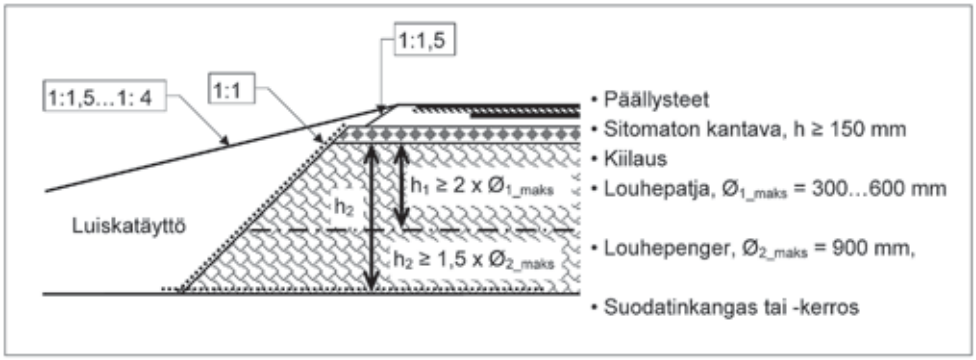
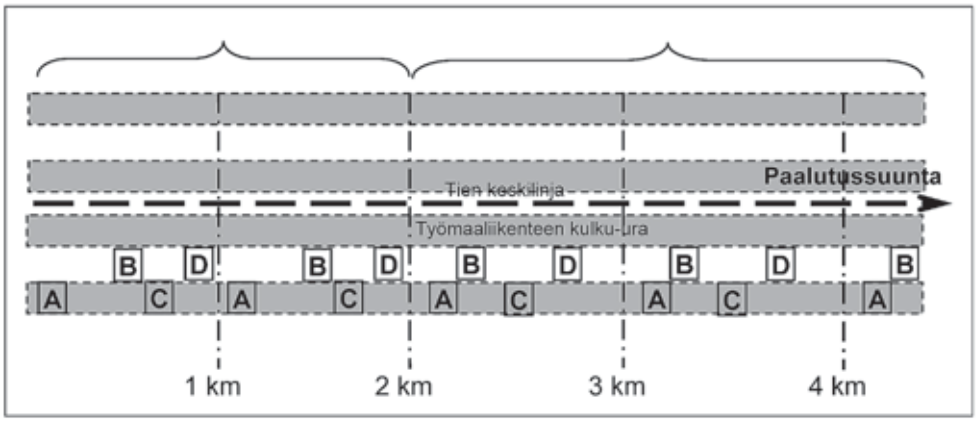
TIEHALLINTO

Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset

Penger- ja kerrosrakenteet



Tiepenger louheesta



Esimerkki kantavan kerroksen näytteiden ottopaikoista. Näytteet A ja C otetaan työmaa-liikenteen kulkujäljestä ja näytteet B ja D jälkien välistä.

Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset

Penger- ja kerrosrakenteet

Toteuttamisvaiheen ohjaus

Tiehallinto
Helsinki 2005

Verkkojulkaisu pdf (www.tiehallinto.fi/julkaisut)
ISBN 951–803–645-4
TIEH 2200043–v–05

TIEHALLINTO
Tekniset palvelut
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihde 0204 22 11

TIEHALLINTO

MUU OHJAUS

31.12.2005 397/2000/20/72

VASTAANOTTAJA
Tiepiirit

SÄÄDÖSPERUSTA
Maantielaki 109 §

KORVAA/MUUTTAA
TYLT 4000, TIEL 2212460 (1994)
TYLT Lisäykset ja muutokset vuonna 2000, TIEL 2210014-00

KOHDISTUVUUS
Tiehallinto

VOIMASSA
15.2.2006 alkaen

ASIASANAT
Penkereet, kevennykset, suodatinkerros, jakava kerros, kantava kerros, laatuvaatimukset

---

Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset
4000 Penger- ja kerrosrakenteet (TIEH 2200043–05)

Tässä Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset julkaisusarjan osassa annetaan laatuvaatimukset tien penger- ja kerrosrakenteiden materiaaleille, tiivistämiselle sekä laadun toteamiseen.

Tiehallinto voi määrätä hankekohtaisessa tuotevaatimuksessa, että urakoitsija saa korvata osan tässä esitetyistä tiivistämistapoja koskevista vaatimuksista omalla vastaavalla menettelyllään ja voi lisäksi vähentää tilaajalle toimitettavaa raportointia materiaalien tutkimisen osalta. Tämä tulee kysymykseen, kun urakassa on vähintään 5 vuoden takuuaika, ja tasaisuudelle ja rakenteen deformaatiolle on asetettu riittävän tarkat laatuvaatimukset.

Vuoden 2006 suurimmat muutokset ovat:
- pengermateriaalit luokitellaan kelpoisuusluokkien mukaan GEO-, olosuhdeherkkyys- ja routivuusluokituksen sijaan
- murskeet luokitellaan SFS-EN-standardien mukaan
- materiaalien laadun toteamista koskevia vaatimuksia on täsmennetty

Yksikön päällikkö
Tekniset palvelut
Matti Piispanen

Kehittämispäällikkö
Tie- ja geotekniikka
Kari Lehtonen

LISÄTIETOJA	JAKELU / MYYNTI
Kari Lehtonen Tiehallinto, Tekniset palvelut Puh. 0204 22 150	www.tiehallinto.fi/thohje asiakaspalvelu.prima@edita.fi Faksi 020 450 2470

TIEDOKSI

Tie- ja geokonsultit
Materiaalitoimittajat
Suomen Maarakentajien Keskusliitto ry
Suomen Kuntaliitto
Oppilaitokset
Kirjasto

LAATUVAATIMUSTEN JA TYÖSELITYSTEN SOVELTAMINEN

Ohjetta sovelletaan tiehallinnon töissä silloin, kun asiasta ei ole määräyksiä tiehallinnon asettamissa tuotevaatimuksissa.

1 Näissä ohjeissa mainituista, tuotteita tai testausmenetelmiä koskevista standardeista, muista asiakirjoista ja teknisistä vaatimuksista määrätään, että vastavuoroisen tunnustamisen periaatteen mukaisesti tuote, joka on valmistettu tai saatettu markkinoille toisessa Euroopan unionin jäsenmaassa tai Turkissa tai valmistettu muussa Euroopan talousalueeseen kuuluvassa maassa, tulee katsoa hakemuksesta tässä julkaisussa esitettyjen laatuvaatimusten mukaiseksi, mikäli näin varmistetaan vaadittu laatutaso turvallisuuden, terveyden ja käyttökelpoisuuden osalta yhtäläisellä tavalla ja pysyvästi.
2 Mikäli tuotteen vaatimustenmukaisuus tai käyttökelpoisuus on todistettava, esimerkiksi yleisellä tarkastushyväksynnällä tai yleisellä tarkastustodistuksella, voidaan tuotetta pitää samanarvoisena vain, jos sillä on vastaava käyttökelpoisuus- ja/tai vaatimustenmukaisuustodistus ja siinä on vaatimustenmukaisuusmerkintä.
3 Euroopan talousalueesta tehdyn sopimuksen mukaan muiden sopimusvaltioiden elinten suorittamat testaukset, tarkastukset ja sertifioinnit on myös tunnustettava, mikäli elinten pätevyyden, riippumattomuuden, puolueettomuuden ja teknisen laitteiston perusteella voidaan luottaa siihen, että ne suorittavat testauksen, tarkastukset ja sertifioinnin yhtä asiallisesti ja todistusvoimaisesti. Elinten katsotaan täyttävän vaatimukset varsinkin siinä tapauksessa, että ne on hyväksytty 21 päivänä joulukuuta 1988 annetun direktiivin 89/106/ETY 16 artiklan mukaisesti tähän tarkoituksen.

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

Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset sisältävät viittauksia myös muihin Tiehallinnon julkaisuihin, yleisiin standardeihin ja näihin verrattaviin julkaisuihin. Jos tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset sisältävät ristiriitaisia tietoja, myöhemmin julkaistu tieto on pätevä.

Tuotevaatimuksilla tarkoitetaan tässä Tiehallinnon asettamia hankekohtaisia tai yleisiä hanketta koskevia laatuvaatimuksia ja tiehallinnon hyväksymiä suunnitelmia, jotka ovat pätemisjärjestyksessä tämän julkaisun edellä.

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.

Sisältö

4000	PENGER- JA KERROSRAKENTEET	9
4000.1	Yleistä	9
4000.2	Ympäristövaikutukset	9
4000.3	Pehmeiköllä pengertäminen	9
4000.4	Painumaseuranta	10
4000.5	Pengerrys pohjanvahvistusalueilla	10
4100	MAAPENKEREET JA PADOT	11
4110	TIEPENKEREET MAAMASSOISTA	11
4110.1	Yleistä	11
4110.2	Pengeralustan vahvistus ja pengertäytön alapuolinen suodatin	11
4110.3	Penkereen mitat	12
4110.4	Pengermateriaalit	12
4110.5	Penkereiden rakentaminen	14
4110.6	Pengertäytön tiivistys ja tiivistystavan valinta	15
4110.7	Luiskatäytöt ja veden poistumisaukot luiskatäytössä	16
4110.8	Penkereiden (ja kerrosten) rakentaminen talvella	16
4110.9	Veteen ja soille pengerrys	17
4110.10	Siltatöiden täytöt (myös louhepenger)	19
4120	MASSANVAIHTOON LIITTYVÄT TÄYTÖT JA PENKEREET (MYÖS LOUHEESTA)	19
4120.1	Massanvaihto kaivamalla, täyttö	19
4120.2	Massanvaihto pengertämällä, penger ja siirtyvä murtoylipenger	20
4130	VASTAPENKEREET	25
4130.1	Materiaalit	25
4130.2	Vastapenkereen laatuvaatimukset	25
4130.3	Työohjeet	26
4130.4	Vastapenkereen kelpoisuuden toteaminen	26
4140	PAINUMAYLIPENKEREET (MYÖS LOUHEESTA)	26
4140.1	Materiaali	26
4140.2	Materiaalin laadun toteaminen	26
4140.3	Painumapenkereiden laatuvaatimukset	26
4140.4	Työohjeet	27
4140.5	Valvontaohje	27
4140.6	Pengerrystyön kelpoisuuden toteaminen	27
4180	KEVENNYSPENKEREET	27
4180.1	Kevytsorapenkereet	27
4180.2	Kevytsorabetonirakenteet	30
4180.3	EPS - penkereet	32
4180.4	Rengaskeventeet	34
4180.5	Palaturve	35
4200	LOUHEPENKEREET	37
4200.1	Yleistä	37
4210	TIEPENKEREET LOUHEESTA	37
4210.1	Pengeralustan vahvistus ja pengertäytön alapuolinen suodatin	37
4210.2	Mitat	37
4210.3	Pengermateriaalit	37
4210.4	Louhepenkereen rakentaminen	38
4220	MASSANVAIHTOON KUULUVAT TÄYTÖT LOUHEESTA	38
4230	VASTAPENKEREET LOUHEESTA	38

4240 YLIPENKEREET LOUHEESTA 38

4270 LOUHEPATJAT, LOUHELAATIKOT JA SIIRTYMÄKIILAT LOUHEESTA 39
4270.1 Yleistä 39
4270.2 Mitat 39
4270.3 Materiaali 39
4270.4 Louhepatjan, -laatikon ja -kiilan rakentaminen 39

4280 LOHEPENKEREEN JA KALLIOLEIKKAUSPOHJAN YLÄPINNAN KIILAUS 40
4280.1 Yleistä 40
4280.2 Mitat 40
4280.3 Kiilauksen rakentaminen 40

4400 SUODATIN-, ERISTYS- JA JAKAVAT KERROKSET 41

4410 SUODATIN- JA ERISTYSKERROKSET 41
4410.1 Suodatinkerrosmateriaalien näytteenotto ja tutkiminen 41
4410.2 Suodatinkerroksen materiaalivaatimukset 41
4410.3 Valmiin kerroksen laatuvaatimukset 42
4410.4 Työohjeet 43
4410.5 Valvontaohjeet 43

4430 JAKAVAT KERROKSET 43
4430.1 Materiaalivaatimukset 43
4430.2 Valmiin kerroksen laatuvaatimukset 47
4430.3 Valvontaohjeet 48

4450 SUODATINKANKAAT 48

4500 SITOMATTOMAT KANTAVAT KERROKSET 49
4500.1 Materiaalivaatimukset 49
4500.2 Valmiin kerroksen laatuvaatimukset 52

4800 ERIKOISRAKENTEET 54
4800.1 Lämpö- ja routaeristeet 54
4800.2 Solumuoviset lämpöeristeet 54

4840 POHJAVEDEN SUOJAUS 55

LIITTEET

4000 PENGER- JA KERROSRAKENTEET

4000.1 Yleistä

4000.1.1 Penger- ja kerrosrakenteilla 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 osoitetaan suunnitelmissa.

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

4000.2.4 Täryjyrien tai muiden maan värähtelyjä aiheuttavien koneiden vaikutus otetaan huomioon työ- ja laaduntarkkailusuunnitelmissa.

4000.3 Pehmeiköllä pengertäminen

4000.3.1 Maaperätiedot

4000.3.1.1 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.

4000.3.1.2 Työn aikana tehdään pohjatutkimuksia, kun on tarpeen täsmentää rakennuskohteen pohjasuhdetietoja esimerkiksi seuraavista syistä:

- Maakerrosten paksuuden ja kantavan pohjakerroksen sijainnin vaihtelu on huomattavasti suurempaa kuin alunperin on arvioitu.
- Maaleikkauksissa todetaan suunnittelun aikaisten kairausten päättyneen kovaan välikerrokseen, jonka alla todetaan heikommin kantavaa maata.
- Halutaan tarkentaa maakerrosten rajoja (mm. kallionpinta)
- Halutaan selvittää esimerkiksi pohjaveden tasoa ja sen vaihteluita rakennusalueella
- Tehdään materiaalin ottopaikkojen ja läjitysalueiden tutkimuksia

4000.3.2 Suunnitelmien tulkinta ja muuttaminen

4000.3.2.1 Pengerrystyöt tehdään suunnitelmien mukaisesti.

4000.3.2.2 Jos suunnitelmissa esiintyy epäselvyyksiä tai tarvetta tarkennuksiin ja muutoksiin, neuvotellaan muutoksista suunnittelijan kanssa.

4000.3.2.3 Pengerryksessä noudatetaan suunnitelmissa osoitettua työjärjestystä ja aikataulua. Poikkeukset käsitellään suunnitelmien muutoksina.

4000.3.2.4

4000.3.3 Työjärjestys ja ajoituskysymykset

4000.3.3.1 Pehmeiköillä sijaitseville penkereille varataan riittävän pitkä painuma-aika. Suunnitelmissa esitetyt painuma-ajat ovat ohjeellisia, arvioituja aikoja. Lopulliset painuma-ajat määrätään työnaikaisten mittausten perusteella. Työaikataulut laaditaan niin väljiksi, että aikatauluun jää pelivaraa, jos painumat tapahtuvat odotettua hitaammin.

4000.3.3.2 Pengerryksen työjärjestys suunniteltava, jos penger on korkea suhteessa pohjamaan lujuuteen ja aina kun penkereen korkeus on yli 3 m ja pohjamaa on savea tai silttiä.

4000.3.3.3 Vaiheittain pehmeikölle rakennettavaa tiepengertä ei saa korottaa ennen kuin painumalle, painuma-ajalle, huokosvedenpaineelle tai leikkauslujuudelle suunnitelmissa asetetut vaatimukset täyttyvät.

4000.3.3.4 Pehmeikköalueilla ei saa tehdä suunnitelmissa osoittamattomia läjityksiä, välivarastointeja, kaivantoja tai lopullista jyrkempiä luiskia ilman geoteknisen suunnittelijan hyväksyntää.

4000.3.3.5 Geotekninen suunnittelija tarkistaa, ettei väliaikainen tie aiheuta vahinkoja pehmeikköalueilla.

4000.4 Painumaseuranta

4000.4.1 Valvontaohjeet

4000.4.1.1 Penkereen painumista voidaan seurata poikkileikkausvaaituksin, tankopainumamittarein ja/ tai letkupainumamittarein. Huokospaineen kehittymistä seurataan huokospainemittarein ja maapohjan leikkauslujuuden kasvua siipikairauksin. Mikäli suunnitelmassa on edellytetty siipikairauksia, on penkereeseen syytä asentaa riittävän iso suojaputki, jonka läpi siipikairaukset voidaan tehdä. Penkereen seurannassa käytettävät mittaustavat esitetään suunnitelmassa.

4000.4.1.2 Penkereeseen sijoitetaan painumatarkistimia suunnitelmassa esitettyihin poikkileikkauksiin. Yksiajorataisella tiellä ne sijoitetaan penkereen kumpaankin reunaan, kaksiajorataisella tiellä lisäksi penkereen keskiviivalle, ellei suunnitelmassa ole määrätty toisin.

4000.4.1.3 Mittauspisteen korkeus on aina havaittava ensimmäisen kerran välittömästi mittarin asennuksen jälkeen. Kun maanpintaa pisteen ympäristössä korotetaan ja kuormitus muuttuu, on pisteen korkeus havaittava ennen ja jälkeen kuormituksen muutoksen. Kuormituksen muutokset on dokumentoitava.

4000.4.1.4 Asentamisen jälkeen painumamittauksia tehdään kerran viikossa kuukauden ajan ja tämän jälkeen kerran kuukaudessa, ellei suunnitelmassa ei ole esitetty mittausaikataulua.

4000.4.1.5 Painumahavainnoista pidetään pöytäkirjaa. Pöytäkirjaan merkitään ainakin seuraavat tiedot havaintopisteestä:
- pisteen numero
- pisteen tyyppi
- mittausajankohta
- maanpinnan korkeus (penkereen yläpinnan taso pisteen kohdalla)
- painumamittauspisteen korkeustaso
- kuormituksen muutokset.

4000.4.1.6 Penkereen painuma-ajoissa on otettava huomioon jäätyneen pohjamaan laattavaikutus siten, että painuma-aikaa jatketaan riittävästi sulan maan aikaan.

4000.5 Pengerrys pohjanvahvistusalueilla

4000.5.1 Katso kohdat:

6180 Paaluhatut ja paalulaatat

6211 Pystyojitus

6260 Syvästabilointi

6280 Lujitteet ja telat

6290 Muut pohjanvahvistukset

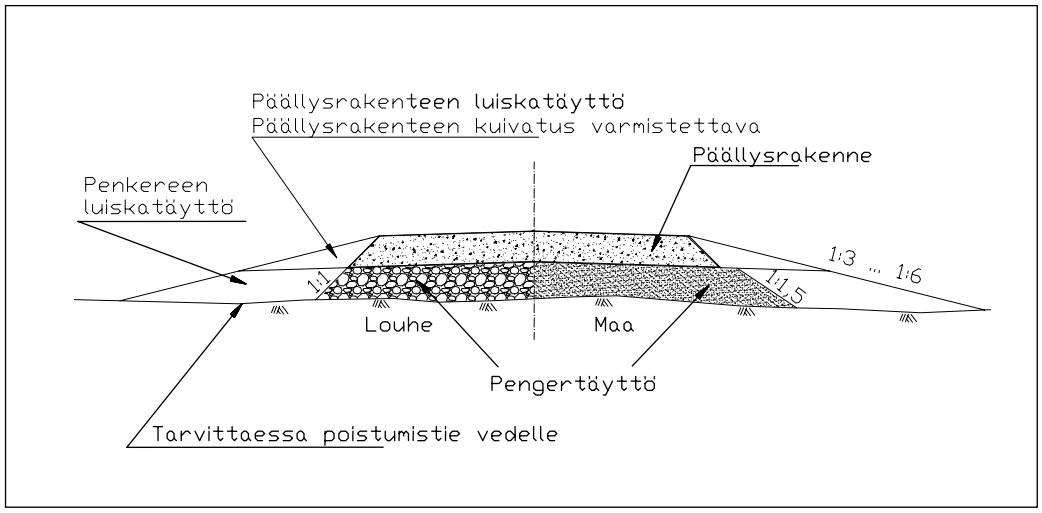
4100 MAAPENKEREET JA PADOT

4110 TIEPENKEREET MAAMASSOISTA

4110.1 Yleistä

4110.1.1.1 Tiepenkereen osat on määritelty kuvassa 4110.1

4110.1.1.2 Luiskatäytöllä tarkoitetaan tierakenne- ja pengerluiskan ulkopuolista täyttöä.



Kuva 4110.1 Tiepenkereen osat.

4110.2 Pengeralustan vahvistus ja pengertäytön alapuolinen suodatin

4110.2.1 Vaatimukset

4110.2.1.1 Jos maapenkereen pengeralusta on alle S + 0,2 m syvyydessä tsv:stä ja jos pengeralusta kuuluu alusrakenneluokkaan uG tai uI, niin penkereen ja pengeralustan sekoittumisen estämiseksi rakennetaan penkereen alle suodatinkerros tai asennetaan suodatinkangas (käyttöluokka taulukon 4450.1 mukaan).

4110.2.2 Työohjeet

4110.2.2.1 Osassa 1500 (TYLT 1500 Rakennusalueella olevat rakenteet, TIEL 2212455-93) on esitetty pintamaan, mullan ja päällysteen poistoa koskevat ohjeet.

4110.2.2.2 Epätasaisten painumien ja tiivistymien välttämiseksi pengeralustat käsitellään ja vahvistetaan suunnitelmien mukaisesti.

4110.2.2.3 Jos pengeralustan kantavuus on esimerkiksi märkyydestä tai häiriintymisestä johtuen niin huono, että sen päälle ei ole mahdollista rakentaa pengertä, pengeralustaa vahvistetaan.

4110.2.2.4 Penkereen alapuoliset suodattimet ja pengeralustan vahvistukset osoitetaan suunnitelmissa. Näiden lisäksi rakennetaan työn aikana tarpeellisiksi havaitut suodattimet ja vahvistukset.

4110.3 Penkereen mitat

4110.3.1 Vaatimukset

4110.3.1.1 Penger rakennetaan suunnitelmien mittojen mukaan noudattaen liitteen 1 taulukon 1 tarkkuusvaatimuksia. Mahdolliset verhoukset otetaan huomioon.

4110.3.1.2 Valmiin penkereen mitat, pinnan tasosijainti ja korkeusasema tarkistetaan maastoon merkintöjen kohdalla 20 m välein.

4110.3.2 Työohjeet

4110.3.2.1 Penkereen jälkitiivistyminen ja alustan painuminen otetaan tarvittaessa huomioon suunnittelijan kanssa työn aikana sovittavalla tavalla (huom. tsv:n muutostarpeet yms.).

4110.3.2.2 Pengerluiskat muotoillaan kuvan 2100.1 ohjeita soveltaen.

4110.4 Pengermateriaalit

4110.4.1 Vaatimukset

4110.4.1.1 Pengertäyttönä käytetään tiivistämiskelpoisia kelpoisuusluokkien S ja H maita (kts. kuva 4110.2). Louhepenkereitä käsitellään kohdassa 4200.

4110.4.1.2 Maapenkereen korkeus, materiaalin laatu ja kosteustila vaikuttavat päällysrakenteen mitoitukseen. Penkereen yläosan materiaalien laadun pitää kaikissa olosuhteissa säilyä vähintään suunnitelman mukaisena.

4110.4.1.3 Pengertäytön yläosan (mitoitusroudansyvyyteen S asti) alusrakenneluokan tulee olla sama tai parempi ($E \geq E_{mit}$ ja $t \leq t_{mit}$) kuin päällysrakenteen mitoituksessa käytetty alusrakenneluokka. Muussa tapauksessa päällysrakenteen mitoitus tarkistetaan vastaamaan pengermateriaalin kelpoisuusluokkaa. Tästä voi aiheutua muutoksia penkereen yläpinnan tasoon.

4110.4.1.4 Kuivakuorisavea saa käyttää pengertäyttönä vain suunnitelmassa osoitetuilla osuuksilla.

4110.4.1.5 Pengertäyttö ei saa sisältää kiviä tai lohkareita, joiden läpimitta on suurempi kuin kaksi kolmasosaa kerralla tiivistettävän maakerroksen paksuudesta.

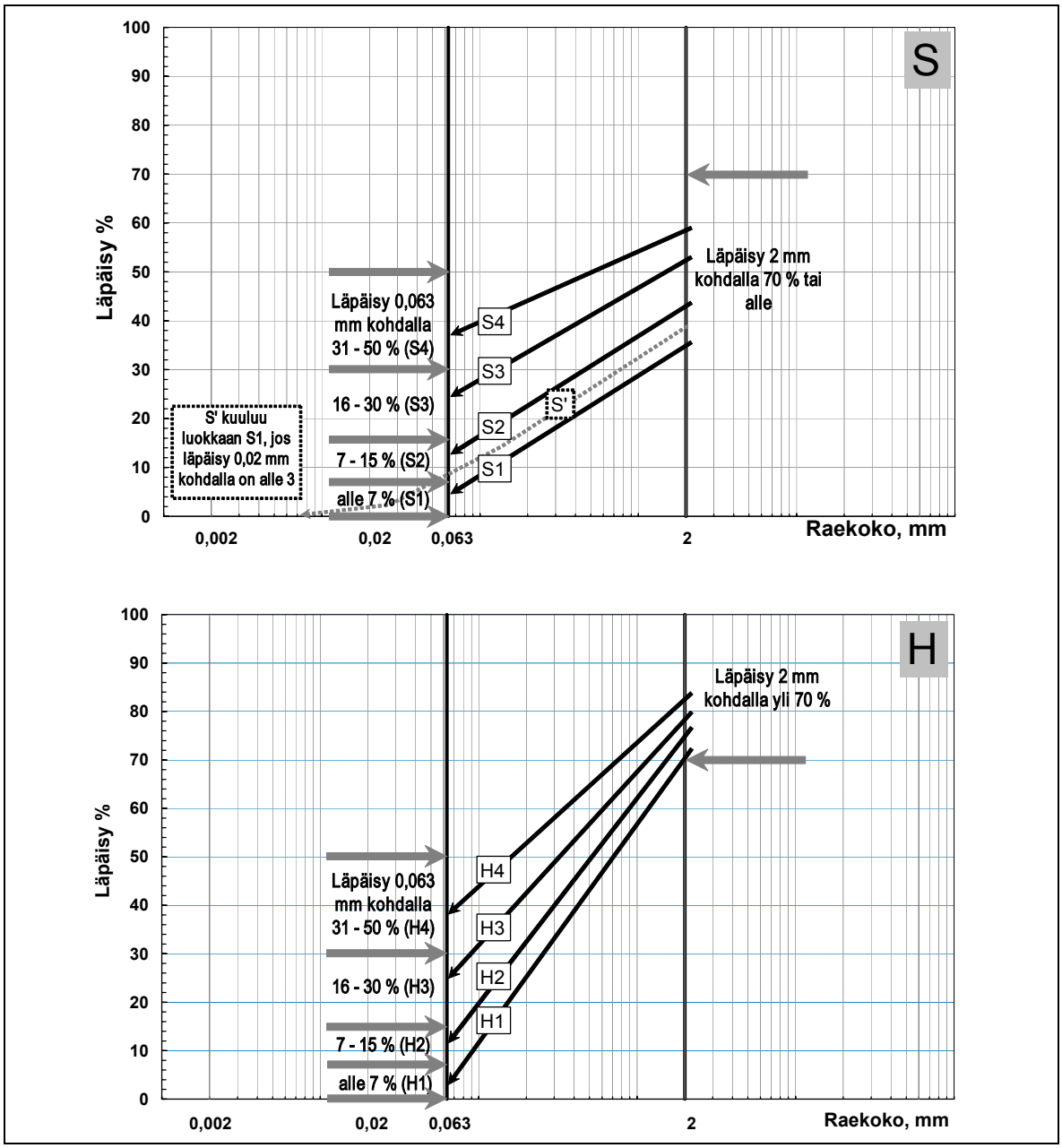
4110.4.1.6 Veteen tai suolle rakennettavien penkereiden vaatimukset esitetään kohdassa 4110.9

4110.4.2 Työohjeet

4110.4.2.1 Tieleikkauksesta otettavien materiaalien kelpoisuus- ja alusrakenneluokkia arvioitaessa käytetään hyväksi leikkaustyön yhteydessä tehdyt kelpoisuusmääritykset.

4110.4.3 Valvontaohjeet

4110.4.3.1 Pengermateriaalin kelpoisuus- ja alusrakenneluokat (rakeisuus ja vesipitoisuus) tarkistetaan ennen käyttöönottoa sekä työn kestäessä keskimäärin noin 9000 tonnin (noin 5000 m^3) välein ja aina kun ottopaikan materiaalin alusrakenneluokan todetaan muuttuvan (kuva 4110.2 ja taulukot 2100.4 ja 2100.5).



S1, H1: Pengerrys- ja tiivistämistyössä ei yleensä esiinny vaikeuksia. Tämän ryhmän maamateriaalit soveltuvat pengermateriaaliksi myös ns. pohjaantäyttöihin sekä vesistö- ja suopenkereisiin. Hienoainespitoisuus (alle 0,063 mm) alle 7 %.

S2, S3, H2 ja H3: Tämä ryhmän maamateriaalien (lievästi routivia tai routivia) tiivistäminen ja käsittely on epäedullisissa olosuhteissa vaikeampaa kuin edellisen ryhmän maiden. Hienoainespitoisuus (alle 0,063 mm) 7…30 %.

S4 ja H4: Vähäinenkin (> 2%-yksikköä) optimivesipitoisuuden ylitys aiheuttaa vaikeuksia tiivistämisessä. Vesipitoisuuden lähestyessä juoksurajaa ei maata voida yleensä käyttää sellaisenaan penkereeseen. Pengerrakenne on yleensä verhottava välittömästi pintaeroosion ja valumisten estämiseksi. Käsiteltävyyttä voidaan parantaa esimerkiksi kalkilla. Hienoainespitoisuus (alle 0,063 mm) 31…50 %.

Si, jäykkä Sa ja SiMr: Maata ei yleensä voida käyttää pengermateriaalina muulloin kuin erityisen suotuisissa ja kuivissa olosuhteissa. Materiaali soveltuu vastapenkereisiin ja ns. voileipärakenteeseen mitoitusroudansyvyyden (S) alapuolella. Pengerrakenne on yleensä verhottava välittömästi pintaeroosion ja valumisten estämiseksi. Käsiteltävyyttä voidaan parantaa esimerkiksi kalkilla.

Kuva 4110.2 Maamateriaalien kelpoisuusluokitus ja materiaalien soveltuvuus eri käyttötarkoituksiin.

4110.5 Penkereiden rakentaminen

4110.5.1 Työohjeet

4110.5.1.1 Pengermateriaalin puhtaus ja ominaisuuksien pysyvyys varmistetaan kohdan 4110.2 mukaan.

4110.5.1.2 Penger rakennetaan tasalaatuisista kerroksista.

4110.5.1.3 Työt ajoitetaan ja järjestetään siten, että leikkauksista saatavaa rakenteisiin kelvollista maata ei sää- tai pohjavesiolosuhteiden takia jouduta tarpeettomasti läjittämään.

4110.5.1.4 Routimattoman ja routivan pengertäytteen rajapinta tehdään siten, että pinnan pituuskaltevuus tien tasausviivan suhteen noudattaa siirtymäkiilasyvyyden yläpuolella taulukon 2100.6 ohjeita. Siirtymäkiilasyvyyttä (S_k) syvemmällä rajapinnan kaltevuus on 1:4 tai loivempi.

4110.5.2 Pengerrystavan valinta

4110.5.2.1 Pengerrystapa valitaan taulukon 4110.1 perusteella.

4110.5.2.2 Tiepenger rakennetaan joko kerrospenkereenä tai päätypenkereenä. Kerrospengerryksen sijasta voidaan käyttää kiilapengerrystä.

Taulukko 4110.1 Pengerrystavan valinta.

Kuormitusluokka	**Kerrospengerrys, kun etäisyys tien pinnasta**	**Päätypengerrys, kun etäisyys tien pinnasta**
0,8 … 25	alle 5 m	yli 5 m (yli 3 m)[1)]
0,1 … 0,4	alle 3 m	yli 3 m
soratiet	alle 1 m	yli 1 m
1) Arvoa (yli 3 m) voidaan käyttää, kun päällysrakenne tai sen päällysrakenteen yläosa kantavasta kerroksesta ylöspäin tehdään aikaisintaan 1 vuoden kuluttua pengertämisestä.		

4110.5.3 Kerrospengerrys

4110.5.3.1 Kerrospengerrystä käytetään kun rakennetaan penkereen yläosaa, joka on alle 1…5 m syvyydellä tien pinnasta (kts. taulukko 4110.1). Penger tehdään likimain tasapaksuin kerroksin noudattaen liitetaulukossa 3 esitettyjä kerrosten enimmäispaksuuksia.

4110.5.3.2 Levitettävän kerroksen paksuus tarkistetaan koejyräyksellä niin, että kerros voidaan tiivistää käytettävissä olevalla tiivistyskalustolla.

4110.5.3.3 Jos penger rakennetaan pohjamaalle, joka ei (häiriintymättä tai murtumatta) kestä ohuen kerroksen tiivistämistä, voidaan penkereen alin kerros tiivistää paksumpana. Alinta kerrosta ei tiivistetä, jos havaitaan, että pohjamaa ei kestä tiivistystä. Lisääntynyt jälkitiivistyminen otetaan huomioon järjestämällä riittävän pitkä rakentamisaikataulu ylemmille kerroksille ja varautumalla penkereen pinnan tasaus- ja tiivistystöihin ennen päällysrakenteen tekoa.

4110.5.3.4 Jos pengertäytteenä käytetään märkää silttiä, penkereeseen tehdään vähintään 0,30 m paksu, suodatinehdot täyttävä kuivatuskerros (tai teollinen kuivatusrakenne) jokaista 0,70...1,40 m paksuista silttikerrosta kohti (voileipärakenne). Huonoissa olosuhteissa rakennetaan enintään 0,70 m paksu silttikerros kuivatuskerrosten väliin.

4110.5.3.5 Voileipärakenteessa ja routivilla penkereillä kunkin kerroksen yläpinta tasoitetaan ja muotoillaan sivukaltevaksi lammikoitumisen ja vettymisen estämiseksi.

4110.5.4 Kiilapengerrys

4110.5.4.1 Kerrospengerryksen sijasta voidaan käyttää kiilapengerrystä. Tällöin penkereen pää rakennetaan tien pituussuuntaan nähden 1:4 tai loivempina kerroksina.

4110.5.4.2 Kiilapengerryksen kerrospaksuuksina ja tiiviysvaatimuksina noudatetaan kerrospengerryksen vaatimuksia. Kiilapengerrys on suositeltava penkereen rakentamistapa talvella.

4110.5.4.3 Kiilapengerrys tehdään mieluiten yhdistelmäkoneella (levittävä ja tiivistävä).

4110.5.5 Päätypengerrys

4110.5.5.1 Päätypengerryksessä kuormat tyhjennetään penkereen päälle, mistä ne työnnetään alas puskutraktorilla tai vastaavalla koneella.

4110.5.5.2 Taulukon 4110.1 mukaisesti penkereen yläosa tehdään kerros- tai kiilapengerryksenä.

4110.5.5.3 Penkereen jälkitiivistymisen vuoksi varaudutaan penkereen pinnan tasaus- ja tiivistystöihin ennen päällysrakenteen tekoa.

4110.5.5.4 Erityisesti jälkitiivistyminen on otettava huomioon, jos pengerrys esimerkiksi massanvaihtoon liittyvän siirtyvän ylipenkereen takia joudutaan tekemään koko paksuudeltaan päätypengerryksenä.

4110.5.5.5 Päätypengerrystä ei saa käyttää sivukaltevassa maastossa, jos penkereestä tulee näin rakentaen laadultaan poikkisuunnassa vaihteleva.

4110.6 Pengertäytön tiivistys ja tiivistystavan valinta

4110.6.1 Vaatimukset

4110.6.1.1 Penger rakennetaan ja tiivistetään siten, että penkereen pintakantavuus on vähintään taulukon 2100.5 vastaavan alusrakenneluokan materiaalimoduulin suuruinen. Muussa tapauksessa päällysrakenteen mitoitus tarkistetaan vastaamaan saavutettua alusrakenteen kantavuutta.

4110.6.1.2 Penger on tiivistettävä, penkereen alaosat mukaan lukien siten, että sallittua suurempia jälkipainumia ja kaltevuuden muutoksia ei synny.

4110.6.1.3 Vaadittava penkereen tiiviysaste riippuu sallitusta painumasta (esim. takuuajan painumasta), pengerkorkeudesta ja siitä tiiviydestä, johon pengermateriaali tulee kyseisissä olosuhteissa "luonnostaan" tiivistymään.

4110.6.1.4 Tarvittava maapenkereen tiiviys voidaan yleensä saavuttaa käyttämällä liitteen 1 taulukon 3 mukaisia ylityskertamääriä.

4110.6.2 Työohjeet

4110.6.2.1 Kuljetuskaluston reitit jaetaan pengerrettävällä alueella koko penkereen leveydelle hyvän esitiivistyksen saavuttamiseksi.

4110.6.2.2 Kuljetus- ja levityskaluston lisäksi käytetään tiivistyskalustoa, kuten täry-, kumipyörä- ja valssijyriä ym. soveltuvia tiivistyskoneita.

4110.6.2.3 Pelkkä kuljetuskaluston aiheuttama tiivistys on usein riittävä, jos päällysrakenteen yläosa tehdään aikaisintaan 1 vuoden kuluttua penkereen valmistumisesta.

4110.6.2.4 Jokainen kerros tiivistetään käyttäen soveltuvaa tiivistyskalustoa, kts. liite 1 taulukko 3.

4110.6.2.5 Liikajyräystä väitetään, koska siitä on usein seurauksena kerrosten löyhtyminen.

4110.6.2.6 Maalajin optimivesipitoisuus ja maksimitiheys määritetään tai arvioidaan kokemusperäisesti. Karkeina ohjearvoina voidaan käyttää eri maalajeilla oheisessa liitteen 1 taulukossa 2 esitettyjä arvoja.

4110.6.2.7 Tarvittaessa kerrokseen lisätään vettä optimikosteuden saavuttamiseksi. Vesi lisätään niin, että se jakautuu tasaisesti tiivistettävälle alueelle.

4110.6.2.8 Jos tiivistettävä kerros tai sen pinta on liian märkä, voidaan kerrokseen lisätä kuivaa, karkeaa pengermaata tai kalkkia. Veden pois virtaamista ja haihtumista voidaan nopeuttaa esimerkiksi karhitsemalla ja muotoilemalla pinta viettäväksi.

4110.6.2.9 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.

4110.6.2.10 Maapenkereen pinta tasataan penkereen yläosaan käytetyllä materiaalilla ja muotoillaan suunnitelmien mukaiseksi.

4110.6.3 Valvontaohjeet

4110.6.3.1 Kerralla tiivistettävien kerrosten tiivistystyön laatu varmistetaan noudattamalla liitteen 1 taulukon 3 jyräysohjeita.

4110.6.3.2 Penkereen tiivistämisen lopputulosta valvotaan mittaamalla penkereen pinnaan kantavuutta ja tiiviyssuhdetta (E_2/E_1) sekä valmiin tierakenteen painumista (penkereen tiivistymistä ja pohjamaan kokoonpuristumista).

4110.6.3.3 Mitattujen pintakantavuuksien (E_2) minimiarvon pitää olla vähintään päällysrakenteen mitoituksessa käytetyn pengermateriaalin moduulia vastaava (kts. taulukko 2100.5). Kantavuuden minimiarvo on keskiarvo - keskihajonta.

4110.7 Luiskatäytöt ja veden poistumisaukot luiskatäytössä

4110.7.1 Materiaalivaatimukset

4110.7.1.1 Luiskatäyttöön voidaan käyttää kelpoisuusluokkien S ja H materiaaleja~~,~~ jotka voivat sisältää vähäisen määrän kasvijätteitä ja turvetta enintään 20 %, sekä sellaisia savia, silttejä ja silttimoreeneja, jotka pysyvät luiskan kaltevuudessa.

4110.7.2 Työohjeet

4110.7.2.1 Suuria kiviä ja lohkareita ei saa sijoittaa 0,2 m lähemmäksi luiskapintaa.

4110.7.2.2 Jos päällysrakenteen luiskatäyttönä käytetään vesitiivistä, yli 30 % hienoainesta (alle 0,063 mm) sisältävää materiaalia, on luiskatäyttö katkaistava järjestämällä vedelle poistumisaukkoja luiskatäytön läpi ojaan. Luiskatäyttö korvataan 2 m matkalla soralla tai sepelillä. Hiekka-, sora ja louhepenkereiden kohdalla aukko ulotetaan penkereen alapintaan asti. Luiskan aukkojen välimatka on notkokohdissa ja pohjavettä tihkuvissa pituuskaltevissa leikkauksissa 0…20 m, vedenjakajakohdissa ja korkeilla penkereillä 0…100 m ja muualla 20…50 m.

4110.7.2.3 Veden poistumisaukkoja ei tarvita ulkokaarteen puolella, jos alusrakenne on kallistettu sisäkaarteeseen päin, eikä salaojin kuivatetussa rakenteessa. Vaihtoehtoisesti rakenne kuivatetaan salaojilla, josta on purkuaukkoja riittävän tiheästi. Salaoja on ainoa vaihtoehto, kun rakennekerrokset ulottuvat avo-ojan pohjan alapuolelle.

4110.7.2.4 Vesitiiviiksi luiskatäytöksi katsotaan kelpoisuusluokkien H4 ja S4 maat sekä savi, siltti ja silttimoreeni, jolloin em. poistumistie vedelle rakennetaan.

4110.8 Penkereiden (ja kerrosten) rakentaminen talvella

4110.8.1 Työohjeet

4110.8.1.1 Lumi ja jää poistetaan penkereen alta ja rakennettavien kerrosten välistä. Pengertäyte ei saa sisältää lunta, jäätä eikä jäätyneitä maakokkareita.

4110.8.1.2 Jäätynyttä maata voidaan sijoittaa sulamaan penkereen luiskatäytteisiin.

4110.8.1.3 Vesistöpenkereissä voidaan "kameja" sijoittaa penkereen vedenalaisiin reunaosiin.

4110.8.1.4 Jos penger on rakennettu siten, että se ei ole päässyt pengerrettäessä jäätymään, voidaan sen päälle jo talvella rakentaa osia sitomattomista kerroksista lukuun ottamatta kantava kerrosta.

4110.8.1.5 Päätypengerryksen voi yleensä tehdä talvityönä.

4110.8.1.6 Jos penger tehdään kiilapenkereenä, voidaan penkereen jäätyminen yleensä välttää ja penger rakentaa talvityönä kerralla täyteen korkeuteen. Kerrokset levitetään ja tiivistetään samanaikaisesti.

4110.8.1.7 Kun pengerrys keskeytetään niin, että etuluiska jäätyy, penkereen pää tiivistetään ja jätetään 1:4 luiskaan myös päätypengerryksessä.

4110.8.1.8 Jos talvella tehdyn penkereen päälle rakennetaan samana talvikautena päällysrakennekerroksia, penkereen pinta muotoillaan oikeaan kaltevuuteen ja korkeuteen. Arvioitu, suunnittelijan hyväksymä, penkereen painumisvara (sulamispainuma) otetaan huomioon.

4110.8.2 Talvella tiivistäminen

4110.8.2.1 Jyrät valitaan niin, että niillä ehditään tiivistää maa ennen sen jäätymistä.

4110.8.2.2 Tiivistys aloitetaan heti levityksen jälkeen, koska luonnonkosteat maalajit ovat tällöin yleensä tiivistämisen kannalta sopivan kosteita. Maan jäädyttyä pengertä ei voi tiivistää.

4110.8.2.3 Pengerrettävän maan vesipitoisuuden tulee olla riittävän alhainen, lämpötilasta riippuen 5...15 %.

4110.8.3 Talvella päällystäminen

4110.8.3.1 Kantava kerros ja päällyste rakennetaan pääsääntöisesti vasta roudan sulamisen jälkeen kesällä. Tällöinkin varaudutaan tasaustyöhön ja tehokkaaseen jälkitiivistykseen.

4110.8.3.2 Yleisen liikenteen järjestämisen vuoksi, koko päällysrakenne voidaan ylintä päällystekerrosta lukuun ottamatta rakentaa talvella suunnitelmissa tai työn aikana osoitetuilla tieosuuksilla.

4110.8.3.3 Rakenteen sulamisesta aiheutuvasta ylimääräisestä deformoitumisesta (urautumisesta) päällysteille aiheutuvat rasitukset otetaan huomioon vahventamalla tarvittaessa päällysteitä suunnitelmallisesti ja käyttämällä rakenteen mitoituksessa sulavan tilan materiaaliominaisuuksia.

4110.9 Veteen ja soille pengerrys

4110.9.1 Materiaalit

4110.9.1.1 Täyttöön käytetään mahdollisimman karkeaa maata. Hiekkamoreeni (kelpoisuusluokka H3) on hienoin ja vain poikkeuksellisesti kyseeseen tuleva maa.

4110.9.1.2 Vedenpintaan nähden matalissa (korkeus alle 1,5 m HW:stä) vesistöpenkereissä saa keskivedenpinnan (MW) yläpuolisiin penkereen osiin käyttää vain routimattomia kelpoisuusluokkien S1, S2, H1 ja H2 materiaaleja. Näissä hienoainespitoisuus on enintään 15 %.

4110.9.1.3 Soilla mataliin, alle 1,5 m penkereisiin saa käyttää vain routimattomia kelpoisuusluokkien S1, S2, H1 ja H2 materiaaleja. Näissä hienoainespitoisuus on enintään 15 %.

4110.9.2 Työohjeet

4110.9.2.1 Jos pengertäyttöön käytetään karkeudeltaan erilaisia materiaaleja, sijoitetaan karkein aines vedenpinnan alapuolella reunaosille ja hienoin keskelle.

4110.9.2.2 Vesistöpengertä rakennettaessa aloitetaan kerrospengerrys silloin, kun penkereen korkeus ylittää veden pinnan niin paljon, että penger kantaa työkoneiden painon.

4110.9.2.3 Kun routivia kiviaineksia (kelpoisuusluokat S3, S4, H3, H4), 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.

4110.9.2.4 Suodatinhiekan sijasta voidaan routarajan alapuolella (siirtymäkiilasyvyys + 0,5 m) kapillaarinen nousu katkaista vesieristeellä (esimerkiksi vesitiivis muovikalvo), joka asennetaan riittävään poikkikaltevuuteen (noin 1:20).

4110.9.2.5 Jos aallokko haittaa pengerrystä, voidaan penger rakentaa jääpeitteen aikana.

4110.9.2.6 Pengerrystä haittaava jää rikotaan vähintään penkereen leveydeltä.

4110.9.2.7 Vesistöpenkereen verhoilu osoitetaan suunnitelmissa.

4110.9.2.8 Jos maalaji on hienorakeista, heikosti kantavaa ja kuljetukset pehmentävät pinnan, pinta lujitetaan kuitukankaalla ja/tai olosuhteisiin sopivalla kerroksella. Tarvittaessa rakennetaan työnaikainen kuljetustie.

4110.10 Siltatöiden täytöt (myös louhepenger)

4110.10.1 Siltatöiden yhteydessä maamateriaaleilla tehtäviä täyttöjä ovat perustusten ja telineiden alle tehtävät täytöt sekä peruskuopan ja taustan täytöt.

4110.10.2 Kaivantojen ja täyttöjen laajuus siirtymäkiiloineen on esitetty kuvassa 2100.9.

4110.10.3 Täyttöjen yleiset laatuvaatimukset on esitetty SYL-2 kohdassa 2.4.

4120 MASSANVAIHTOON LIITTYVÄT TÄYTÖT JA PENKEREET (MYÖS LOUHEESTA)

4120.1 Massanvaihto kaivamalla, täyttö

4120.1.1 Täyttömateriaali

4120.1.1.1 Täyttönä käytetään ensisijaisesti louhetta tai kelpoisuusluokan S1, S2, S3, H1 tai H2 materiaalia ja toissijaisesti S3, H3 tai H4 materiaalia.

4120.1.1.2 Jos täyttö rakennetaan olosuhteissa, joissa tasausviiva on lähellä luonnollista maanpintaa tai sen alapuolella, käytetään kelpoisuusluokan S1, S2,H1 tai H2 materiaalia tai louhetta. Kun täyttö on näissä olosuhteissa louhetta, käytetään pienilohkareista, kohdan 4270 mukaista louhetta ja täytön edessä kaivantoon ylösnouseva maa poistetaan tehokkaasti.

4120.1.1.3 Jos kantava pohja on pinnaltaan sivukalteva, erityisesti savikerroksen peittämä kallio, käytetään penkereen pohjalla täyttöön kivistä maata tai louhetta.

4120.1.1.4 Jos täytön läpi lyödään paaluja, käytetään täyttöön kivetöntä materiaalia (maksimiraekoko < 0,1 m).

4120.1.1.5 Jos täytön alle jätetään pehmeitä maakerrostumia, täyttöön käytetään maata tai hienoa louhetta kohdan 4270 mukaan.

4120.1.1.6 Täyttöön ei saa käyttää sekaisin maata ja louhetta muuta kuin suunnitellusti kerroksittain rakennettuna.

4120.1.1.7 Jos käytetään olosuhdeherkkää (S4, H3, H4) täyttömateriaalia, joka saattaa työn aikana muuttua juoksevaksi, tarkistetaan materiaalin soveltuvuus ko. kohteeseen ja tarvittaessa se vaihdetaan.

4120.1.1.8 Jos kuitenkin katsotaan, että em. olosuhdeherkkä materiaali soveltuu työkohteeseen, siirretään täyttötyötä parempiin sääolosuhteisiin ja/tai täytölle varataan riittävästi tiivistymisaikaa.

4120.1.2 Täyttömateriaalin laadun toteaminen

4120.1.2.1 Täyttömateriaalin laatu tarkistetaan silmämääräisesti sekä tarvittaessa määrittelemällä maanäytteistä rakeisuus sekä vesipitoisuus ennen penkereeseen ajoa. Työn aikana täyttömassojen laatua seurataan jatkuvasti silmävaraisesti sekä näytteillä, joita otetaan jokaista alkavaa 5000 m^3 massaerää kohti ja aina kun materiaalin kelpoisuusluokka näyttää muuttuvan. Näytteistä tutkitaan rakeisuus ja vesipitoisuus laboratoriossa. Lisäksi täyttöma-

teriaalin laatu tarkistetaan laboratoriossa aina, kun materiaalin todetaan muuttuvan tai sen kelpoisuutta epäillään.

4120.1.3 Täytön rakentamisen laatuvaatimukset

4120.1.3.1 Ennen massanvaihdon täyttötyön aloittamista tehdään työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma, jonka tulee sisältää:
- työjärjestys
- työtä estävät ja rajoittavat rakenteet, niiden suojaaminen ja/tai tarkkailu
- laaduntarkkailu; täyttömateriaalin ja tiivistystyön mittaukset
- kaivu- ja täyttötapa
- ympäristöntarkkailu
- työturvallisuusasiat.

4120.1.3.2 Täytön teoreettinen syvyys ja muoto osoitetaan suunnitelmissa.

4120.1.3.3 Täyttö rakennetaan maanpinnan tasoon - vesialueilla vähintään yksi metri vedenpinnan tason yläpuolelle.

4120.1.3.4 Täyttö rakennetaan välittömästi kaivun jälkeen kaivannon reunojen sortumisen estämiseksi.

4120.1.3.5 Louhetäyttö kiilataan yläpinnaltaan pienirakeisella louheella, jos sen päälle pengerretään louhetta hienorakeisempaa kiviainetta.

4120.1.4 Työohjeet

4120.1.4.1 Jos täytön alapuolinen maa on pehmeää, rakennetaan täyttö portaittain siten, että kerrokset toimivat vastapenkereinä seuraaville kerroksille estäen alle jäävän maan kohoamisen ylös penkereen edestä.

4120.1.5 Valvontaohjeet

4120.1.5.1 Massamenekkiä seurataan 20 m välein. Todelliset ja teoreettiset massamenekit piirretään summakäyriksi, joita verrataan toisiinsa.

4120.2 Massanvaihto pengertämällä, penger ja siirtyvä murtoylipenger

4120.2.1 Pengermateriaali

4120.2.1.1 Penkereessä käytetään louhetta tai mahdollisimman karkeaa, kelpoisuusluokan S1, S2 tai H1 mukaista maata.

4120.2.2 Pengermateriaalin laadun toteaminen

4120.2.2.1 Ks. kohta 4120.1.2.1.

4120.2.3 Pengerrystyön laatuvaatimukset

4120.2.3.1 Pengerrystyöstä laaditaan työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma. Suunnitelmassa esitetään ainakin seuraavat asiat:
- työjärjestys
- vaurioitumiselle alttiiden rakenteiden suojaustavat (voimajohtopylväiden, kulkuväylien, maanalaisten kaapeleiden, putkien jne.)
- kaivu- ja täyttömenetelmät ja -vaiheet
- laaduntarkkailu
- ympäristön tarkkailu, mahdolliset tarkkailumittaukset
- ylösnousseiden massojen poistotapa
- mahdollinen räjäytyssuunnitelma
- työturvallisuusasiat.

4120.2.3.2 Penger upotetaan ja rakennetaan kuvissa 2200.1 (TYLT Leikkaukset, kaivannot ja avo-ojat) ja 4120.1 osoitettuun muotoon maanpinnan alapuolella ja yläpuolella.

4120.2.3.3 Murtoylipenkereen taso osoitetaan suunnitelmissa tasausviivasta mitattuna.

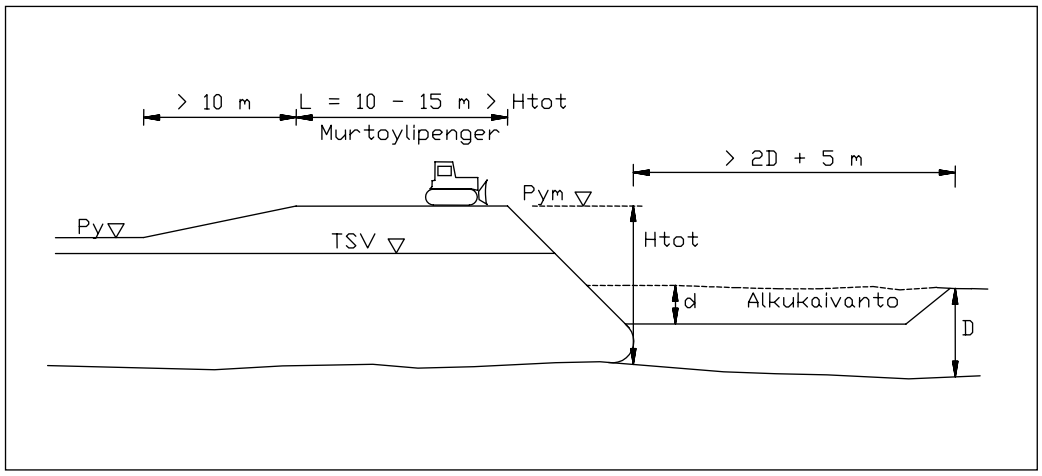
4120.2.3.4 Alkukaivannon pohjan taso, muoto ja pituus osoitetaan suunnitelmissa ja tarvittaessa kuvia 4120.1 ja 2200.1 (TYLT 2000 Leikkaukset, kaivannot ja avo-ojat) apuna käyttäen.

4120.2.3.5 Penger pyritään rakentamaan yhdeltä suunnalta pengertäen.

4120.2.3.6 Jos penger rakennetaan kahdelta suunnalta, liitosta ei saa tehdä pehmeikön syvimmällä kohdalla. Liitoskohdassa pehmeikön pintakerros poistetaan alkukaivantoa syvemmältä.

4120.2.3.7 Pengertä ylikuormitetaan suunnitelmissa osoitettu aika.

4120.2.3.8 Pengerrys ei saa aiheuttaa haitallista maanpinnan nousua tai liikettä penkereen ympäristössä.



Kuva 4120.1: Massanvaihto käyttäen siirtyvää ylipengertä.

4120.2.4 Työohjeet

4120.2.4.1 Penkereen pää rakennetaan pohjamaata sivuille auraavan kiilan muotoiseksi.

4120.2.4.2 Jos pohjamaa on sivukalteva, tehdään penkereen pää siten, että se auraa pohjamaata penkereen matalammalta reunalta syvemmälle reunalle.

4120.2.4.3 Ympäristöhaittojen vähentämiseksi voidaan, jos suunnitelma sen sallii, edetä myös suoralla kärjellä. Tällöin edellytetään tehokasta kaivua penkereen edessä.

4120.2.4.4 Pohjamaan liikettä sivuilla voidaan vähentää poistamalla ylösnousevat massat tehokkaasti ja välittömästi täytön edistyessä.

4120.2.4.5 Penkereen sivuilla oleva jäätynyt maa ja paksu lumikerros toimivat vastapenkereen tavoin ja estävät täytteen painumista. Vaikutusta voidaan vähentää joko alkukaivantoa leventämällä tai sivuräjäytysten avulla.

4120.2.4.6 Pengertämällä tehtävässä massanvaihdossa on kiinnitettävä erityisesti huomiota työturvallisuuteen. Penkereen liukusortumaan on erityisesti varauduttava:
- jos kiinteä pohja penkereen alla on sivukalteva tai
- jos kiinteä pohja viettää jyrkästi tielinjan pituussuunnassa.

4120.2.4.7 Sortumariskiä voidaan pienentää työjärjestelyjen avulla esimerkiksi aloittamalla työ toisesta suunnasta.

4120.2.4.8 Jos työn aikana osoittautuu, että täytön pohjaan painumisen varmistamiseksi tarvitaan räjäytyksiä penkereen edessä tai sivuilla, otetaan yhteys suunnittelijaan.

4120.2.5 Valvontaohje

4120.2.5.1 Tarkkaillaan silmämääräisesti sekä tarvittaessa mittaamalla pengerrystasoa, josta ei saa poiketa ilman suunnitelman muutosta.

4120.2.5.2 Seurataan silmämääräisesti ylösnousseiden massojen kertymistä pengerryksen edessä ja sivuilla sekä täyttömassojen tunkeutumista.

4120.2.5.3 Täyttömassojen menekkiä seurataan kuvan 4120.2 mukaisen massamenekkipiirroksen avulla. Pohjatutkimusten ja suunnitelman perusteella lasketaan suunniteltu massamenekin summakäyrä. Toteutunut massamenekki mitataan yleensä laskemalla ajoneuvokuormat ja muuttamalla ne irtokuutiometreiksi (m3itd). Jos käytetään muuta täyttömateriaalia kuin louhetta, on irtokuutiometrit muutettava vielä rakenneteoreettisiksi kuutiometreiksi. Näiden mukaan piirretään vertaileva toteutuneen massamenekin summakäyrä.

4120.2.5.4 Täyttövaiheessa maamassat liikkuvat penkereestä poispäin. Massojen liiallinen liike voi johtua mm. tehottomasta ylösnousseiden massojen poistamisesta. Maan painuminen ympäristössä ja liike penkereeseen päin voi johtua liian suuresta alkukaivannosta. Liiallinen kaivu lisää täyttömassan tarvetta.

4120.2.5.5 Täyttövaiheessa tulee tarkkailla maanpinnan nousemista ja maamassojen liikkumista penkereen ympäristössä. Mikäli lähistöllä on vaurioitumiselle alttiita rakenteita, on pengerryksen ja rakenteiden väliin syytä tehdä mittalinja tai rakentaa muu kiintopiste, jonka liikkumista työn aikana seurataan.

4120.2.5.6 Suunnitellusta merkittävästi suurempi toteutunut massamenekki voi johtua mm. seuraavista syistä:
- massat painuvat suunniteltua syvemmälle
- kairaukset eivät kuvaa oikein kovan pohjan syvyyttä, kairausten välissä on painanteita
- pehmeikön pohjan ollessa sivukalteva massoja liukuu sivulle
- maanalaiset luiskat muodostuvat suunniteltua loivemmiksi, koska pohjamaa ei tue luiskaa siten kuin suunnitelmassa on oletettu.

4120.2.5.7 Suunniteltua merkittävästi pienempi toteutunut massamenekki voi johtua mm. seuraavista syistä:
- massat eivät painu suunniteltuun syvyyteen
- kairaukset eivät kuvaa oikein kovan pohjan syvyyttä, kairausten välissä on kohoumia
- maanalaiset luiskat jäävät liian jyrkiksi.

4120.2.5.8 Mikäli pengerrys painuu syvemmälle kuin suunnitelmissa on esitetty tai liukuu, otetaan yhteyttä suunnittelijaan. Mikäli maamassat liikkuvat suunnittelualueen ulkopuolella, on työt keskeytettävä ja otettava yhteys suunnittelijaan.

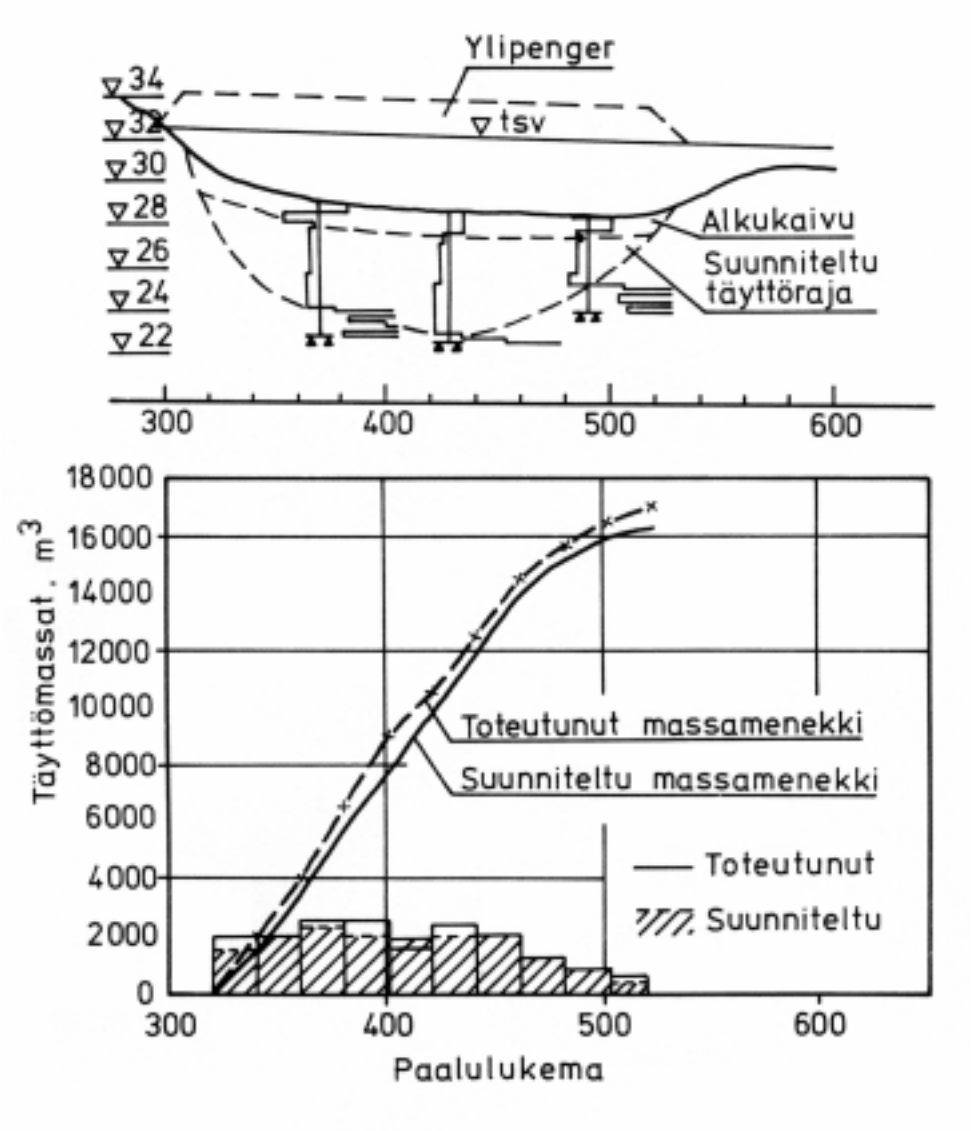
4120.2.6 Pengerrystyön kelpoisuuden toteaminen

4120.2.6.1 Penkereen tunkeutuminen tavoitetasoon ja sen muoto varmistetaan tarkkailemalla pengerrysaikana pengermateriaalin menekkiä, penkereen painumia sekä työn jälkeen tehtävillä tunnistelukairauksilla, joiden määrä sovitaan erikseen. Tunnistelukairauksia tehdään kuvan 4120.3 osoittamalla tavalla vähintään:
- yhdessä poikkileikkauksessa 100 metriä kohti, kuitenkin vähintään yhdessä poikkileikkauksessa
- eri pengerryssuuntien liitoskohdissa

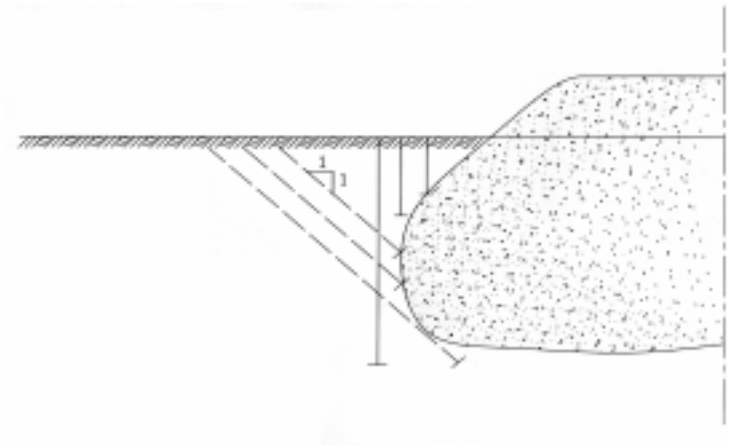
4120.2.6.2 Murtoylipenkereen yläpinnan taso ja penkereen maanpäällisen osan mitat tarkastetaan 40 m välein maastomerkintöjen kohdalla.

4120.2.6.3 Massamenekki penkereessä mitataan 20 metrin välein täyskorkean penkereen etureunan tullessa mittauspaalulle.

4120.2.6.4 Penkereen sivulta tehdään noin 20 m:n välein tunnistelukairauksia heti täyttötyön jälkeen. Täytön leveyden tarkkuusvaatimus on ± 150 mm ja täytön yläpinta saa alittua enintään 100 mm. Täytön yläpinnan ylitystä ei sallita. Pystysuorilla ja kaltevilla kairauksilla määritetään ääni- ja tuntohavaintojen perusteella täytemateriaalin ja pehmeän maan rajapinta. Käytettäessä louhetäytettä tehdään penkereen läpi porakonekairauksia.



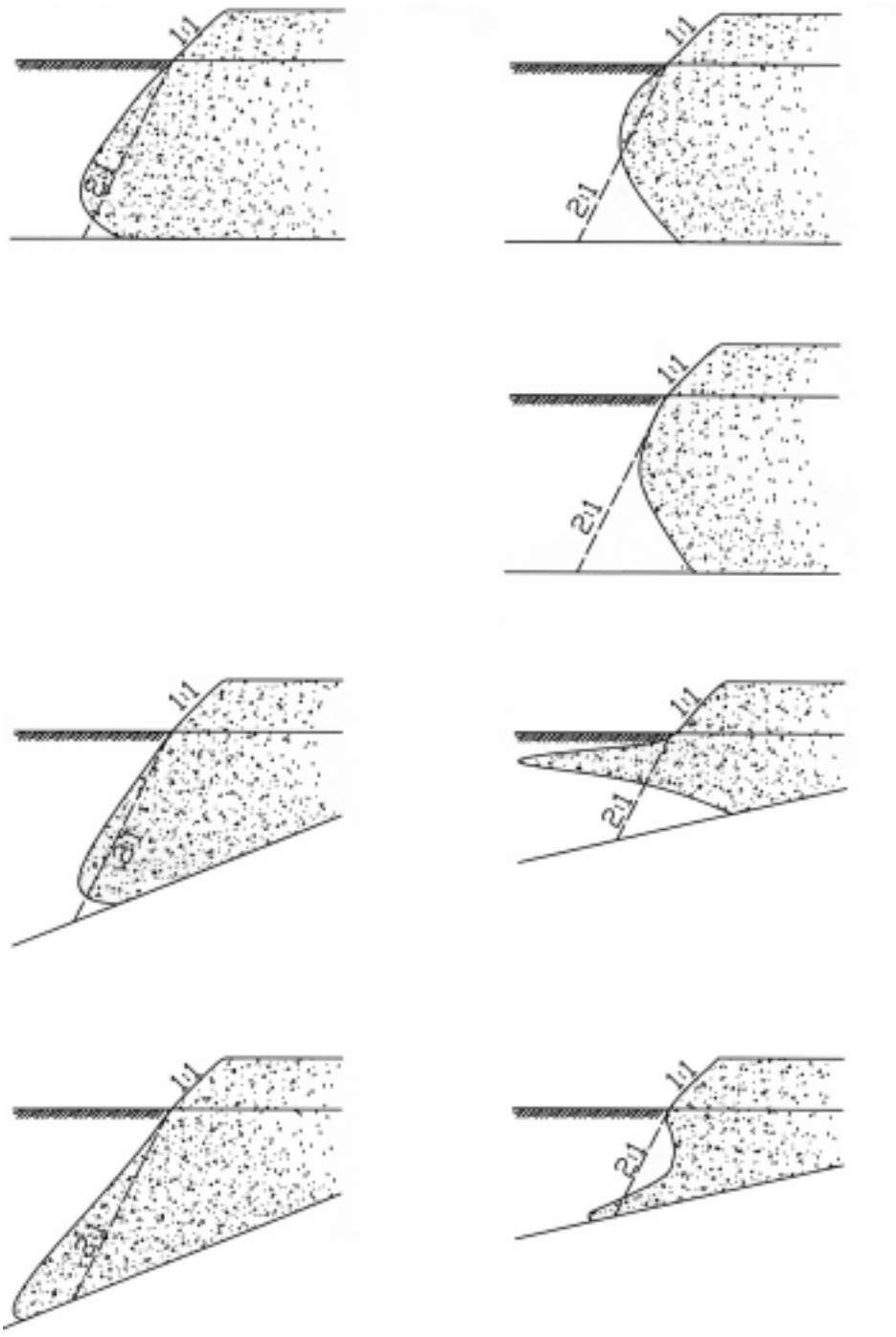
Kuva 4120.2: Massamenekkitarkastelu.



Kuva 4120.3: Massanvaihdon muodon selvittäminen tunnustelukairauksilla.

4120.2.6.5 Kairaustulosten perusteella arvioidaan täyttöpenkereiden sivustojen poikkileikkausmuoto ja mahdollisten sivuräjäytysten tarve (kuva 4120.4). Räjäytysten jälkeen tehdään uudet tunnustelukairaukset. Työselityksessä määrätyn painuma-ajan lasketaan alkavan vasta, kun täyttöpenger on oikean muotoinen ja ylipenger on täyskorkea.

4120.2.6.6 Painuma- ja siirtymämittaukset tehdään työselityksen määräämissä kohdissa. Painuma- ja siirtymämittaukset tehdään kohdassa 4000.4 esitetyllä tavalla. Painumamittausten tulkinta ja ylipenkereen poistoajankohdan määrittäminen on esitetty kohdassa 4140.



Kuva 4120.4: Tavallisia täyttöpenkereen muotoja. Kuvan vasen puoli: kelvollinen muoto, kuvan oikea puoli: muoto on korjattava sivuräjäytyksillä.

4130 VASTAPENKEREET

4130.1 Materiaalit

4130.1.1 Suunnitelmissa vastapenkereen märkätilavuuspainoksi otaksutaan yleensä 18 kN/m^3 *(± 5 % eli 17,1 – 18,9 kN/m^3).* Jos tilavuuspaino poikkeaa suunnitelmissa osoitetusta tai em. otaksutusta arvosta, suunnittelija tarkistaa vastapenkereen korkeuden.

4130.1.2 Materiaali valitaan muutenkin siten, että luiskat pysyvät suunnitellussa asemassa ja kestävät eroosiota. Tältä kannalta Si, SiMr, Sa Lj, S4, H4 ja H3 voivat olla ongelmallisia.

4130.2 Vastapenkereen laatuvaatimukset

4130.2.1 Ennen vastapenkereen rakentamista tehdään työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma. Suunnitelmassa tulee estää ainakin seuraavat asiat:
- työjärjestys
- työtä estävät ja rajoittavat rakenteet; sekä niiden suojaaminen
- vastapenkereen ja siihen liittyvän tiepenkereen pengertämisjärjestys
- laaduntarkkailu
- ympäristöntarkkailu
- työturvallisuusasiat.

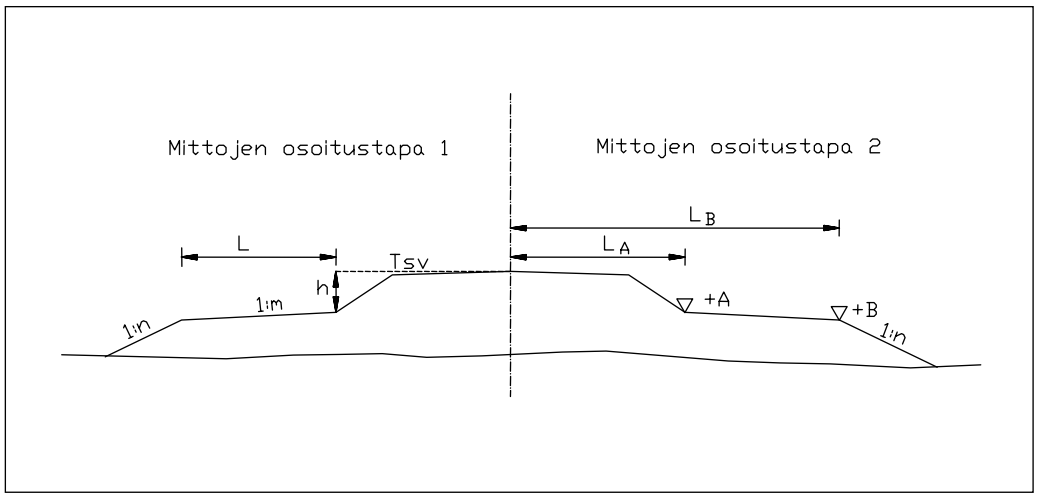
4130.2.2 Vastapenkereet tehdään suunnitelmissa tai työn aikana osoitettujen mittojen mukaisesti (kuva 4130.1).

4130.2.3 Vastapenkereen mittojen (korkeus, leveys) muutokset suunnitelman mukaisesta vaativat aina suunnittelijan hyväksymisen.

4130.2.4 Luiskien taitteet pyöristetään kuvan 2100.1 mukaisesti (TYLT Leikkaukset, kaivannot ja avo-ojarakenteet).

4130.2.5 Verhoilu tehdään samalla tavalla kuin pengerluiskissa.

4130.2.6 Vastapenkereet on rakennettava täyslevyisinä ja samanaikaisesti pääpenkereen kanssa siten, ettei pääpenkereen ja maanpinnan tai pääpenkereen ja vastapenkereen korkeusero missään työvaiheessa ylitä suunnitelmassa esitettyä korkeuseroa.



Kuva 4130.1: Vastapenkereen poikkileikkaus.

4130.3 Työohjeet

4130.3.1 Suositeltavin rakennusjärjestys on kaikkien pengerrakenteiden rakentaminen vastapenkereen yläpinnan tasoon, jonka jälkeen rakennetaan pääpenger.

4130.3.2 Pääpenkereen etuluiska pidetään loivana (esim. kiilapengerrys) tai vastapenkereen mittojen mukaisesti porrastettuna. Tällä menettelyllä estetään työnaikaiset sortumat eteenpäin.

4130.3.3 Vastapenkereen pinta tasataan niin, että vesi ei lammikoidu penkereen pinnalle.

4130.4 Vastapenkereen kelpoisuuden toteaminen

4130.4.1 Vastapenkereen ja sen läheisyydessä olevien ojien mitat ja sijainnit tarkistetaan maastomerkintöjen kohdalla 20 m välein.

4130.4.2 Vastapenkereen märkätilavuuspaino määritetään levityksen jälkeen vähintään jokaista alkavaa 200 m osuutta kohti. Märkätilavuuspaino määritetään tarvittaessa useammasta syvyydestä. Mitattua tilavuuspainoa verrataan suunnitelmaan ja tarvittaessa muutetaan pengerkorkeutta tilavuuspainojen suhteella.

4140 PAINUMAYLIPENKEREET (MYÖS LOUHEESTA)

4140.1 Materiaali

4140.1.1 Painumaylipenger rakennetaan suunnitelmien mukaisesta materiaalista, jota yleensä voidaan käyttää ylipenkereen poiston jälkeen tehtäviin rakenneosiin. Louhetta käytettäessä on oltava tarkoin selvillä penkereen kokonaispainumasta, jotta ylipenkereen poiston yhteydessä ei jouduta ”piikkaamaan” louhetta pois.

4140.2 Materiaalin laadun toteaminen

4140.2.1 Ylipengermateriaalin laatua tarkkaillaan suunnitelman mukaisesti tai 1500 tonnin välein otettavin näyttein. Maanäytteistä määritetään laboratoriossa rakeisuus ja vesipitoisuus.

4140.3 Painumapenkereiden laatuvaatimukset

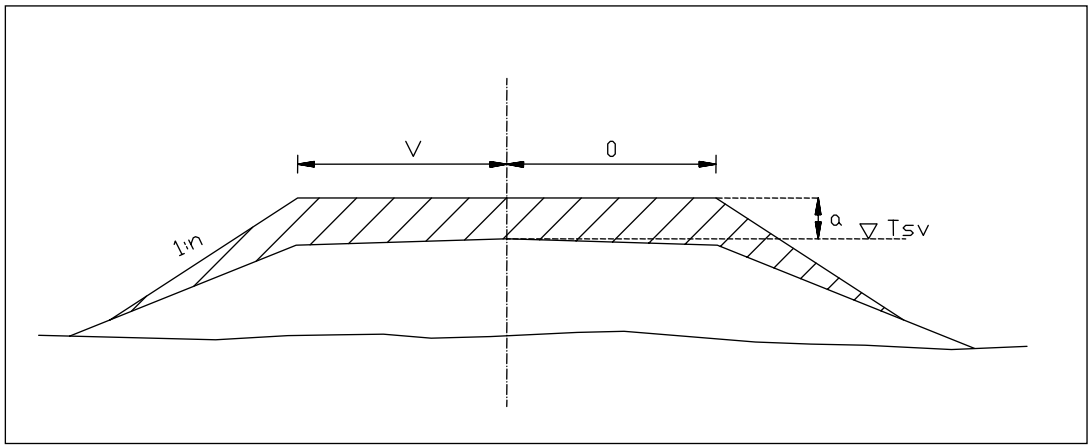
4140.3.1 Ylipenkereen rakentamisesta laaditaan *työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma*, jonka tulee sisältää ainakin seuraavat asiat:

- työjärjestys ja aikataulu
- työtä estävät ja rajoittavat rakenteet, sekä niiden suojaaminen
- laaduntarkkailu ja mahdollinen mittaussuunnitelma, mittaustulosten arkistointi
- ympäristöntarkkailu
- arvio ylipenkereen poistamisajankohdasta
- poistettavan materiaalin jatkokäyttö
- työturvallisuusasiat.

4140.3.2 Painumaylipenkereet rakennetaan suunnitelmissa osoitettuja vähimmäismittoja alittamatta (kuva 4140.1). Penger rakennetaan tai täydennetään suunnitelmassa esitettyyn ylipengertasoon 0… + 0,2 m tarkkuudella.

4140.3.3 Painumaylipenkereen annetaan vaikuttaa suunnitelmissa osoitettu aika.

4140.3.4 Mikäli suunnitelmissa edellytetään jatkuvaa täyttöä, pidetään ylipenger koko painuma-ajan suunnitelmissa esitetyssä tasossa. Tämä edellyttää, että murskattua ja luonnonmateriaaleja käytettäessä ylipengertä täydennetään, kun se on painunut jollakin kohdalla 0,2 m suunnitelmissa osoitetun ylipenkereen tason alapuolelle. Käytettäessä pengertäytteenä louhetta tai esimurskattua pienlouhetta, korotusväli on 0,4 m.



Kuva 4140.1: Ylipenkereen mittojen osoitustapa.

4140.4 Työohjeet

4140.4.1 Painumaylipenkereen korkeus osoitetaan tasausviivasta mitattuna.

4140.4.2 Penkereeseen sijoitetaan painumatarkistimia suunnitelmissa osoitettuihin poikkileikkauksiin; yksiajorataisilla teillä penkereen kumpaankin reunaan, kaksiajorataisilla teillä lisäksi keskelle. Painumatarkistimina voidaan käyttää esimerkiksi teräs- tai betonirakenteisia tarkistimia.

4140.4.3 Jos penger ja ylipenger rakennetaan louheesta samanaikaisesti, on louhepenkereen yläosa täytettävä kohdan 4270 vaatimukset niiltä osin kuin se jää lopulliseksi rakenteeksi.

4140.5 Valvontaohje

4140.5.1 Ylipenkereen painumaa, *pohjamaan* huokospainetta sekä leikkauslujuuden kehittymistä seurataan painuma-aikana suunnitelmissa tai työn aikana osoitetun aikataulun mukaisesti. Mittausten tulokset on toimitettava suunnittelijalle.

4140.6 Pengerrystyön kelpoisuuden toteaminen

4140.6.1 Ylipenkereen saa poistaa, kun painuman suuruus ja painumanopeus ovat täydellä ylipengerkuormalla saavuttaneet suunnitelmissa esitetyt tai työn aikana tarkistetut arvot. Ellei suunnitelmassa ole esitetty painumalle laskettua arviota, katsotaan painumien päättyneen, kun kahden viimeisen mittauskerran havainnot eivät osoita painumista. Jos painuminen jatkuu ja arvioitu painuma-aika alkaa loppua, on selvitettävä esikuormituksen jatkamistarve suunnittelijan kanssa. *Painumaylipenger voidaan poistaa painuma-ajan päätyttyä, jos asiasta sovitaan suunnittelijan kanssa*.

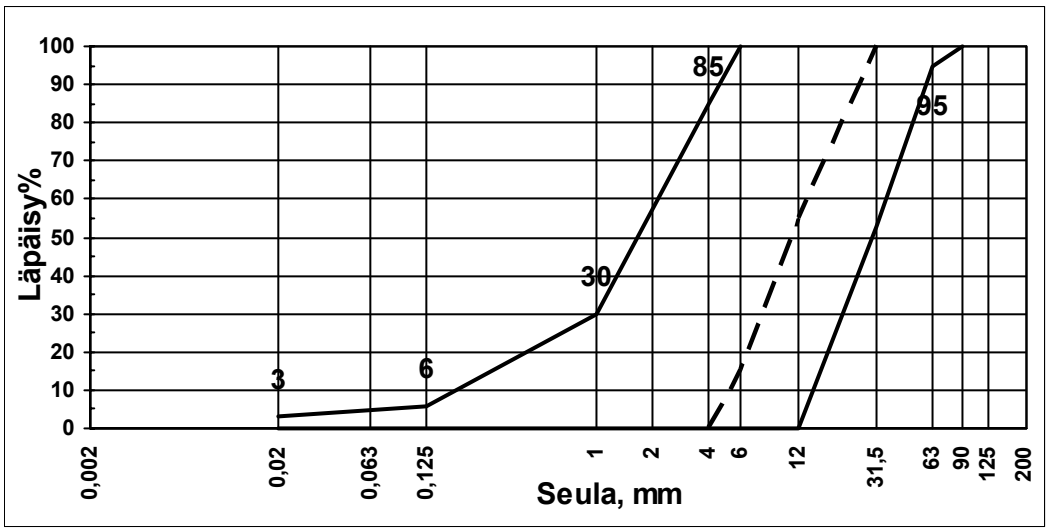
4180 KEVENNYSPENKEREET

4180.1 Kevytsorapenkereet

4180.1.1 Materiaali

4180.1.1.1 Kevytsora valmistetaan plastisesta savesta polttamalla. Polton yhteydessä savi paisuu ja muotoutuu pinnaltaan sintrautuneiksi rakeiksi. Valmis kevytsora seulotaan käyttötarkoitukseen sopiviksi lajikkeiksi.

4180.1.1.2 Materiaalina käytetään tilavuuspainoltaan ja raekokojakaumaltaan kohdan 4180.1.1.3 mukaista tiekevytsoraa tai kohtien 4180.1.1.4 ja 4180.1.1.5 mukaisia maanrakennuskevytsoria.



Seulakoot (mm) ja niitä vastaavat läpäisyprosentit						
0,02	**0,125**	**1**	**4**	**6**	**63**	**90**
0-3	0-6	0-30	0-85	0-100	95-100	100

Kuva 4180.1: Tiekevytsoran 0/32 ja 0/63 rakeisuuden ohjealue.

4180.1.1.3 Tiekevytsoran rakeisuuden ohjealue on esitetty kuvassa 4180.1. Tiekevytsora saa sisältää täysin murskautuneita rakeita enintään 20 %. Kevytsoran kuivatilavuuspaino on yleensä korkeintaan 4,2 kN/m^3. Toimitettaessa kevytsora saa sisältää vettä keskimäärin enintään 100 kg/m^3 eli 10 tilavuusprosenttia (yksittäinen arvo enintään 150 kg/ m^3).

4180.1.1.4 Maanrakennuskevytsoran rakeisuus on 4…32 mm. Alle 4 mm rakeita saa olla enintään 15 % ja yli 32 mm rakeita enintään 10 %. Käytettävän kevytsoran kuivatilavuuspaino on yleensä keskimäärin 3,2 kN/m^3. Tilavuuspainoa määritettäessä saa yksittäinen arvo poiketa keskimääräisestä arvosta enintään 0,3 kN/m^3.

4180.1.1.5 Tiivistyvän kevytsoran rakeisuus on 0…32 mm. Yli 32 mm rakeita saa olla enintään 10 %. Kuivatilavuuspaino on yleensä 3,5 kN/m^3. Materiaali soveltuu erityisesti paksujen täyttöjen yläosaan ja ohuisiin täytteisiin, joiden pintaosa halutaan seuraavia työvaiheita varten saada tiiviiksi ja kantavaksi.

4180.1.1.6 Kevytsoran kuivatilavuuspaino määritetään standardin SFS EN 1097-3 ja raekokojakauma standardin SFS EN 933-1 mukaisesti.

4180.1.1.7 Tilavuuspainon ominaisarvo erilaisissa käyttöolosuhteissa osoitetaan suunnitelmassa. Jos ominaisarvoa ei ole suunnitelmassa annettu, muodostetaan se siten, että kevytsoran keskimääräiseen kuivatilavuuspainoon

- lisätään 1 kN/m^3, kun penkereen kuivatus ja kevytsorarakenteen kuivatus on järjestetty eikä penger kyllästy vedellä lyhytaikaisestikaan (tulvavedet)
- lisätään 2 kN/m^3, kun kevytsorarakenne kyllästyy osittain vedellä lyhytaikaisesti
- lisätään 6 kN/m^3, kun penger on pitkäaikaisesti veden alla
- vähennetään 1 kN/m^3 nostemitoituksessa (nosteen arvo tällöin 11 kN/m^3 vähennettynä kuivatilavuuspainolla).

Mitoitusarvo pyöristetään lähimpään kokonaislukuun. Esimerkiksi, kun kevytsoran keskimääräinen kuivatilavuuspaino on 3,4 kN/m^3, on tilavuuspainon mitoitusarvo kuivassa penkereessä 4 kN/m^3.

4180.1.1.8 Mikäli käytettäväksi aiotun kevytsoran tilavuuspaino poikkeaa suunnitelmasta, on suunnitelma tarkistettava.

4180.1.1.9 Kevytsoran puristuslujuuden tulee olla vähintään 300 kN/m^2. Puristuslujuus määritetään käyttäen DIN 4226 osan 3 mukaista laitetta.

4180.1.1.10 Levitettäessä kevytsoran tulee olla irtonaista eikä se saa sisältää jäätyneitä paakkuja.

4180.1.2 Kevytsoran laadun toteaminen

4180.1.2.1 Tarpeelliset laadunvarmistusmenetelmät ja niiden laajuus riippuvat tavaran toimittajan oman laadunvarmistuksen kattavuudesta. Mikäli toimittajalla on ulkopuolisen valvonnan alaisena toimiva laadunvarmistus, riittää kunkin toimituserän laatuasiakirjojen tarkistaminen, silmävaraiset havainnot ja tarvittaessa pistokoeluonteiset valvontakokeet. Toimituserien laatuasiakirjoissa tulee esittää kevytsoran tilavuuspaino sekä puristuslujuus. Valvontakokeita tehdään, mikäli silmävarainen tarkastus aiheuttaa epäilyä tuotteen laadusta.

4180.1.2.2 Kevytsoran vesipitoisuutta voidaan silmämääräisesti arvioida kuormaa vastaanotettaessa:
- Pinnaltaan vaalea ja pölyävä kevytsora on kuivaa ja sen vesipitoisuus on alle 2 tilavuus-%.
- Kun kevytsorarakeiden pinta on lähes kauttaaltaan tummunutta, vaihtelee vesipitoisuus arviolta 2 - 4 tilavuus-%.
- Kun vesipitoisuus on suurempi kuin 4 tilavuus-%, alkaa rakeiden pinnalla näkyä selvä kiiltävä vesikalvo.

Kosteusmittauksia tehdään tarvittaessa standardin SFS 5279 mukaan.

4180.1.2.3 Mikäli toimittajalla ei ole vaatimukset täyttävää omaa laadunvarmistusjärjestelmää, valvotaan materiaalin laatua työkohteessa tarkemmin ottamalla näytteitä ja tekemällä niistä mm. rakeisuus ja tilavuuspainoselvityksiä. Rakeisuuden ja/tai tilavuuspainon tulee täyttää suunnitelmassa esitetyt laatuvaatimukset. Näytteitä otetaan yksi 200 m^3 erää kohti, elleivät laadunvaihtelut vaadi tiheämpää näytteenottoa. Näyte on ns. koontinäyte, johon kerätään näytettä useammasta edustavasta kohdasta eri puolilta kuormaa. Näytteen otto ja näytteen käsittely tehdään standardin prEN 932-1 mukaisesti.

4180.1.3 Kevytsorarakenteen laatuvaatimukset

4180.1.3.1 Penkereen, reunapenkereen sekä mahdollisen suodatinkerroksen tai kuitukankaan mitat osoitetaan suunnitelmissa.

4180.1.3.2 Mitat tarkistetaan maastomerkintöjen kohdalta 20 m välein.

4180.1.3.3 Ennen kevytsorapenkereen rakentamista laaditaan työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma, jonka tulee sisältää ainakin seuraavat osat:
- työjärjestys
- työtä estävät ja rajoittavat rakenteet ja niiden suojaaminen
- työtapa ja rakenteen mahdollinen tiivistäminen
- laaduntarkkailumittaukset
- työturvallisuusasiat.

4180.1.3.4 Reunapenkereet rakennetaan ennen kevytsoran pengerrystä ja tiivistetään pengertäytteen tiiviyteen.

4180.1.3.5 Kevytsora esitiivistetään tela-alustaisella työkoneella siten, että kevytsoran pintaan syntyy ohut hienontunut kerros. Lopullinen tiivistys tapahtuu seuraavan, enintään noin 300 mm paksun kerroksen päältä tiivistäen.

4180.1.3.6 Kevytsoran reunapenkereiden välissä ei saa olla vesilätäköitä eikä lunta.

4180.1.3.7 Jos reunapenger tehdään huonosti vettäläpäisevästä materiaalista, rakennetaan pysyvä vedenpoistojärjestelmä tai vettäläpäiseviä aukkoja tms. sopiviin kohtiin reunapenkereisiin suunnitelman mukaan tai 30 m välein.

4180.1.3.8 Kevytsorapenger voidaan tehdä myös talvityönä, mutta tällöin alle jäävä pohjamaa ei saa olla pengerrettäessä jäässä. Pinnan ohut kohmettuminen ja maapohjan lumesta paljastamisen voidaan sallia rakenteen muotoilun yhteydessä. Kevytsoraan ei saa sekoittua lunta eikä jäätä.

4180.1.4 Työohjeet

4180.1.4.1 Kevytsora levitetään yleensä kevyellä telaketjupuskutraktorilla täytenä paksuutena.

4180.1.4.2 Riittävä tiiviys saadaan tässä vaiheessa ajamalla kevyellä telapuskutraktorilla 5 - 6 kertaa kunkin täyttökerroksen yli.

4180.1.4.3 Päällysrakennekerrokset levitetään kevytsoran päälle vähintään kahtena 0,25-0,30 m kerroksena. Alempi kerros tiivistetään telapuskukoneella kuudella ylityskerralla.

4180.1.4.4 Ylempi päällysrakennekerros tiivistetään kuudella ylityskerralla käyttäen noin 2000 kg painoista täryvalssijyrää tai 3000 kg jyrällä 4 ylityskerralla.

4180.1.4.5 Kohdan 4180.1.1.4 mukainen kevytsora tiivistetään painoltaan 7…21 tonnin tela-alustaisella työkoneella, jonka telojen pintapaine on 25…45 kN/m^2. Tärkein tiivistyskoneen valintaan vaikuttava tekijä on tiivistettävän kevytsoran rakeisuus. Suuremman hienoainesmäärän sisältävien lajitteiden tiivistämiseen voidaan käyttää raskaampia koneita. Levityskoneella ajetaan edestakaisin siirtymällä aina puoli telan leveyttä sivulle niin, että koko alue tiivistyy. Ylityskertoja tulee olla 10…20.

4180.1.4.6 Siltojen taustatäytöillä yms. ahtaissa paikoissa työskenneltäessä kevytsora tiivistetään enintään yhden metrin paksuisina kerroksina tärylevyllä, jonka paino on 100 - 200 kg.

4180.1.4.7 Erityisen ahtaat täytöt voi tiivistää kaivukoneen kauhalla kerroksittain (noin 0,5 m) kauhalla varovaisesti tiivistäen.

4180.1.5 Valvontaohjeet

4180.1.5.1 Penkereen alustan tasaus ja muoto tarkastetaan silmämääräisesti ja tarvittaessa mittaamalla. Tarkastetaan, että tarvittava suodatinkangas tai -kerros on materiaaliltaan (kankaan käyttöluokka / rakeisuus) laatuvaatimukset täyttävä ja asianmukaisesti asennettu tai rakennettu.

4180.1.5.2 Talvityön aikana valvotaan silmämääräisesti, ettei kevytsoraan ole sekoittuneena lunta tai jäätä.

4180.1.5.3 Käytettäessä kohdan 4180.1.1.4 mukaista kevytsoraa tiivistystyö tehdään kohdassa 4180.1.4.5 esitetyllä tavalla. Telat murskaavat kevytsorarakeet pinnasta, jolloin sen väri muuttuu mustaksi. Tiivistystyön laatua tarkkaillaan silmämääräisesti. Kevytsora on riittävän tiivistä silloin, kun sen pinta on murskaantunut ja se kestää hyvin kävellä.

4180.1.6 Kevytsorapenkereen kelpoisuuden toteaminen

4180.1.6.1 Kevytsorapenkereen mitat tarkistetaan mittaamalla 20 m välein sekä rakenteen päiden kohdalta. Rakenteen tiivistämisen valvonta on pääosin työtavan valvontaa.

4180.2 Kevytsorabetonirakenteet

4180.2.1 Kevytsorabetonin laatu

4180.2.1.1 Tierakennuskohteissa käytetään yleensä täytekevytsorabetonia, jossa on sementtiliimaa kevytsorarakeiden yhteen sitomiseen. Täytekevytsorabetonille ei taata tiettyä lujuutta, vaan luokittelu tehdään käytettävän sementtimäärän mukaan (taulukko 4180.1). Tien päällysrakenteissa on yleisesti käytetty luokkaa Qs 200. Tätä heikommat laadut sopivat paksuimpien täyttöjen alaosiin.

4180.2.1.2 Kevytsorabetonin puristuslujuusvaatimus on 2,5 MN/m^2. Massa valmistetaan yleensä betoniasemilla ja tuodaan työkohteeseen sekoitinsäiliöautolla. Massa voidaan tehdä myös liikkuvalla asemalla työkohteessa.

4180.2.1.3 Betonin lujuutta voidaan parantaa lisäämällä hiekkaa (40 kg/m^3).

4180.2.1.4 Suunnitelmissa osoitettua kevytsorabetonin tilavuuspainoa ei saa ylittää.

Taulukko 4180.1. Täytekevytsorabetonin luokitus sementtimäärän mukaan.

Luokka	Mitoitustilavuuspaino kN/m^3	Sementtimäärä kg/m^3	Suuntaa-antava puristuslujuus MPa
Qs 50	5.0	50	0.5
Qs 100	5.5	100	1.0
Qs 200	7.0	200	2.5
Qs 300	9.0	300	4.5

4180.2.2 Kevytsorabetonin laadun toteaminen

4180.2.2.1 Kevytsorabetonin laatu tarkistetaan 7 vrk:n ikäisille betonikoekuutiolle tehtävin puristuskokein. Koekuutiomäärä on betoninormien mukainen. Lisäksi rakenteen kelpoisuutta voidaan selvittää poranäytteistä.

4180.2.2.2 Käytettäessä valmisbetonia tarkastetaan valmiin kevytsorabetonierän laatu silmämääräisesti sekä kuormakirjoista, jotka otetaan talteen ja arkistoidaan. Työmaa tai valmistaja tekee betoninormien edellyttämät koekappaleet työmaalla. Myös betonin lujittumisen tarkkailua varten voidaan tehdä työmaan käyttöön ns. sääkappaleet.

4180.2.3 Kevytsorabetonirakenteen laatuvaatimukset

4180.2.3.1 Ennen kevytsorabetonirakenteen tekemistä laaditaan työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma, jonka tulee sisältää ainakin seuraavat osat:
- työjärjestys
- työtä estävät ja rajoittavat rakenteet ja niiden suojaaminen
- työtapa ja rakenteen mahdollinen tiivistäminen
- laaduntarkkailumittaukset
- työturvallisuusasiat.

4180.2.3.2 Rakenteen mitat osoitetaan suunnitelmissa.

4180.2.3.3 Tiivistetyn kevytsorabetonirakenteen hyväksytty poikkeama suunnitelmissa osoitetusta paksuudesta on enintään - 5... + 10 mm.

4180.2.3.4 Rakenteen mitat tarkistetaan maastomerkintöjen kohdalla 20 m välein.

4180.2.4 Työohjeet

4180.2.4.1 Kevytsorabetonia ei saa siirtää pumppaamalla. Kerros levitetään tarkoitukseen soveltuvalla levityslaitteella tasalaatuiseksi ja tasaiseksi.

4180.2.4.2 Tiivistyskalusto ei saa rikkoa pintaa syvemmällä kevytsorarakeita.

4180.2.4.3 Kerros tiivistetään kevytsorabetonikerroksen päältä telakoneella tai valssijyrällä.

4180.2.4.4 Liikenne kerroksen päällä sallitaan henkilöautoilla yhden vuorokauden kuluttua sen rakentamisesta ja raskailla ajoneuvoilla kolmen vuorokauden kuluttua.

4180.2.4.5 Työsaumat leikataan suoriksi pinnoiksi.

4180.2.5 Valvontaohjeet

4180.2.5.1 Käytettäessä sementtimäärän mukaan luokiteltua kevytsorabetonia, sementtimäärän valvonnassa käytetään koekuutioita, jotka puristetaan 7 vuorokauden ikäisinä. Viikon puristuslujuudesta voidaan määrittää 28 vuorokauden lujuus, jota verrataan ilmoitettuun puristuslujuuteen. Jos poikkeama on suuri, voidaan tarvittaessa tehdä erikoiskokeet, joilla määritetään sementtimäärä.

4180.2.6 Kevytsorabetonirakenteen kelpoisuuden toteaminen

4180.2.6.1 Levitetyn kevytsorabetonin pinnan laatua ja mittoja valvotaan silmämääräisesti tai tarvittaessa mittaamalla. Tiivistys tulee tehdä työselityksen mukaisesti.

4180.3 EPS - penkereet

4180.3.1 EPS:n laatu

4180.3.1.1 EPS-penkereissä käytetään paisutusmenetelmällä valmistettuja polystyreeniharkkoja (expanded polystyrene). Menetelmällä voidaan valmistaa erikokoisia harkkoja, joiden mitat osoitetaan suunnitelmissa.

4180.3.1.2 Materiaalina käytetään kohdan 4180.3.1.3 vaatimukset täyttäviä harkkoja.

4180.3.1.3 Materiaalin puristusmuodonmuutoksen tulee pitkäaikaistilanteessa olla alle 2 %. Vaatimuksen täyttyminen osoitetaan standardin SFS-EN 826:1996 (Lämpöeristeet rakentamiskäytäntöön, kokoonpuristuvuuden määritys) mukaisilla puristuskokeilla. Pitkäaikaiseksi puristuslujuudeksi voidaan arvioida $0{,}35 \cdot p_{10}$, missä p_{10} on lyhytaikainen puristuslujuus 10 %:n muodonmuutoksella. Tällöin päästään vaadittuun alle 2 % muodonmuutokseen pitkäaikaistilanteessa.

4180.3.1.4 Suurissa penkereissä (yli 1000 m^3, palon aiheuttamat suuret vahingot) voidaan käyttää ns. vaikeasti syttyvää, palosuojattua S-laatua, jonka europaloluokka on vähintään F.

4180.3.1.5 EPS-harkkojen on oltava suorakulmaisia kappaleita, joiden mitat osoitetaan suunnitelmissa. Suurin sallittu poikkeama annetuista mitoista (pituus, leveys ja korkeus on + 1 %). Harkon pintojen tasaisuudessa ei saa olla ± 5 mm suurempaa poikkeamaa 1 metrin matkalla.

4180.3.2 EPS:n laadun toteaminen ja varastointi työmaalla

4180.3.2.1 Materiaalin laatu todetaan toimituserittäin toimittajan antaman todistuksen perusteella. Tämän lisäksi materiaalin laatua seurataan punnitsemalla työmaalla tarkistusluonteisesti vähintään yhden harkon paino toimituserää kohti. Punnitus tehdään kuivasta harkosta välittömästi kuorman saavuttua. Tarvittaessa voidaan ottaa näytteitä taulukon 4180.2 mukaan ja määrittää niistä puristuslujuus ja/tai tilavuuspaino.

4180.3.2.2 EPS - harkkojen valmistustekniikasta johtuen harkkojen sisäosien lujuus ja tilavuuspaino ovat ulko-osia suuremmat. Näytteenotto puristuslujuuden määritystä varten voidaan tehdä esimerkiksi kuvan 4180.2 mukaisesti.

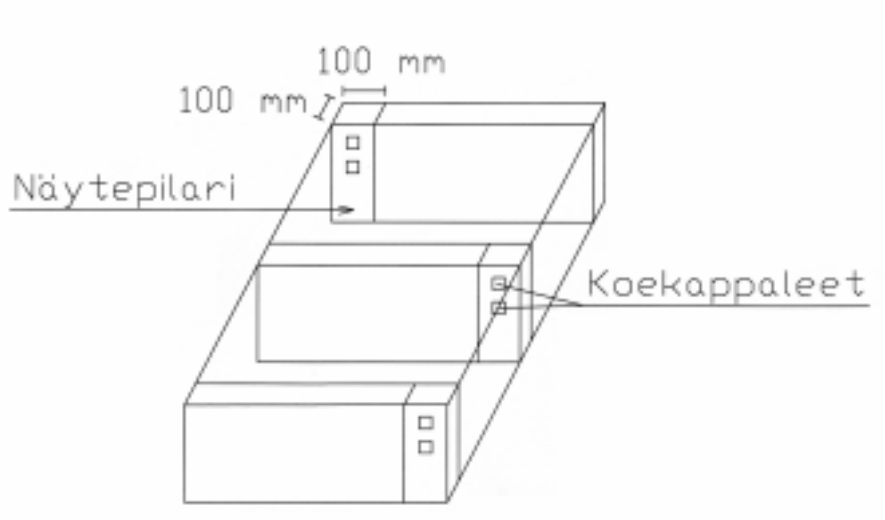
Taulukko 4180.2: Tutkittavien EPS-harkkojen määrät.

Täytön tilavuus	Tutkittavien harkkojen lukumäärä
< 500 m^3	Vähintään 3 harkkoa
500 – 1000 m^3	Vähintään 4 harkkoa
> 1000 m^3	Vähintään 5 harkkoa

4180.3.2.3 Näytepilarista valmistetaan koekappaleet lämpölangalla tai hienoteräisellä sahalla. Puristuskokeet tehdään testimenetelmän EN826:1996 mukaisesti määrittämällä 10 % kokoonpuristumaa vastaava puristusjännitys. Tilavuuspaino on syytä tarkistaa puristuskokeen yhteydessä.

4180.3.2.4 Harkkojen muoto ja mitat todetaan työ- ja laaduntarkkailusuunnitelman mukaisesti.

4180.3.2.5 EPS-harkot suojataan varastoinnin ja työn aikana:
- tulelta
- syövyttäviltä kemikaaleilta, erityisesti öljytuotteilta
- tuulelta ja sateilta
- auringolta, jos varastointiaika on pitkä.



Kuva 4180.2: EPS-harkkojen koekappaleet.

4180.3.3 EPS-penkereen laatuvaatimukset

4180.3.3.1 Ennen EPS-penkereen rakentamista laaditaan työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma, jonka tulee sisältää ainakin seuraavat asiat:
- työjärjestys
- työtä estävät ja rajoittavat rakenteet ja niiden suojaaminen
- harkkojen latomisjärjestys, suojakerroksen rakentaminen
- laaduntarkkailu
- työturvallisuusasiat.

4180.3.3.2 EPS-harkot asennetaan tiivistetylle asennushiekalle. Asennusalustan tarkkuusvaatimus on ± 10 mm 3 m matkalla. Alustan korkeustaso ei saa poiketa yli 50 mm suunnitelmissa osoitetusta tasosta.

4180.3.3.3 EPS-harkkoja asennettaessa on vedenpinta alennettava penkereen pohjatason alapuolelle. Jos osa harkoista joutuu rakennustyön aikana veden pinnan alapuolelle, noste otetaan huomioon työsuunnitelmissa. Pysyvän rakenteen kuivatus on otettava huomioon suunnitelmassa.

4180.3.3.4 Solumuovirakenteet suojataan öljyjen ja liuotinaineiden syövyttäviltä vaikutuksilta suunnitelmissa osoitetuilla muovikalvolla, teräsbetonilaatalla tai vettä läpäisemättömillä maakerroksilla.

4180.3.4 Työohjeet

4180.3.4.1 EPS-harkot ladotaan ristiin välttäen päällekkäisiä saumoja. Koko kerros tehdään valmiiksi ennen uuden aloittamista.

4180.3.4.2 EPS-harkot kiinnitetään tarvittaessa alla olevaan harkkokerrokseen harkkojen läpi työnnettävillä raudoilla esim. 12 mm, k/k 1 m, pituus noin 1,7 · harkkokorkeus.

4180.3.4.3 EPS-harkkojen muodostaman porrasmaisen luiskakaltevuuden tulee olla 2:1 tai loivempi. Alle metrin korkuisten solumuovirakenteiden reuna voi jäädä pystysuoraksi. Harkkojen verhouspaksuus on luiskassa vähintään 250 mm.

4180.3.4.4 Ylimmän solumuovikerroksen pienet epätasaisuudet tasataan hiekalla tai betonilla suojalaatan valun yhteydessä. Suuret epätasaisuudet täytetään ohuilla solumuovilevyillä.

4180.3.5 Valvontaohjeet

4180.3.5.1 Normaalisti maapenkereissä käytetään halvinta eli palavaa polystyreenilaatua. Tällöin on valvottava, että tulen käsittelyssä ja hitsauksissa kevennyksen läheisyydessä kiinnitetään erityistä huomiota paloturvallisuuteen. ettei koko materiaali pala pois.

4180.3.6 EPS-penkereen kelpoisuuden toteaminen

4180.3.6.1 Asennuspohjan tasaisuutta ja kevennysrakenteen suunnitelman mukaista korkeustasoa ja tasaisuutta tarkkaillaan 10 metrin välein tehtävin poikkileikkausvaaituksin.

4180.4 Rengaskeventeet

4180.4.1 Materiaali

4180.4.1.1 Materiaalin laadun tulee olla suunnitelmassa esitettyä.

4180.4.1.2 Rengaskeventeet jaetaan kolmeen tuoteryhmään taulukon 4180.3 mukaisesti. Tiepenkereisiin käytettävä kumirouhemateriaali ei saa sisältää lunta eikä jäätä.

Taulukko 4180.3: Rengaskeventeet.

Tuote	Nimellismitat Mm^2	Tilavuuspaino kN/m^3	Mitoitustilavuuspaino rakenteessa kN/m^3
RR0	Käsittelemättömät renkaat	1,3	3,0
RR1	100 x 300	3,0 - 8,0	6,0
RR2	50 x 50	3,0 - 8,0	6,0

4180.4.1.3 Luontevimmat käyttöalueet rengaskeventeille ovat meluvallit, alemman luokan tiet sekä kevennyksien alaosat tulva-alueilla. Tiepenkereisiin käytetään vain yleensä luokan RR2 mukaista materiaalia. Muita materiaaleja voidaan käyttää esimerkiksi meluvalleissa tms. rakenteissa.

4180.4.1.4 Erityisesti pohjaveden alapuolelle suunniteltavissa rakenteissa rengaskeventeet ovat edullisia, sillä ne eivät ime vettä. Ne ovat lisäksi vettä painavampia, joten niiden mitoituksessa ei nostetta tarvitse ottaa huomioon pohjaveden alapuolella.

4180.4.1.5 Rengasrouhe painuu tiivistämisen ja päälle ajettavien kerrosten painosta noin 15 %, mikä on otettava huomioon materiaalin määrässä ja rakenteen suunnittelussa ennakkokorotuksena.

4180.4.1.6 Rakenteiden suunnittelussa tulee ottaa huomioon materiaalin ja rakenteen kimmoisuus, mikä edellyttää tierakenteessa riittävän paksujen päällysrakennekerrosten (noin 900 - 1400 mm) käyttämistä keventeen päällä.

4180.4.1.7 Rengaskeventeiden käyttö vaatii toistaiseksi hankekohtaisen ympäristöluvan.

4180.4.2 Materiaalin laadun toteaminen

4180.4.2.1 Laatu tarkistetaan kuormakirjasta. Materiaalin vastaanottotarkistuksessa todetaan silmämääräisesti, että kumirouhetyyppi on suunnitelman mukainen. Materiaalin laatua epäiltäessä mitataan materiaalin ulkomitat ja tarkistetaan tilavuus-paino.

4180.4.2.2 Materiaali ei saa sisältää jäätä eikä lunta.

4180.4.3 Rengaskevennerakenteen laatuvaatimukset

4180.4.3.1 Ennen rengaskevennepenkereen rakentamista laaditaan työ- ja laaduntarkkailu-suunnitelma, jonka tulee sisältää ainakin seuraavat asiat:

- työjärjestys
- työtä estävät ja rajoittavat rakenteet ja niiden suojaaminen

- työtapa ja rakenteen mahdollinen tiivistäminen
- laaduntarkkailu
- työturvallisuusasiat.

4180.4.3.2 Kevennysrakenne rakennetaan suunnitelman mukaisesti.

4180.4.3.3 Rakenteen mitat tarkistetaan maastomerkintöjen kohdalta 20m välein.

4180.4.4 Työohjeet

4180.4.4.1 Kumirouhepenkereiden rakentaminen tehdään kerroksittain tai kiilapengerryksenä, jolloin levityskone tekee alustavan tiivistämisen. Kumirouheen levitys- ja tiivistystyössä kumirouheella käytetään telapuskukonetta, jotteivät rouheessa olevat teräkset riko pyöriä. Kokonaisia renkaita käytettäessä voidaan levitys tehdä myös pyöräkuormaajalla.

4180.4.4.2 Tiivistys tehdään kevyellä levytyskalustolla yliajaen. Tiivistystyössä tulee välttää samojen ajourien käyttöä. Pääasiallinen tiivistys tapahtuu vasta jakavan kerroksen päältä.

4180.4.5 Valvontaohjeet

4180.4.5.1 Penkereen alustan tasaus ja muoto tarkastetaan silmämääräisesti ja tarvittaessa mittaamalla. Tarkastetaan, että tarvittava suodatinkangas tai -kerros on materiaaliltaan (kankaan käyttöluokka / rakeisuus) laatuvaatimukset täyttävä ja asianmukaisesti asennettu tai rakennettu. Kuivakuorikerroksen rikkomista tulee välttää.

4180.4.5.2 Kumirouhepenkereiden rakentamisen ja tiivistämisen valvonta on pääosin työtavan valvontaa. Valvotaan, että kumirouhepengertä tehtäessä otetaan huomioon 10 - 15 % ennakkokorotus, joka vastaa pääosin päällysrakennekerrosten aiheuttamaa välitöntä painumaa. Tiivistystyössä tulee välttää samojen ajourien käyttöä.

4180.4.6 Rakenteen kelpoisuuden toteaminen

4180.4.6.1 Päällysrakenteen tiiviyden seurantaan soveltuvat parhaiten radiometriset mittauslaitteet. Dynaaminen tiivistystarkkailu soveltuu tiiviystarkkailuun, mikäli se voidaan luotettavasti kalibroida ko. tarkoitukseen. Pudotuspainomittaus soveltuu huonosti rakennekerrosten ollessa joustavia.

4180.5 Palaturve

4180.5.1 Materiaalin laatuvaatimukset

4180.5.1.1 Palaturpeen tulee täyttää suunnitelmassa mainitut soveltuvuuskriteerit, jotka tarkistetaan toimituksesta sovittaessa.

4180.5.1.2 Palaturpeena käytetään normaalissa polttoturvetuotannossa syntyvää puristettua palaturvetta. Palaturvekappaleet ovat sylinterimäisiä, niiden halkaisija on 30 - 50 mm ja korkeus 100 - 200 mm. Kappaleet tehdään kohtuullisen maatuneesta turpeesta puristamalla. Mitään erillisiä sideaineita ei käytetä. Puristamisen jälkeen palat kuivatetaan polttovesipitoisuuteensa (30 - 50 paino-%).

4180.5.1.3 Palaturpeet luokitellaan toimitusvaiheen tehollisen lämpöarvon perusteella. Tierakentamiseen soveltuvat laatuluokat ovat P13 ja P15. Vesipitoisuus toimitusvaiheessa saa olla enintään 35 paino-% ja palan korkeuden oltava vähintään 50 mm. Lisäksi palojen lujuudelle voidaan antaa lujuusvaatimuksia, joiden mittaamiseen voidaan käyttää tarkoitukseen kehitettyä Los Angeles-menetelmää.

4180.5.1.4 Palaturpeen tilavuuspaino toimituskosteudessa on 3,3 - 4,8 kN/m^3. Tilavuuspaino ja lujuus lopullisessa rakenteessa riippuvat turpeeseen imeytyneen veden määrästä. Rakenne on suunniteltava siten, että vesipitoisuus pysyy mahdollisimman pienenä. Esimerkiksi meluvalleissa luiskat on syytä verhoilla mahdollisimman huonosti vettä johtavilla materiaaleilla ja muotoilla vallin harja kaltevaksi. Oikein suunnitellulla ja toteutetulla rakenteella on mahdollista päästä 6 - 8 kN/m^3 mitoitustilavuuspainoihin.

4180.5.1.5 Palaturvetta voidaan käyttää vain pysyvästi pohjaveden yläpuolella olevissa olosuhteissa.

4180.5.2 Materiaalin laadun toteaminen

4180.5.2.1 Vastaanotettaessa materiaalikuormia on varmistettava, että kyseinen toimitus kuuluu sovittuun ja tarpeen vaatiessa testattuun toimituserään. Materiaalin vastaanottotarkistuksessa todetaan silmämääräisesti, että toimitettu materiaali vastaa suunnitelman edellyttämää laatuluokkaa. Materiaalin laatua voidaan tarvittaessa testata määrittämällä vesipitoisuus edustavista näytteistä.

4180.5.3 Kevennysrakenteen laatuvaatimukset

4180.5.3.1 Ennen kevennyspenkereen rakentamista laaditaan työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma, jonka tulee sisältää ainakin seuraavat asiat:
- työjärjestys
- työtä estävät ja rajoittavat rakenteet ja niiden suojaaminen
- työtapa
- laaduntarkkailu
- työturvallisuusasiat.

4180.5.3.2 Kevennysrakenne rakennetaan suunnitelman mukaisesti.

4180.5.3.3 Rakenteen mitat tarkistetaan maastomerkintöjen kohdalta 20m välein.

4180.5.3.4 Palaturvepenkereen päällysrakennemitoitus on esitetty julkaisussa ”Palaturpeen käyttö tierakenteissa” TIEL 3200481. Päällysrakenteen kerrospaksuudet vaihtelevat 450 mm:stä yli 1 metriin. Päällysteenä käytetään pehmeäbitumista asfalttibetonia.

4180.5.3.5 Jäykkää sementtistabilointia (maabetonia) ei voida käyttää palaturvepenkereessä.

4180.5.4 Työohjeet

4180.5.4.1 Palaturpeen levitys ja tiivistäminen on tehtävä suhteellisen hellävaraisin menetelmin esimerkiksi kevyellä telapuskukoneella kappaleiden rikkoontumisen estämiseksi. Palaturvepenger rakennetaan enintään 500 mm kerroksina. Tiivistystyössä tulee välttää samoja ajouria. Ylityskertoja tarvitaan 1 - 3. Ylitiivistämistä on vältettävä.

4180.5.4.2 Palaturvekerroksen luiskatäytöt on tehtävä mahdollisimman pian levityksen jälkeen.

4180.5.5 Valvontaohje

4180.5.5.1 Penkereen alustan tasaus ja muoto tarkastetaan silmämääräisesti ja tarvittaessa mittaamalla. Tarkastetaan, että tarvittava suodatinkangas tai -kerros on materiaaliltaan (kankaan käyttöluokka / rakeisuus) laatuvaatimukset täyttävä ja asianmukaisesti asennettu tai rakennettu. Kuivakuorikerroksen rikkomista tulee välttää.

4180.5.5.2 Tiivistyksen ja rakentamisen valvonta kuten rengaskeventeillä. Erityisesti tulee välttää ylitiivistämistä. Luiskasuojaukset tulee ajaa mahdollisimman pian levitystyön jälkeen.

4180.5.6 Kevennysrakenteen kelpoisuuden toteaminen

4180.5.6.1 Päällysrakennekerroksien tiiviyden tarkkailuun suositellaan radiometrisiä mittauksia tai pudotuspainomittausta julkaisun ‘Palaturpeen käyttö tierakenteessa’ TIEL 32000481 mukaisesti. Myös dynaaminen tiivistystarkkailu soveltunee, mikäli mittaukset pystytään kalibroimaan.

4200 LOUHEPENKEREET

4200.1 Yleistä

4200.1.1 Louhepenkerellä tarkoitetaan louheesta tehtyä pengertä. Tien louhepenkereen yläosan nimitys on louhepatja eli louherakenne, jossa käytetään kohdan 4270 mukaista louhetta.

4210 TIEPENKEREET LOUHEESTA

4210.1 Pengeralustan vahvistus ja pengertäytön alapuolinen suodatin

4210.1.1 Vaatimukset

4210.1.1.1 Louhepenkereen ja louhepatjan kokonaiskorkeus vaikuttaa tien päällysrakenteen mitoitukseen. Mitoitusroudansyvyydestä S ylöspäin pitää louheen laadun säilyä kaikissa olosuhteissa vähintään suunnitelman mukaisena.

4210.1.1.2 Jos matala (etäisyys louheen alapinnasta tasausviivaan alle S + 0,5 m) louhepenger rakennetaan alusrakenneluokan uI pohjamaalle, louheen alle rakennetaan suodatinkerros tai asennetaan suodatinkangas. Alusrakenneluokan uG pohjamaalle (pehmeä savi) tarvitaan vastaava suodatin, jos louheen alapinnasta tasausviivaan on alle S + 1,0 m. Suodatinkankaan käyttöluokka valitaan taulukon 4450.1 mukaan

4210.1.2 Työohjeet

4210.1.2.1 Kts. maapenkereitä koskeva vastaava kohta 4110.2

4210.2 Mitat

4210.2.1 Vaatimukset

4210.2.1.1 Louhepenger rakennetaan liitteen 1 taulukon 1 tarkkuusvaatimusten mukaisesti.

4210.2.1.2 Louhepenkereen tulee ulottua vähintään kuvassa 4210.1 osoitetulle alueelle. Loivemmat luiskakaltevuudet osoitetaan suunnitelmissa tai työn aikana ja luiskakaltevuus riippuu käytettävissä olevan louheen määrästä.

4210.2.1.3 Valmiin rakenteen penkereen mitat, pinnan leveys ja korkeusasema tarkistetaan maastoon merkintöjen kohdalla 20 m välein.

4210.3 Pengermateriaalit

4210.3.1 Vaatimukset

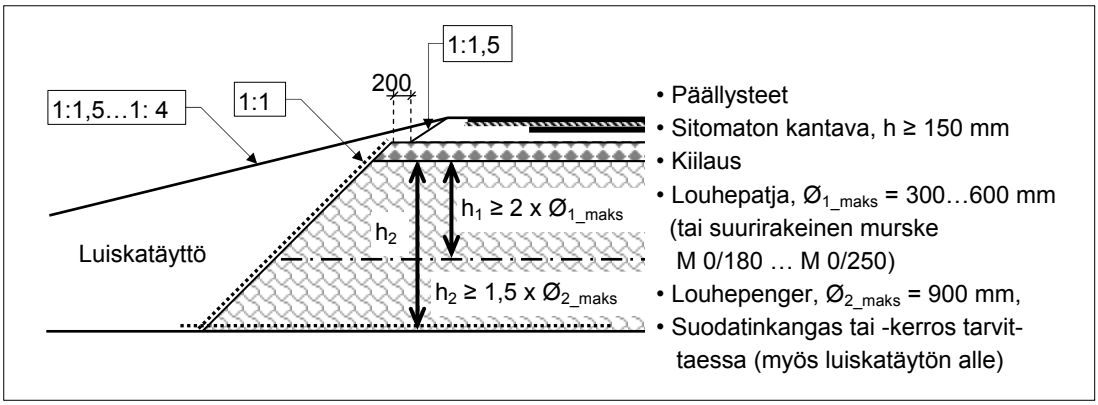
4210.3.1.1 Louhepenger rakennetaan rapautumattomasta ja routimattomasta louheesta.

4210.3.1.2 Louheen lohkarekoko saa olla enintään 900 mm ja enintään kaksi kolmasosaa (2/3) rakennettavan kerroksen paksuudesta.

4210.3.1.3 Louhepenkereen yläosassa (louhepatja) lohkarekoko saa olla enintään 600 mm ja enintään puolet (1/2) rakennettavan kerroksen paksuudesta (kts. myös kohta 4270).

4210.3.2 Työohjeet

4210.3.2.1 Pengermateriaalin puhtaus ja ominaisuuksien pysyvyys varmistetaan kohdan 4210.1 mukaan.



Kuva 4210.1: Tiepenger louheesta.

4210.4 Louhepenkereen rakentaminen

4210.4.1 Työohjeet

4210.4.1.1 Louhepenger tehdään päätypengerryksenä siten, että louhe kaadetaan penkereen pinnalle ja työnnetään puskutraktorilla pintaa pitkin alas.

4210.4.1.2 Louhepenkereen yläosan louhepatja rakennetaan kohdan 4270 mukaisesti.

4210.4.1.3 Louhepatjan yläpinta kiilataan kohdan 4280 mukaisesti.

4210.4.1.4 Kiilaus ja toisaalta louhepatjan louhe eivät saa varista alla olevaan karkeampaan louheeseen.

4210.4.1.5 Työmenetelmät valitaan niin, että penkereen yläosaan ei kerry hienoaineksia.

4210.4.1.6 Louhepenkereen näkyviin jäävät pinnat tasataan pienikokoisella louheella.

4210.4.1.7 Lohkareet eivät saa ulottua 0,2 m lähemmäksi verhouksen pintaa.

4220 MASSANVAIHTOON KUULUVAT TÄYTÖT LOUHEESTA

Ks. kohta 4120.

4230 VASTAPENKEREET LOUHEESTA

Ks. kohta 4130

4240 YLIPENKEREET LOUHEESTA

Ks. kohta 4140

4270 LOUHEPATJAT, LOUHELAATIKOT JA SIIRTYMÄKIILAT LOUHEESTA

4270.1 Yleistä

4270.1.1 Näillä louhekerroksilla tarkoitetaan siirtymäkiilojen ja maalaatikoiden louhekerroksia. Louhepatja on esimerkiksi maapenkereelle tehtävä louhekerros. Louhepatja on myös louhepenkereen yläosan nimitys.

4270.2 Mitat

4270.2.1 Louherakenteet tehdään kuvan 4270.1 ja liitetaulukon 1 tarkkuusvaatimuksien mukaisesti.

4270.2.2 Louhelaatikon pohjan vähimmäisleveys on sama kuin tien pinnan leveys.

4270.3 Materiaali

4270.3.1 Vaatimukset

4270.3.1.1 Lohkareen maksimiraekoko on enintään 600 mm, ei kuitenkaan enempää kun puolet (1/2) kerroksen paksuudesta.

4270.3.1.2 Louhe ei saa olla routivaa tai rapautunutta.

4270.3.2 Työohjeet

4270.3.2.1 Täyttömateriaalin puhtaus ja ominaisuuksien pysyvyys varmistetaan tarvittaessa suodatinkerroksella tai -kankaalla.

4270.4 Louhepatjan, -laatikon ja -kiilan rakentaminen

4270.4.1 Työohjeet

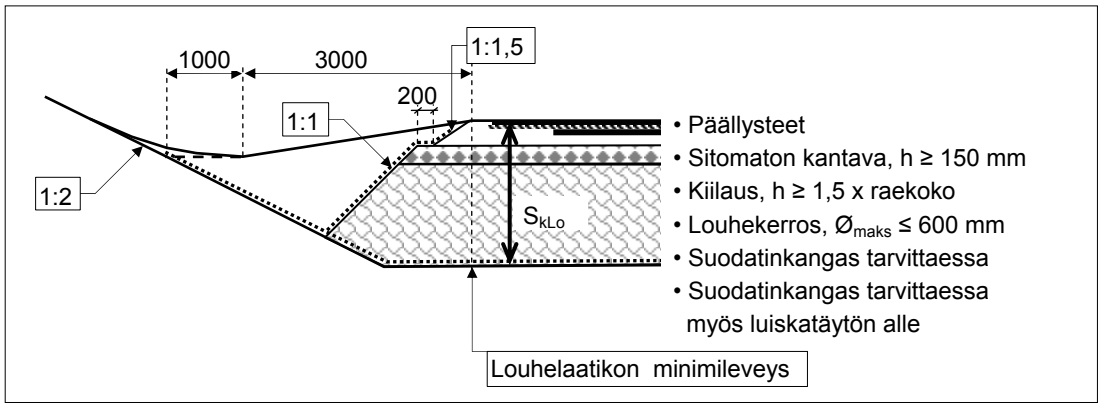
4270.4.1.1 Louhepatjan, -laatikon ja -kiilan alle rakennetaan suunnitelmissa osoitetut ja työn aikana tarpeellisiksi katsottavat suodattimet ja salaojat.

4270.4.1.2 Jos louherakenne tai -patja tehdään alusrakenneluokan uF, uG, uH tai uI pohjamaalle, louheen alle rakennetaan suodatinkerros tai asennetaan suodatinkangas. Suodatinkankaan käyttöluokka valitaan taulukon 4450.1 mukaan.

4270.4.1.3 Kerros tehdään päätypengerryksenä siten, että louhe kaadetaan penkereen pinnalle ja työnnetään puskutraktorilla pintaa pitkin alas.

4270.4.1.4 Louhekerroksen yläpinta kiilataan kohdan 4280 mukaisesti.

4270.4.1.5 Louhelaatikon luiska kiilataan ja peitetään N3 luokan suodatinkankaalla ja luiskaverhouksella (kts. myös kohta 4280).



Kuva 4270.1: Louhelaatikko.

4280 LOHEPENKEREEN JA KALLIOLEIKKAUSPOHJAN YLÄPINNAN KIILAUS

4280.1 Yleistä

4280.1.1 Louhepenkereiden ja kallioleikkausten pohjan (irtilouhinnan) yläpinta kiilataan.

4280.1.2 Kiilausta ei tarvita, jos louheen pinta sellaisenaan estää ylemmän kerroksen aineksien varisemisen alemmaksi eli jos se vastaa kohdan 4280.3.6 vaatimusta.

4280.2 Mitat

4280.2.1 Louheen yläpinta kiilataan pientareiden reunaan saakka. Tarvittaessa kiilaus ulotetaan myös luiskatäytteen ja/tai kasvualustan kohdalle.

4280.2.2 Kiilauksen yläpinta tehdään ylemmän kerroksen alapinnan leveyteen ja tasoon. Kiilausvara otetaan huomioon varsinaista louherakennetta tehtäessä.

4280.2.3 Louheen pinta kiilataan keskimäärin 0,1 m ja enintään 0,25 m paksuisella kiilauskerroksella.

4280.2.4 Kiilauksen yläpinnan tasaisuus- ja sijaintivaatimukset ovat samat kuin jakavan kerroksen yläpinnalla. Jos kiilattava louhepinta on yli 1 m syvyydessä tienpinnasta, noudatetaan penkereen vaatimuksia (liitteen 1 taulukko 1).

4280.3 Kiilauksen rakentaminen

4280.3.1 Kiilaus tehdään tarkoitukseen sopivalla murskeella tai soralla, joka täyttää kohdassa 4430.1 jakavan kerroksen hienoainespitoisuudelle esitetyt vaatimukset.

4280.3.2 Tarvittaessa alkukiilaukseen käytetään hienoa louhetta tai suurirakeista mursketta.

4280.3.3 Materiaalin tulee olla kiviainekseltaan ja rakeisuudeltaan sellaista, että sen materiaalimoduuli on vähintään 280 MPa.

4280.3.4 Kiilausmateriaalin rakeisuus ja hienoainespitoisuus selvitetään keskimäärin 5000 tonnin välein.

4280.3.5 Kiilaus tiivistetään ylemmän kerroksen vaatimusten mukaiseen tiiviyteen, ylemmän kerroksen paksuudesta riippuen joko erikseen tai ylemmän kerroksen tiivistyksen yhteydessä.

4280.3.6 Kiilauksen lopputuloksena hyväksytään pinta, joka estää ylemmän kerroksen aineksien varisemisen alemmaksi.

4400 SUODATIN-, ERISTYS- JA JAKAVAT KERROKSET

4410 SUODATIN- JA ERISTYSKERROKSET

4410.1 Suodatinkerrosmateriaalien näytteenotto ja tutkiminen

4410.1.1 Suodatinkerrosmateriaalin laatu ja tasalaatuisuus tutkitaan alustavasti suunnitteluvaiheessa kairauksista ja koekuopista otetuista näytteistä. Näytteet tutkitaan pesuseulonnalla. Kaivuvaiheessa materiaalien kelpoisuuden arviointia tarkennetaan.

4410.1.2 Jos ottopaikalla tehtävillä tutkimuksilla halutaan korvata rakenteesta otetut näytteet toimitaan seuraavasti:
Ottopaikan rintauksesta otetaan valokuva tai piirretään kuva materiaalin vaihtelun perusteella 10…30 m välein leikkaustyön edetessä. Kuvaan merkitään erilaisten hiekkaesiintymien rajapinnat ja muuttumisvyöhykkeet. Kuvaan merkitään näytteenottopaikat siten, että niistä saadut rakeisuuskäyrät voidaan yhdistää kuvan alueisiin. Rintauksen homogeenisilta osa-alueilta otetaan laajuudesta riippuen yksi tai kaksi näytettä. Kerrostuneilta osa-alueilta näyte koostetaan osanäytteistä, jotka otetaan päällekkäisistä kerroksista, jotka sekoittuva kaivutyön aikana keskenään. Rintauksesta otettujen näytteiden rinnalla voidaan käyttää hyväksi myös ennakkoon kairaamalla tai koekuopista otettuja näytteitä, jos niiden tarkka ottopaikka tiedetään ja osataan yhdistää kuvaan. Näytteitä tarvitaan yhteensä noin yksi kutakin 5000 tonnia (3000 m^3) kohti, epähomogeenisessa ottopaikassa enemmän.
Kaivutyötä varten kuviin lisätään rakeisuustutkimusten tulosten perusteella ohjeet siitä, mitkä osat ottopaikasta on kuljetettava esimerkiksi routivuuden, kivisyyden tai kasvillisuuden vuoksi muuhun kuin tierakenteisiin. Lisäksi tierakenteeseen menevän materiaalin osalta kirjataan, mistä ottopaikan osasta mikin tieosuus on rakennettu, oliko materiaali kelpaavaa, ja mikä oli sen moduuli. Jos jollakin osuudella suodatinkerros on tehty kahdesta erilaisesta ottopaikan materiaalista, todetaan, onko toisesta tehty esim. vain alaosa vai onko eri materiaaleja pyritty sekoittamaan keskenään.

4410.2 Suodatinkerroksen materiaalivaatimukset

4410.2.1 Suodatinkerroksessa käytetään kiviainesta, jonka rakeisuusvaatimukset osoitetaan kuvassa 4410.3.

4410.2.2 Suodatinmateriaalin rakeisuus varmistetaan materiaalia otettaessa tai hankittaessa käyttäen pesuseulontaa standardin SFS-EN 933-1 mukaisesti.

4410.2.3 0,02 mm seulan läpäisyprosentti määritetään hydrometrikokeella (PANK 2103) niistä näytteistä, joiden läpäisy-% 0,063 mm:n seulan kohdalla on yli 2 %-yksikköä suurempi kuin suurin sallittu läpäisy-% 0,02 mm:n kohdalla.

4410.2.4 Suodatinkerroksen rakeisuuden on täytettävä lisäksi seuraavat ehdot:

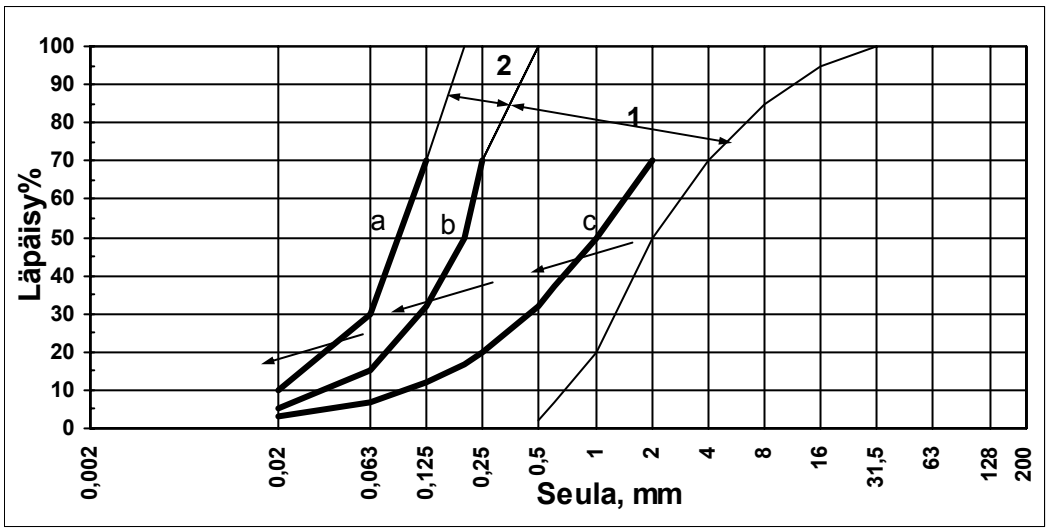
$d20_{jakava}/d20_{suodatin} \leq 40$

$d20_{suodatin}/d20_{pohjamaa} \leq 40$

d20 = läpäisyprosenttia 20 vastaava raekoko, mm

4410.2.5 Suodatinkerroksen materiaalissa ei sallita savea, silttiä eikä haitallisia epäpuhtauksia kuten humusmaata. Jos ottopaikalla havaitaan silmämääräisesti tällaisia kerrostumia, ne on erotettava tielle vietävästä materiaalista.

4410.2.6 Jos suodatinkerroksen paksuus on puoli metriä tai vähemmän, materiaalissa ei saa olla 31,5 mm seulalle jääviä kiviä. Jos kerros on paksumpi, sallitaan enintään 5 painoprosenttia 31,5... 200 mm kiviä.



Rakeisuus-alueet		Seulakoot ja niiden läpäisyprosentit								
		0,02	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	8	31,5
Alue1		0-5	0-15	0-32	0-70	0-100	20-100	50-100	85-100	100
Alue 2		5-10	15-30	32-70	70-100	100	100			
Paksut viivat[1)]	a	10	30	70						
	b	5	15	32						
	c	3	7	12	20	32	50	70		

Kuva 4410.3 Suodatinkerroksen rakeisuuden tulee normaalisti olla alueella 1. Alueen 2 käyttö on sallittu suunnitelmissa osoitetuissa kohdissa. Rakeisuuskäyrä ei saa ylittää paksuja viivoja nuolen suunnassa.

4410.3 Valmiin kerroksen laatuvaatimukset

4410.3.1 Suodatinkerros rakennetaan materiaalista, joka täyttää kohdan 4410.2 vaatimukset ja tierakenteen mitoituksessa käytetyt materiaalivaatimukset (mm. moduuli, routimattomuus).

4410.3.2 Suodatinkerrosmateriaalin rakeisuus tutkitaan tierakenteesta otettavista näytteistä kohdan 4410.2 mukaisilla menetelmillä. Kultakin 1000 m osuudelta otetaan 2 tyypillistä rakeisuutta edustavaa näytettä, jotka seulotaan. Jos tutkittavassa kohdassa on pienipiirteistä materiaalivaihtelua, näyte koostetaan kahdesta tai kolmesta osanäytteestä. Materiaalivaihtelun määrä ja laatu raportoidaan (esim. silttisiä paakkuja hiekan joukossa). Jos rakennekerros on tehty kahdesta eri materiaalista (esim. alaosa tai yläosa erikseen tai paikoin on kokonaisia autokuormia toista esim. hienompaa hiekkaa, kumpikin tutkitaan erikseen, ja kummankin käytön laajuus kuvataan ja raportoidaan.

4410.3.3 Jos suodatinkerroksen materiaali on peräisin vain yhdeltä ottopaikalta, jossa käytetään kohdan 4410.1.2 mukaista materiaalin laadunhallintaa, rakenteesta otetaan näytteitä vain pistokoeluontoisesti. Jos pistokoeluontoiset havainnot tukevat ottopaikalta saatuja tuloksia, ja voidaan varmistaa, että materiaalia ei ole tuotu muualta, rakenteesta ei tarvitse ottaa näytteitä kohdan 4410.3.2 mukaisessa laajuudessa. Kunkin 1000 m osuuden rakeisuus raportoidaan ottopaikalta saatujen tutkimustulosten mukaisesti.

4410.3.4 Kerros rakennetaan suunnitelmissa osoitettujen mittojen ja liitteen 1 taulukon 1 tarkkuusvaatimusten mukaisesti. Valmiin kerroksen mitat ja tasot tarkastetaan maastoon merkintöjen kohdalla 20 m välein.

4410.3.5 Tiiviys varmistetaan kolmesta satunnaisesta kohdasta/km kultakin ajokaistalta. Pienin sallittu keskimääräinen tiiviysaste on 95% ja alin yksittäinen tiiviysaste 90 %. Jos jyräystä ohjataan jyrämittarin avulla, riittää tiiviysasteen tarkistus yhdestä kohdasta kultakin ajokaistakilometriltä. Tarkistuskohdaksi valitaan jyrämittarin avulla määritetty huonoin (löyhin) kohta

4410.4 Työohjeet

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

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

4410.5 Valvontaohjeet

4410.5.1 Ennen suodatinkerroksen rakentamista varmistetaan alle jäävän leikkauspohjan tai penkereen korkeustaso, leveys ja pintojen muoto. Keväällä ja talvella otetaan huomioon routanousut. Työtä jatketaan, kun tarvittavat korjaukset tai suunnitelmien muutokset on tehty.

4430 JAKAVAT KERROKSET

4430.1 Materiaalivaatimukset

4430.1.1 Luonnonsoran rakeisuusvaatimukset

4430.1.1.1 Jakavaan kerrokseen käytettävän luonnonsoran on täytettävä kuvassa 4430.1 esitetyt rakeisuusvaatimukset. Maksimiraekoko saa olla korkeintaan puolet kerrospaksuudesta. 0,02 mm seulan läpäisyprosentti määritetään hydrometrikokeella (PANK 2103) vain, jos hienoainespitoisuus eli 0,063 mm seulan läpäisy on 5…9 paino- %.

4430.1.1.2 Jakavaan kerrokseen käytettävän luonnonsoran rakeisuus tutkitaan vastaavasti kuin suodatinkerroksen materiaali joko kohdan 4410.1 tai kohdan 4410.3 mukaisesti.

4430.1.1.3 Materiaali välpätään, jos kerrospaksuuden sallimaa maksimiraekokoa suurempien tai halkaisijaltaan yli 150 mm kivien osus on yli 5 painoprosenttia.

4430.1.2 Jakavan kerroksen murskeen laatuvaatimukset

4430.1.2.1 Mursketta valmistettaessa tulee suorittaa standardin SFS-EN 13242 (Kiviainekset sitomattomiin ja hydraulisesti sidottuihin materiaaleihin maa- ja vesirakentamisessa sekä tierakenteissa).mukaiset alkutestaukset ja tehtaan sisäistä laadunvalvontaa sen varmistamiseksi, että tuote on vaatimusten mukainen.

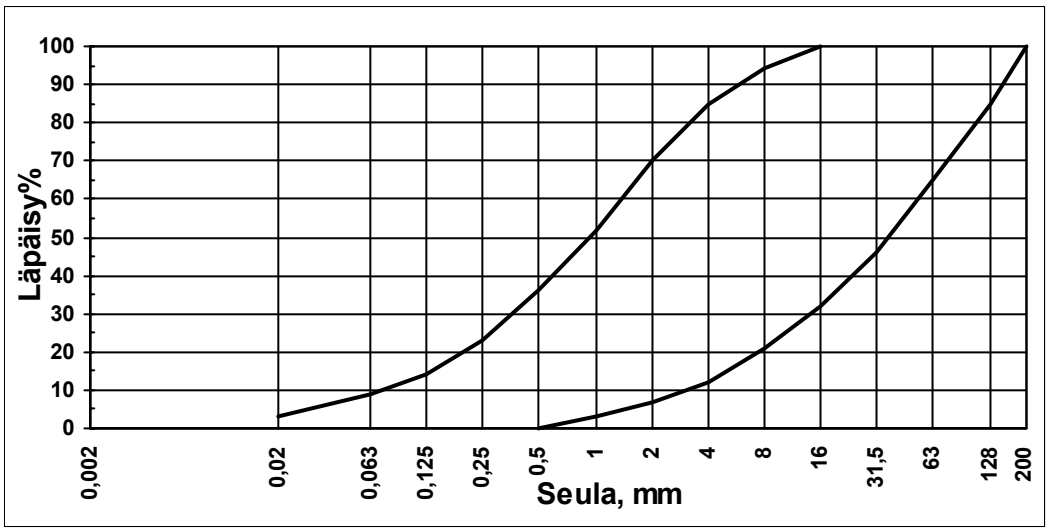
4430.1.2.2 Kiviaineksen ominaisuudet on tutkittava näytteistä, jotka on otettu standardin 932-1 mukaisesti. Näytteet voidaan ottaa valmistuksen aikana tai varastoinnin jälkeen. Valmistuksen aikana näytteet otetaan pysäytetyltä kuljetushihnalta (standardin kohta 8.2) tai sen poistopään materiaalivirrasta (8.3). Varastoidusta kiviaineksesta näyte otetaan kuormauksen yhteydessä levittämällä kauhakuormaajalla maahan pieni kasa, josta voidaan ottaa osanäytteitä kuten varastokasasta (8.6) ja siten, että yhdistetty näyte kuvaa koko kauhallisen sisältöä. Jos tämä ei ole mahdollista, näyte voidaan ottaa vastaavasti myös toimituskohteessa maahan levitetystä kuormasta.

4430.1.2.3 Kiviaineksen raekoko ilmoitetaan alemman (0) ja ylemmän seulakoon (maksimiraekoko D, mm) avulla. Jakavassa kerroksessa voidaan käyttää raekokoja 0/31,5, 0/40, 0/45, 0/56, 0/63 ja 0/80.

4430.1.2.4 Maksimiraekoko saa olla korkeintaan puolet kerralla tehtävän jakavan kerroksen paksuudesta.

4430.1.2.5 Rakeisuus on tutkittava standardin SFS-EN 933-1 mukaisesti pesuseulonnalla niin tiheästi kuin on tarpeen vaatimustenmukaisuuden varmistamiseksi, mutta vähintään kerran viikossa ja aina, kun raaka-aine vaihtuu olennaisesti.

4430.1.2.6 Jakavan kerroksen murskeiden rakeisuuden on oltava taulukoissa 4430.1-4 rakeisuusluokalle G_P (avoin rakeisuus, laaja ohjealue, Suomessa yleisesti käytetty) tai G_C (normaali rakeisuus, laaja ohjealue, muualla Euroopassa yleisesti käytetty) esitettyjen vaatimusten mukainen.



Seulakoot (mm) ja niitä vastaavat läpäisyprosentit						
0,02	**0,063**	**1**	**4**	**16**	**31,5**	**128**
0-3	0-9	3-52	12-85	32-100	46-100	85-100

Kuva 4430.1 Tien jakavaan rakennekerrokseen käytettävän luonnonsoran rakeisuusvaatimukset

4430.1.2.7 Jakavan kerroksen rakeisuusluokan G_P raekoon 0/63 rakeisuusohjealue on esitetty esimerkkinä kuvassa 4430.2. Muut rakeisuusohjealueet on esitetty vain taulukkomuodossa.

4430.1.2.8 Jakavaan kerrokseen käytettävän kalliomurskeen hienoainespitoisuus (0,063 mm seulan läpäisy, paino- %) saa olla korkeintaan 7 ja soramurskeen korkeintaan 9.

4430.1.2.9 Maksimiraekokoa vastaavan seulakoon D läpäisyprosentin on oltava 80 – 99 ja seulakoon 2D läpäisyprosentin 100.

4430.1.2.10 Tuotteistetulla murskeella tarkoitetaan markkinoilla myytävänä olevaa mursketta.

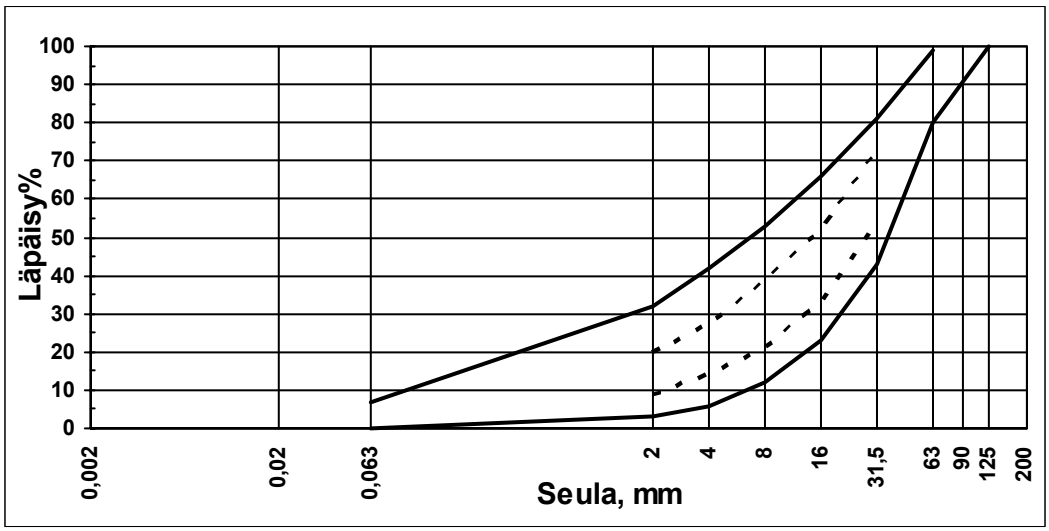
4430.1.2.11 Tuotteistetun jakavan kerroksen murskeen tyypilliset ohjeseulojen läpäisyprosentit eli tyyppirakeisuus on ilmoitettava. Ilmoitetun tyyppirakeisuuden on oltava taulukossa 4430.1 esitetyllä sallitulla vaihteluvälillä. Murskeille, jotka eivät ole markkinoilla (esim. murskeet, jotka murskausurakoitsija valmistaa Tiehallinnon käyttöön joko tielinjalta tai Tiehallinnon ottopaikasta otetusta raaka-aineesta), ei ilmoiteta tyyppirakeisuutta.

4430.1.2.12 Kaikkien jakavan kerroksen murskeiden keskimääräisen rakeisuuden on oltava taulukossa 4430.1 esitetyllä ja yksittäisten rakeisuuksien taulukossa 4430.2 esitetyllä vaihteluvälillä.

4430.1.2.13 Tuotteistettujen jakavan kerroksen murskeiden yksittäisten rakeisuuksien on lisäksi täytettävä taulukossa 4430.3 esitetyt vaatimukset sallituille poikkeamille etukäteen ilmoitetusta tyyppirakeisuudesta.

4430.1.2.14 Kaikkien jakavan kerroksen murskeiden on täytettävä taulukossa 4430.4 esitetyt vaatimukset peräkkäisten ohjeseulojen läpäisyprosenttien erotukselle eli kyseisen lajitteen osuudelle koko massasta.

4430.1.2.15 Jakavan kerroksen kiviaines ei saa olla rapautunutta tai rapautumisherkkää. Kiviaineksen jäätymis-/sulamiskestävyys voidaan tutkia standardin SFS-EN 13242 liitteessä B annettujen ohjeiden mukaisesti standardin SFS-EN 932-3 petrograafisella analyysillä, standardin SFS-EN 1097-6:2000 kohdan 8 mukaisella vedenimeytymiskokeella tai standardin SFS-EN 1367-1 liitteen B mukaisella, 1% NaCl liuosta käyttäen tehdyllä jäätymis-sulamiskestävyystestillä. Kiviaines on jäätymis-sulamiskestävää, jos se on hyväksyttävää jollakin edellä mainituista menetelmistä. Vedenimeytymisen on oltava alle 1 % (standardin SFS EN 13242 mukainen luokka $WA_{24}1$) ja jäätymissulamiskestävyystestissä massahäviö saa olla korkeintaan 8 %.



Tyyppirakeisuuden sallittu vaihteluväli, %-yks.									
Seula	**0,063**	**1**	**2**	**4**	**8**	**16**	**31,5**	**63**	**125**
min-max		5-15	9-20	14-27	21-38	33-52	54-72		
Yksittäisten rakeisuustulosten sallittu vaihteluväli, %-yks.									
Seula	**0,063**	**1**	**2**	**4**	**8**	**16**	**31,5**	**63**	**125**
min-max	0-7	2-25	3-32	6-42	12-53	23-66	43-81	80-99	100

Kuva 4430.2 Jakavan kerroksen murskeen G_p 0/63 tyyppirakeisuuden (kuvassa katkoviivalla), yksittäisten rakeisuuksien, hienoainespitoisuuden ja maksimiraekokoseulan läpäisyprosentin sallittu vaihteluväli.

Taulukko 4430.1 Jakavan kerroksen murskeiden tyyppirakeisuuden ja rakeisuustulosten keskiarvojen sallittu vaihteluväli.

Seula, mm	**Raekoko (mm) ja rakeisuusluokka**									
	0/31,5		**0/40**		**0/45**		**0/56 ja 0/63**		**0/80**	
	G_P	**G_C**	**G_P**	**G_C**	**G_P**	**G_C**	**G_P**	**G_C**	**G_P**	**G_C**
0,5		10-20		10-20		10-20				
1	9-20	13-30	9-20	13-30	9-20	13-30		10-20		10-20
2	14-27	22-36	14-27	22-36	14-27	22-36	9-20	13-30	9-20	13-30
4	21-38	31-49	21-38	31-49			14-27	22-36	14-27	22-36
5,6					21-38	31-49				
8	33-52	41-64					21-38	31-49		
10			33-52	41-64					21-38	31-49
11,2					33-52	41-64				
16	54-72	61-79					33-52	41-64		
20			54-72	61-79					33-52	41-64
22,4					54-72	61-79				
31,5							54-72	61-79		
40									54-72	61-79

Taulukko 4430.2 Jakavan kerroksen murskeiden yksittäisten rakeisuustulosten sallittu vaihteluväli.

Seula, mm	Raekoko (mm) ja rakeisuusluokka									
	0/31,5		0/40		0/45		0/56 ja 0/63		0/80	
	G_P	G_C	G_P	G_C	G_P	G_C	G_P	G_C	G_P	G_C
0,5		5-25		5-25		5-25				
1	3-32	8-35	3-32	8-35	3-32	8-35		5-25		5-25
2	6-42	13-45	6-42	13-45	6-42	13-45	3-32	8-35	3-32	8-35
4	12-53	20-60	12-53	20-60			6-42	13-45	6-42	13-45
5,6					12-53	20-60				
8	23-66	30-75					12-53	20-60		
10			23-66	30-75					12-53	20-60
11,2					23-66	30-75				
16	43-81	50-90					23-66	30-75		
20			43-81	50-90					23-66	30-75
22,4					43-81	50-90				
31,5							43-81	50-90		
40									43-81	50-90

Taulukko 4430.3 Tuotteistettujen jakavan kerroksen murskeiden yksittäisten rakeisuuksien sallitut poikkeamat (%-yksikköä) valmistajan ilmoittamista tyyppirakeisuuksista.

Seula, mm	Raekoko (mm) ja rakeisuusluokka									
	0/31,5		0/40		0/45		0/56 ja 0/63		0/80	
	G_P	G_C	G_P	G_C	G_P	G_C	G_P	G_C	G_P	G_C
0,5		± 5		± 5		± 5				
1	± 10	± 5	± 10	± 5	± 10	± 5		± 5		± 5
2	± 13	± 9	± 13	± 9	± 13	± 9	± 10	± 5	± 10	± 5
4	± 15	± 11	± 15	±11			± 13	± 9	± 13	± 9
5,6					± 15	± 11				
8	± 15	±11					± 15	± 11		
10			± 15	±11					± 15	± 11
11,2					± 15	± 11				
16	± 15	± 11					± 15	± 11		
20			± 15	±11					± 15	± 11
22,4					± 15	± 11				
31,5							± 15	± 11		
40									± 15	± 11

4430.1.3 Suurirakeisen jakavan kerroksen murskeen laatuvaatimukset

4430.1.3.1 Normaalia suurempia jakavan kerroksen raekokoja 0/90, 0/125 tai 0/250 voidaan käyttää, jos siitä ei ole haittaa työn aikaisen liikenteen hoidolle tai valmiin kerroksen laatuvaatimusten saavuttamiselle.

4430.1.3.2 Suurirakeisen jakavan kerroksen murskeen rakeisuuden on täytettävä taulukossa 4430.5 esitetyt vaatimukset.

4430.1.3.3 Suurirakeisen jakavan kerroksen murskeen rapautumiskestävyyden on täytettävä kohdassa 4430.1.2.15 esitetyt vaatimukset.

Taulukko 4430.4 Jakavan kerroksen murskeiden peräkkäisten ohjeseulojen läpäisyprosenttien sallitut erotukset (seulakokojen määrittämien lajitteiden osuudet kiviaineksesta)

Lajite	Raekoko (mm) ja rakeisuusluokka									
	0/31,5		0/40		0/45		0/56 ja 0/63		0/80	
	G_P	G_C	G_P	G_C	G_P	G_C	G_P	G_C	G_P	G_C
20/40									7-30	7-30
16/31,5							7-30	7-30		
11,2/22,4					7-30	7-30				
10/20			7-30	7-30					7-30	7-30
8/16	7-30	7-30					7-30	7-30		
5,6/11,2					7-30	7-30				
4/10			7-30	7-30						7-20
4/8	7-30	7-30						7-20		
2/5,6						7-20				
2/4		7-20		7-20				4-15		4-15
½		4-15		4-15		4-15				

4430.2 Valmiin kerroksen laatuvaatimukset

4430.2.1 Kerros rakennetaan suunnitelmissa osoitettujen mittojen ja liitteen 1 taulukossa 1 esitettyjen tarkkuusvaatimusten mukaisesti. Valmiin jakavan kerroksen tasot ja leveys varmistetaan maastoon merkintöjen kohdalla 20 m välein.

4430.2.2 Työmenetelmät on valittava siten, että hienoainespitoisuus ei kerrosta rakennettaessa merkittävästi lisäänny.

4430.2.3 Tierakenteen kantavuus varmistetaan jakavan kerroksen päältä tai, jos mittausta jakavan kerroksen päältä ei voida tehdä sulan maan aikana, kantavan kerroksen päältä. Kantavuus mitataan satunnaisesti keskimäärin 100 m välein kullakin ajoradalla levykuormituslaitteella tai pudotuspainolaitteella. Yksittäisen kantavuustuloksen suositusarvo on 100 MN/m^2. Jos mitattu kantavuus on suositusta pienempi, tarkistetaan johtuuko huono kantavuus esim. huonosta tiivistyksestä, virheellisestä materiaalista, liian ohuista rakennekerroksista, virheellisestä mitoituksesta tai mitoituksen lähtötiedoista. Selvityksen perusteella päätetään korjaustoimenpiteiden tarpeellisuus.

4430.2.4 Jakavan kerroksen tiivistystyön laatu varmistetaan työkohtaisesti sovittavalla tavalla tai jollakin seuraavista tavoista:

1) Jos jakavan murskeen tai luonnonsoran maksimiraekoko on ≤ 63 mm, kerroksen kuivatiheys voidaan mitata kalibroidulla säteilymittauslaitteella 150 m välein kultakin ajokaistalta ja yli 1,5 m pientareelta ja laskemalla tiiviysaste eli mitatun kuivatiheyden suhde koetiivistyksessä saatuun kuivatiheyden maksimiarvoon. Tiiviysasteen keskiarvon tulee olla vähintään 95 % ja yksittäistulosten vähintään 90%.

2) Jos jakavan murskeen maksimiraekoko on ≤ 125 mm tai materiaali on luonnonsoraa, voidaan tiivistystyön laatu varmistaa mittaamalla pudotuspaino- tai levykuormituslaitteella tiiviyssuhde E2/E1 (Toisesta kuormituksesta lasketun kantavuusarvon suhde ensimmäisestä kuormituksesta laskettuun kantavuusarvoon). Tiiviyssuhde määritetään 100 m välein kultakin ajokaistalta. Levykuormituslaitteella mitattu tiiviyssuhde saa olla korkeintaan 2,2, jos E_2 ≤ 125 MN/m^2 ja korkeintaan 1 + 0,0096 * E_2, jos E_2 > 125 MN/m$_2$. Vastaavasti pudotuspainolaitteella mitattu tiiviyssuhde saa olla korkeintaan 1,9, jos kantavuusarvo E_2 ≤ 125 MN/m^2 ja korkeintaan 0,7 + 0,0096 * E_2, jos E_2 > 125 MN/m$_2$

3) Jos jakavan murskeen tai luonnonsoran maksimiraekoko on ≤ 80 mm, voidaan tiiviyssuhde E_5/E_1 (Viidennestä kuormituksesta lasketun kantavuuden maksimiarvon suhde ensimmäisestä kuormituksesta laskettuun kantavuusarvoon) mitata kevyellä pudotuspainolaitteella, jonka. kuormituslevyn halkaisija on 300 mm. Tiiviyssuhde E_5/E_1 saa olla korkeintaan 1,9, jos E_5 ≤ 125 MN/m^2 ja korkeintaan 0,7 + 0,0096 * E_5, jos E_5 > 125 MN/m$_2$.

4) Käyttämällä liitteen 1 taulukon 3 vaatimukset täyttävää jyrää ja jatkuvasti mittaavaa ja dokumentoivaa jyrämittaria. Osoittamalla, että tiivistystä on jatkettu niin kauan, että jyrämittarin arvot eivät ole enää parantuneet ja osoittamalla, että kahdesta huonoimmat jyrämittariarvot antaneesta kohdasta mitatut tiiviyssuhteet täyttävät niille edellä kohdassa 2) tai 3) asetetut vaatimukset.

5) Jos jakavan murskeen maksimiraekoko on suurempi kuin 125 mm, voidaan tiiviys varmistaa vaaitsemalla. Tällöin valitaan vähintään 2 poikkileikkausta, joihin merkitään esim. maalimerkki vähintään 10 kohtaan. Pisteet vaaitaan 0, 2, 4, 6, 8 jne. jyrän ylityskerran jälkeen, kunnes kahdella viimeisellä ylityskerralla aikaansaadut painumat ovat yhteensä alle 10 mm.

6) Osoittamalla muulla tavalla, että jyräys on tehty liitetaulukon 3 mukaisesti.

Taulukko 4430.5 Suurirakeisen jakavan kerroksen murskeen rakeisuuden keskiarvon ja yksittäisten tulosten sallittu vaihteluväli.

Seula, mm	**Raekoko (mm)**							
	0/90		**0/125**		**0/180**		**0/250**	
	keskiarvo	**Yksittäistulokset**	**keskiarvo**	**Yksittäistulokset**	**keskiarvo**	**Yksittäistulokset**	**keskiarvo**	**Yksittäistulokset**
0,063		0-7		0-7		0-7		0-7
2	9-20	3-32						
4			9-20	3-32				
5,6	14-27	6-42			9-20	3-32		
8			14-27	6-42			9-20	3-32
11,2	21-38	12-53			14-27	6-42		
16			21-38	12-53			14-27	6-42
22,4	33-52	23-66			21-38	12-53		
31,5			33-52	23-66			21-38	12-53
45	54-72	43-81			33-52	23-66		
63			54-72	43-81			33-52	23-66
90		80-100			54-72	43-81		
125				80-100				
180		100				80-100	54-72	43-81
250				100				80-100
350						100		
500								100

4430.3 Valvontaohjeet

4430.3.1 Ennen jakavan kerroksen rakentamista varmistetaan sen alustan taso, leveys ja pintojen muoto. Keväällä ja talvella otetaan huomioon routanousut. Työtä jatketaan, kun tarvittavat korjaukset tai suunnitelmien muutokset on tehty.

4450 SUODATINKANKAAT

4450.1.1 Suodatinkankaita koskevat vaatimukset esitetään erillisessä julkaisussa TYLT Penger- ja kerrosrakenteet, kohta 4450 Suodatinkankaat (TIEH 2200017-v-04).

4500 SITOMATTOMAT KANTAVAT KERROKSET

4500.1 Materiaalivaatimukset

4500.1.1.1 Mursketta valmistettaessa tulee suorittaa standardin SFS-EN 13242 (Kiviainekset sitomattomiin ja hydraulisesti sidottuihin materiaaleihin maa- ja vesirakentamisessa sekä tierakenteissa) mukaiset alkutestaukset ja laadunohjausta sen varmistamiseksi, että tuote on vaatimusten mukainen.

4500.1.1.2 Kiviaineksen ominaisuudet on tutkittava näytteistä, jotka on otettu standardin SFS-EN 932-1 mukaisesti. Näytteet voidaan ottaa valmistuksen aikana tai varastoinnin jälkeen. Valmistuksen aikana näytteet otetaan pysäytetyltä kuljetushihnalta (standardin kohta 8.2) tai sen poistopään materiaalivirrasta (8.3). Varastoidusta kiviaineksesta näyte otetaan kuormauksen yhteydessä tekemällä kauhakuormaajalla pieni kasa, josta voidaan ottaa osanäytteitä kohdan 8.6 mukaisesti siten, että yhdistetty näyte kuvaa koko kauhallisen sisältöä. Jos tämä ei ole mahdollista, näyte voidaan ottaa vastaavasti myös toimituskohteessa maahan levitetystä kuormasta.

4500.1.1.3 Kantavassa kerroksessa voidaan käyttää raekokoja 0/31,5, 0/40, 0/45, 0/56 ja 0/63.

4500.1.1.4 Maksimiraekoko saa olla korkeintaan puolet kerralla tehtävän kantavan kerroksen paksuudesta.

4500.1.1.5 Rakeisuus on tutkittava standardin SFS-EN 933-1 mukaisesti pesuseulonnalla vähintään kerran viikossa tai 5000 tonnia kohden (tiheämpi näytetiheys valitaan).

4500.1.1.6 Kantavan kerroksen murskeiden rakeisuuden on oltava taulukoissa 4500.1-4 rakeisuusluokalle G_O (avoin rakeisuus, kapea ohjealue, Suomessa yleisesti käytetty) tai G_A (normaali rakeisuus, kapea ohjealue, muualla Euroopassa yleisesti käytetty) esitettyjen vaatimusten mukainen.

4500.1.1.7 Kantavan kerroksen rakeisuusluokan G_O raekoon 0/45 rakeisuusohjealue on esitetty esimerkkinä kuvassa 4500.1. Muut rakeisuusohjealueet on esitetty vain taulukkomuodossa.

4500.1.1.8 Kantavaan kerrokseen käytettävän kalliomurskeen hienoainespitoisuus (0,063 mm seulan läpäisy, paino-%) saa olla korkeintaan 7 ja soramurskeen korkeintaan 9.

4500.1.1.9 Maksimiraekokoa vastaavan seulakoon D läpäisyprosentin on oltava 85 – 99 ja seulakoon 1,4D läpäisyprosentin 100.

4500.1.1.10 Tuotteistetulla murskeella tarkoitetaan markkinoilla myytävänä olevaa mursketta.

4500.1.1.11 Tuotteistetun kantavan kerroksen murskeen tyypilliset ohjeseulojen läpäisyprosentit eli tyyppirakeisuus on ilmoitettava. Ilmoitetun tyyppirakeisuuden on oltava taulukossa 4500.1 esitetyllä sallitulla vaihteluvälillä. Murskeille, jotka eivät ole markkinoilla (esim. murskeet, jotka murskausurakoitsija valmistaa tiehallinnon käyttöön tiehallinnon omasta raaka-aineesta), ei ilmoiteta tyyppirakeisuutta.

4500.1.1.12 Kaikkien kantavan kerroksen murskeiden keskimääräisen rakeisuuden on oltava taulukossa 4500.1 esitetyllä ja yksittäisten rakeisuuksien taulukossa 4500.2 esitetyllä vaihteluvälillä.

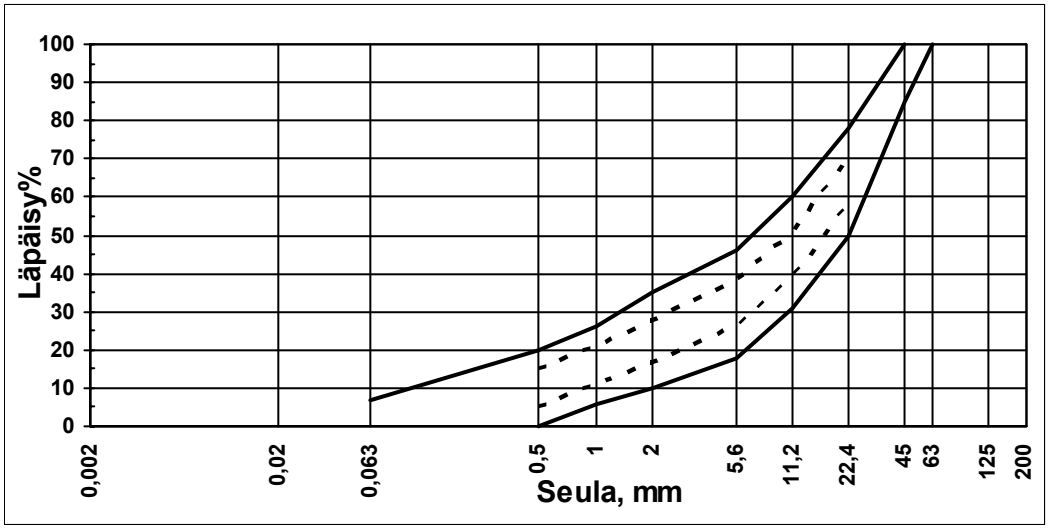
4500.1.1.13 Tuotteistettujen kantavan kerroksen murskeiden yksittäisten rakeisuuksien on lisäksi täytettävä taulukossa 4500.3 esitetyt vaatimukset sallituille poikkeamille etukäteen ilmoitetusta tyyppirakeisuudesta.

4500.1.1.14 Kaikkien kantavan kerroksen murskeiden on täytettävä taulukossa 4500.4 esitetyt vaatimukset peräkkäisten ohjeseulojen läpäisyprosenttien erotukselle eli kyseisen lajitteen osuudelle koko massasta.

4500.1.1.15 Kantavan kerroksen murskeen iskunkestävyys on tutkittava standardin SFS EN 1097:2: 1998 kohdan 5 mukaisesti määritettynä Los Angeles- lukuna vähintään kerran vuodessa. Se saa olla korkeintaan 30 (Standardin SFS-EN 13242 mukaisesti ilmoitettu luokka LA_{30} tai parempi) Toissijaisesti Tiehallinto voi hyväksyä myös luokan LA_{40} kaupallisissa asiakirjoissa määritellyin arvonvähennyksin.

4500.1.1.16 Standardin SFS EN 933-5 mukaisesti vähintään kerran kuussa määritetyn murtopintaisten rakeiden osuuden tulee olla soramurskeilla vähintään 50% ja kokonaan pyöristyneiden rakeiden osuus saa olla korkeintaan 10% (Standardin SFS EN 13242 mukainen luokka $C_{50/10}$ tai parempi). Kalliomurskeita ei tarvitse testata.

4500.1.1.17 Kantavan kerroksen kiviaines ei saa olla rapautunutta tai rapautumisherkkää. Kiviaineksen jäätymis-/sulamiskestävyys voidaan tutkia standardin SFS-EN 13242 liitteessä B annettujen ohjeiden mukaisesti standardin SFS-EN 932-3 petrograafisella analyysillä, standardin SFS-EN 1097-6:2000 kohdan 8 mukaisella vedenimeytymiskokeella tai standardin SFS-EN 1367-1 liitteen B mukaisella, 1% NaCl liuosta käyttäen tehdyllä jäätymis-sulamiskestävyystestillä. Kiviaines on jäätymis-sulamiskestävää, jos se on hyväksyttävää jollakin edellä mainituista menetelmistä. Vedenimeytymisen on oltava alle 1 % (standardin SFS EN 13242 mukainen luokka $WA_{24}1$) ja jäätymissulamiskestävyystestissä massahäviö saa olla korkeintaan 8 %.



Tyyppirakeisuuden ja keskiarvon sallittu vaihteluväli, %-yks.									
Seula	**0,063**	**0,5**	**1**	**2**	**5,6**	**11,2**	**22,4**	**45**	**63**
min-max		5-15	11-21	17-28	26-38	39-51	58-70		
Yksittäisten rakeisuustulosten sallittu vaihteluväli, %-yks.									
Seula	**0,063**	**0,5**	**1**	**2**	**5,6**	**11,2**	**22,4**	**45**	**63**
min-max	0-7	0-20	6-26	10-35	18-46	31-60	50-78	85-99	100

Kuva 4500.1 Kantavan kerroksen murskeen Go 0/45 tyyppirakeisuuden (kuvassa katkoviivalla), yksittäisten rakeisuuksien, hienoainespitoisuuden ja maksimiraekokoseulan läpäisyprosentin sallittu vaihteluväli.

Taulukko 4500.1 Kantavan kerroksen murskeiden tyyppirakeisuuden ja rakeisuustulosten keskiarvojen sallittu vaihteluväli.

Seula, mm	**Raekoko (mm) ja rakeisuusluokka**							
	0/31,5		**0/40**		**0/45**		**0/56 ja 0/63**	
	G_O	**G_A**	**G_O**	**G_A**	**G_O**	**G_A**	**G_O**	**G_A**
0,5	5-15	5-15	5-15	5-15	5-15	5-15		
1	11-21	15-30	11-21	15-30	11-21	15-30	5-15	5-15
2	17-28	22-33	17-28	22-33	17-28	22-33	11-21	15-30
4	26-38	30-42	26-38	30-42			17-28	22-33
5,6					26-38	30-42		
8	39-51	43-57					26-38	30-42
10			39-51	43-57				
11,2					39-51	43-57		
16	58-70	63-77					39-51	43-57
20			58-70	63-77				
22,4					58-70	63-77		
31,5							58-70	63-77

Taulukko 4500.2 Kantavan kerroksen murskeiden yksittäisten rakeisuustulosten sallittu vaihteluväli.

Seula, mm	**Raekoko (mm) ja rakeisuusluokka**							
	0/31,5		**0/40**		**0/45**		**0/56 ja 0/63**	
	G_O	**G_A**	**G_O**	**G_A**	**G_O**	**G_A**	**G_O**	**G_A**
0,5	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20		
1	6-26	10-35	6-26	10-35	6-26	10-35	0-20	0-20
2	10-35	15-40	10-35	15-40	10-35	15-40	6-26	10-35
4	18-46	22-50	18-46	22-50			10-35	15-40
5,6					18-46	22-50		
8	31-60	35-65					18-46	22-50
10			31-60	35-65				
11,2					31-60	35-65		
16	50-78	55-85					31-60	35-65
20			50-78	55-85				
22,4					50-78	55-85		
31,5							50-78	55-85

4500.1.2 Vähäliikenteisen tien kantava kerros

4500.1.2.1 Jos kaistakohtainen kuormituskertaluku on alle 0,4 milj. standardiakselia, sitomattoman kantavan kerroksen kiviainekselle asetetaan seuraavat, edellä esitettyä lievemmät vaatimukset

- murtopintaisten ja täysin pyöristyneiden rakeiden osuuksille ei aseteta vaatimuksia (murskaamatonkin sora kelpaa)
- Los Angeles luku saa olla korkeintaan 40
- jakavan kerroksen rakeisuusvaatimukset (ks. 4430.1.2)

Taulukko 4500.3 Tuotteistettujen kantavan kerroksen murskeiden läpäisyprosenttien sallitut poikkeamat (%-yksikköä) valmistajan ilmoittamista tyypillisistä läpäisyprosenteista.

Seula, mm	Raekoko (mm) ja rakeisuusluokka							
	0/31,5		0/40		0/45		0/56 ja 0/63	
	G_O	G_A	G_O	G_A	G_O	G_A	G_O	G_A
0,5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5		
1	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5
2	± 7	± 7	± 7	± 7	± 7	± 7	± 5	± 5
4	± 8	± 8	± 8	± 8			± 7	± 7
5,6					± 8	± 8		
8	± 8	± 8					± 8	± 8
10			± 8	± 8				
11,2					± 8	± 8		
16	± 8	± 8					± 8	± 8
20			± 8	± 8				
22,4					± 8	± 8		
31,5							± 8	± 8

Taulukko 4500.4 Kantavan kerroksen murskeiden peräkkäisten ohjeseulojen läpäisyprosenttien sallitut erotukset (seulakokojen määrittämien lajitteiden osuudet kiviaineksesta)

Lajite	Raekoko (mm) ja rakeisuusluokka							
	0/31,5		0/40		0/45		0/56 ja 0/63	
	G_O	G_A	G_O	G_A	G_O	G_A	G_O	G_A
16/31,5							10-25	10-25
11,2/22,4					10-25	10-25		
10/20			10-25	10-25				
8/16	10-25	10-25					10-25	10-25
5,6/11,2					10-25	10-25		
4/10			10-25	10-25			7-20	7-20
4/8	10-25	10-25						
2/5,6					7-20	7-20		
2/4	7-20	7-20	7-20	7-20			4-15	4-15
½	4-15	4-15	4-15	4-15	4-15	4-15		

4500.2 Valmiin kerroksen laatuvaatimukset

4500.2.1 Alustan vaatimukset

4500.2.1.1 Ennen sitomattoman kantavan kerroksen rakentamista varmistetaan sen alustan taso, leveys ja pintojen muoto. Keväällä ja talvella otetaan huomioon routanousut. Työtä jatketaan, kun tarvittavat korjaukset tai suunnitelmien muutokset on tehty.

4500.2.2 Työmenetelmät

4500.2.2.1 Työmenetelmät on valittava siten, että hienoainespitoisuus ei kerrosta rakennettaessa merkittävästi lisäänny (kts. kohta 4500.2.4.

4500.2.3 Rakentamisen tarkkuusvaatimukset

4500.2.3.1 Kantava kerros on rakennettava noudattaen liitteen 1 taulukossa 1 esitettyjä tarkkuusvaatimuksia. Kantavan kerroksen yläpinnan taso ja leveys tarkastetaan maastoon merkintöjen kohdalla 20 m välein.

4500.2.4 Hienoainespitoisuusvaatimus

4500.2.4.1 Ennen päällysteen tekemistä otetaan kantavan kerroksen ylimmästä 100 mm kerroksesta neljä näytettä (näytteet A, B, C ja D) jokaiselta 1000 m matkalta. Näytteet A ja C otetaan kulkusuunnassa oikeanpuoleisimmasta kulkujäljestä ja näytteet B ja D kulkujälkien välistä (kuva 4500.2).

4500.2.4.2 Pituussuuntaiset näytteenottokohdat määrätään taulukon 4500.5 satunnaislukujen avulla. Satunnaisluvut otetaan näytteenoton viikonpäivän osoittamasta sarakkeesta.

4500.2.4.3 Jos tutkittava tieosuus on alle kilometrin mittainen, näytteet otetaan tiheämmin siten, että taulukon 4500.5 mukaiset etäisyydet kerrotaan suhdeluvulla (tien pituus, m) /1000 m. Alle 0,5 km tieosuuksiin voidaan soveltaa seuraavaa kohta, jos se on mahdollista.

4500.2.4.4 Jos tutkittava tieosuus on 1…1,5 km mittainen, näytteet otetaan harvemmin siten, että taulukon 4500.5 mukaiset etäisyydet kerrotaan suhdeluvulla (tien pituus, m) /1000 m. Tätä kohtaa sovelletaan esimerkiksi tien lopussa, jos viimeinen osuus on alle 0,5 km pitkä.

4500.2.4.5 Mikäli näytetulokset ovat selvästi sallituissa rajoissa, voidaan näytteenottotiheyttä harventaa ja ottaa em. neljä näytettä kultakin 2000 m matkalta. Satunnaislukutaulukosta saatavat luvut (matka tutkittavan jakson alusta) on silloin kerrottava kahdella.

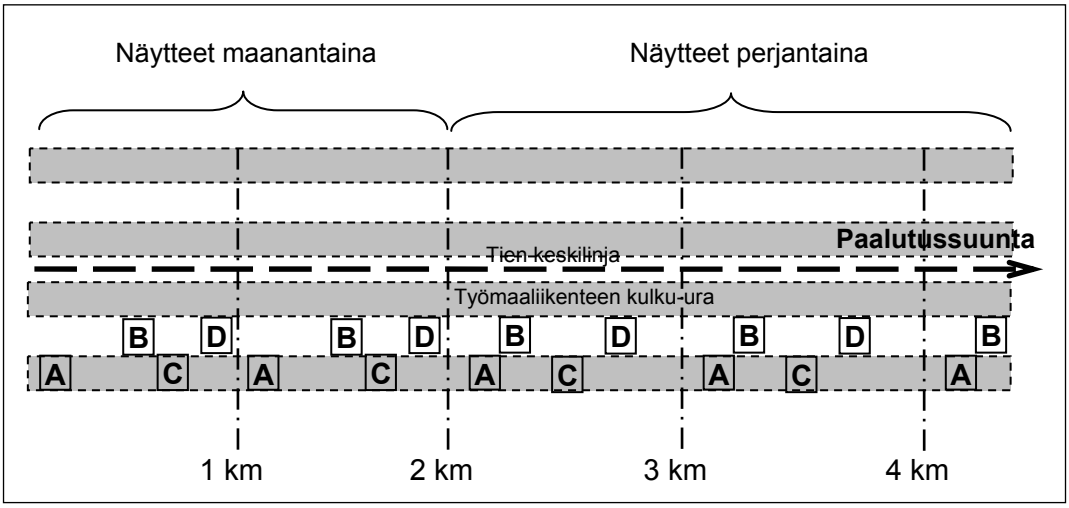
4500.2.4.6 Näytteet edustavat koko ajorataa, jos koko ajoradan leveys on tehty samalla kerralla ja samalla tavalla samasta materiaalista, eikä työmaaliikenne, joka saattaa liata kerrosmateriaalin, ole keskittynyt vasemmalle puolelle (josta näytteitä ei tämän ohjeen mukaan oteta).

4500.2.4.7 Näytteet otetaan 1…2 viikkoa ennen päällystämistä tai aikaisemminkin, jos tiellä ei ole työnaikaista liikennettä. Näytteenoton jälkeen liikenne tai liikennekelpoisuuden hoito eivät saa lisätä hienoainespitoisuutta haitallisesti.

Taulukko 4500.5. Satunnaisluvut kantavan kerroksen hienoainespitoisuusnäytteiden ottamispaikan määrittämistä varten. Taulukon luku on metrejä kyseisen kilometrin alusta.

Näyte	Näytteenoton viikonpäivä						
	Ma	Ti	Ke	To	Pe	La	Su
A	140	190	390	210	130	470	50
B	580	290	400	240	270	630	110
C	700	380	460	450	530	690	460
D	920	580	680	530	780	890	570

Huomaa!: Jos näytteenottojakson pituus on muu kuin 1 km, kerrotaan taulukon arvot suhdeluvulla (tien pituus, m) /1000 m.



Kuva 4500.2. Esimerkki kantavan kerroksen näytteiden ottopaikoista (näytteet A ja C työmaaliikenteen kulkujäljestä ja näytteet B ja D jälkien välistä). Näytteenoton viikonpäivä määrää satunnaislukujen poimiskohdan.

4500.2.4.8 Näytteestä A ja D tutkitaan rakeisuus ja hienoainespitoisuus standardin SFS-EN 933-1 mukaisella pesuseulonnalla. Tulosten keskiarvo ja toisaalta huonoin tulos otetaan huomioon tutkittavaa osuutta arvioitaessa.

4500.2.4.9 Jos näytteiden A ja D hienoainespitoisuuden keskiarvo jää pieneksi yhden muista viereisistä osuuksista poikkeavan tuloksen vuoksi, keskiarvoa voi yrittää parantaa seulomalla myös näytteet B ja C, jolloin näiden tulokset on laskettava osuuden keskiarvoon ja otettava huomioon huonointa yksittäisarvoa valittaessa. Näytteet B ja C, joita ei ole käytetty em. keskiarvoja laskettaessa, säilytetään.

4500.2.4.10 Kalliomurskeiden hienoainespitoisuus saa olla korkeintaan 7% ja soramurskeiden korkeintaan 9%

4500.2.4.11 Kohdan 4500.2.4.1 näytteiden lisäksi voidaan heti ensimmäisten tiivistettyjen osuuksien valmistuttua tutkia hienoainespitoisuus, jotta tiivistämistapaa tai materiaalivalintaa voidaan tarvittaessa korjata sellaiseksi, että hienoainespitoisuus ei lisäänny haitallisesti. Nämä tulokset eivät korvaa kohdan 4500.2.4.1 tuloksia.

4500.2.5 Tiivistämiselle asetettavat vaatimukset

4500.2.5.1 Kantavan kerroksen tiivistys varmistetaan vastaavasti kuin kohdassa 4430.2 on esitetty jakavan kerroksen osalta. Tiiviyssuhteelle asetetaan kuitenkin tiukemmat vaatimukset. Levykuormituslaitteella mitattu tiiviyssuhde saa olla kuormitusluokissa 0,8…25,0 korkeintaan 2,0, jos $E_2 \leq 145$ MN/m^2 ja korkeintaan 1 + 0,0069 * E_2, jos $E_2 > 145$ MN/m$_2$. Vastaavasti pudotuspainolaitteella tai kevyellä pudotuspainolaitteella mitattu tiiviyssuhde saa olla korkeintaan 1,7, jos kantavuusarvo $E_2 \leq 145$ MN/m^2 ja korkeintaan 0,7 + 0,0069 * E_2, jos $E_2 >$ 125 MN/m$_2$. Kuormitusluokissa 0,1 ja 0,4 tiiviyssuhde saa olla 0,2 yksikköä suurempi.

4800 ERIKOISRAKENTEET

4800.1 Lämpö- ja routaeristeet

4800.1.1 Tien lämpöeristeet osoitetaan suunnitelmissa ja lisäksi rakennetaan työn aikana tarpeellisiksi katsotut lämpöeristeet.

4800.2 Solumuoviset lämpöeristeet

4800.2.1 Mitat

4800.2.1.1 Eristeen paksuus ja pituus osoitetaan suunnitelmissa.

4800.2.2 Materiaali

4800.2.2.1 Eristeenä käytetään suulakepuristettua solumuovia.

4800.2.2.2 Solumuovin pitkäaikainen puristuslujuusvaatimus on vähintään 0,15 MN/m^2 ja materiaalin puristusmuodonmuutoksen tulee pitkäaikaistilanteessa olla alle 2% (kts. kohta 4180.3.1).

4800.2.2.3 Yksittäisten levyjen tilavuuspainon tulee olla vähintään 38 kg/m^3.

4800.2.2.4 Materiaalin kelpoisuus todetaan toimituserittäin toimittajan antaman todistuksen perusteella.

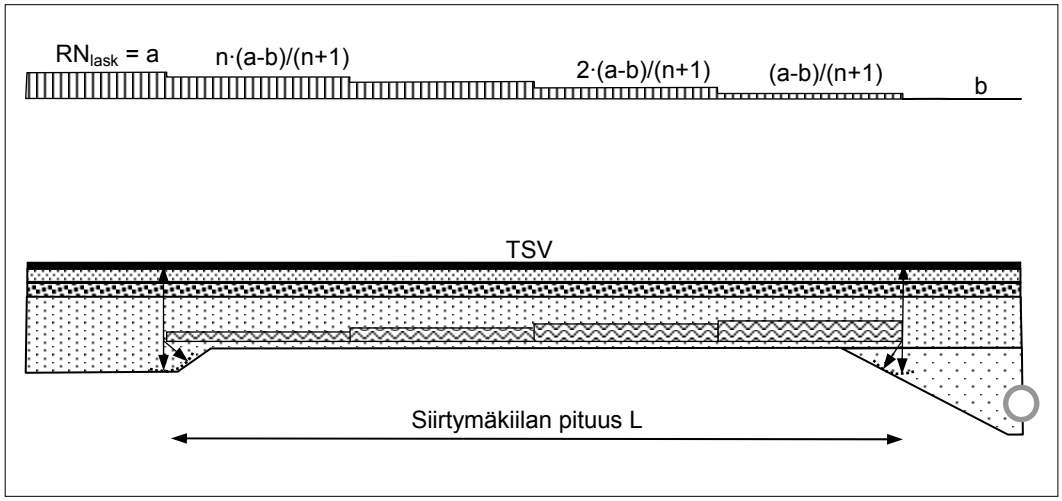
4800.2.3 Työohjeet

4800.2.3.1 Solumuoviset eristeet rakennetaan kuvan 4800.1 periatteen mukaisesti.

4800.2.3.2 Eristeen alla tulee olla vähintään 200 mm paksu routimaton kuivatuskerros.

4800.2.3.3 Solumuovikerros peitetään tarvittaessa vähintään 0,15 mm muovikalvolla.

4800.2.3.4 Työmaaliikennettä solumuovi kestää, kun sen päällä on vähintään 100 mm hiekkaa ja 200 mm soraa tai mursketta. Samaa ajouraa pitkin liikkumista tulee kuitenkin välttää.



Kuva 4800.1 Lämpöeristeen käyttö tien päällysrakenteessa. Siirtymäkiila routaeristelevyistä. Kiila yhdistää tierakenteet, joiden sallitut laskennalliset routanousut ovat a ja b (esim. rumpupaikka). Eri paksuisia tai eristävyydeltään erilaisia osuuksia on n kpl.

4840 POHJAVEDEN SUOJAUS

4840.1.1 Pohjaveden suojausta koskevat vaatimukset ja työselitykset esitetään erillisessä julkaisussa TYLT 4840 Pohjaveden suojausrakenteet, (TIEH 2200029-v-04).

LIITTEET

Liitetaulukko 1. Tierakenteiden mittojen sallitut poikkeamat suunniteltuihin arvoihin verrattuna.

Ominaisuus	**Sallittu poikkeama**					
	Leikkauspohja	Maa- ja louhepenger	Louhepatja yms.	Suodatin ja eristys	Jakava, louheen kiilaus [4]	Kantava
Luiskan sijainnin poikkeama vaakasuunnassa, mm [1),2),3)]	-	± 150	± 150	-	-	-
Rakenteen yläpinnan **tasosijainnin**						
- poikkeama vaakasuunnassa, mm	± 150	± 150	± 150	± 150	± 100	± 100
- em. poikkeaman muutos 20 m matkalla, mm		150	150	150	100	100
Rakenteen **leveyden** yksittäinen poikkeama	0…+150	± 100	± 100	± 100	± 60	± 60
Rakenteen yläpinnan **korkeustason**						
- yksittäinen poikkeama pystysuuntaan, mm	0…-100	0…-100	0…-100	± 40	± 30	± 20
- em. poikkeaman muutos 20 m matkalla, mm		100	100	50	30	20
- keskiarvon poikkeama, mm		0…-50	0…-50	± 20	± 15	± 10
Rakenteen yläpinnan **kaltevuuden** poikkeama, %-yksikköä		± 1,5	± 1,5	± 1,5	± 1,0	± 0,5
Rakenteen yläpinnan **tasaisuus** 3 m oikolaudalla, mm		40	40	30	20	15

1) Luiskapinnat tehdään suoriksi tasoiksi pyöristyksiä lukuun ottamatta ja siten, että pinnoille ei jää kunnossapitoa haittaavia epätasaisuuksia ja kiviä.
2) Kivet ja louhe tasataan verhouksen vaatimaan tasoon.
3) Verhottavia pengerluiskia rakennettaessa otetaan huomioon verhouksen vaatima työvara. Nurmetuksen kasvualustaa ei vaadita muualla kuin louhealustalla ja nurmetusluokassa I.
4) Kiilauksen vaatimuksina käytetään louhepenkereen arvoja, jos ko. pinta sijoittuu yli 1 m syvyyteen tenpinnasta.

Liitetaulukko 2. Ohjeelliset optimivesipitoisuudet ja maksimikuivatiheydet

Maalaji	Optimivesipitoisuus %	Maksimikuivatiheys t/m^3
Murske	4	2,1
Sora, soramoreeni	7	2,1
Hiekka	10	1,9
Siltti	20	1,7
Hiekkamoreeni ja silttimoreeni	7	2,2

Liitetaulukko 3: Jyräysohjeet. Tiivistyskoneiden ohjeellinen jyräyskertamäärä eri kerrospaksuuksilla maa-aineksen ollessa lähellä optimivesipitoisuutta.

Jyrätyyppi		Ylityskertojen ohjearvo													
	Paino (t)	Suodatin / eristyskerr		Jakava kerros		Kantava kerros		Alusrakenne H[1] ≤ 30			Alusrakenne H[1] >30			Louhe	
Kerrospaksuus enintään (m)		0,25	0,5	0,25	0,4	0,2	0,3	0,25	0,5	0,8	0,25	0,5	0,8	0,8	1,0
Täryjyrät[2]															
- vedettävät	> 5	4	7	5	8	5	9	3	6	11	3	7	13	6[12]	7[12]
- 2 täryvalssia	> 5	3	4	3	5	3	6	2	4	8	2	4	8		
- 1 täryvalssi	> 5	4	7	5	8	6	9	3	6	11	3	6	11	5[13]	7[13]
Kumipyöräjyrät[3]	< 20[4]	6	-	8	-	10	-	6	-		6	-			
	> 20[5]	4	8	6	12	8	12	4	8	14	3	6	11		
Staattiset valssijyrät[6]	> 10	-	-	-	-	10	-	7	-		7	-			
Pyöräkuormaajat[7]	> 40	-	-	-	-	-	-	4	8	14	3	7	13		
Puskutraktorit[8]	> 10	-	-	-	-	-	-	4	-		6	-			
Sorkkajyrät[9]	7-10	-	-	-	-	-	-	-	-		[10]	[10]			
Tärylevyt[11]	>0,05	6	-	7	-	6	-	5	-		6	-			
	>0,1	5	-	6	-	6	-	4	-		5	-			
	>0,2	4	8	5	8	5	8	3	6		4	8			
	>0,4	3	6	4	6	4	6	3	6		3	6			

1) *H = hienoainespitoisuus (0,063 mm läp.-%).* ***2)*** *Eivät sovellu runsaasti koheesioainesta sisältävien maalajien tiivistämiseen. Amplitudi aluksi n. 1,5 mm ja viimeiset ylityskerrat < 1mm, penkereen ja suodattimen jyräysnopeus 1…3 km/h, jakavan ja kantavan 3…6 km/h. Viivakuorma > 1,5 t/m.* ***3)*** *Eivät sovellu runsaasti koheesioainesta sisältävien maalajien tiivistämiseen, rengaspaine soraisilla maalajeilla 500 kPa ja hiekkaisilla maalajeilla 300 kPa, jyräysnopeus yli 5 km/h.* ***4)*** *Pyöräpaino > 2t .****5)*** *Pyöräpaino > 3t .****6)*** *Eivät sovellu märkien silttisten maalajien tiivistämiseen. Viivakuorma > 5 t/m.* ***7)*** *Eivät sovellu märkien silttisten maalajien tiivistämiseen.* ***8)*** *Soveltuvat ohuiden kerrosten ja märkien silttien tiivistämiseen.* ***9)*** *Soveltuvat silttien ja savien tiivistämiseen.* ***10)*** *Urakoitsijan on esitettävä käyttämänsä sorkkajyrän tekniset tiedot (ml. sorkan pituus, sorkan pään pinta-ala) ja työntekijöille annettavat jyräysohjeet.* ***11)*** *Käytetään pääasiassa ahtaiden alueiden ja kaivantojen täytössä.* ***12)*** *Paino vähintään 8 t.* ***13)*** *Paino vähintään 13 t.*

ISBN 951-803-645-4
TIEH 2200043-v-05