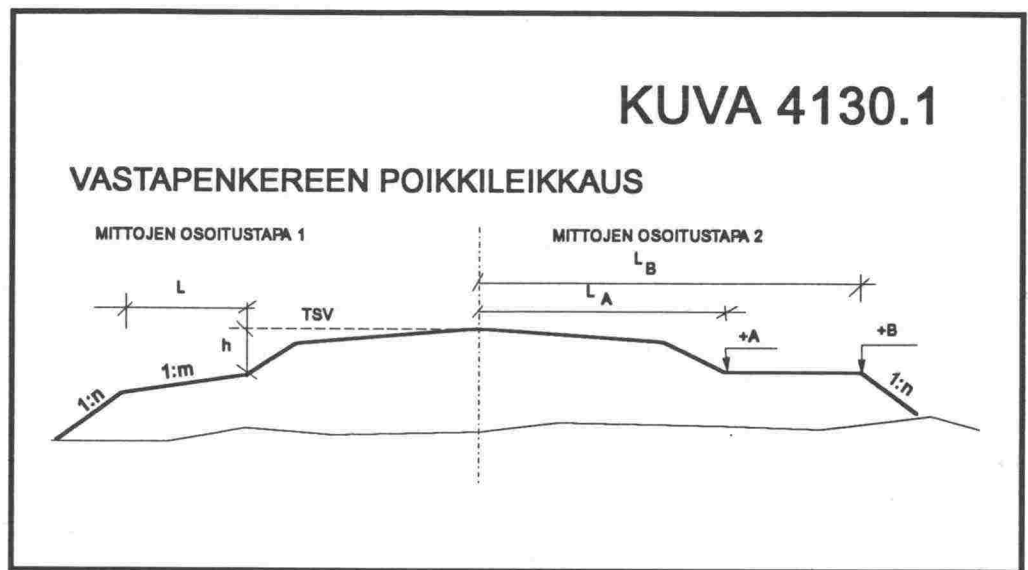
4130 Vastapenkereet

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. maastonmerkintöjen 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 Työhjeet

- 4130.3.1 Suunnitelmissa vastapenkereen märkätilavuuspainoksi otaksutaan yleensä 18 KN/m³. 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 pengerluiskissa.

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

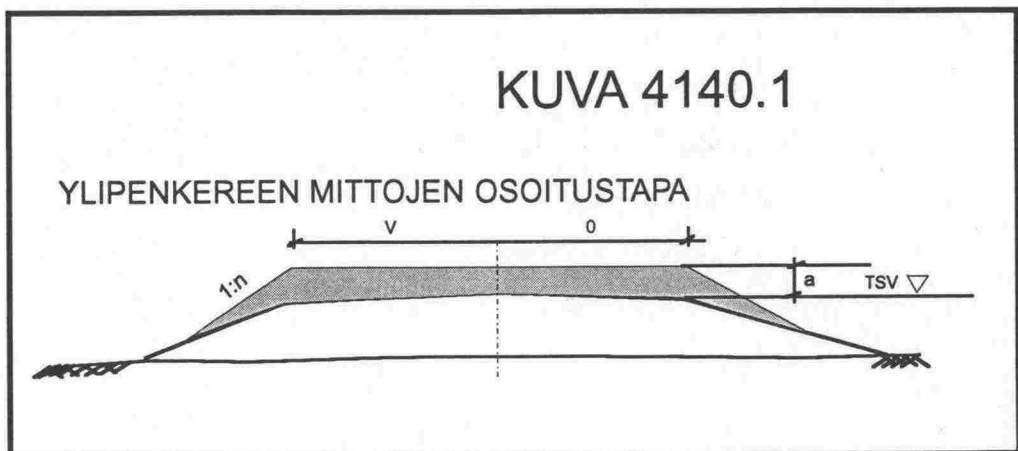
4140.3.1 Ylipenkereen annetaan vaikuttaa suunnitelmissa osoitettu aika.

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 sovietaan 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 tarkistettut 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 suodattimineen.
- 4180.2.2 Mitat**
- 4180.2.2.1 Penkereen ja reunapenkereen mitat osoitetaan suunnitelmissa.
- 4180.2.2.2 Mitat tarkistetaan
I. suunnitelmien mukaisesti
II. maastoonmerkintöjen 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/m³, ja toimituserän (autokuorman) kuivatilavuuspainon enintään 350 kg/m³.
- 4180.2.3.4 Normaalin tiekevytsoran kuivatilavuuspainon keskiarvo saa olla enintään 420 kg/m³ ja toimituserän (autokuorman) kuivairtotilavuuspainon enintään 450 kg/m³.

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 Reunapenkeret 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 täryvalssiyrää.
- 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 suunnitelmista 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/m².
- 4180.3.3.2 Kevytsorabetonissa käytetään kevytsoralajitteita KS20 ja KS30 suhteessa 1:1 ja sementtiä 200 kg/m³.
- 4180.3.3.3 Betonin lujuutta voidaan parantaa lisäämällä hiekkaa (40 kg/m³).
- 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 tasalaatuisesti.
- 4180.3.4.2 Tiivistyskalusto ei saa rikkoa pintaa syvemmällä kevytsorarakkeita.
- 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 kg/m^3 .

4180.4.2.4 Materiaalin laatu todetaan toimituserittäin toimittajan antaman todistuksen perusteella.

4180.4.2.5 Suurissa penkereissä (yli 1000 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 välttämällä 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 $\sim 1,7$ * harkkokorkeus.
- 4180.4.5.5 EPS- harkkojen muodostaman porrasmaisen luiskakaltevuuden tulee olla 2:1 tai loivempi. Alle metrin korkuisten solumuovirakenteiden reuna voi jäädä pystysuoraksi. Harkkojen verhouspaksuus 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 liuotinaineiden 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

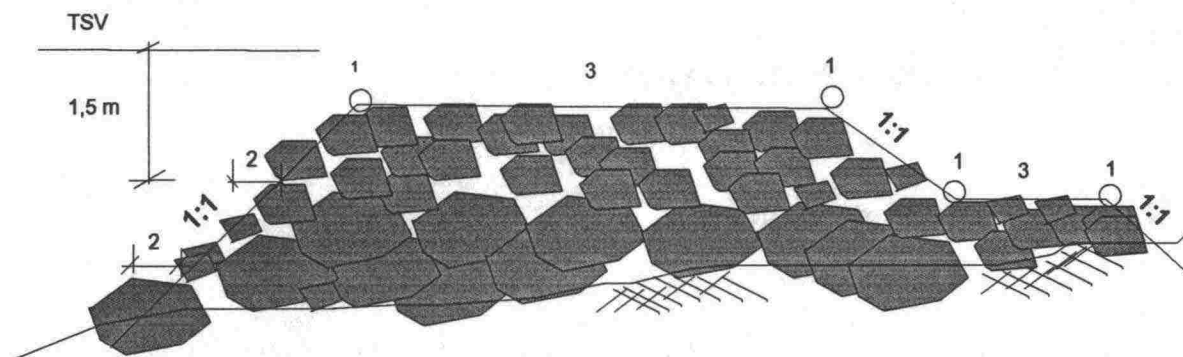
- 4200 Louhepenkereet**
- 4200.1 Yleistä**
- 4200.1.1 Louhepenkerellä tarkoitetaan louhepengertä ja sen yläosaa, jonka on täytettävä myös kohdan 4270 vaatimukset.
- 4210 Tiepenkereet louheesta**
- 4210.1 Mitat**
- 4210.1.1 Louhepenger rakennetaan
- I. suunnitelmissa osoitettujen mittojen ja tarkkuusvaatimusten 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 hienoainek-*
sia .
- 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 maksimiraekoko on enintään
I. suunnitelmissa osoitettu
II. 0,6 m, ei kuitenkaan enempää kun 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 puskuaktorilla 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 ± 150 mm
- 2) SALITTU YKSITTÄISTEN LOHKAREIDEN POIKKEAMA ENINTÄÄN:
1,0 m JA 0,5 x MAKSIMILOHKAREKOKO (PIENEMPI PÄTEE), ELLEI
VERHOUS VAADI PIENEMPÄÄ POIKKEAMA.
- 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	
TASOSIJAINTI • Tasosijainnin poikkeama • Tasosijainnin poikkeaman muutos	+ 150 mm
	150 mm/ 20 mm
TASO • Yksittäinen poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan • Yksittäisen poikkeaman muutos • Tason keskiarvon poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan	+40 mm
	50 mm/ 20 m
	+20 mm
MITAT • Yläpinnan leveys • Yläpinnan leveyden keskiarvo	+ 100 mm
	+50 mm
KALTEVUUS	+ 1,5 % yksikköä
KERROSPAKSUUDEN KESKIARVO	- 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

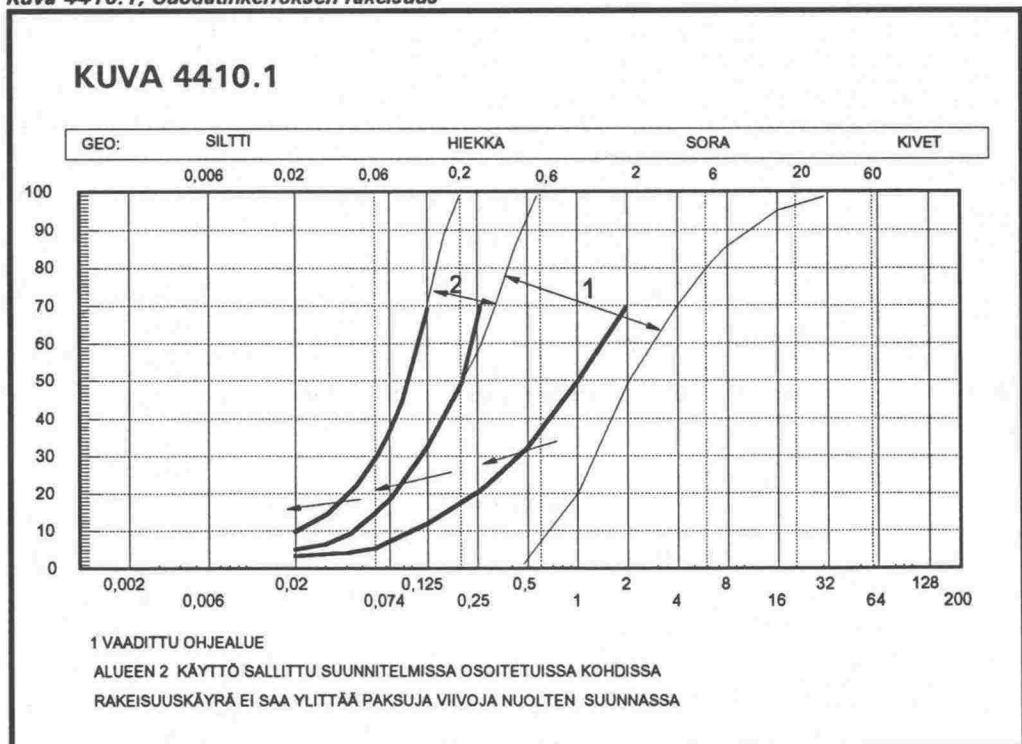
4410.5.1 Pienin sallittu keskimääräinen tiiviyssaste on 95% ja alin yksittäinen tiiviyssaste 90%.

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	
TASOSIJAINTI	
• Tasosijainnin poikkeama	+ 100 mm
• Tasosijainnin poikkeaman muutos	100 mm/ 20 m
TASO	
• Yksittäinen poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan	+ 30 mm
• Yksittäisen poikkeaman muutos	30 mm/ 20 m
• Tason keskiarvon poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan	+ 15 mm
MITAT	
• Yläpinnan leveyden yksittäinen poikkeama	+ 60 mm
• Yläpinnan leveyden keskiarvon poikkeama	+ 30 mm
KALTEVUUS	+ 1,0 % yksikköä
KERROSPAKSUUDEN KESKIARVO	- 5 mm
TASAISUUS OIKOLAUDALLA MITATTUNA	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 maksimirakekokona 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 lisäännä.*

•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 ²)
LEVYKUORMITUSLAITE	90
PUDOTUSPAINOLAITE	105
Vaatimus on sama kaikille päällysrakenteille.	

4430.6 Tiiviys

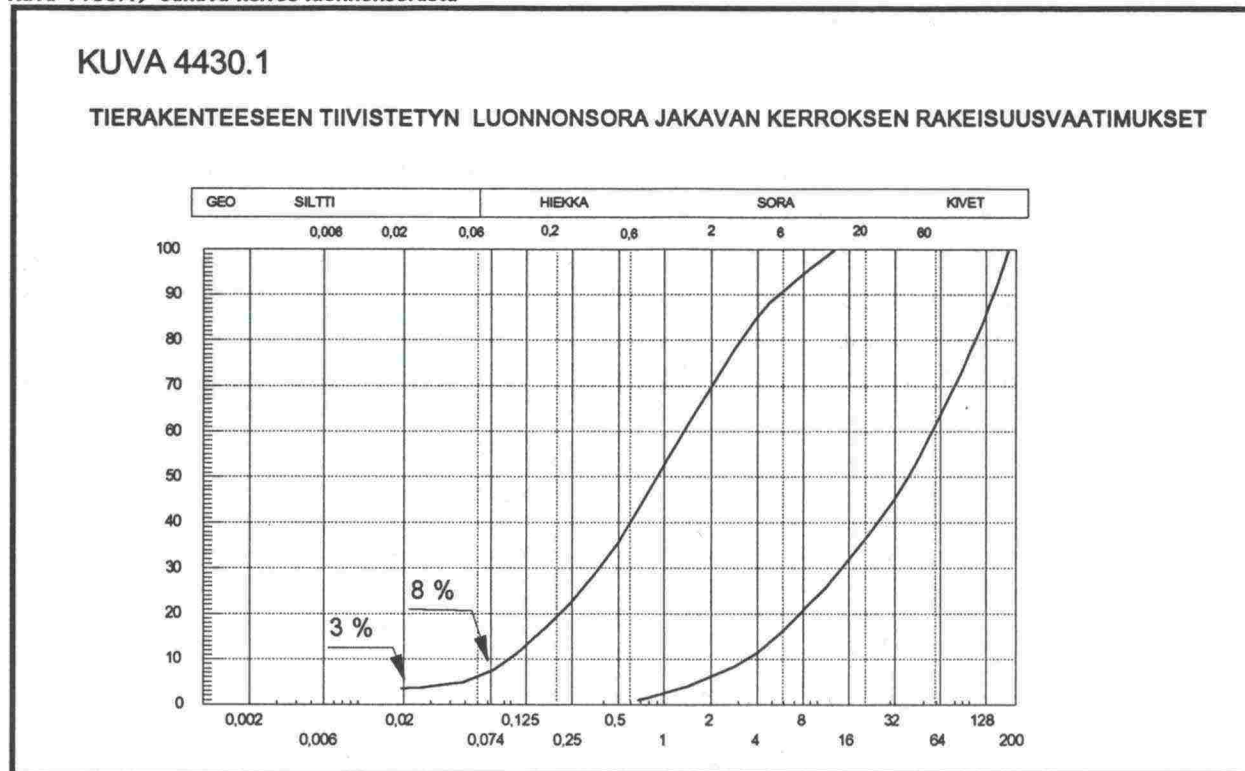
4430.6.1 Tiiviys tarkastetaan

I. suunnitelman mukaisesti

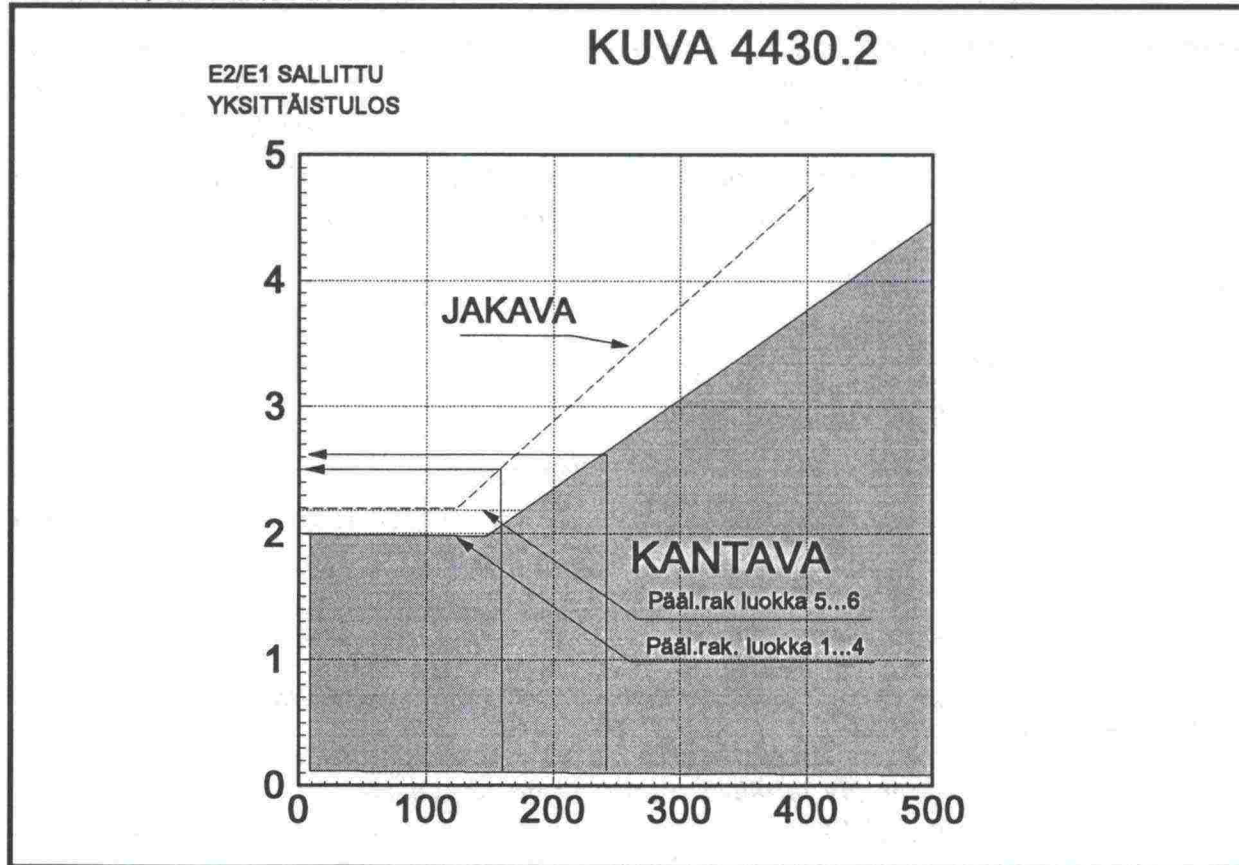
II. kohdan 4110.13 MENETELMÄN 2. mukaisesti tai jos levykuormituskoikeita tehdään; tiiviyssuhteen (E2/E1) perusteella: tiiviyssuhteen keskiarvo-vaatimus levykuormituskokeessa on $< 2,2$.

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

Kuva 4430.1, Jakava kerros luonnonsorasta



Kuva 4430.2, Sallitut E1/E2 arvot



5/94

44450 SUODATINKANKAAT**4450.1 Yleistä**

4450.1.1 *Suodatinkankaat estävät rakennekerrosten sekoittumista pohjamaahan ja luiskatäytteen valumista louheeseen.*

4450.1.2 *Kankaita voi käyttää myös työteknisenä 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 laboratoriokokeet 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 valmisteiden käyttöluokituksesta.*

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 (sora, mursketta) 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
SALLITTU PAINON VAIHTELU $s_{w,max}$					
• näytenäytekoko 200 X 200 mm ²	± 12,5	± 12,5	± 10	± 10	± 10
• näytekoko kenttäkokeessa 0,5 x 0,5 m ²	± 8,5	± 8,5	± 6,5	± 6,5	± 6,5
TASAISUUSTEKIJÄ A					
• redusoinnin alaraja	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
VETOLUJUUS (kN/m²)	> 5	> 7	> 11	> 19	> 30
VENYMÄ (%)	> 30	> 45	> 50	> 50	> 50
LUJUUSVARA					
• 20 % alkuvienymän jälkeen (kN/ m ²)	> 20 %	> 30 %	> 40 %	> 50 %	> 50 %
KARTIOPUDOTUSKOE					
• reikäkoko Ø (mm)	< 45	< 40	< 26	< 17	< 5
TEHOKAS HUOKOSKOKO O₉₀ (mm)	< 0,2	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
VEDENLÄPÄISEVYYSKERROIN (m/s x 10⁻⁴)	> 1	> 1	> 1	> 1	> 1
KOEMENETELMÄT ON ESITETTY JULKAISUSSA KUITUKANKAAT TIENRAKENNUKSESSA TIEL 3200194					

5/94

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

KANKAAN LUOKKA	PYSYVÄT TIET JA TYÖMAATIET	
	TIERAKENTEET, KOKOONPU- RISTUVA MAAPOHJA Su > 25 kPa	TIERAKENTEET, KOKOONPU- RISTUVA MAAPOHJA Su < 25 kPa
1	Kuivatusojissa , erosiosuojauksissa yms maaperän ja luonnonkiviain- neksen välissä	Ei käytetä
2	Maaperän ja soran max.rae < # 60 mm välissä	Kuivatusojissa , erosiosuojauksissa yms maaperän ja luonnonkiviaineksen välissä
3	Maaperän ja murskeen tai lajitel- lun 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 määritettyä 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. maastoonmerkintöjen kohdalla 20 m välein.

Taulukko 4500.1

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

5/94

4500.4 Valmiin rakenteen rakeisuusvaatimukset

4500.4.1 *Työmenetelmät valitaan siten että hienoainepitoisuus ei kerrosta rakennettaessa merkittävästi lisääny.*

- *Hienoainepitoisuuden keskiarvo ei saa ylittää 6 % ($< \# 0,074$) ja*
- *10 % tutkimustuloksista ei saa ylittää 8 % hienoainepitoisuutta*
- *Seulan $\# 0,002$ mm läpäisy ei saa ylittää 3%.*

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

I. laatusuunnitelman mukaisesti

II. keskimäärin 300 m välein ajokaistalla.

4500.5 Kiviaineksen laatuvaatimukset

4500.5.1 Päälysrakenneluokissa 1...4 materiaaliksi vaaditaan murskattua ja lajiteltua kiviainesta. Muissa päälysrakenneluokissa voidaan käyttää joko soraa tai mursketta.

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 ²) eri päällystetyypeille							
	AB, KAB		ÖS		SOP		SR	
	E ₂	E _{2min}	E ₂	E _{2min}	E ₂	E _{2min}	E ₂	E _{2min}
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

E₂ = Suositeltava odotusarvo kantavuuden keskiarvoksi
E_{2min} = Suositeltava vähimmäisarvo pienimmälle yksittäiselle kantavuusarvolle

Taulukko 4510.4 , Odotusarvot pudotuspainolaitteella

PÄÄLLYS RAKENNE LUOKKA	Odotusarvo (MN / m ²) eri päällystetyypeille							
	AB, KAB		ÖS		SOP		SR	
	E ₂	E _{2min}	E ₂	E _{2min}	E ₂	E _{2min}	E ₂	E _{2min}
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

E₂ = Suositeltava odotusarvo kantavuuden keskiarvoksi
E_{2min} = Suositeltava vähimmäisarvo pienimmälle yksittäiselle kantavuusarvolle

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) yksitällisen 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/m², 5×5×5 cm koekappaleella ja 2% kokoonpuristumalla TIEL:n testausmenetelmässä.****4800.2.2.3 Yksittäisten levyjen tilavuuspainon tulee olla vähintään 38 kg/m³****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

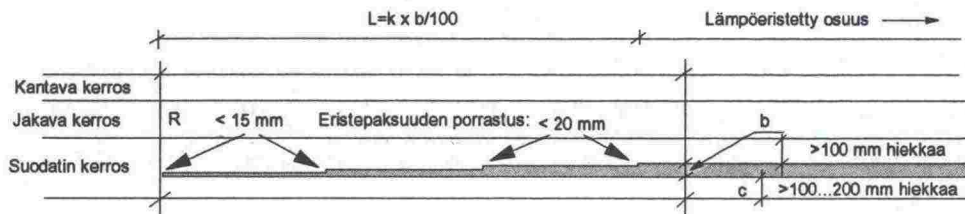
II. kuvan 4800.1 mukaisesti.

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 mursketta.**

KUVA 4800.1

LÄMPÖERISTEEN RAKENTAMINEN SIIRTYMÄKIILASSA
JA ROUTAMITOITETUSSA PÄÄLLYSRAKENTEESSA

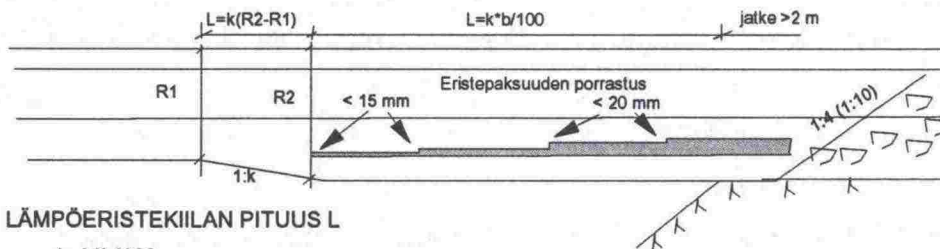
LÄMPÖERISTETYN TIEOSUUDEN ALKU



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



LÄMPÖERISTEKIIILAN PITUUS L

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

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

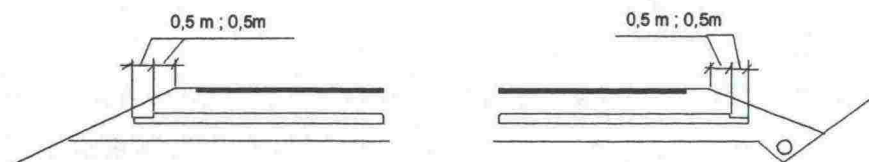
Jatkeen pituus kallion suuntaan vähintään 2 m.

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 aukipidettävissä 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 suojaaa maatiivistettä kuormilta, ehkäisee maatiivisteiden eroosiota, liiallista kuivumista ja se toimii nurmetuksen alustana.

Suojakerroksen nurmetus suojaaa 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 m³ 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 maksimirakoko on enintään 1/4 kerroksen paksuudesta ja enintään 200 mm.

Taulukko 4810.1 Erikoismaatiivisteiden laatuvaatimukset

VAATIMUS	MAALAJI		
	SAVI, SILTTI, SILTTIMOREENI	SAVI, SILTTI, SILTTIMOREENI	MUUT MAALAIT
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 laboratoriokeksessa pienempi kuin 5×10^{-8} m/s
- ei halkeile voimakkaasti kuivuessaan
- vedenläpäisevyys tiivistettynä luiskassa on alle 5×10^{-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

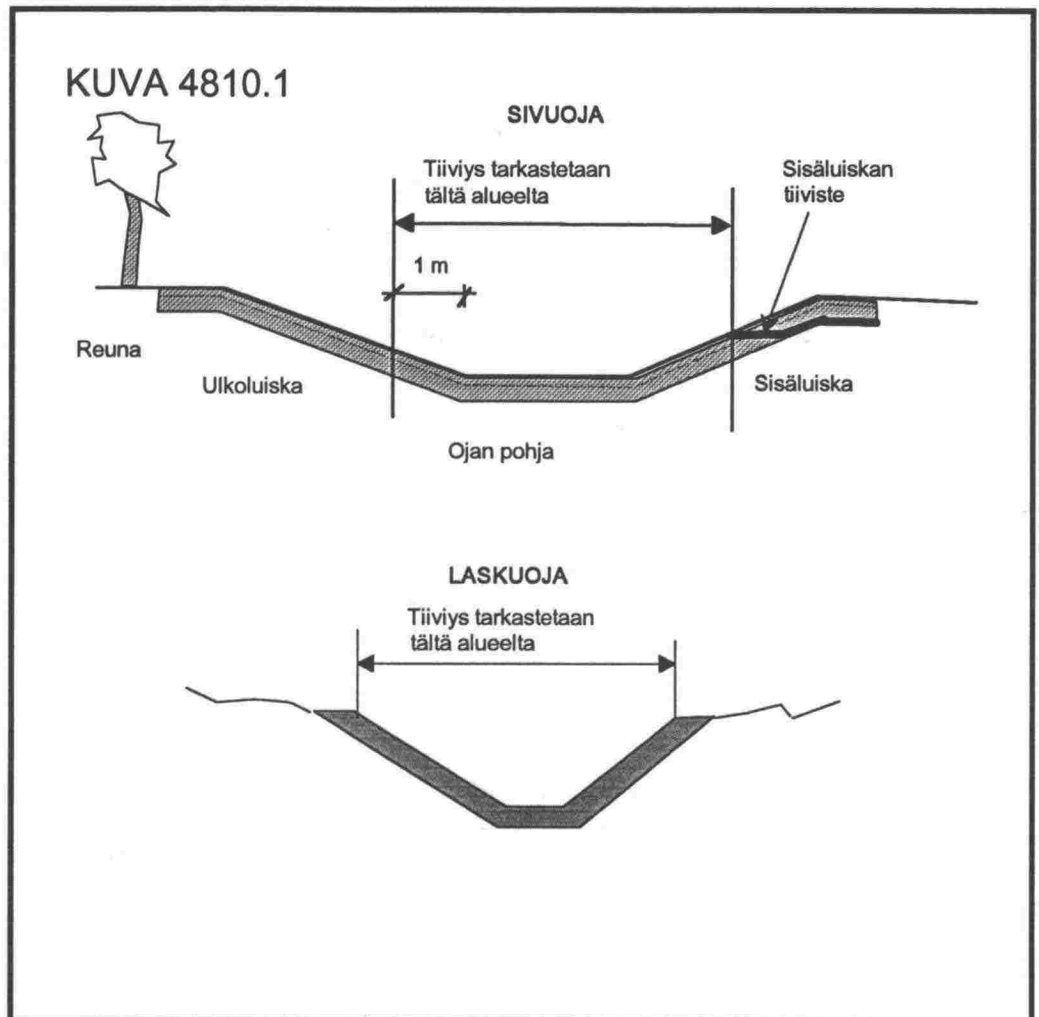
• suurin sallittu yksittäinen alitus on enintään 20 % kerrospaksuudesta

• 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 tiiviysaste
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 määrityksellä. Tulosta verrataan parannetulla proctor sullonnalla määritettyyn maksimikuivatiheyteen.
Tiiviysaste määritetään neljästä satunnaisesti valitusta kohdasta ensimmäisen 100 m² kerroksen tiivistämisen jälkeen. Samalta alueelta määritetään myös säteilymittalaitteella vähintään kuusi arvo. Säteilymittalaitteella saatuja arvoja pidetään myöhemmin ohjearvoina maan tiheyden tarkkailussa. Jos vaadittua tiiviysastetta ei saavuteta volumetrimääritysten perusteella tiivistetään uusi koelata, 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 tiiviysaste 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**

Maatiivisten 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 ympärystäyttöön kelpaavat seuraavat materiaalit

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

Karkeaan ympärystäyttöön hyväksytty 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 välttämättä 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

- a) Vähintään 0,3 mm paksunen LLD- tai HD-polyeteenimuovi, jonka päälle tulee vähintään käyttöluokan 3 suodatinkangas.
- b) Hienorakeiseen täytteeseen hyväksytty muovitettu kuitukangas.
- c) Muu tielaitoksen hienorakeiseen täytteeseen tyyppihyväksymä materiaali.

Hienorakeiseen täytteeseen hyväksytty materiaali asennetaan sileäksi jyrätyn vähintään 20 mm paksuisen suojamurskeen tai hiekan päälle, luiskan alaosassa maatiivistein 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:

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

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 suojarahiekkaa 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 maatiivisteiden 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 sisäluiskan suojaukseen.

c) Bituminoitu kuitukangas, joka tehdään ruiskuttamalla käyttöluokan 3 kuitukankaaseen vähintään 1,5 kg/m² bitumiemulsiota (BE 0).

4820.3.1.3 Apumuovi asennetaan sorakulutuskerosmursketta, 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.

ISBN 951-47-8747-1
TIEL 2212460-94