

TIENRAKENNUSTYÖT
YLEINEN TYÖSELITYS

1500 MAAN LEIKKAUS- JA PENGERRYSTYÖT

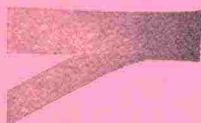
TIELAITOKSEN TIENRAKENNUSTÖIDEN
YLEISET TYÖSELITYKSET

| | | |
|-------------|---|-------------|
| 1100 - 9200 | YHTEISET TYÖT | TIEH 732454 |
| 1100 | ALUSTAVAT TYÖT | TIEH 732455 |
| 1200 | VAHVISTUSTYÖT | TIEH 732456 |
| 1300 | OJITUS- JA PUTKITUSTYÖT | TIEH 732457 |
| 1400 | KALLION LEIKKAUS JA PENGERRYSTYÖT | TIEH 732458 |
| 1500 | MAAN LEIKKAUS- JA PENGERRYSTYÖT | TIEH 732459 |
| 1600 | SITOMATTOMAT PÄÄLLYSRAKENNEKERROKSET | TIEH 732460 |
| 1700 | SIDOTUT PÄÄLLYSRAKENNEKERROKSET | |
| | MAABETONITYÖT | TIEH 731464 |
| | PÄÄLLYSTYÖT | TIEH 742820 |
| 1800 | VARUSTEET, LAITTEET, VIIMEISTELYTYÖT SEKÄ LIIKENTEEN HOITO | TIEH 732461 |
| | 1823 LIIKENNEVALOTYÖT | TIEH 722338 |
| | 1830 TIEMERKINTÄTYÖT | TIEH 743009 |
| | 1840 TIEVALAISTUSTYÖT | TIEH 722339 |
| | 1861 JA 1870 VIHERTYÖT | TIEH 722400 |
| 1900 | MURSKATUN MATERIAALIN HANKINTA | |
| | MURSKAUSTYÖT | TIEH 732809 |

TIEH 732459

TIEHALLITUS
TUOTANTO-OSASTO 1990

08 TIEU



Tielaitos
Tiehallituksen kirjasto

Doknro: 910313
Nidenro: 910374

TIENRAKENNUSTYÖT
YLEINEN TYÖSELITYS

1500 MAAN LEIKKAUS- JA PENGERRYSTYÖT

TIELAITOKSEN TIENRAKENNUSTÖIDEN
YLEISET TYÖSELITYKSET

| | | |
|--------------|---|-------------|
| 1100 - 9200 | YHTEISET TYÖT | TIEH 732454 |
| 1100 | ALUSTAVAT TYÖT | TIEH 732455 |
| 1200 | VAHVISTUSTYÖT | TIEH 732456 |
| 1300 | OJITUS- JA PUTKITUSTYÖT | TIEH 732457 |
| 1400 | KALLION LEIKKAUS JA PENGERRYSTYÖT | TIEH 732458 |
| 1500 | MAAN LEIKKAUS- JA PENGERRYSTYÖT | TIEH 732459 |
| 1600 | SITOMATTOMAT PÄÄLLYSRAKENNEKERROKSET | TIEH 732460 |
| 1700 | SIDOTUT PÄÄLLYSRAKENNEKERROKSET | |
| | MAABETONITYÖT | TIEH 731464 |
| | PÄÄLLYSTYSTYÖT | TIEH 742820 |
| 1800 | VARUSTEET, LAITTEET, VIIMEISTELYTYÖT SEKÄ LIIKENTEEN HOITO | TIEH 732461 |
| 1823 | LIIKENNEVALOTYÖT | TIEH 722338 |
| 1830 | TIEMERKINTÄTYÖT | TIEH 743009 |
| 1840 | TIEVALAISTUSTYÖT | TIEH 722339 |
| 1861 JA 1870 | VIHERTYÖT | TIEH 722400 |
| 1900 | MURSKATUN MATERIAALIN HANKINTA | |
| | MURSKAUSTYÖT | TIEH 732809 |

TIEH 732459

TIEHALLITUS
TUOTANTO-OSASTO 1990

ISBN 951-46-7278-X

Valtion painatuskeskus
Pasilan VALTIMO
Helsinki 1990

TIEHALLITUS
VASTUUYKSIKKÖ
Tuotanto-osasto
Tekniset palvelut

MÄÄRÄYS OHJE X MUU OHJAUS
NRO
Tt-112/30/90
ASIARYHMÄ
331
PVM
17.4.1990
VASTAANOTTAJA
Tiepiirit

SÄÄDÖSPERUSTA
As 126/90 3§

VOIMASSA
1.5.1990 - toistaiseksi

KORVAA
Työselityksen TVH 732459/79

KOHDISTUVUUS

TIEH ALUEHALLINTO X MUU VALT.HALLINTO ULKOPUOLISET

TIENRAKENNUSTYÖT
YLEINEN TYÖSELITYS
MAANLEIKKAUS- JA PENGERRYSTYÖT 1500

Tielaitoksen tienrakennustöiden yleinen työselitys MAANLEIKKAUS-JA PENGERRYSTYÖT 1500 on tarkoitettu laitoksen omassa johdossa tehtävissä töissä sekä urakoissa käytettäväksi. Oheinen työselitys korvaa vuonna 1979 ilmestyneen vastaavan työselityksen.

Työselitykseen on tehty mm. seuraavia muutoksia.
-muutettu ja lisätty tyyppikuvia
-teksti on ryhmitelty uudelleen
-eräitä laatuvaatimuksia on muutettu

Apulaisjohtaja

Osmo Anttila
Osmo Anttila

LISÄTIETOJA
Pauli Pouttu
TIEH/Tt
puh. (90) 154 2858

MYYNTEI
TIEH/Lomakevarasto
PL 33
00521 HELSINKI
puh. (90) 154 2052

SISÄLLYSLUETTELO:

| | |
|---|----|
| O. 1500 MAAN LEIKKAUS- JA PENGERRYSTYÖT YLEISTÄ (2000),(4000) | 4 |
| I. ALUSRAKENTEN TARKKUUS JA YLÄPINNAN KÄSITTELY (2100, 4100) | 4 |
| II. 1510...1530 MAALEIKKAUKSET (2100, 2200) | 6 |
| A. YLEISTÄ | 6 |
| B. TIELEIKKAUKSET (2110...2150) | 6 |
| 1. Leikkausten teko | 6 |
| 2. Luiskaleikkaukset ja kevennysleikkaukset | 7 |
| 3. Leikkausluiskien muotoilu | 7 |
| 4. Siirtrymäkenteet ja routasuojaus | 8 |
| a. Yleistä | 8 |
| b. Siirtymäkiilan syvyys | 12 |
| c. Siirtymäkiilan kaltevuus | 13 |
| d. Kiilojen rakentaminen | 13 |
| C. LÄMPÖERISTEET (4800) | 15 |
| D. MAALAAHIKKO (4460) | 15 |
| E. MASSANVAIHTOON KUULUVAT KAIVUTYÖT (2200) | 17 |
| 1. Yleistä | 17 |
| 2. Massanvaihtokaivannon teko (Mvk) (2210) | 17 |
| 3. Ylöskohonneiden massojen poisto (Mvy) (2220) | 17 |
| F. LEIKKAUSTYÖT TALVELLA | 19 |
| III. 1510...1530 PENGERTÄMINEN MAAMASSOILLA (4100) | 20 |
| A. TIEPENKEREET (4110) | 20 |
| 1. Yleistä | 20 |
| 2. Tiepenkereen teko | 21 |
| 3. Pengerrytyö | 24 |
| 4. Kerrospengerrys | 24 |
| 5. Kiilapengerrys | 25 |
| 6. Päätypengerrys | 25 |
| 7. Veteen pengerrys | 25 |
| 8. Tiiviysvaatimukset | 26 |
| 9. Tiivistäminen | 29 |
| 10. Sillan taustan täyttö | 30 |
| B. MASSANVAIHTOON KUULUVAT TÄYTTÖTYÖT (Mvt) (4120) | 32 |
| 1. Yleistä | 32 |
| 2. Massanvaihtokaivannon täyttö | 32 |
| 3. Massanvaihto pengertämällä (Pohjaantäyttö) | 33 |
| C. PENGERRÄJÄYTYKSET (2230) | 34 |
| 1. Yleistä | 34 |
| 2. Räjättyminen penkereen edessä | 34 |
| 3. Räjättyminen penkereen alla | 34 |
| 4. Räjättyminen penkereen sivuilla | 35 |

| | |
|----------------------------|----|
| D. YLIPENGER (4140) | 39 |
| E. VASTAPENGER (4130) | 39 |
| F. KEVYET PENKEREET (4180) | 40 |
| 1. Yleistä | 40 |
| 2. Kevytsorapenger | 40 |
| 3. Muut kevyet penkereet | 40 |
| G. PENGERRYSTYÖT TALVELLA | 41 |

SULUISSA OLEVAT LUKUSASARJAT OVAT UUDEN SUORITERYHMITTELYN MUKAISIA. 4000-SARJAN VAATIMUKSET KOSKEVAT KYSEISTÄ RAKENNETTA TULIVATPA MASSAT LEIKKAUKSESTA TAI VARAMAAPAIKASTA. UUTTA JA VANHAA SUORITERYHMITTELYÄ EI SAA KÄYTTÄÄ SEKAISIN URAKOITA LAADITTAESSA.

JÄSENTELYN LOGIIKKA: I.A.1.a.(1).(a).

0 1500 MAAN LEIKKAUS- JA PENGERYSTYÖT YLEISTÄ (2000),(4000)

- A. Maanleikkaus- ja pengerrystyöt tehdään rakennussuunnitelman mukaisesti. Massat on käytettävä rakennustaloudellisesti ja -teknisesti parhaalla tavalla.
- B. Leikkaus- ja pengerrystöiden aikana on jatkuvasti tarkkailtava leikkausmaan ja varamaanottopaikasta tuotavan kiviaineksen laatua. Jos kiviaineksen laatu poikkeaa suunnitelmassa esitetystä, on päällysrakenteen paksuutta vastaavasti muutettava sekä penkereen että leikkauksen kohdalla. (Liite 4)

I. ALUSRAKENTEEN TARKKUUS JA YLÄPINNAN KÄSITTELY (2100, 4100)

- A. Kunkin erillisen leikkauksen tulee täyttää suunnitelman mukaiset mitat oheisen taulukon tarkkuusvaatimusten mukaisesti. Alusrakenteen yläpinnan leveys ei saa alittaa suunnitelman mukaista leveyttä. Leikkaukseen tehtävän ojan pohja ja päällysrakenteen alle jäävä osa leikkauksen pohjasta ei saa millään kohdalla olla suunniteltua tasoa ylempänä.

MAAN LEIKKAUS- JA PENGERRYSTÖIDEN TARKKUUSVAATIMUKSET

| | LEIKKAUS | PENGER |
|--|-------------|-------------|
| Leikkausluiskien ja pengerrysluiskien taitepisteiden: | | |
| - sijainti 1) | +100 mm | +100 mm |
| - taso 1) | +100 mm | +100 mm |
| Alusrakenteen yläpinnan leveys päällysrakenteen alla: | | |
| - yksittäinen poikkeama 1) | 0...+100 mm | 0...+100 mm |
| - keskimäärin | 0...+50 mm | 0...+50 mm |
| Alusrakenteen yläpinnan taso päällysrakenteen alla: | | |
| - yksittäinen poikkeama 2) | 0...-100 mm | 0...-100 mm |
| - keskimäärin | 0...-50 mm | 0...-50 mm |
| Alusrakenteen yläpinnan kaltevuuden poikkeama suunnitelmasta | +0,5% | +0,5% |
| Ojan pohjan: | | |
| - sijainti | +100 mm | +100 mm |
| - taso 3) | 0...-100 mm | 0...-100 mm |

1) Luiskapinnat on tehtävä siten, ettei niissä ole ulkonakoa rumentavia epätasaisuuksia eikä kunnossapitoa vaikeuttavia kiviä.

Maaluisissa olevat lohkat ja rumentavat, liikenteelle vaaralliset kaliokehoutumat rajaytetaan rikki, ja louhe poistetaan verhouksen kasvualustan edellyttämään syvyyteen.

Verhoiltavia luiskia leikattaessa on otettava huomioon verhouksen vaatima työvara. Nurmetuksen kasvualustaa ei edellä mainitun louhintatapauksen liiksaksi vaadita kuin nurmetusmenetelmässä I.

Alueiden, joilla käytetään nurmetusmenetelmää I ja II, sekä nurmetettävien rakennaleikkausten pohjien ja muiden suunnitelmassa erikseen osoitettujen alueiden tulee täyttää koneellisen niiton asettamat vaatimukset.

Koneellista niittoa tarvitaan kunnossapidon kannalta kaikissa tapauksissa 2-4 m alueella sisäluiskan tai penkereen yläosassa.

Koneellinen niitto edellyttää hoiva- tai puskukonetasusta.

-tasaisuusvaatimus 50 mm 5 metrin matkalla.

Muulla riittää kaivukonetyön jälki.

-tasaisuusvaatimus 100 mm 5m matkalla

2) Poikkeamat saavat muuttua määriarvosta toiseen 80 metrin matkalla. Pinnalle ei saa syntyä vettä kerääviä painautumia.

3) Ojan pohjalle ei saa syntyä 50 mm syvempiä lammikoita.

B. ALUSRAKENTEEN YLÄPINNAN KÄSITTELY

1. Sen lisäksi mitä edellä on sanottu leikkausten penkereiden pintojen käsittelystä, tulee ottaa huomioon seuraavaa: Maapenkereellä ja maaleikkauksessa on alusrakenteen pinta tasattava alusrakenteen yläosaan käytetyllä materiaalilla ja saatettava suunnitelmien mukaiseen muotoon ja tiivistettävä vaatimusten mukaisesti. Pinnalle ei saa jäädä vettä kerääviä kuoppia.
2. Jos alusrakenteen pinta on niin märkä, ettei tiivistäminen onnistu, on pinta pyrittävä saamaan tiivistämiskelpoiseksi kuivattamalla.
3. Jos maalaji on hienorakeista ja heikosti kantavaa, sekä pinnalla suoritetaan kuljetuksia, on tarkoituksenmukaista lujittaa pinta kuitukankaalla ja/ tai olosuhteisiin sopivalta kerroksella. Tarvittaessa rakennetaan työaikainen kuljetustie.
4. Heikosti kantavilla pohjamailla voidaan pinnan antaa jäätyä n. 10 cm ennen kerrosten rakentamista.

II. 1510...1530 MAALEIKKAUKSET (2100, 2200)

A. YLEISTÄ

1. Ennen leikkaustöiden aloittamista on tehtävä osan 1100 mukaiset työt, sekä asetettava tarvittavat mitat.

B. TIELEIKKAUKSET (2110...2150)

1. Leikkauksen teko

- a. Leikkaus ojineen ja luiskineen tehdään valmiiksi yhdellä kerralla. Ojien tekeminen samanaikaisesti muun leikkaustyön kanssa helpottaa leikkauksen pohjan kuivapitoa.
- b. Leikkaustyö on tehtävä huolellisesti, jottei leikkausalueen ulkopuolella olevaa kasvillisuutta vahingoiteta.
- c. Jos leikataan routivia, helposti syöpyviä maalajeja tai maaston kaltevuussuhteet sitä edellyttävät on harkittava niskaojien rakentamista. Ojat rakennetaan työselityksen osan 1300 kohdan "Niskaojat" mukaisesti.
- d. Jos leikkauksessa on useita maalajeja, luiskankaltevuus ja päällysrakenteen paksuus määräytyvät heikoimman maalajin mukaan. Kaksiajorataisella tiellä päällysrakenteen paksuus on ajoratakohtainen.
- e. Jos maalajit ovat juoksevia, voidaan työnaikaisen kuivatuksen tehostamiseksi leikkauksen pohja muotoilla rakentamisen ajaksi kaltevammaksi kuin suunnitelmassa on osoitettu. Sade- ja valumavedet on aina johdettava pois koheesiomaaleikkuksista pumppaamalla tai ojittamalla.
- f. Leikkauksen pohja muotoillaan lopulliseen poikkikaltevuuteen ja korkeuteen ennen päällysrakenteen tekemistä.
- g. Routivassa (päällysrakenneluokka 1...5) leikkauksessa on pistokokein varmistuttava, ettei kalliota tai lohkaraita jää siirtymäkiilasyvyyttä, tai suunnitelman syvyyttä lähemmäksi tien pintaa.
- h. Suunnitelmissa osoitetut routivat leikkaukset harataan järjestelmällisesti siirtymäkiilasyvyydeltä, tai suunnitelman mukaiselta syvyydeltä piikkikauhalla tai muulla vastaavan tuloksen antavalla menetelmällä. Lohkareiden poiston jälkeen leikkauspohja on tasoitettava ja tiivistettävä.
- i. Lohkareisen routivan leikkauksen kohdalla voidaan käyttää maalaatikko-poikkileikkausta.
- j. Jos maanleikkaauksessa tai routivassa leikkauspohjassa (vrt. edellä) esiintyy kalliota tai lohkaraita noudatetaan siirtymäkiilojen yhteydessä esitettyjä ohjeita. Ks. myös osa 1400 kohta "Avolouhinta".

- k. Louhikon leikkaus tehdään noudattaen maanleikkaustyöstä annettuja ohjeita. Leikkauksissa esiintyvät ylisuuret lohkarit rikotaan ja käytetään penkereisiin, massanvaihtojen täyttöihin tai muihin sopiviin rakenteisiin.
- l. Löyhtynyt, tiivistämiskelpoinen leikkauspohja on päällysrakenteen alle jäävillä kohdilla tiivistettävä tasalaatuiseksi taulukon 5 mukaisesti.
- m. Jos epätasaista routimista aiheuttava tie tai työmaatie jää uuden tien alle, vanhan tien leikkaus- ja muotoilutarve on selvitettävä tapauskohtaisesti.
- n. Uuden tien liittämässä vanhaan tiehen noudatetaan, ellei suunnitelmassa ole muuta sanottu, soveltuvin osin jäljempänä siirtymäkiiloista annettuja ohjeita.
- o. Vanhan tien leikkaamisen yhteydessä saatavat rakenteisiin kelvolliset päällysrakennemassat (esim. öljysora) käytetään hyödyksi tai välivarastoidaan.

2. Luiskaloivennukset ja kevennysleikkaukset

- a. Luiskaloivennukset ja kevennysleikkaukset tehdään suunnitelman mukaisesti. Luiskien taitteet muotoillaan kuten leikkausluiskista on määrätty. (liite 1)
- b. Ellei toisin ole esitetty, kevennysleikkaus ja päälleikkaus tehdään ensin kevennyksen tasoon ja sen jälkeen muu osa päälleikkauksesta. Ks. myös osa 1200 kohta "Luiskien tukeminen".

3. Leikkausluiskien muotoilu

- a. Ellei suunnitelmassa ole muuta osoitettu maaleikkaukset muotoillan liitteen 1. mukaisesti.
- b. Penkereen ja leikkauksen yhtymäkohdissa muutetaan luiskien kaltevuutta joustavasti, suunnitelman mukaisesti, tai niiden puuttuessa TVL:n Tiedon suunnitteluohjeiden mukaisesti.
- c. Kalliroleikkauksien alkukohdat sovitetaan maisemaan suunnitelman mukaisesti verhoiluun sekä tarvittaessa istutuksiin.
- d. Maaleikkauksissa olevat lohkarit ja rumentavat, liikenteelle vaaralliset kalliokohdat räjäytetään rikki verhouksen edellyttämään syvyyteen.
- e. Kallioluiskat verhoillan suunnitelman mukaisesti tai sen puuttuessa liitteen 2. mukaisesti.
- f. Verhoiltavia luiskia leikattaessa on otettava huomioon verhouksen vaatima työvara. Nurmetukseen tarvittava ruokamultakerros ei vaadi erillistä työvaraa nurmetusmenetelmää I lukuunottamatta.
- g. Alueiden, joilla käytetään nurmetusmenetelmiä I ja II sekä nurmettavien näkemäleikkausten pohjien ja muiden suunnitelmassa erikseen osoitettujen alueiden tulee lisäksi täyttää koneellisen niiton asettamat vaatimukset.

4. Siirtymärakenteet ja routasuojaus

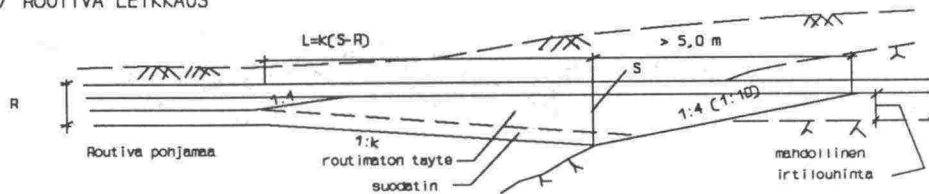
a. Yleistä

- (1) Siirtymäkiiloja käytetään alusrakenteen muutoskohtien aiheuttamien routanousun vaihteluiden tai kantavuuserojen loiventamiseksi. Siirtymäkiila on routimattomalla maa-aineksella täytetty tasausviivaan nähden loiva kiila, joka sijaitsee alusrakenteen ja päällysrakenteen välissä.
- (2) Päällystetyillä teillä tehdään siirtymäkiilat seuraaviin alusrakenteen muutoskohtiin:
 1. kallio/ routiva maalaji
 2. kallio/ routimaton maalaji (syvyys 1 m) kiila tasoitta kantavuuserot
 3. routiva maalaji/ routimaton maalaji.
 4. routiva leikkaus/ routiva pengeri (syvyys 1,25 m)
 5. routiva leikkaus, pohjamaa vaihtuu (syvyys 1,25m).
 6. silta, routimaton johtorakenne tai kapea vettä johtava maakerros (vesisuoni) tien poikki routivassa pohjassa.
- (3) Siirtymäkiilaa ei yleensä tarvita, kun muutoskohta on kokonaan siirtymäkiilasyvyyden alapuolella.
- (4) Kun päällysrakenneluokka on 1, 2, 3 ja 4, siirtymäkiilat rakennetaan aina suunnitelman ja/tai kuvissa 1 ja 2 esitettyjen periaatepiirrustusten mukaan ja siltojen osalta kohdan "Sillan taustan täyttö" mukaisesti. Alempiluokkaisilla teillä on siirtymäkiilojen käyttö ja rakenne harkittava tapauskohtaisesti. Kuitenkin kallio/pehmeikkötapauksissa on aina tehtävä siirtymäkiila. Siirtymäkiilan tarve ja tyyppi ilmoitetaan suunnitelmassa, mutta lopullinen valinta tehdään todellisten olosuhteiden perusteella rakennusaikana.

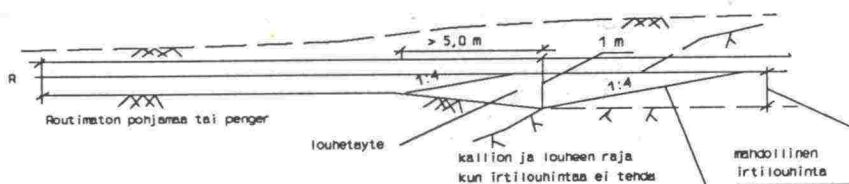
KUVA 1

PITUUSSUUNTAISET SIIRTYMÄKIILAT

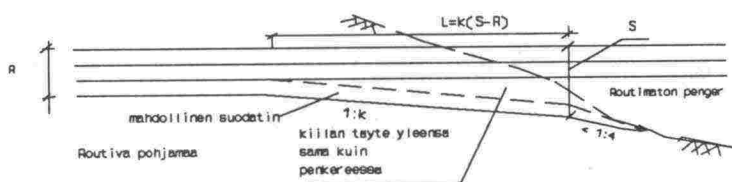
1. KALLIO / ROUTIVA LEIKKAUS



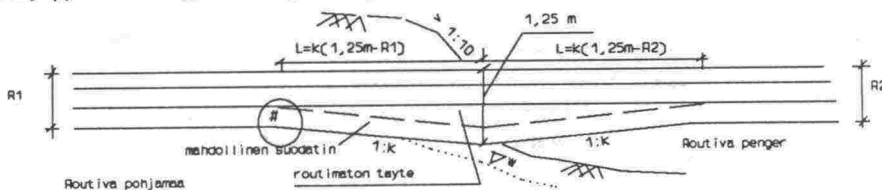
2. KALLIO / ROUTIMATON LEIKKAUS



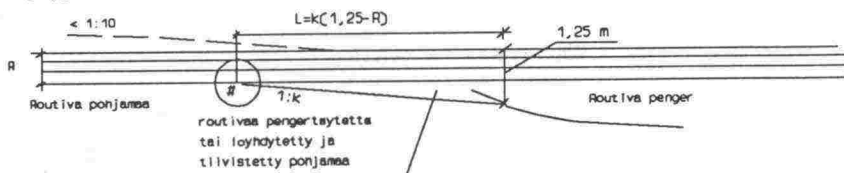
3. ROUTIVA LEIKKAUS / ROUTIMATON PENGERI



4A. ROUTIVA LEIKKAUS / ROUTIVA PENGERI leikkaussyvyys kasvaa jyrkästi (> 1:10)



4B. ROUTIVA LEIKKAUS / ROUTIVA PENGERI leikkaussyvyys kasvaa loivasti (< 1:10)



1:k = kiilan kaltevuus

L = kiilan pituus

R = routimattoman rakenteen paksuus

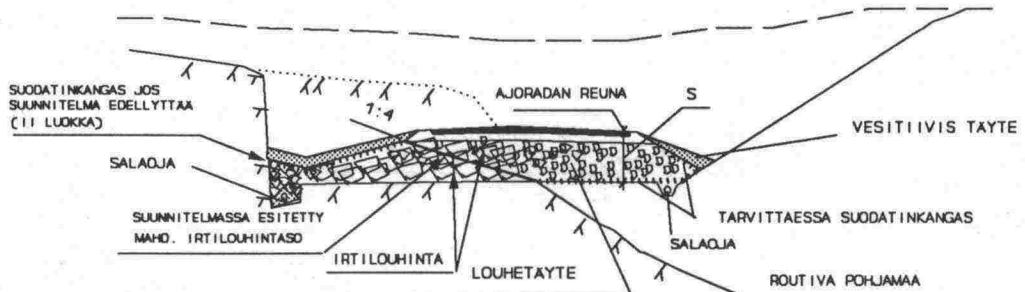
S = siirtymäkiilan syvyys kuvasta 4.

(sora- ja murskekiilla on 0,2 m ja louhekiilla 0,5 m syvämpi kuin hiekkakiilla)

KIILOJEN TAITE ON PYÖRISTETTÄVÄ TAI LOYHENNETTÄVÄ 5m MATKALLA

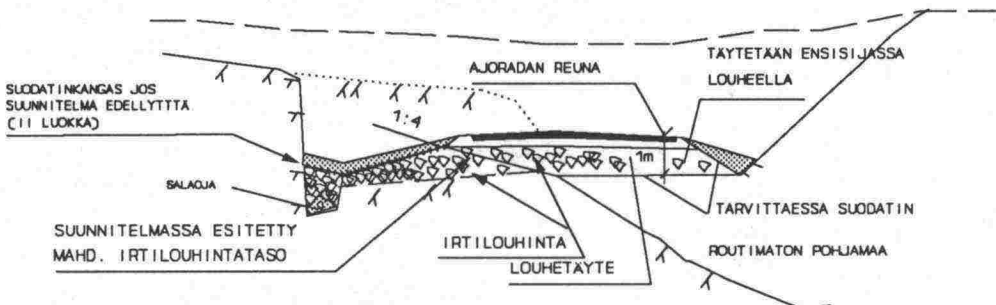
POIKITTAISET KIILAT KUVA 2

KALLIO/ ROUTIVA POHJAMAA



TOISPUOLISESSA KALLIOLEIKKAUKSESSA KÄYTETÄÄN ROUTIVAN MAALAJIN PUOLELLA MAALAATIKKOA JOKA ULOTETAAN SIIRTYMÄKIILASIVUYTYEEN. KALLIO LOUHITAA IRTI SUUNNITELMAN SYVYYTEEN TAI SIIRTYMÄKIILASIVUYTYEEN. TAYTTEENA KÄYTETÄÄN LOUHETTA. JOS TAYTE ON SORAA TAI HIEKKAA, TULISI TAYTE ULOTTA YHTENÄISENÄ KOKO POIKKILEIKKAUKSEEN ALUEELLE. KANTAVUUSEROT TASATAAN 1:4 VIISTEILLÄ. TAYTTEEN SEKOITTIMINEN POHJAMAAHAN ESTETÄÄN SUODATINKANKAALLA TAI SUODATINKERROKSELLÄ. MAALAATIKKO TULISI KUIVATTAA POHJAAN SAAKKA.

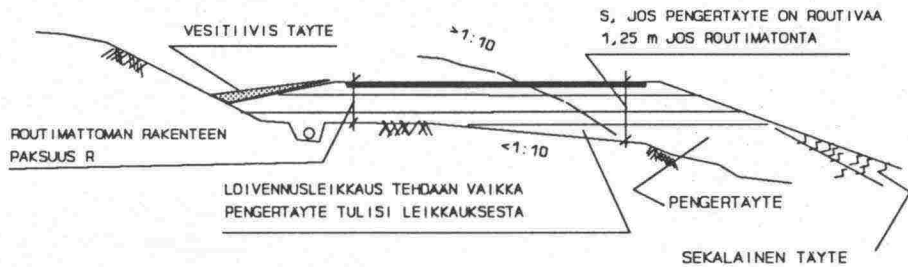
KALLIO/ ROUTIMATON POHJAMAA



ROUTIMATTOMALLA ALUSRAKENTEELLA RAKENTEEN PAKSUUS ON 1 m. KALLIO LOUHITAA IRTI SAMAAN SYVYYTEEN TAI SUUNNITELMAN SYVYYTEEN. TAYTTEENA KÄYTETÄÄN LOUHETTA JOS TAYTE ON SORAA TAI HIEKKAA, TULISI TAYTE ULOTTA YHTENÄISENÄ KOKO POIKKILEIKKAUKSEEN ALUEELLE. KANTAVUUSEROT TASATAAN 1:4 VIISTEILLÄ. TAYTTEEN SEKOITTIMINEN POHJAMAAHAN JA SEN VARISEMINEN LOUHEESEEN ESTETÄÄN TARVITTAESSA SUODATINKANKAALLA.

MAASTON KALTEVUUS $>1:10$

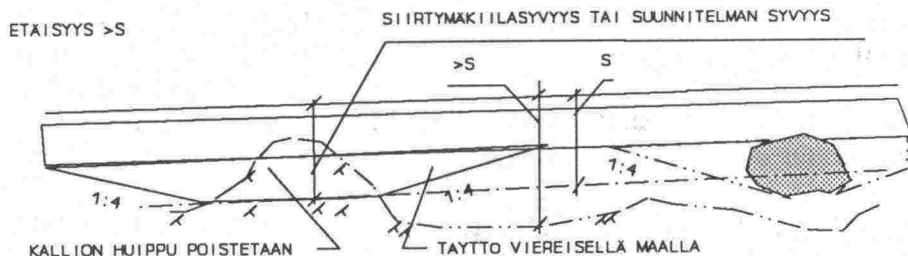
MAALAJI VAIHTUU SIVUSUUNNASSA



KIILA TARVITAAN KUN MAASTON SIVUKALTEVUUS ON SUUREMPI KUIN 1:10, TAI KUN MAALAJI VAIHTUU TIEN SIVUSUUNNASSA. KIILAN KALTEVUUS ON $>1:10$

KUVA 3

KALLION KÄSITTELY ROUTIVISSA LEIKKAUKSISSA



JOS TASAUSVIIVAN ETAISYYS KALLIOSTA ON SUUREMPI KUIN SIIRTYMAKIIILASIVYYS, EI ROUTIVAA MAATA TARVITSE POISTAA.

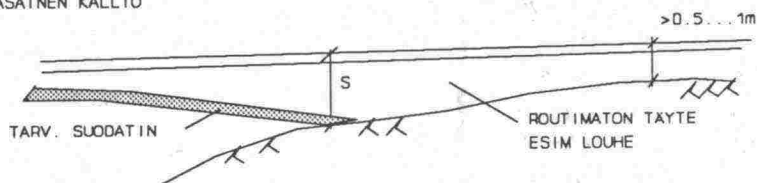
KOHUMAT JA LOHKAREET POISTETAAN SIIRTYMAKIIILASIVYYTEEN TAI SUUNNITELMAN SYVYYTEEN.

LAAJOISSA KOHDUTUMISSA JA VIEREKKÄISTEN HUIPPUJEN KOHDALLA KÄYTETÄÄN SIIRTYMAKIIILOJA TAI MAALAATIKKOA.

VAIKEISSA ROUTAOLOSUhteissa TUTKITAAN LEIKKAUS SIIRTYMAKIIILASIVYYTEEN JA POISTETAAN HAVAITUT KALLIONHUIPUT JA LOHKAREET SIIRTYMAKIIILASIVYYTEEN.

ETAISYYS $<S$

A) TASAINEN KALLIO

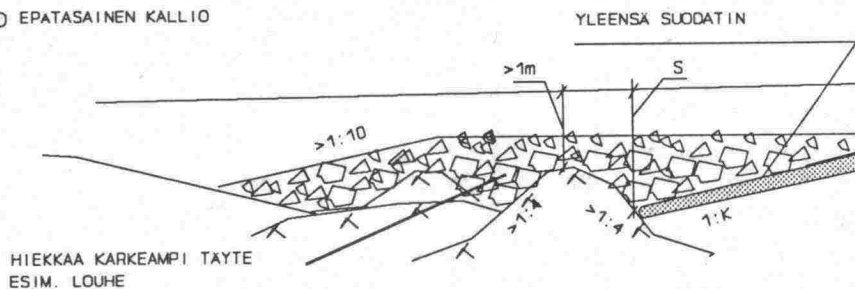


JOS TASAUSVIIVAN ETAISYYS ON PIENEMPI KUIN S : TASAISELLA KALLIOILLA POISTETAAN ROUTIVA MAA KOKONAISUUDESSA JA RAKENNETAAN SIIRTYMAKIIILAT.

TASAUSVIIVAN VÄHIMMÄSETAISYYS RIKKOMATTOMASTA KALLIOSTA ON TIEN LUOKASTA RIIPPUEN $>0.5m \dots 1.0 m$.

ETAISYYS $<S$

B) EPATASAINEN KALLIO



EPATASAISILLA KALLIOILLA, HUIPPUJEN KALTEVUUS $>1:4$, ROUTIVA MAA POISTETAAN SIIRTYMAKIIILASIVYYTEEN JA KALLION HUIPUT TASATAAN ROUTIMATTOMALLA MATERIAALILLA ; LOUHEELLA, MURSKEELELLÄ TAI SORALLA.

TASAUKSEN KALTEVUUS ON TIEN PITUUSSUUNNASSA ENINTÄÄN $1:10$ JA POIKKISUUNNASSA $1:4$. TASAUSVIIVAN ETAISYYS HUIPUSTA ON VÄHINTÄÄN $1m$.

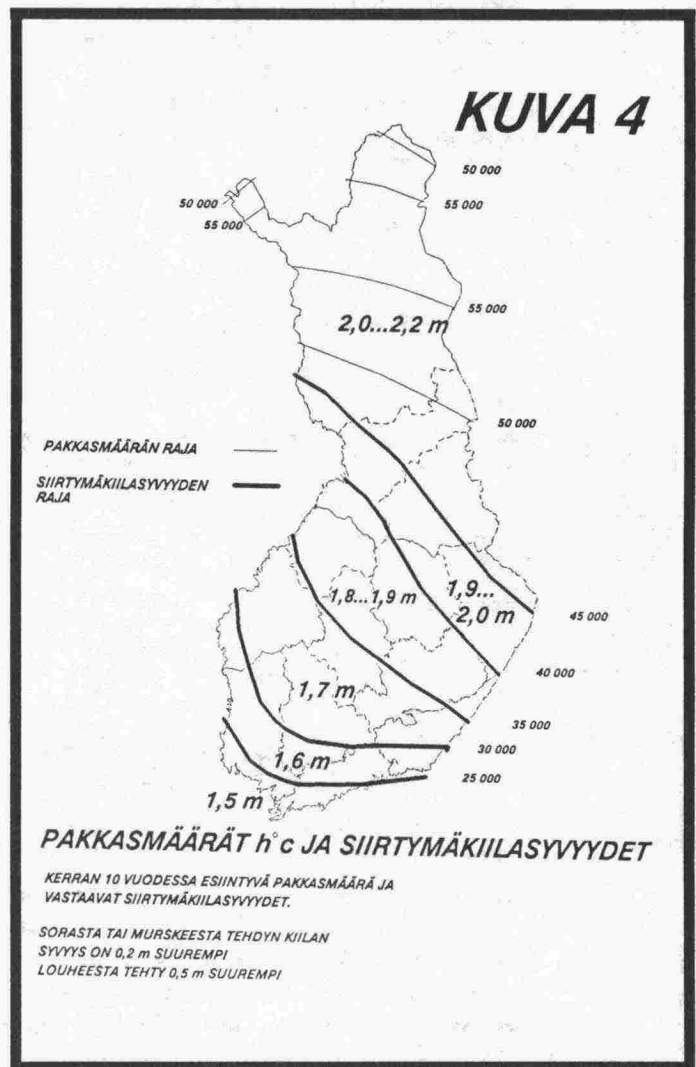
KALLIOLE EI SAA JÄÄDÄ VETÄ KERÄÄVIÄ SYVENNYKSIÄ; IRTILOUHINTA VÄHINTÄÄN SYVÄNTEIDEN TASOON.

JOS KAIVANTOON OLETETAAN KERTYVÄN VETTÄ, TULISI KAIVANTOON, MIKÄLI MAHDOLLISTA, JÄRJESTÄÄ KUIVATUS.

- (5) Rinneosuuksilla sekä alueilla, joissa alusrakenne muuttuu tien sivusuunnassa, käytetään poikittaisia siirtymäkiiloja. (kuva 2)
- (6) Rumpujen ja muiden putkistojen kohdalla kiilat rakennetaan kuten kallionleikkauksen rajakohtaan tehtävät kiilat. Jos rumpu sijaitsee siirtymäkiilasyvyyden alapuolella tai sen halkaisija on $< 0,5$ m, harkitaan kiilan tarve tapauskohtaisesti.
- (7) Routivissa leikkauksissa voidaan käyttää kuva 3 mukaisia käsittelyjä kallion huippujen ja lohcareiden kohdalla.
- (8) TOISIAAN LEIKKAAVIEN TAI VIEREKKÄISTEN KIILOJEN KOHDALLA ON HARKITTAVA KIILOJEN KORVAAMISTA MAALAATIKOLLA.

b. Siirtymäkiilan syvyys

- (1) Siirtymäkiilan syvyys määräytyy roudan syvyyden ja kiilan täyttömateriaalin mukaan. Suositeltavat syvyydet maan eri osissa on esitetty kuvan 4 kartassa. Mitat ovat samat sekä lievästi että erittäin routivassa pohjamaassa. Täyttömateriaalin edellytetään tällöin olevan kosteutta pidättävää routimatonta hiekkaa. Jos täyttöön käytetään karkeata ainesta (soraa, mursketta, louhetta), on kiilan syvyyttä lisättävä kuvan 4 mukaisesti.
- (2) Poikkeuksena kuvan 4 mukaisiin syvyyksiin on kallion ja routimattoman maaperän rajakohtaan tehtävä kantavuuseroja ta-soittava kiila, jonka syvyys on 1,0 m. Samoin routivan leikkauksen ja routivan penkereen rajakohtaan on tehtävä kiila, jonka syvyys on 1,25 m (kuva 1. 4A ja B).



c. Siirtymäkiilan kaltevuus

- (1) Siirtymäkiilan kaltevuus määräytyy tien luokan ja odotettavissa olevien roudanousuerojen suuruuden perusteella. Kiilan kaltevuus esitetään yleensä suunnitelmassa. Ellei näin ole tehty, määritetään siirtymäkiilan kaltevuus taulukoiden 2 ja 3 perusteella.

TAULUKKO 2
SIIRTYMÄKIILAN KALTEVUUS

| TIEN LUOKKA | KALTEVUUS 1/ k |
|---------------------|----------------|
| Moottoriväylät | 1:40 |
| Valta- ja kantatiet | 1:30 |
| Seudulliset tiet | |
| Kokoojatiet | 1:20 |
| Yhdystiet | 1:15 |

- (2) Seudullisilla teillä käytetään valta- ja kantateiden arvoja kun KVL >500 ajon./d ja kokoojateitä koskevia arvoja kun KVL <500 ajon./d
- (3) Kestopäällystetyillä yhdysteillä käytetään kokoojateitä koskevia arvoja.

TAULUKKO 3
SIIRTYMÄKIILAN KALTEVUUS TAAJAMISSA

| TIEN LUOKKA, NOPEUS (km/h) | KALTEVUUS 1/k |
|----------------------------|---------------|
| Pääväylät v = 70...80 | 1:30 |
| Pääväylät v = 50...60 | 1:20 |
| Muut KVL >1000 ajon./d | 1:20 |
| Muut KVL <1000 ajon./d | 1:15 |

d. Kiilojen rakentaminen

- (1) Sivu- ja pituussuuntaisen siirtymäkiilan pohja muotoillaan yleensä samaan sivukaltevuuteen kuin vastaava alusrakenne, paitsi tapauksessa routiva leikkaus/routiva pengerr, jossa poikkikaltevuus saa olla enintään 1:10, mikäli täyttö tapahtuu routivalla pengertäytteellä.
- (2) Sellaisessa kohdassa, johon ei rakenneta normaalia siirtymäkiilaa, paksunnetaan päällysrakenne kantavamman alusrakenteen osalla 5 m matkalla.
- (3) Siirtymäkiilojen täyttöön käytetään routimatonta maa-ainesta. Täyttömateriaaliksi sopii parhaiten kosteutta pidättävä routimaton hiekka.
- (4) Jos täyttö tehdään suoraan kalliopinnan päälle tai kiilan yhteydessä louhepenkereelle, täyttämiseen voidaan käyttää louhosta, tai hiekkaa karkeampaa kiviainesta, ottaen kuitenkin huomioon mitä osassa 1400 louhepenkereen tekemisestä on esitetty.

- (5) Kallioleikkaukseen liittyvän siirtymäkiilan osa, jonka tarkoitus on vähentää jyrkän kallioseinämän vaikutusta, tehdään joko louheesta, karkeasta sepelistä tai murskeesta.
- (6) Karkean kiilatäyteen ja hienojakoisen pohjamaan välissä on käytettävä suodatinkerrosta tai -kangasta.
- (7) Päällysrakenten variseminen kiilaan on estettävä.
- (8) Yleensä siirtymäkiilan kohdalla riittää normaali päällysrakenteen kuivatus. Mikäli siirtymäkiilaan virtaa vettä, kiila on kuivatettava esim. salaojalla. Oja on tehtävä siten, että se kestää sille tulevan kuormituksen.
- (9) Kiilatäyteen tiivistäminen on tehtävä siten, että siirtymäkiila täyttää maapenkereen yläosalle asetetut tiiviysvaatimukset, ks. taulukon 5 vaatimukset.
- (10) Siirtymäkiilan viettoviivan tulee olla tien suuntainen. Tapauksessa routiva leikkaus/routiva pengeri, kun täyttö suoritetaan routivalla kiviaineksella, viettoviiva saa olla vinosti tietä vastaan.
- (11) Ohjepiirustukset on laadittu yksiajorataista tietä varten, mutta niitä voidaan käyttää myös kaksiajorataisella tiellä, koska siirtymäkiilojen rakentaminen suunnitellaan kummankin ajoradan osalta erikseen.
- (12) Jos kallio on routivassa leikkauksessa siirtymäkiilasyvyyttä ylempänä, routiva pohjamaan on poistettava koko ajoradan leveydeltä siirtymäkiilasyvyyteen ja tarvittavat pituus- ja poikittaissuuntaiset siirtymäkiilat rakennetaan. (Kuva 3)
- (13) Jos kallionkohoutuma tai lohkarie on pieni, se poistetaan siirtymäkiilasyvyyteen tai suunnitelman syvyyteen. Kuoppa täytetään ympäröivällä maalla. Tiivistys on tehtävä ympäristön tiiviyttä vastaavaksi. (kuva 3.)
- (14) Kun tie rakennetaan routivuusominaisuuksiltaan tai kantavuudeltaan jyrkästi vaihtelevalle pohjamaalle tai, jos maassa on paikottaisia vettä johtavia kerrostumia, joita ei voida poistaa ja joiden voidaan olettaa aiheuttavan epätasaisia routanousuja, on siirtymäkiilat rakennettava samansyvyisiksi kuin tapauksessa kallio/routiva pohjamaa.
- (15) Mikäli routivaa maata on paikallisina silmäkkeinä tms, maa-aines poistetaan siirtymäkiilan syvyyteen ja korvattava routimattomalla kiviaineksella.
- (16) Usein on tarkoituksenmukaista korvata siirtymäkiilat maalaatikolla tai lämpöeristeellä ks. kohdat "Lämpöeristeet" ja "Maalaatikko".

C. LÄMPÖERISTEET (4800)

1. Lämpöeristeenä käytetään yleensä suulakepuristettua solumuovia tai kevytsoraa.
2. Tiehen tulevat lämpöeristeet rakennetaan suunnitelman mukaisesti.
3. Ellei suunnitelmassa ole muuta osoitettu, solumuoviset eristeet rakennetaan liitteen 3. mukaisesti.
4. Solumuovin pitkäaikaisen puristuslujuuden tulee olla vähintään 0,15 MN/m², 5*5*5 cm koekappaleella ja 2% kokoonpuristumalla TVH:n testausmenetelmässä.
5. Tiekevytsoran käyttö tulee yleensä kysymykseen vain kevyissä penkereissä, jolloin kevennyksen lisäksi saadaan aikaan tehokas lämpöeristys. Ks. kohta "Kevytsorapenger".
6. Siirtymäkiilat voidaan rakentaa myös lämpöeristeitä käyttäen. Eristekerroksen pituus ja paksuus ilmoitetaan suunnitelmassa.

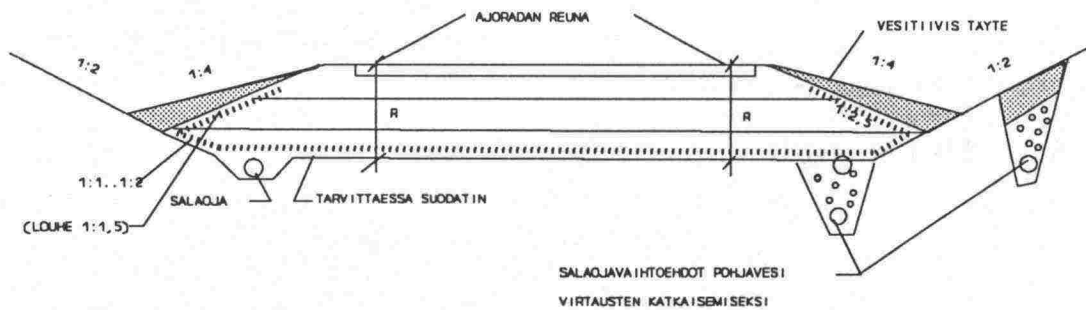
D. MAALAATIKKO (4460)

1. Maalaatikon rakenneperiaate on esitetty kuvassa 5. Maalaatikon paksuus ja täyttömateriaali määrätään siirtymäkiilojen yhteydessä esitettyjen ohjeiden mukaisesti. Täyspaksu maalaatikko tulee kysymykseen vain korkealuokkaisilla teillä (moottoriväylät, 4-kaistaiset tiet, vilkasliikenteiset valta- ja kanta-tiet). Muilla teillä käytetään ohuempaa rakennetta.
2. Maalaatikon käyttökohteet ja rakenne esitetään suunnitelmassa.
3. Maalaatikko kuivatetaan, mikäli mahdollista, kokonaisuudessaan.
4. Päällysrakennekerrokset määräytyvät maalaatikon kohdalla täyttökiviaineksen mukaan.
5. Maa-ainesten sekoittumisen estävä suodatinkerros tai -kangas levitetään tarvittaessa maalaatikon pohjalle. Täyttötöy on pyrittävä suorittamaan mahdollisimman pian leikkaustyön jälkeen.
6. Tiivistäminen on tehtävä siten, että täyttö vastaa tiiviysvaatimuksia.(taulukko 5.)
7. Pintavesien pääsyä maalaatikkoon on vähennettävä luiskaverhouksin. Tämä koskee erityisesti louhetäyteisiä maalaatikoita.

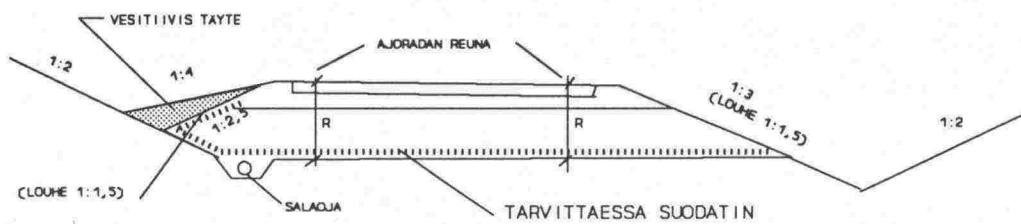
KUVA 5

MAALAATIKON RAKENNEPERIAATTEET

SALAOJALLINEN



SALAOJALLINEN/ AVOIN



MAALAATIKKO ON KUIVATETTAVA, MIKÄLI MAHDOLLISTA, POHJAAN SAAKKA
 TOISPUOLISESTI KALLISTETUSSA ALUSTASSA RIITTÄÄ YKSI SALAOJA
 R=ROUTIMATTOMIEN KERROSTEN PAKSUUS
 MAALAJIEN SEKOITTUMINEN ESTETÄÄN TARVITTAESSA SUODATTIMILLA

E. MASSANVAIHTOON KUULUVAT KAIVUTYÖT (2200)

1. Yleistä

- a. Kun pengerrus perustetaan pehmeikön kohdalla kovalle pohjalle, pehmeä perusmaa poistetaan kokonaan, tai se osa, joka estää penkereen painumista pohjaan. Ylöskohonnut pehmeä perusmaa poistetaan pengerrustyön aikana.
- b. Poistettavien massojen laatu on tutkittava ennen käyttöä ja niiden kelpoisuus muihin käyttötarkoituksiin määriteltävä. Poistettavia massoja voidaan käyttää esim. pengerruksiin, vastapenkereisiin tai maastonmuotoiluun.
- c. Kaivumassoja ei saa läjittää kaivannon välittömään läheisyyteen ilman vakavuusselvitystä kaivannon luiskien sortumavaaran vuoksi.

2. Massanvaihtokaivannon teko (Mvk) (2210)

- a. Sekä osittaisessa että täydellisessä poiskaivussa kaivannon pohjan leveys määrätään kuvan 6 mukaan. Osittaisessa poiskaivussa, jolloin pohjamaata lujemmat kerrokset kaivetaan pois, kaivussyvyys ilmoitetaan suunnitelmassa. Kaivussyvyys ei saa oleellisesti poiketa suunnitelman mukaisesta syvyydestä.
- b. Tien alle jäävät kaivannon alku- ja loppupäät on painumien tasoittamiseksi tehtävä loivaluiskaisiksi siirymäkiilaohjeiden mukaan.
- c. Perusmaa poistetaan kaivamalla tai ruoppaamalla suunnitelmassa tai työn aikana määrättyyn syvyyteen ja laajuuteen. Ellei suunnitelmassa ole toisin osoitettu, kaivutyöt tehdään kuvan 6 periaatteita noudattaen. Mikäli massanvaihtoa kaivamalla ei tehdä täydellisenä pehmeiden maakerrosten poistona, vaan määrättyyn syvyyteen, on kaivutyö tehtävä valmiiksi mahdollisimman etäälle penkereen päästä ennen täyttötööhön ryhtymistä tai sen jatkamista kaivalueella. Kaivu voidaan vaihtoehtoisesti tehdä myös penkereen päältä.

3. Ylöskohonneiden massojen poisto (Mvy) (2220)

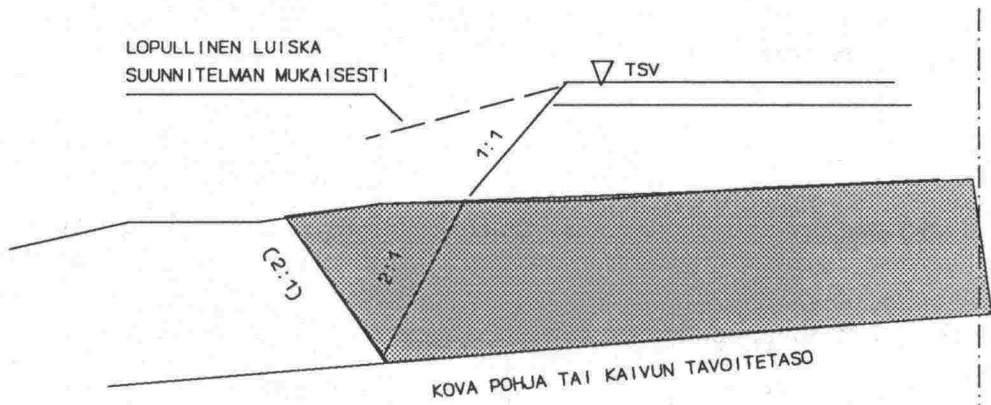
- a. Penkereen edestä ja sivuilta ylös työntyvät massat poistetaan suunnitelmassa esitettyyn tai työn aikana määrättyyn tasoon. Ks. myös kohta "Massanvaihto pengertämällä".

KUVA 6

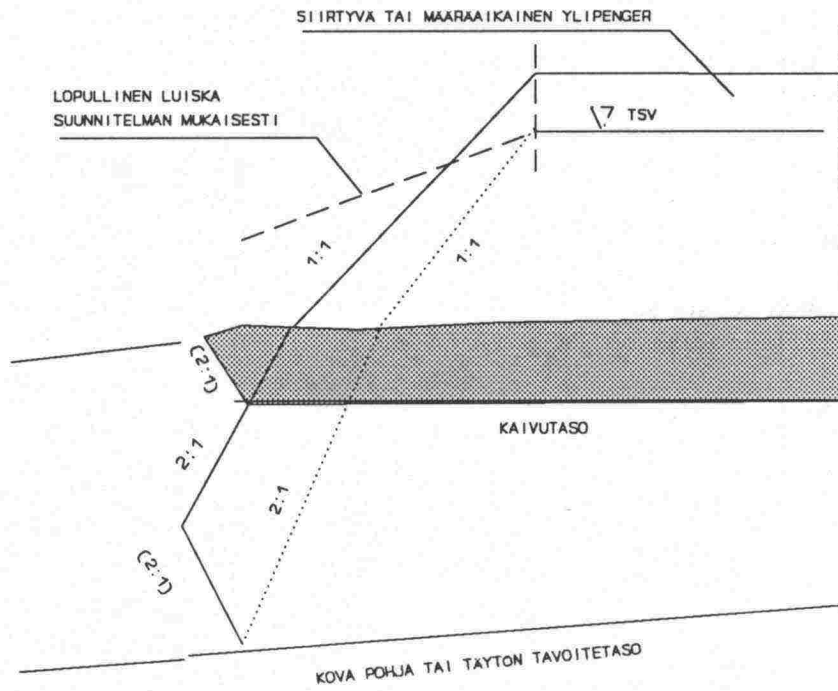
MASSANVAIHTOTOIDEN KAIVANNON JA TÄYTÖN OHJEELLISET MITAT

TARVITTAESSA KAIVANNON LUISKAT KAIVETAAN LOIVEMMIKSI

MASSANVAIHTO KAIVAMALLA



MASSANVAIHTO PENGERTÄMÄLLÄ



F. LEIKKAUSTYÖT TALVELLA

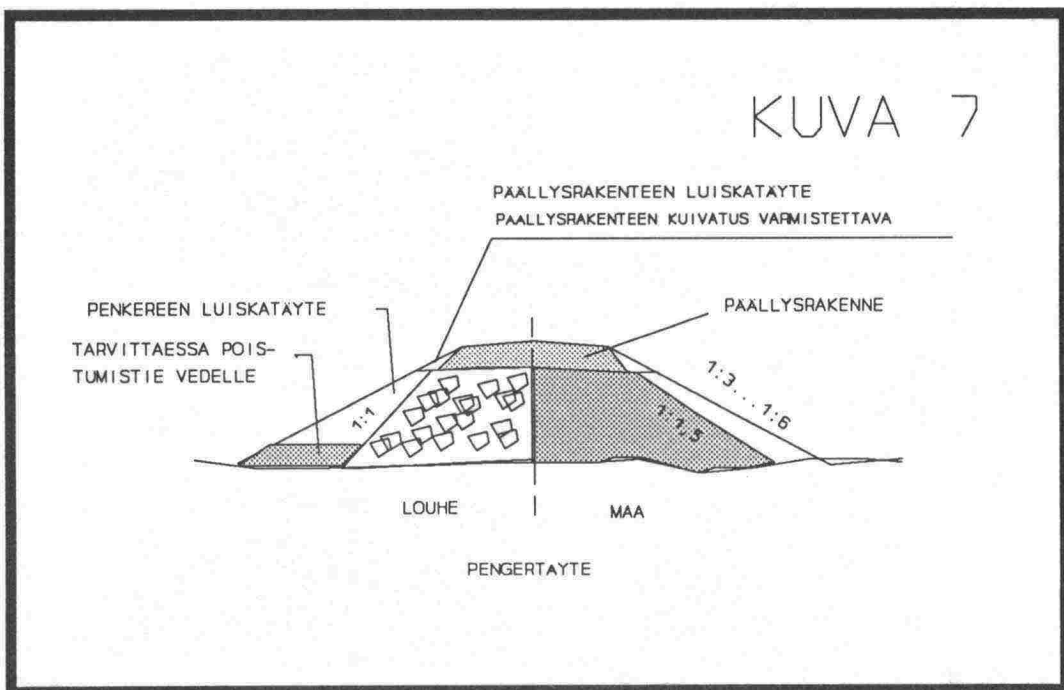
1. Ks. yleiset näkökohdat osan 1100 kohdasta "Talvirakentaminen".
2. Rakenteisiin kelvollisten leikkausten kohdalla tulee kasvillisuus ja ruokamulta poistaa sulan maan aikana.
3. Lumi ja jää on poistettava mahdollisimman tarkoin ennen leikkaustyön aloittamista.
4. Lumen talleamista on vältettävä ennen töiden aloitusta.
5. Leikkauksen pinnalta ja rintaudesta tulevat jäätyneet maakappaleet siirretään sallittuihin kohteisiin. Jäätynyt maa, "kamat", voidaan tarvittaessa välivarastoida (esim. päällysrakennemassat).
6. Jos leikkauspohjan päälle rakennetaan samana talvikautena päällysrakennekerroksia, pohja tehdään leikkaustyön yhteydessä oikeaan kaltevuuteen ja korkeuteen.
7. Rakennettaessa siirtymäkiiloja routaantuneeseen maahan on kaivannon teon yhteydessä huolehdittava siitä, että kiilan päähän ei jää jyrkkää porrasta.
8. Herkästi valuvien siltiluiskien soraverhoilut on käytännöllisintä tehdä ennen luiskien sulamista.

III. 1510...1530 PENGERTÄMINEN MAAMASSOILLA (4100)

A. TIEPENKEREET (4110)

1. YLEISTÄ

- a. Epätasaisten painumien ja routanousujen välttämiseksi pengeralustat on käsiteltävä osan 1100 mukaisesti.
- b. Penger on rakennettava tasalaatuisista kerroksista. Tällöin myöhemmät epätasaisuudet ja tiivistymät ovat vähäisiä.
- c. Routimattoman ja routivan täyteen rajapinta on tehtävä siten, että pinnan kaltevuus tien tasausviivan suhteen noudattaa siirtymäkiilasyvyyden alueella kohdan "Siirtymäkiilat" ohjeita.
- d. Muussa tapauksessa (maa-aineksen routivuus sama tai pinta syvemmällä kuin siirtymäkiilasyvyys) rajapinnan kaltevuus on 1:4 tai loivempi.
- e. Kunkin kerroksen tulee olla tiivistetty jäljempänä esitetyn mukaisesti ennen seuraavan kerroksen rakentamista.
- f. Suunnitelmasta poikkeavia pengerryksiä, välivarastoja ja läjityksiä, jotka heikentävät tien tai maaperän vakavuutta, ei saa tehdä ilman vakavuusselvityksiä.
- g. Pengerluiskat muotoillaan liitteen 1 mukaisesti, ellei suunnitelmassa ole muuta osoitettu.

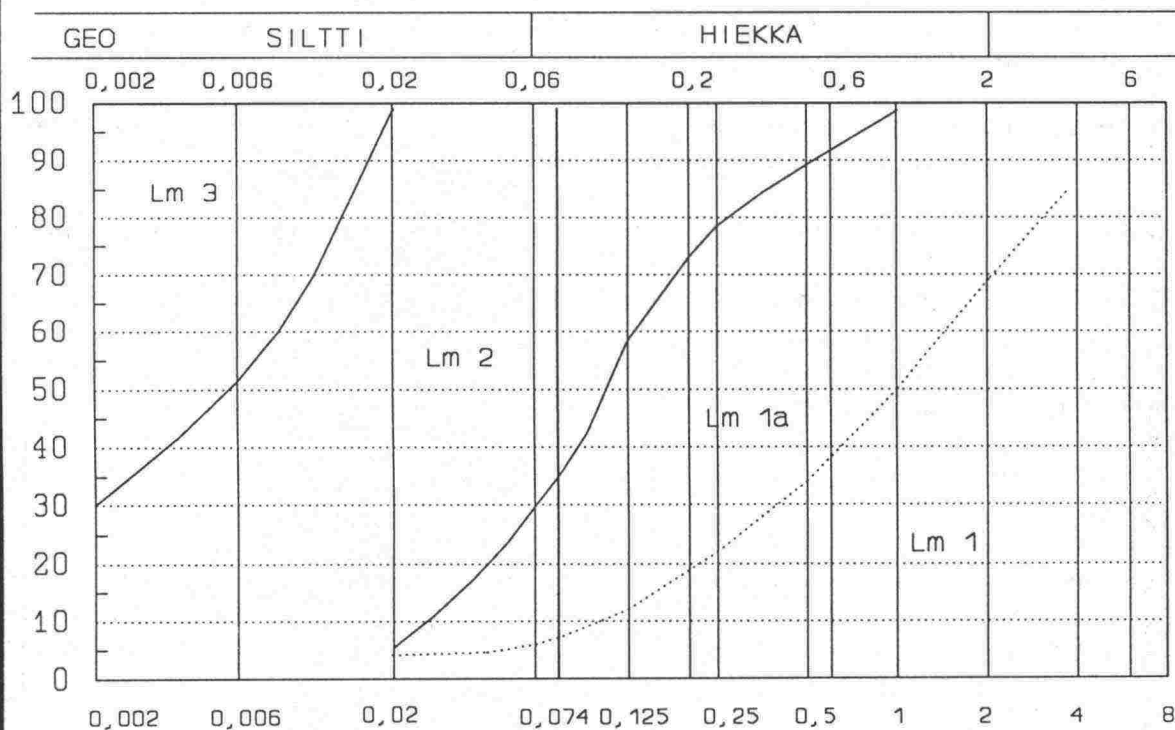


2. TIEPENKEREEN TEKÖ

- a. Pengertäyteeksi kelpaavat kaikki tiivistettävissä olevat kivennäismaalajit savea lukuunottamatta (ks. kuvat 8 ja 9).
- b. Työt on ajoitettava ja järjestettävä siten, että rakenteisiin kelvollista maa-ainesta ei sää- tai pohjavesiolosuhteiden takia jouduta hylkäämään tai käyttämään epätarkoituksenmukaisesti.
- c. Savea voidaan yleensä käyttää vain samanlaatuisen pohjamaan tasaukseen ja vastapenkereisiin sekä eloperäisiä maalajeja vain vastaavanlaisen pohjamaan tasaukseen. Kuivakuorisavea saa käyttää pengertäyteenä erikoismenetelmin katso III.A.4.d.
- d. Pengertäyte ei saa sisältää kiviä tai lohkareita, joiden läpimitta on suurempi kuin kaksi kolmasosaa kerralla tiivistettävän kerroksen paksuudesta.
- e. Luiskatäyttöön, jolla tarkoitetaan tien pinnan ja luiskapinnan leikkauspisteestä maapenkereillä kaltevuudessa 1:1,5 ja louhepenkereillä kaltevuudessa 1:1 olevan kuvitellun rajapinnan ulkopuolista täyttöä, saadaan käyttää kaikkia luiskassa pysyviä kiviaineita (esim. moreenia, silttiä ja kiviainesten joukossa raivausmassoja). Tien mahdollinen odotettavissa oleva leventäminen on otettava huomioon. Suuria kiviä ja lohkareita ei saa sijoittaa 0,1 m lähemmäksi luiskapintaa.
- f. Veden purkautuminen sekä päällysrakennekeroksista että penkereestä on varmistettava.
- g. Mikäli E- tai F-luokan pohjamaan päällä käytetään pengertäyteenä suodatinhiekkaa karkeampaa routimatonta maa-ainesta, on pengertäyteen alla, matalassa (alle 1,5 m) tai tarvittaessa myös korkeammassa penkereessä, käytettävä suodatinkerrosta tai -kangasta ns. pumppautumisen estämiseksi.
- h. Soilla mataliin penkereisiin (alle 1,5 m) saa käyttää vain routimattomia kiviaineita.

KUVA 9

LAJITTUNEIDEN PENGERMATERIAALIEN KÄYTTÖ



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

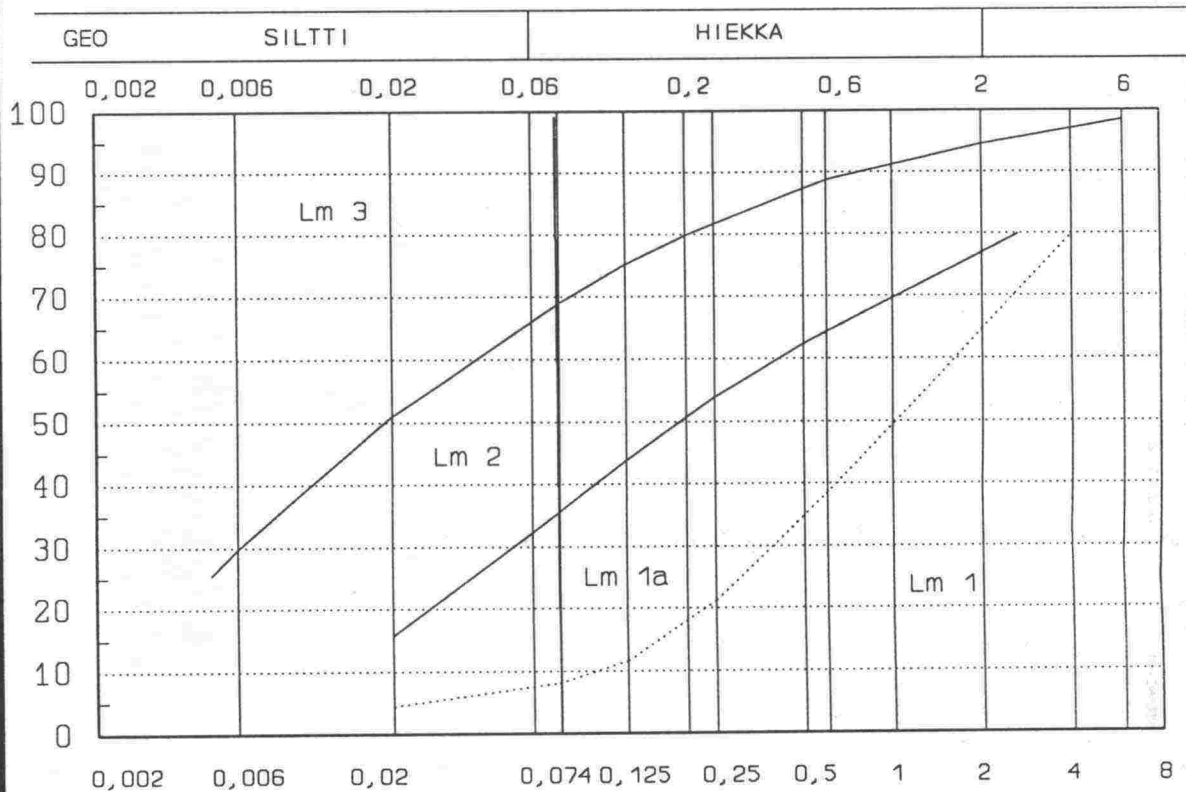
Lm1a: Tämän ryhmän maalajien tiivistäminen ja käsittely on epäedullisissa olosuhteissa vaikeampaa kuin ryhmän Lm1 maalajien. Hienoainespitoisuus < 35% (#0,074)

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

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

KUVA 8

MOREENIEN KÄYTTÖ PENGERMATERIAALINA



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

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

Lm2: Vähäinenkin (> 2%) optimivesipitoisuuden ylitys aiheuttaa vaikeuksia maalajin tiivistämisessä. Vesipitoisuuden lahestyessä juoksurajaa ei maalajia voida yleensä käyttää sellaisenaan pengermateriaalina.

Rakenne on yleensä verhoittava valittomasti pintaerosion aiheuttamien valumi-
estämiseksi. Maalajin käsiteltävyyttä voidaan parantaa kalkkilujituksella.

Lm3: Maalajia ei yleensä voida käyttää pengermateriaalina muulloin kuin edullisissa olosuhteissa.
Maalaji soveltuu voilleiparakenteeseen routarajan alapuolella ja vastapenkereisiin.
Rakenne on yleensä verhoittava valittomasti eroosion aiheuttamien valumi-
estämiseksi. Käsiteltävyyttä voidaan parantaa kalkkilujituksella.

3. Pengerrystyö

a. Yleistä

- (1) Tiepenkereen rakentamisessa käytetään joko kerrospengerrystä tai päätypengerrystä. Kerrospengerryksen sijasta voidaan käyttää myös kiilapengerrystä.
- (2) Pengerkorkeus määräytyy taulukon 4. perusteella pengerkorkeuden mukaan.

| Päällysrakenne n:o | Kerrospengerrys pengerkorkeus tien pinnasta | Päätypengerrys pengerkorkeus tien pinnasta |
|--|---|--|
| 1...4 5...6 | < 5m (< 3m) < 3m | > 5 m (3m) > 3 m |
| Suluissa oleva mitta koskee tapausta, jolloin päällysrakenne tehdään aikaisintaan vuoden kuluttua. | | |

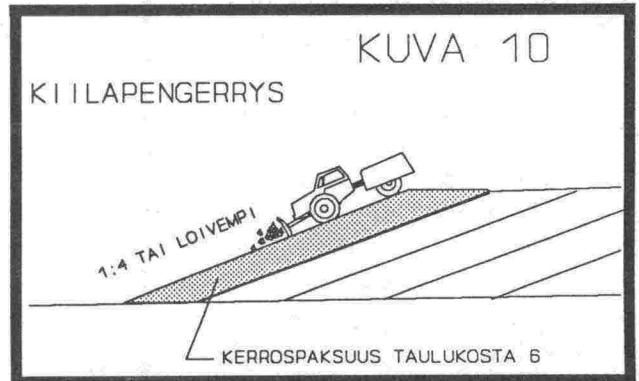
Taulukko 4. Pengerrystavan määräytyminen

4. Kerrospengerrys

- a. Kerrospengerrys tehdään likimain tasapaksuin kerroksin taulukon 4. mukaisella penkereen osalla.
- b. Kerralla levitettävän ja tiivistettävän kerroksen paksuuden tulee olla sellainen, että kerros saadaan käytettävissä olevalla tiivistyskalustolla riittävän tiiviiksi.
- c. Jos penger rakennetaan sellaiselle pohjamaalle, joka ei kestä työkoneiden painoa, voidaan penkereen ensimmäinen kerros tehdä paksummaksi. Kerrospaksuus saa tällöin olla enintään 1,0 m. Jos havaitaan, että pohjamaa ei kestä tiivistyskaluston aiheuttamaa tärinää, ei alinta kerrosta saa tiivistää.
- d. Märkää siltiä käytettäessä tulee penkereeseen tehdä veden poisjohtamiseksi vähintään 0,30 m paksu kerros C- tai D-luokan kiviaineksesta jokaista n. 0,70 ... 1,40 m paksuista silttikerrosta kohti (voileipä rakenne). Huonoissa olosuhteissa on syytä rakentaa vain ohut silttikerros (n. 0,70 m) vettä johtavien kerrosten väliin. Hyvissä olosuhteissa voidaan rakentaa paksu (n. 1,40 m) silttikerros. Erityisesti on huolehdittava, ettei vettäjohtava kerros pääse rikkoontumaan.
- e. Voileipä rakenteessa ja pengerrettäessä routivilla massoilla on kunkin kerroksen yläpinta tasoitettava ja muotoiltava riittävästi sivukaltevaksi lammikoitumisen ja vettymisen estämiseksi.

5. Kiilapengerrys

- a. Kerrospengerryksen sijasta voidaan käyttää kiilapengerrystä. Tällöin penkereen pää rakennetaan tien pituussuuntaan nähden 1:4 tai loivempina kerroksina (kuva 10). Paksuuksien ja tiivistystyön osalta noudatetaan taulukossa 6 esitetyjä arvoja. Kiilapengerrys on suositeltava penkereen rakentamistapa talvela. Kiilapengertäminen tulisi mieluummin suorittaa yhdistelmäkooneella (levittävä ja tiivistävä).



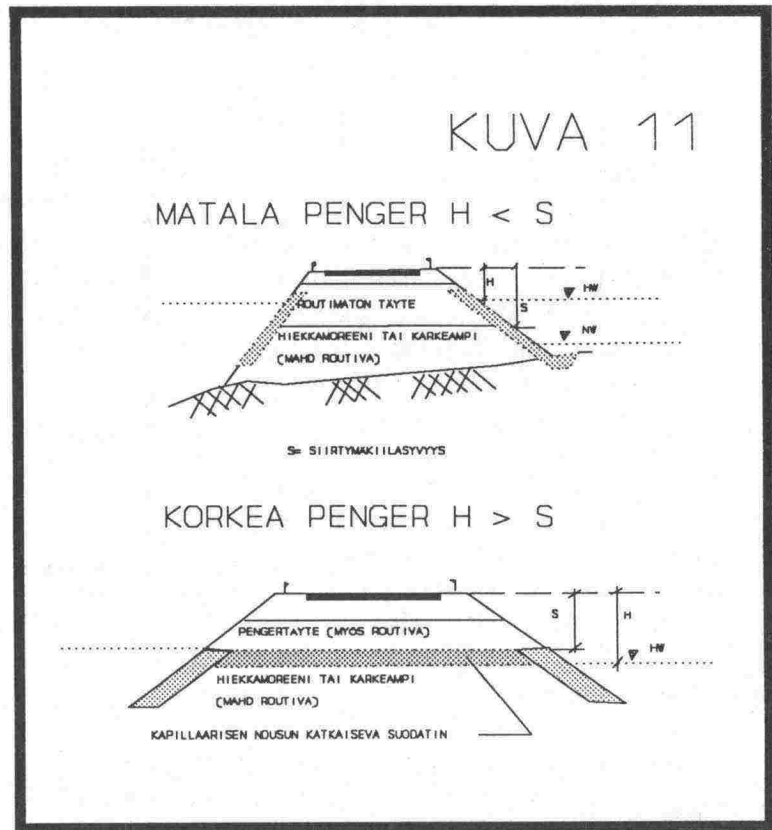
6. Päätypengerrys

- a. Pengerrystapa määräytyy taulukon 4 perusteella pengerkorkeuden mukaan. Päätypengerrystä käytettäessä on huolehdittava siitä, että kuormat tyhjenetään penkereen päälle, mistä ne työnnetään alas puskutraktorilla tai vastaavalla koneella. Päätypengerrystä käytettäessä on varauduttava penkereen pinnan tasaus- ja tiivistystöihin ennen päällysrakenteen tekoa. Em. tapaa ei saa käyttää sivukaltevassa maastossa, mikäli pengeri niin rakentaen muodostuisi ilmeisen epähomogeeniseksi.
- b. Päätypengerrystä saa, päällysrakene 6 sr mukaisilla teillä, käyttää koko penkereen osuudella. Alusrakenteen yläpinta jälkitiivistetään taulukon 6. mukaisesti.
- c. Jos penkereen alustan kantavuus on riittävä, mutta sen pinta on niin pehmeä (esim. vetelää savea tai märkää silttiä), ettei sen päälle ole mahdollista rakentaa pengertä, on pohjan pintakerros vahvistettava.

7. Veteen pengerrys

- a. Veteen pengerrettäessä on pengermassojen oltava mahdollisimman karkeita. Hiekka-moreeni on hienoin, poikkeuksellisesti kyseeseen tuleva maa-aines. Jos pengertäytteenä käytetään karkeudeltaan erilaisia materiaaleja, sijoitetaan vedenalaisessa penkereen osassa karkein aines reunaosalle ja hienoin keskelle.
- b. Suurissa vesistöissä hienolla kiviaineksella pengertäminen onnistuu parhaiten jääpeitteen aikana, jolloin aallokko ei pääse levittämään pengermassoja.
- c. Vesistöpengertä rakennettaessa aloitetaan kerrospengerrys silloin, kun penkereen korkeus ylittää veden pinnan niin paljon, että pengeri kantaa työkonien painon.
- d. Pengerrettäessä veteen, vesipintaan nähden matalissa penkereissä (pengerkorkeus $H < S$ ks. kuva 11) on penkereen yläosa rakennettava siirtymäkiilasyvytyteen saakka routimattomista kiviaineksista.

e. Käytettäessä routivia kiviaineksia vesipintaan nähden korkeissa penkereissä, on penkereeseen rakennettava veden kapillaarisen nousun katkaiseva kerros suodatinhieasta. Tämän kerroksen paksuuden tulee olla suurempi kuin siihen käytettävän aineksen kapillaarinen nousukorkeus. Kerros on sijoitettava korkeimman vesipinnan yläpuolelle siten, että sen yläpinta on siirtymäkii-lasyvydessä tai sen alapuolella. Suodatinhiekan sijasta voidaan routarajan alapuolella (siirtymäkii-lasyvyys +0,50 m) kapillaarinen nousu katkaista esim. vesitiiviillä muovikalvolla), joka asennetaan riittävään poikittaiskaltevuuteen (n. 1:20).



f. Vesistöpengeri verhoillaan suunnitelmassa esitetyllä tavalla, ks. myös osa 1200 kohta 1230.

8. TIIVIYSVAATIMUKSET

- a. Tiiviyysasteella tarkoitetaan prosenttilukua, joka ilmoittaa tarkkailukohdasta kentällä volymetrillä määritetyn kuivairtoisuuden suhteen laboratoriossa samasta aineesta parannetulla proctormenetelmällä määritettyyn maksimikuivairtoisuuteen.
- b. Alusrakenteen penger- ja leikkauskohtaiset tiiviyysvaatimukset on esitetty taulukossa 5. Nämä vaatimukset saavutetaan yleensä noudattamalla taulukossa 6 ilmoitettuja jyräysohjeita. Jos erityistä syytä ilmenee, tarkastetaan tiiviyys kokeellisesti. Yksittäisnäyte ei saa tällöin jäädä 5 %-yksikköä enempää vaaditun keskiarvon alapuolelle. Jos poikkeaman on suurempi, on tiiviyysaste tarkistettava uusintänäytteellä, ennenkuin vaaditaan rakenteen lisätiivistämistä.
- c. Mikäli tiiviyttä tarkkaillaan muilla menetelmillä, on niillä saatujen tutkimustulosten ja parannetun proctorkokeen tulosten riippuvuussuhde osoitettava.

TAULUKKO 5

TIIVIYSASTEIDEN KESKIARVOVAATIMUKSET PENKEREELLE JA LEIKKAUKSELLE
YLÄPINNALLE

1) MITAT SULUISSA TARKOITTAVAT TAPAUSTA JOLLOIN TIEN PÄÄLLYSRAKENNE
TEHDÄÄN AIKAISINTAAN VUODEN KULUTTUA PENGERTAMISESTÄ

2) F ja G LUOKAN VAATIMUKSET ASETETAAN TYÖKOHTAISESTI

| PÄÄLLYSRAKENNELUOKKA | SYVYYS TIEN TASAUUVIIVASTA ¹⁾ | PENKEREIDEN JA LEIKKAUSTEN KANTAVUUSLUOKKA | | | |
|--|---|--|----------|----------|----------|
| | | B | C JA D | E | F ja G |
| PENGER PÄÄLLYSRAKENNE 1-4 | < 2 | 95 | 95 | 92 | 2) |
| | 2,0 - 5,0 (3,0) | 90 | 90 | 87 | 2) |
| | >5,0 (3,0) | EI VAAT. | EI VAAT. | EI VAAT. | EI VAAT. |
| PÄÄLLYSRAKENNE 5-6 | <3,0 | 90 | 90 | 87 | 2) |
| | >3,0 | EI VAAT. | EI VAAT. | EI VAAT. | EI VAAT. |
| LEIKKAUSPOHJA PÄÄLLYSRAKENNE 1-6 | < 2 m | 95 | 95 | 92 | 2) |
| | > 2 m | 92 | 90 | 87 | 2) |

JYRAYSOHJEET

TAULUKKO 6

| TIIVISTYSVALINE | PAINO t | SOPIVA KERROSPAKSUUS m | YLITYSKERRAT | HUOM. |
|--------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------|--|
| TÄRYJYRAT -VEDETTAVAT | < 5 5...8 >8 | < 0,4 < 0,6 < 0,8 | 3...6 3...6 3...6 | EIVÄT SOVELLU RUNSASTI KOHEESIOAINESTA SISÄTAVIEN MAALAJIEN TIIVISTÄMISEEN. |
| -ITSEKULKEVAT | 6...8 8...10 >10 | < 0,6 < 0,8 < 1,0 | 4...8 4...8 4...8 | EIVÄT SOVELLU RUNSASTI KOHEESIOAINESIA SISÄTAVIEN MAALAJIEN TIIVISTÄMISEEN. |
| KUMIPYÖRÄJYRAT | <20 >20 | < 0,3 < 0,5 | 8...12 8...12 | RENGASPAINNE HIEKKAISILLA MAALAJEILLA 300 kPa (3kp/cm ²), SORAISILLA MAALAJEILLA 600 kPa (6 kp/m ²). |
| SILEÄVALSSIJYRAT | n. 10 | < 0,2 | 6...8 | SOVELTUVA LÄHINNÄ KANTAVAN KERROKSEN TIIVIS- TÄMISEEN SEKA VIIMESTELYLUONTOISIIN TIIVISTYSTÖIHIN. |
| SORKKAJYRAT | <10 >10 | < 0,3 < 0,5 | 6...12 4...6 | SOVELTUVA RUNSASTI KOHEESIOAINESTA SISÄTAVIEN MAALAJIEN TIIVISTYKSEEN. |
| TÄRYLEVY YMS. | | 0,3...0,7 | 4...6 | SOVELTUVA YLEENSÄ VAIN KITKAMAALAJIEN TIIVISTÄMISEEN ERIKOISRAKENTEISSA. |

AMPLITUUDI ALUSSA 1,5 - 2 mm, VIIMEISET YLITYSKERRAT < 1 mm

JYRAYSNOPEUDET: TÄRYJYRAT 1-3 km/h

PAALLYSRAKENNEKERROKSET 3-6 km/h

KUMIPYÖRÄJYRAT YLI 5 km/h

ALEMPI YLITYSKERTAMÄÄRÄ ON SUUNTAAN ANTAVA OHUILLE KERROKSILLE

JA SUUREMPI YLITYSKERTAMÄÄRÄ ON SUUNTAAN ANTAVA KERROSPAKSUUDEN RAJA-ARVOLLE

9. TIIVISTÄMINEN

- a. Jokainen rakennekerros tiivistetään käyttäen tarkoitukseen soveltuvaan tiivistyskalustoa, ks. taulukko 6. Kuljetuskaluston kulkureittien tulee pengerrättävällä alueella jakautua koko penkereen leveydelle hyvän esitiivistyksen saavuttamiseksi. Levitys ja jyräys on tehtävä heti kuorman tyhjentämisen jälkeen, koska maalajit ovat tällöin tiivistämisen kannalta sopivan kosteita. Kuljetus- ja levityskaluston lisäksi on tiivistämissä käytettävä varsinaista tiivistyskalustoa, kuten täry-, kumipyörä- ja valssijyriä ym. soveltuvia tiivistyskoneita. Yleisenä ohjeena tiivistyskaluston käytössä on, että kitka-maalajien tiivistämiseen sopivat parhaiten täryjyrät sekä kumipyöräjyrät ja runsaasti koheesioainesta sisältävien maalajien tiivistämiseen kumipyöräjyrät, valssijyrät ja sorkkajyrät.
- b. Vaadittava tiiviys saavutetaan kesäolosuhteissa helpoimmin, jos tiivistettävän maa-aineksen kosteus on lähellä optimivesipitoisuutta. Tarvittaessa on kerrokseen lisättävä vettä sopivan kosteuden saavuttamiseksi. Vesi on lisättävä siten, että se jakautuu tasaisesti tiivistettävälle alueelle. Jos tiivistettävä kerros on liian kostea, voidaan kerrokseen lisätä kuivaa pengermassaa tai nopeuttaa veden haihtumista mekaanisin keinoin esim. karhitsemalla.
- c. Koheesiomaaleja tiivistettäessä on otettava huomioon, että liikaveden haihtuminen niistä on varsin hidasta. Mikäli luonnontilaisen- ja optimivesipitoisuuden erotus on yli 3 %-yksikköä, ei 95 % tiivistysvaatimusta yleensä saavuteta. Mikäli tiiviysvaatimus on 90 % ei em. erotus saa yleensä ylittää 6 %-yksikköä.
- d. Mikäli koheesio- tai välimaalajin vesipitoisuus on em. suurempi tai odotettavissa oleva sade voi kastella massat, on harkittava, voidaanko pengertäminen tehdä suotuisemmissa olosuhteissa.
- e. Maan pintakosteutta voidaan vähentää esim. kalkkilujituksen avulla. Lämpimillä ilmoilla muutaman vuorokauden odotusaika voi mahdollistaa maa-aineksen kunnollisen tiivistämisen.
- f. Vaaditun tiiviyden saavuttamiseksi on, tarvittaessa ennakkokokeiden avulla, pyrittävä määrittämään tiivistettävän maalajin optimivesipitoisuus, maksimi irtotiheys ja tarvittavien jyräyskertojen lukumäärä. Karkeina ohjearvoina voidaan käyttää eri maalajeilla oheisessa taulukossa 7 esitettyjä vesipitoisuuksia ja irtotiheyksiä. Taulukko on ohjeellinen.

| Maalaji | Optimi vesipitoisuus % | Maksimi kuiva-irtotiheys kg/dm ³ |
|--------------------------|---------------------------|--|
| Sora, soramoreeni | 5 ... 10 | 2,0 ... 2,2 |
| Hiekka | 5 ... 15 | 1,7 ... 2,2 |
| Siltti | 15 ... 25 | 1,6 ... 1,8 |
| Savi | 20 ... 30 | 1,5 ... 1,7 |
| Hiekka ja siltti-moreeni | 5 ... 10 | 2,0 ... 2,3 |

Taulukko 7

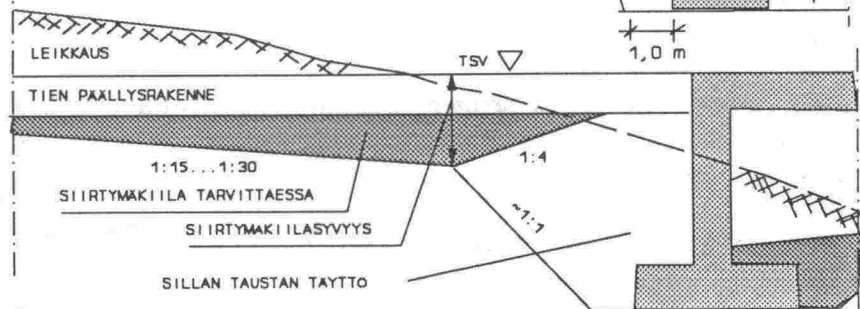
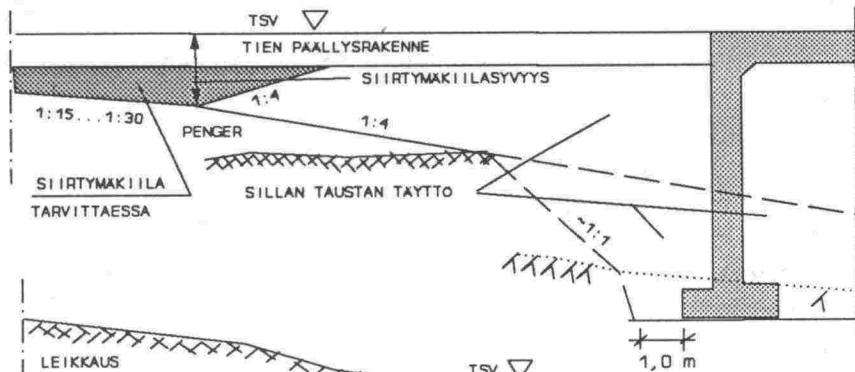
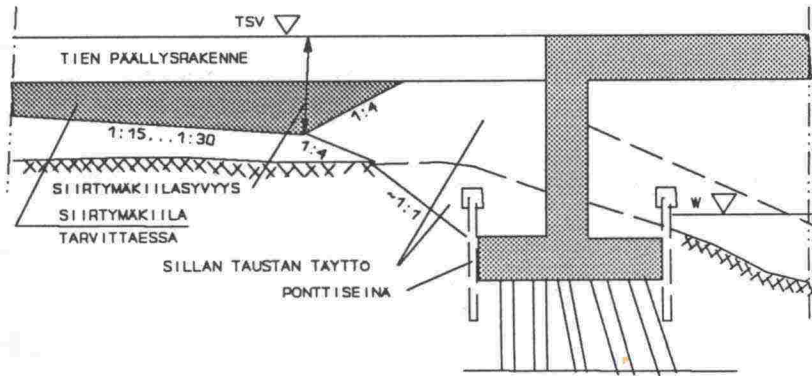
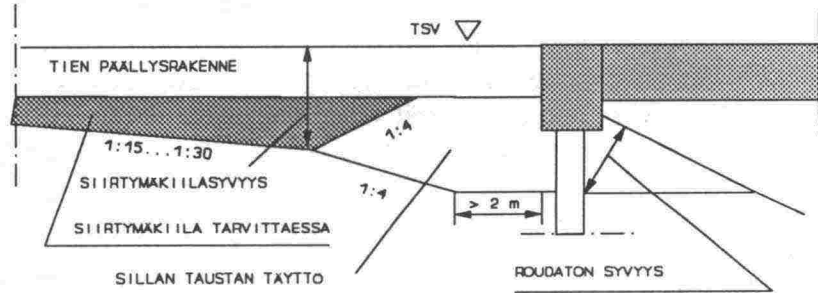
- g. Mikäli vesipitoisuus on lähellä optimia, saavutetaan kokemusten mukaan vaadittu tiiviysaste käyttämällä oheisen taulukon 6 mukaisia kerrospaksuuksia ja ylityskertoja.
- h. Liikajyräystä tulee välttää, koska siitä usein on seurauksena rakennekerrosten löyhtyminen uudelleen.
- i. Kunkin kerroksen tiivistämistyön yhteydessä on kerroksen pinta muotoiltava siten, ettei synny vettä kerääviä painanteita.

10. SILLAN TAUSTAN TÄYTTÖ

- a. Sillan taustan täytössä erotetaan siltatyön täyttö (= peruskuopan täyttö) varsinaisesta sillan taustan täytöstä. Kumpikin täyttö sekä peruskuopan kaivu on tehtävä kuvan osoittamien mittojen mukaan. Täytössä on noudatettava sillanrakennustöiden yleisen työselityksen (SYT) kohdan 3100... 3300 2:21 ohjeita.
- b. Sillan taustan täyttö on tehtävä mahdollisimman pian sillan valmistuttua tai yhtä aikaa siltatyön kanssa. Täyttö voidaan aloittaa, kun betonirakenne on saavuttanut 80 % vaaditusta 28 vuorokauden lujuudesta. Täyttötyö on tehtävä huolellisesti ja varoen, jotta rakenne ei vahingoittuisi työn aikana.
- c. Täyttö on tehtävä routimattomalla soralla, murskeella, murskesoralla tai louheella. Soraa, mursketta ja murskesoraa käytettäessä kiviaineksen maksimiraekoko on enintään 150 mm. Louheen maksimiraekoko saa olla enintään 0,6 m.
- d. Sillan taustan täyttö on tehtävä kerros- tai kiilapengerrystä käyttäen. Myös louhetäyttö on tehtävä kerroksittain: maksimikerrospaksuus 1,0 m.
- e. Veteen pengerrettäessä käytetään karkeaa soraa tai louhetta. Soraa käytettäessä voidaan täyttö vesirajan alapuoliselta osalta tehdä päätypengerryksenä. Louhe voidaan betonirakenteiden vaurioitumisvaaran vuoksi ajaa enintään 2,0 m:n korkuisena päätypengerryksenä. Paksumpi louhetäyttö veden alla tulee tehdä nostamalla louhe riittävän ulottuvalla työkoneella suoraan paikalleen siten, että 2,0 m:n suurempia tasoeroja ei työn eri vaiheissa esiinny.
- f. Mikäli sillan työnaikainen tulopenger joudutaan edellä esitetystä poiketen rakentamaan päätypenkereenä lähelle siltaa, on se purettava ennen sillan taustatäyttöä kuvan 12 osoittamalta alueelta ja rakennettava kerros- tai kiilapengerryksenä. Kun täyttö tehdään rakenteen molemmille puolille, on se tehtävä kummallekin puolelle lähes samanaikaisesti. Betonipintaa vasten tulevassa louhetäytössä on noudatettava erityistä varovaisuutta.
- g. Tiivistämisessä noudatetaan soveltuvin osin edellä maapenkereen ja osassa 1400 louhepenkereen tiivistämisestä annettuja ohjeita ja laatuvaatimuksia.
- h. Jos siltapenger on korkea ja vaatii pengerkaitteen, tien poikkileikkaus ulottuu sillan päähän saakka. Tästä lähtien keilapinta alkaa kaareutua.
- i. Kun matala loivaluiskainen tiepenger liittyy siltaan, tulee siirtymisen keilasta tieluis-kaan tapahtua juoheasti.

KUVA 12

SILLAN TAUSTAN TÄYTÖ



TÄYTÖ ON TEHTÄVÄ HUOLELLISESTI KERROKSITTAIN
 TAULUKON 6 KERROSPAKSUUKSIA JA
 JYRÄYSKERTOJA NOUDATTAEN

0,75 m

B. MASSANVAIHTOON KUULUVAT TÄYTTÖTYÖT (Mvt) (4120)

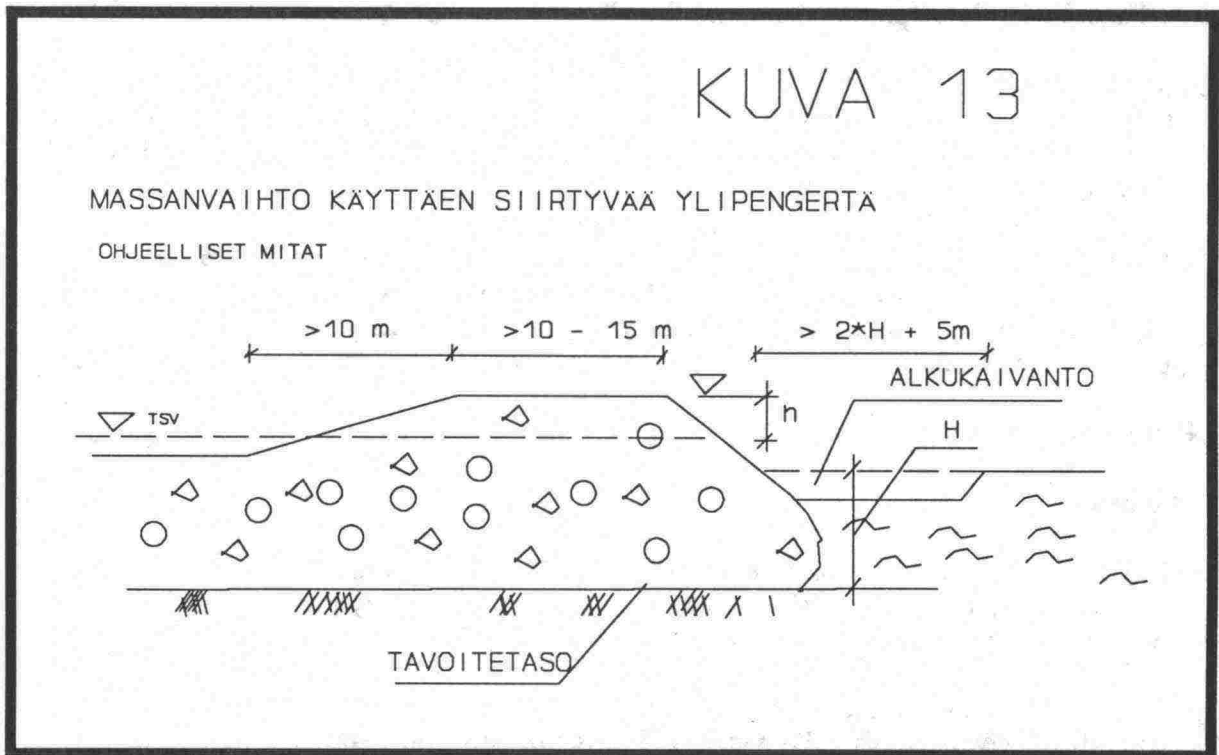
1. Yleistä

- a. Massanvaihto suoritetaan joko pengertämällä, pehmeää perusmaata syrjäyttäen, suunnitelmassa esitettyyn syvyyteen, tarvittaessa räjäytyksiä apuna käyttäen (massanvaihto pengertämällä) tai kaivamalla huonosti kantava pohjamaa tien alta kokonaan tai osittain ja korvaamalla se kantavammalla maalla (massanvaihto kaivamalla). Ks. edellä kohta "Massanvaihtoon kuuluvat kaivutyöt".
- b. Vahvistustoimenpiteistä huolimatta voi pehmeikkökohdille syntyä jälkipainumia. Pehmeikkökohdat on pyrittävä rakentamaan työn alkuvaiheessa, jotta merkittävimmät painumat tapahtuisivat ennen tien päällystämistä ja mahdolliseen ylipenkereeseen käytetyt massat saataisiin taloudellisesti käytetyksi.
- c. Massanvaihtoihin käytettävän kiviaineksen tulee olla hiekkaa, hiekkamoreenia tai näitä karkeampia kivisiä maalajeja tai louhetta, ellei suunnitelmassa ole esitetty tarkempia laatuvaatimuksia. Täyttömassan tulee olla mahdollisimman tasalaatuista. Täyttöön kelvollisten massojen osalta ks. kuvat 8 ja 9.
- d. Jos kantava pohja on sivukalteva, kallio tai savikerroksen peittämä kallio, tulee täytön pohjalla käyttää louhetta tai hyvin karkeita massoja.
- e. Kun massat vaihdetaan pengertämällä, on käytettävä mahdollisimman karkeita massoja.
- f. Mikäli massanvaihtoalueella tehdään paalutettavia rakenteita, on täyttökiviaineksen oltava paalutukseen soveltuvaa (hiekkä, pienikivinen sora, $\phi < 100$ mm).

2. Massanvaihtokaivannon täyttö

- a. Massanvaihtokaivannon teko on käsitelty edellä pehmeän perusmaan poiston yhteydessä.
- b. Kun massanvaihto tehdään osittain, esim. turpeen poisto siten, että täytön alle jätetään pehmeitä maakerrostumia, tulisi täyttömassoina käyttää kuvien 8 ja 9 rakeisuusalueiden Lm 1 ja Lm 1a mukaisia maamassoja. Mikäli täytteenä käytetään louhetta, tulee pohjalle rakentaa osassa 1400 matalan louhepenkereen rakentamisen yhteydessä esitetty suodatin tai käyttää täytteenä mahdollisimman hienoa louhetta ($\phi < 0,60$ m).
- c. Osittaisessa massanvaihdossa pengeri tulee ajaa kerroksittain niin, että alin kerros toimii vastapenkereenä seuraavalle kerrokselle estäen alle jäävien maiden kohoamisen ylös penkereen edessä.
- d. Pengeri on rakennettava välittömästi kaivun jälkeen kaivannon luiskien sortumisen estämiseksi. Kaivannon täyttäminen vedellä voi joissakin tapauksissa estää luiskien sortumisen.
- e. Täydellisen poiskaivun yhteydessä on veden pinnan yläpuolinen pengeri rakennettava kerroksittain noudattaen kohdan "Tiepenkereen teko" yleisohjeita. Mikäli kaivannon reunojen sortumisvaaraa ei ole, voi joissakin tapauksissa olla edullista poistaa vesi

kaivannosta ja tehdä penger kaivannon pohjasta lähtien kohdan "Tiepenkereen teko" yleisohjeiden mukaisesti. Tällöin pengerkiviaineksen ei tarvitse olla niin karkearakaista kuin veteen pengerretettäessä. Kaivannossa esiintyvien kivien käsittelyssä noudetaan soveltuvin osin raivaustyötä (1120) koskevia ohjeita.



3. Massanvaihto pengertämällä (Pohjaantäyttö)

- a. Ennen massanvaihdon aloittamista tehdään yleensä alkukaivanto. Tällöin poistetaan pintamaa suunnitelman mukaisessa tai työn aikana määrättävässä laajuudessa, ks. kohta "Massanvaihtokaivannon teko".
- b. Pengerrys tehdään korkeana (pengerkorkeus + siirtyvä ylipenger) päätypengerryksenä siten, että penkereen pää on kiilan muotoinen, kärkikulma 90° , pohjamaata sivuille auraava ks. myös kuva 13. Jos pohjamaan on sivukalteva, tehdään penkereen pää n. 45% kulmassa tien pituussuuntaan nähden siten, että penkereen pää auraa pohjamaata pehmeikön matalammalta reunalta kohti syvempää.
- c. Pengerrystyö tulee tehdä, mikäli mahdollista, yhdeltä suunnalta. Jos penger rakennetaan kahdelta suunnalta, päät yhdistetään matalimmassa kohdassa. Pehmeikön pintaosat tulee poistaa liitoskohdassa.
- d. Jos pengerrystyö joudutaan keskeyttämään pitemmäksi ajaksi, suunnittelijan on ennen työn jatkamista hyväksyttävä toimenpiteet, joilla pysähtynyt painuminen saadaan alkuun.
- e. Jos tien tasausviiva on lähellä luonnollista maanpintaa tai sen alapuolella, tulee pengermassojen olla routimattomia. Tässä tapauksessa tulee välttää louhetta, koska sitä käytettäessä velliintyneet massat saattavat lohkeiden välisissä tyhjätiloissa

nousta lähelle päällysrakenteen alapintaa. Jos louhetta joudutaan käyttämään, tulee sen olla mahdollisimman hienoa ($\phi < 0,6$ m) ja täyttörintaman edessä ylös nousevat massat poistetaan.

- f. Penkereen tekoaikana ja sen valmistuttua on penkereen muotoa ja syvyyttä tarkkailtava massamenekkiä seuraamalla, reunakairauksia tekemällä, penkereen läpi suoritettavilla porauksilla ja painumatarkistimilla. Ks. Pohjanvahvistustyöt (TVH 732177).
- g. Mikäli todetaan, että pengeri ei täytä suunnitelmassa esitettyjä vaatimuksia, on käytettävä reuna- ja/tai pohjaräjäytyksiä, korotettava ylipengertä ja/tai jatkettava painumaa halutun tuloksen saavuttamiseksi, kussakin tapauksessa erikseen määrättävällä tavalla.
- h. Pengertä on ylikuormitettava suunnitelmassa määrättyllä tavalla ja määrätyn ajan. Jos murtotilan saavuttamiseksi tarvitaan työnaikainen siirtyvä ylipenger penkereen kärjessä, se on tehtävä suunnitelman mukaisesti tai suunnitelman puuttuessa kuvan 13 periaatteita noudattaen. Siirtyvän ylipengerin korkeus määritetään tasausviivasta.

C. Pengerräjäytykset (2230)

1. Yleistä

- a. Räjäytystä käytetään apuna massanvaihdossa, mikäli pengermassoja ei saada painumaan suunnitelmassa edellytetyyn tasoon ja muotoon. Räjäyttäminen voidaan tehdä olosuhteista riippuen penkereiden edessä, sivulla tai alla.
- b. Räjäytystöistä on laadittava yksityiskohtainen suunnitelma. Siinä on selvitettävä paikalliset olosuhteet ja räjäytysten vaikutus ympäristöön (esim. tärinä). Räjähdyksien valinta ja panostussuunnitelma on laadittava ottaen huomioon ympäristötekijät.
- c. Jäljempänä esitettyjä räjäytysohjeita voidaan noudattaa, elleivät ympäristötekijät tai muut syyt aseta lisävaatimuksia tai rajoituksia räjäytystöille. Vaurioalttiita kohteita ovat mm. lähistöllä sijaitsevat rakennukset ja rakennelmat. Vauriovaaraa lisäävänä tekijänä on mm. routaantunut maa.

2. Räjäyttäminen penkereen edessä

- a. Räjäytettäessä penkereen edessä räjähdyspanokset mitoitetaan ja sijoitetaan kuvan 14 mukaisesti.
- b. Räjähdyspanokset painetaan pehmeään pohjamaahan putkien avulla penkereen levyiselle alueelle n. 2 ... 4 m etäisyydelle toisistaan. Kerralla räjäytetään n. 10 ... 30 m matka niin, että panokset räjähtävät samanaikaisesti. Panosten räjähdyskeskipisteiden etäisyyden on yleensä oltava maanpinnasta tai kaivannon pohjasta lukien $2/3$... $3/4$ vaadittavasta täyttösyvyydestä. Räjähdyksainetta, 35 % dynamiittia, käytetään n. 50 g syrjäytettävää maakuutiometriä kohti. Täyttöpengermassat on ajettava alueelle välittömästi räjäytyksen jälkeen ja viimeistään 1 viikon kuluessa, jotta rikotun maan lujuus ei ehtisi palautua. Penger tehdään kohdan "Massanvaihto pengertämällä" mukaisesti.

3. Räjäyttäminen penkereen alla

- a. Räjäyttäminen penkereen alla soveltuu yleensä kapeissa penkereissä käytettäväksi ja silloin, kun vanha tiepenger joudutaan upottamaan riittävän kantavaan pohjaan.

- b. Räjähdyksen räjähdysainemäärä, minimi täyttöpengerkorkeus, panosputkien halkaisija sekä putken alapään etäisyys (L) täyttöpengerpinnasta eli panostussyvyys määritetään kuvien 16 ja 17 nomogrammeja apuna käyttäen. Sitä varten piirretään tien pituusleikkaukseen maanpintaa, kantavaa pohjaa sekä toisiaan sivuavia ympyröitä ketjuun (kuva 15). Näin saatujen ympyröiden (pallojen) keskipisteet ovat räjähdyskeskipisteitä. Jokaisen ympyrän säde mitataan. Saatuja arvoja hyväksikäyttämällä voidaan nomogrammista (kuva 16) lukea ao. kohdalle sijoitettavaa panosta varten seuraavat tiedot:

- räjähdyspallujen halkaisija d (m)
- tarvittava dynamiittimäärä (kg)
- räjähdyksessä syntyvä tyhjä tila (m^3)
- sopiva panosputkikoko ϕ (mm)
- vaadittu putken alapään pienin etäisyys täyttöpengerpinnasta L (m)

Räjähdyskeskipisteen etäisyys putken alapäästä a (m) saadaan kuvasta 17.

Vaadittavan täyttöpengerpinnasta maanpinnasta merkitään kirjaimella H. Tällöin saadaan:

$$H = L - d/2 - a$$

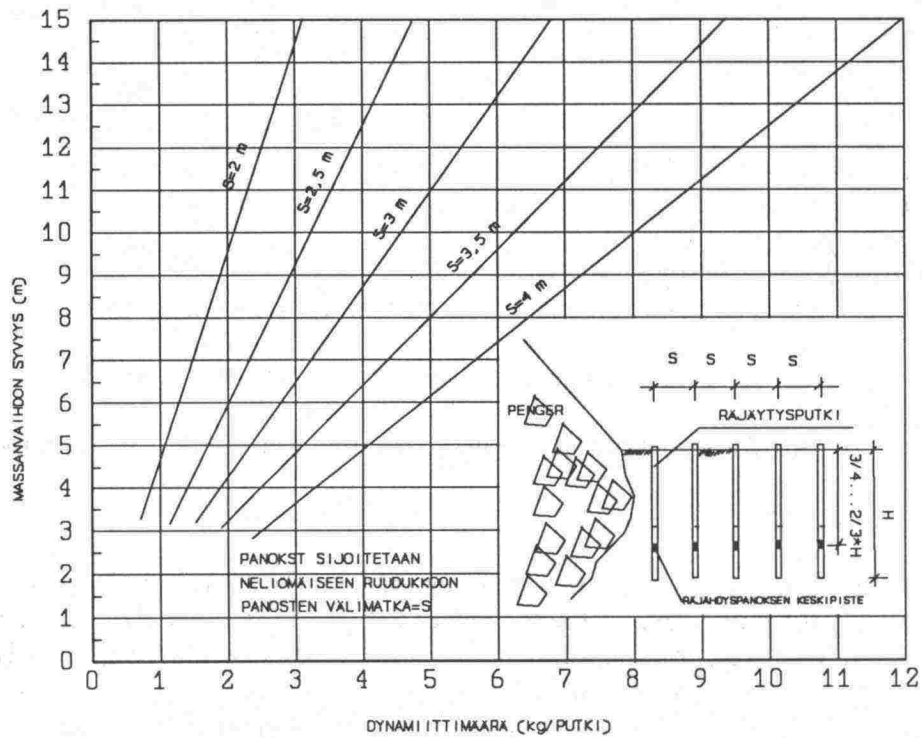
- c. Räjähdytystä varten asetetaan maahan tarkoin ennalta laskettuihin kohtiin ja syvyyksiin alapäästään suljetut putket ennen täyttöpengermassojen ajoa tai putket lyödään penkereen läpi. Mikäli penkereen läpilyöminen ei onnistu, voidaan räjäytysputket lyödä tulevan tai rakennetun penkereen alle sen sivuilta viistoon. Täyttöpengermassat on ajettava siten, etteivät panosputket vahingoitu.
- d. Täyttöpengerpinnasta ajon jälkeen räjäytetään kaikki putket samanaikaisesti. Räjähdysaineena käytetään dynamiittia ja sytytyksessä sähkösytytystä. Nallien tulee olla samanaikaisesti räjähtäviä.
- e. Räjähdyksen jälkeen on räjäytettyyn kohtaan ajettava heti karkeita pengermassoja niin paljon kuin sinne hitaampana jälkipainumana uppoaa. Tämän vuoksi on paikalla pidettävä vähintään 1 m paksuista ylipengertä, jonka saa poistaa suunnitelmassa määrätyn ajan kuluttua. Tarvittaessa on sivuilta nousevaa, täyttöä haittaavaa, pohjamaata kaivettava pois.
- f. Mikäli penger on niin leveä, että epäillä räjäytystyön onnistumista, voidaan harkita yhdistettyä penkereen sivuilla ja alla tapahtuvaa räjäyttämistä, sekä räjäytysten suorittamista hidastenalle käyttämällä (reunarivit ensiksi).

4. Räjähdyttäminen penkereen sivuilla

- a. Penkereen reunaosien painumiseen ja leviämiseen suunnitelmassa esitettyyn muotoon tarvitaan usein räjäyttämistä penkereen sivuilla. Räjähdyttämistarve on tutkittava tarkistuskairauksilla. Penkereen sivuilla räjäyttämisen on tehtävä mahdollisimman pian penkereen ajon jälkeen, ennen määrätyn painuma-ajan alkamista.
- b. Panokset sijoitetaan penkereen reunojen alle, tavallisesti yhteen riviin 3 ... 5 m välein. Panosten suuruus suhteessa syrjäytettäviin massoihin on suurempi kuin penkereen edessä räjäytettäessä (kuva 18). Räjähdyttämisen tulee tapahtua samanaikaisesti mahdollisimman pitkällä matkalla.

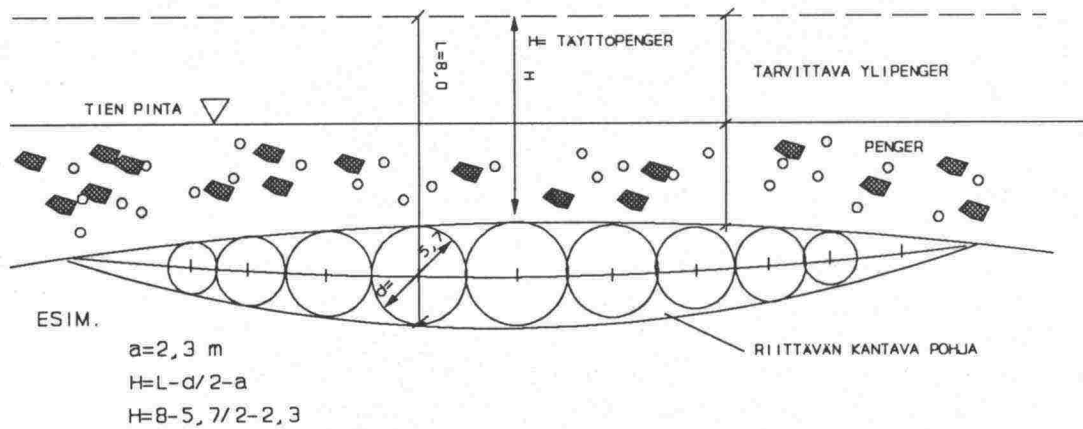
RAJÄHDYSPANOKSEN MITOITUSNOGRAMMI
JA PANOSTEN SIJOITUSKAAVIO RAJAYTETTAESSA
PENKEREEN EDESSÄ

KUVA 14



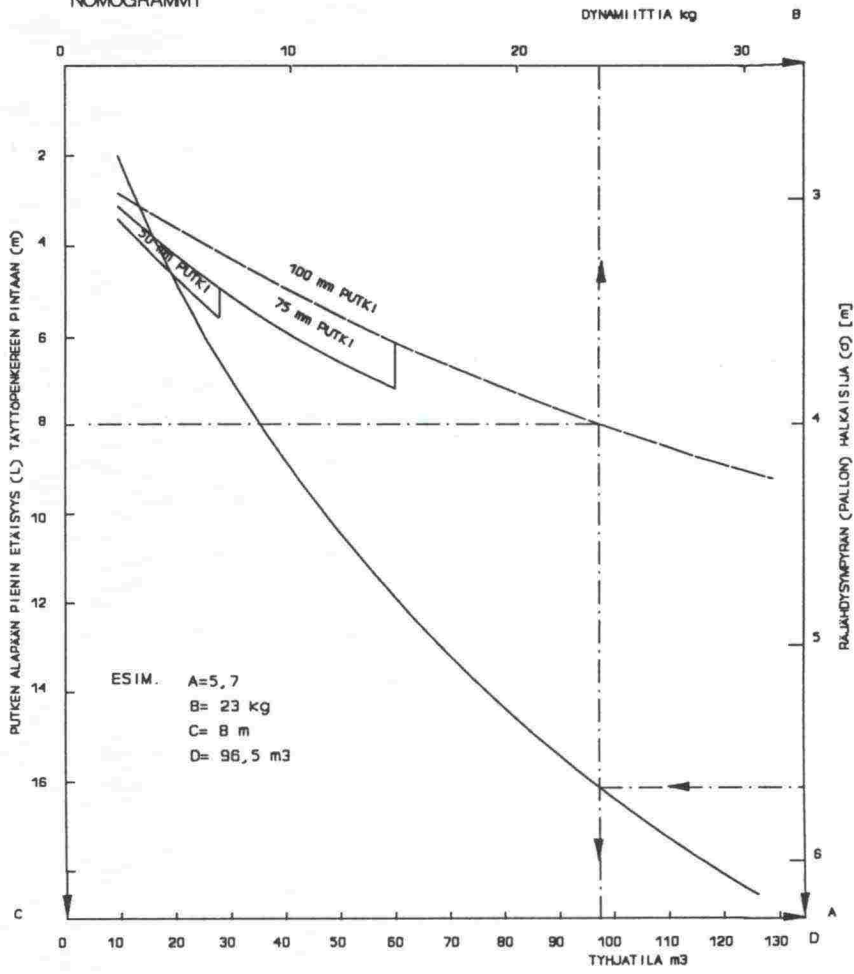
KUVA 15

RAJÄHDYSKESKIPISTEIDEN MÄÄRITYS



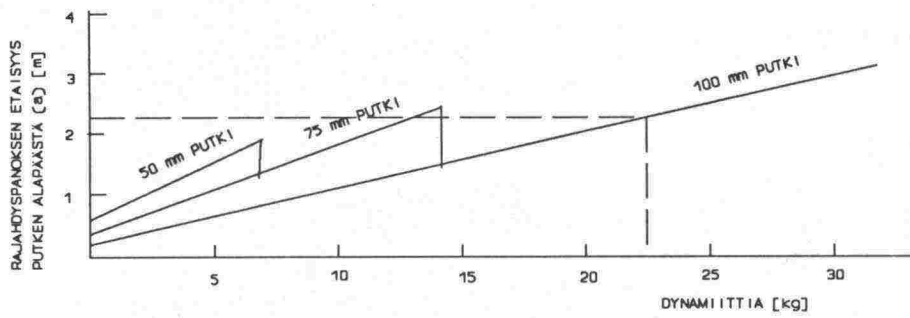
RAJAHDYSPANOKSEN MITOITUS-
NOMOGRAMMI

KUVA 16

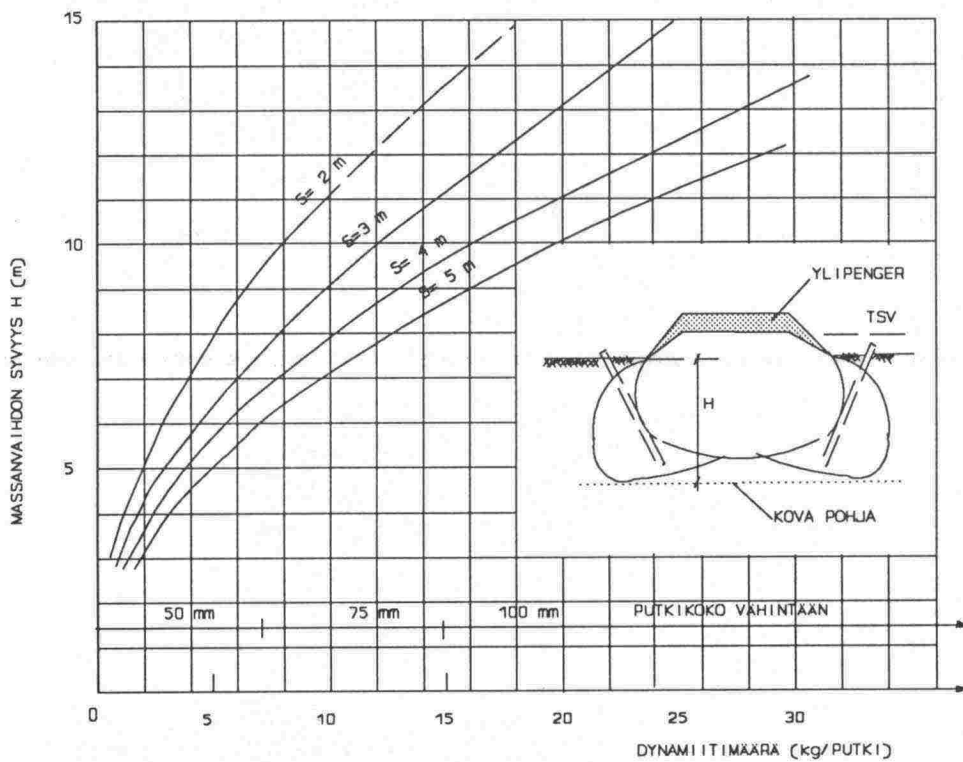


KUVA 17

RAJHDYSPANOSTEN ETAISYYS PUTKEN ALAPAASTA (a)



KUVA 18

RAJHDYSPANOSTEN MITOITUSNOMOGRAMMI
RAJAYTETTAESSÄ PENKEREEN ALLA

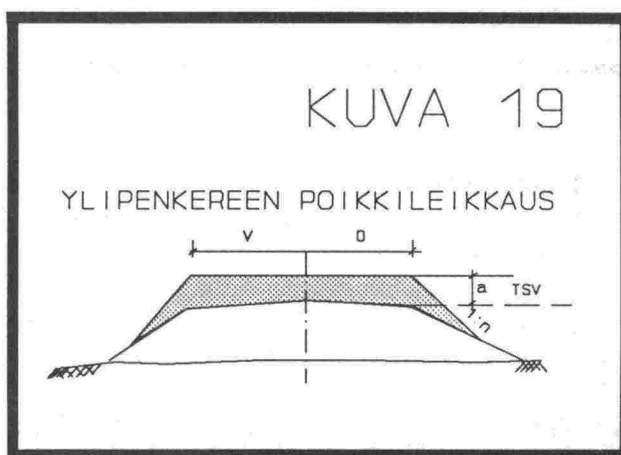
S= RAJAYTYSPANOSTEN VÄLIMATKA TIEN PITUUSSUNNASSA

TARVITTAESSA VOIDAAN NOMOGRAMMISTA SAATUJA RAJHDYSAINEMÄÄRIÄ
LISÄTÄ ENINTÄÄN 50%

D. YLIPENGER (4140)

1. Ylipenkereet tehdään suunnitelmassa esitettyihin kohtiin ja mittoihin tai kussakin tapauksessa erikseen annettavien ohjeiden mukaisesti (kuva 19). Ylipenkereen korkeus mitataan tasausviivan tasosta ylöspäin. Ellei suunnitelmassa muuta määrätä, rakennetaan ylipenkereen pinta yhtä leveäksi kuin kuormitettavan penkereen yläpinnan leveys.
2. Ylipenger rakennetaan yleensä sellaisesta materiaalista, jota voidaan tarkoituksenmukaisesti käyttää ylipenkereen poiston jälkeen tehtäviin rakenneosiin.

3. Mikäli ylipenger tehdään louheesta, on yli 0,6 m lohkareet työnnettävä tiepenkereen alaosaan tason tsv - 1,5 m alapuolelle. Tällöin ylipenger poistetaan ainoastaan kantavan kerroksen alapinnan tasoon.



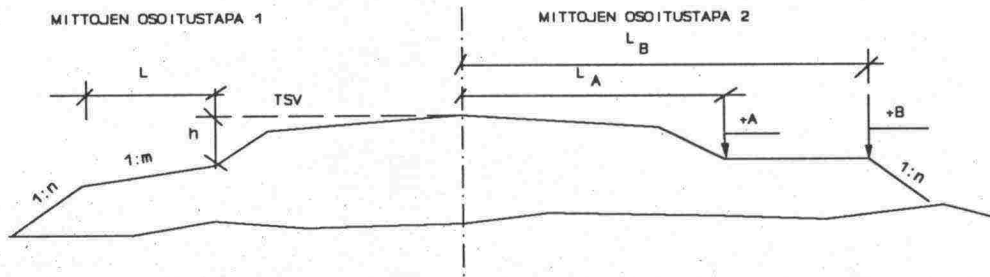
4. Ylipenkereen annetaan vaikuttaa suunnitelman mukaisesti määrätyssä korkeudessa. Penkereen painumista ylikuormituksen aikana on tarkkailtava. Ylipenger on jatkuvasti pidettävä suunnitelmassa esitettyssä tasossa. Ylipenkereen korottamiseen ei kuitenkaan tarvitse ryhtyä ennenkuin painuma jollakin kohdalla ylittää 0,2 m. Penkereeseen on sijoitettava painumatarkistimia suunnitelmassa osoitettuihin poikkileikkauksiin. Painumatarkistimina tulee käyttää TVH:n julkaisun Pohjanvahvistustyöt (732177) mukaisia painumatarkistimia.
5. Edellä esitettyä noudatetaan soveltuvin kohdin myös silloin, kun tiepenkereelle on määrätty painumisaika painumien pienentämiseksi päällysrakenteen alapinnan tai kantavan kerroksen alapinnan tasossa.

E. VASTAPENGER (4130)

1. Vastapenger tehdään suunnitelmassa esitettyjen tai työn aikana määrätyjen mittojen mukaisesti kivennäismaalajeista (kuva 20). Pengerrystyö ei saa rikkoa pohjamaan kuivakuorta.
2. Vastapenkereen pinta tasataan ja muotoillaan niin, ettei vettä pääse kerääntymään. Luiskien taitteet on pyöristettävä liitteen 1 mukaisesti. Verhoilu tehdään samoin kuin pengerluiskissa, ellei toisin määrätä.
3. Ellei suunnitelmassa ole muuta osoitettu, kaikissa työvaiheissa tiepenkereen ja vastapenkereen korkeusero saa olla korkeintaan lopullisen tasausviivan ja vastapenkereen korkeuseron suuruinen.
4. Mikäli työjärjestyksen kannalta on edullista, voidaan vastapengermassoja ajaa ennen pääpengertä. Vastapenkereen korkeus ei kuitenkaan tässä vaiheessa saa olla suurempi kuin lopullisen penkereen ja vastapenkereen korkeusero, ellei suunnitelmassa muuta määrätä.

KUVA 20

VASTAPENKEREEN POIKKILEIKKAUS



5. Pengerrettäessä on tiepenkereen pää pidettävä loivana tai vastapenkereen mittojen mukaisesti porrastettuna. Tällä menettelyllä estetään työnaikaiset sortumat eteenpäin. Suunnitelmassa on vastapenkereen irtotiheydeksi edellytetty $1,8 \text{ kg/dm}^3$. Jos vastapenger tehdään irtotiheydeltään tästä oleellisesti poikkeavasta materiaalista, on vastapenkereen mitoitus työn aikana vastaavasti muutettava, ellei sitä ole suunnitelmassa otettu huomioon. Vastapengertä ei tarvitse tiivistää.
6. Rakennustyön yhteydessä on otettava huomioon, että suunnitelmassa osoitetut vastapenkereiden mitat ovat yleensä vähimmäismittoja. Jos vastapengeralueita halutaan käyttää huonolaatuisten massojen läjitysalueina, voidaan vastapenkereiden kokoa usein suurentaa. Tästä on sovittava suunnittelijan kanssa

F. KEVYET PENKEREET (4180)

1. Yleistä

- a. Kevyet penkereet rakennetaan aina erikoissuunnitelman mukaisesti.

2. Kevytsorapenger

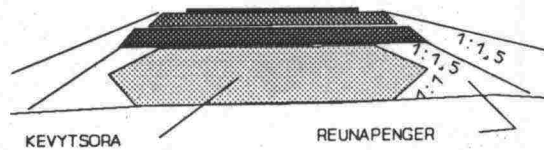
- a. Kevytsorapenkereen rakentamisessa ja laadunvalvonnassa noudatetaan TVH:n julkaisua Pohjanvahvistustyöt (TVH 732177)

3. Muut kevyet penkereet

- a. Erikoistapauksissa tulevat kevyen penkereen täyteenä kysymykseen myös kevyet teollisuusjätteet kuten koksikuona, masuunikuona, lentotuhka sekä kuorijäte ja sahanpuru. Penkereet rakennetaan kustakin materiaalista erikseen laadittavan käyttöohjeen mukaan.

KUVA 21

KEVYTSORAPENKEREEN POIKKILEIKKAUS



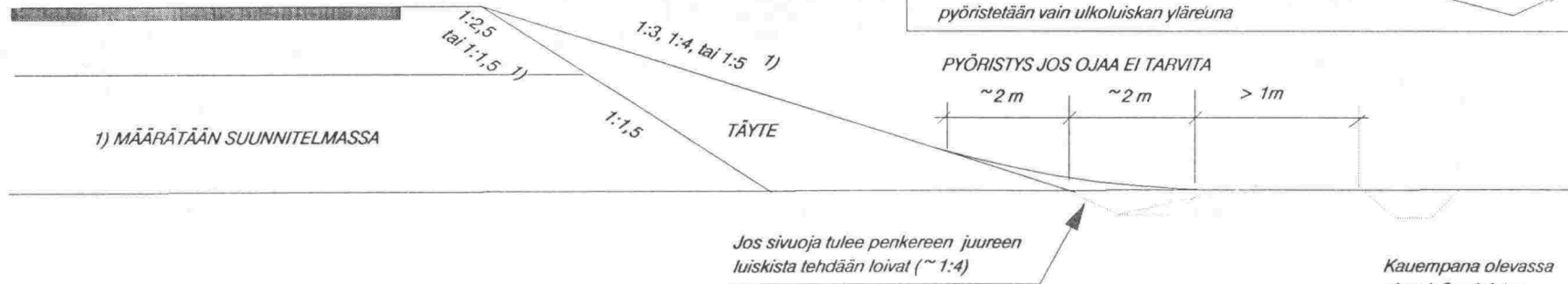
G. PENGERRYSTYÖT TALVELLA

1. Lumi ja jää poistetaan penkereen alta ja ajettavien kerrosten välistä. Pengermassat eivät saa sisältää lunta, jäätä eikä jäätyneitä maakokkareita.
2. Jäätynyttä maata voidaan sijoittaa sulamaan penkereen luiskatäytteisiin.
3. Tiivistys tehdään heti levityksen jälkeen, jolloin maa ei vielä ole jäätynyt. Maan jäädyttyä pengertä ei saa tiivistää. Maa-aineksen vesipitoisuuden tulee olla riittävän alhainen, lämpötilasta riippuen, yleensä alle 5 %.
4. Talvella tiivistettäessä on edullista käyttää itsekulkevia jyriä ja jyräys on tehtävä noin 30 - 50 m osuuksin. Lopputulos on paras, jos materiaali sekä levitetään että tiivistetään samanaikaisesti. Mikäli lämpötila on alle 0°C, ei aikaero levityksen ja tiivistyksen päättymisen välillä saa olla osuudella yli 2 tuntia. Koska tiivistyvyys riippuu ratkaisevasti vesipitoisuudesta, tulee talvella käyttää sellaisia materiaaleja, joiden vesipitoisuus on pieni (esimerkiksi murskatut ja tasarakeiset kiviainekset).
5. Materiaalin levitystehon tulee olla suurehko (yli 200 m³itd/ h).
6. Sopiva ylityskertamäärä on yleensä taulukon 6 mukainen. Jyrät on valittava siten, että ne voivat tiivistää kerrokset ennen niiden jäätymistä.
7. Jos tiivistettävän kerroksen alla oleva rakenne on jo jäätynyt, tulee täryjyrän käyttöä välttää.
8. Päätypengerrytyöt voidaan yleensä tehdä talvityönä.
9. Vesistön ylittävässä penkereessä voidaan "kameja" sijoittaa penkereen vedenalaiseen reunaosiin.
10. Massanvaihtotöissä sivuilla oleva jäätynyt maa ja paksu lumikerros toimii vastapenkereen tavoin ja estää pengermassojen painumista. Vaikutusta voidaan vähentää joko alkukaivantoa leventämällä tai sivuräjätysten avulla.
11. Mikäli sallitun päätypengerryksirajan yläpuolinen osa tehdään kiilapengerryksenä, voidaan penkereen läpijäätyminen yleensä välttää ja penger rakentaa talvityönä kerrolla täyteen korkeuteen. Massojen levityksen ja tiivistyksen kiilassa on tapahduttava samanaikaisesti ja mahdollisimman nopeasti, etteivät kiilaan ajettu massat jäädy ennen seuraavan kerroksen levittämistä. Jatkettaessa työtä keskeytyksen jälkeen on pääty- tai kiilapengerryksessä lumen- ja jäänpoiston lisäksi penkereen etuluiskan jäätynyt osa kokonaisuudessaan purettava ja "kamit" siirrettävä alueille, joilla ne voidaan myöhemmin sulamisen tapahduttua käyttää hyväksi.
12. Mikäli penger on rakennettu siten, ettei se ole päässyt pengertämisvaiheessa jäätymään, voidaan sen päälle jo talvella rakentaa osa päällysrakenteesta, enintään kuitenkin jakavan kerroksen pintaan saakka. Kantava kerros ja päällyste saadaan rakentaa vasta roudan sulattua kesällä. Tällöinkin on varauduttava tasaustyöhön ja tehokkaaseen jälkitiivistykseen.

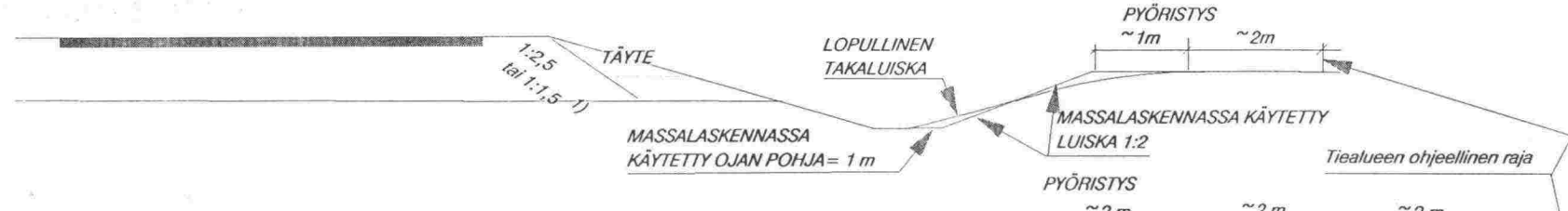
13. Penkereille, joille yleisen liikenteen järjestelyjen vuoksi on välittömästi rakennettava päällysrakenne, se voidaan rakentaa samana talvikautena.
14. Jos talvella tehdyn alusrakenteen päälle rakennetaan samana talvikautena päällysrakennekerroksia, pinta muotoillaan jo rakennusvaiheessa oikeaan kaltevuuteen ja korkeuteen. Arvioitu penkereen painumisvara saadaan ottaa huomioon, mutta asiasta on ensin sovittava suunnittelijan kanssa.
15. Kevytsorapenkereen teko talvityönä edellyttää, että alle jäävä pohjamaa ei ole pengerrettäessä jäässä. Pinnan aivan ohut kohmettuminen maapohjan lumesta paljastamisen ja muotoilun yhteydessä voidaan sallia. Kevytsoraan ei saa sekoittua lunta eikä jäätä.

LIITE 1

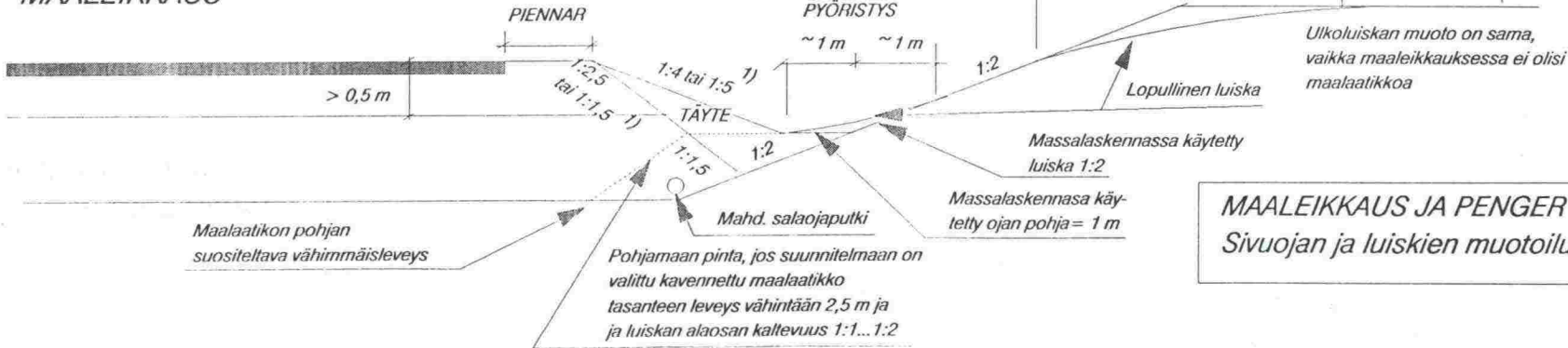
LOIVALUISKAINEN (~ 3 m) KORKEA PENGER



MATALA PENGER

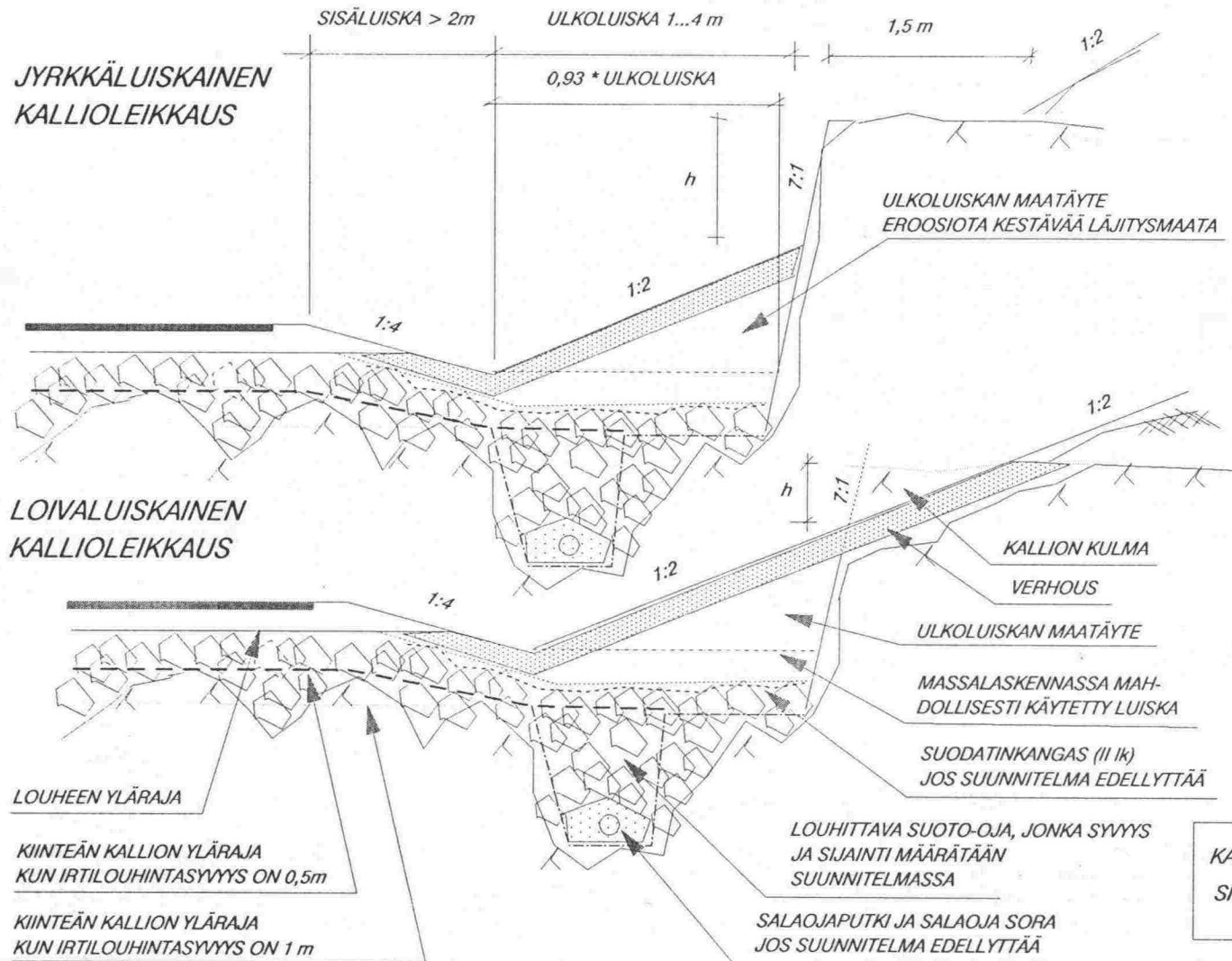


MAALEIKKAUS



MAALEIKKAUS JA PENGER
Sivuojan ja luiskien muotoilu

LIITE 2



LOIVAKSI LOUHITTAVAT LEIKKAUSOSUUDET MÄÄRÄTÄÄN SUUNNITELMASSA YLEENSÄ SEURAAVIN PERUSTEIN:

-pienet kallionpaljastumat louhitaan siten, että voidaan käyttää normaalia maaleikkauksen poikkileikkausta

-pitkähköt (>40 m) matalat (h enimmäkseen alle 1,5 m paikoin 1,5...2 m) kallio-osuudet louhitaan loiviksi

-korkean kallioleikkauksen päässä oleva lyhyt matala (< 40 m) osuus louhitaan yleensä jyräksi, mutta ulkoluiska levennetään

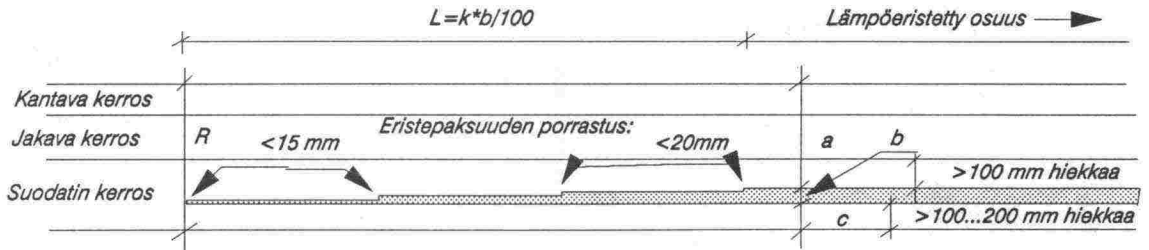
SIIRRYTTÄESSÄ JYRKÄSTÄ KALLIOLEIKKAUKSESTA LOIVAAN, KALLIOLUSKAN KALTEVUUS MUUTTUU 7:1:stä 1:2:een ASTEITTAIN 20 m MATKALLA.

KALLIOLEIKKAUS
SIVUOJAN JA LUISKIEN MUOTOILU

LIITE 3

LÄMPÖERISTEEN RAKENTAMINEN SIIRTYMÄKIILASSA JA ROUTAMITOITETUSSA PÄÄLLYSRAKENTEESTA

LÄMPÖERISTETYN TIEOSUUDEN ALKU



RAKENTEEN PAKSUUS R

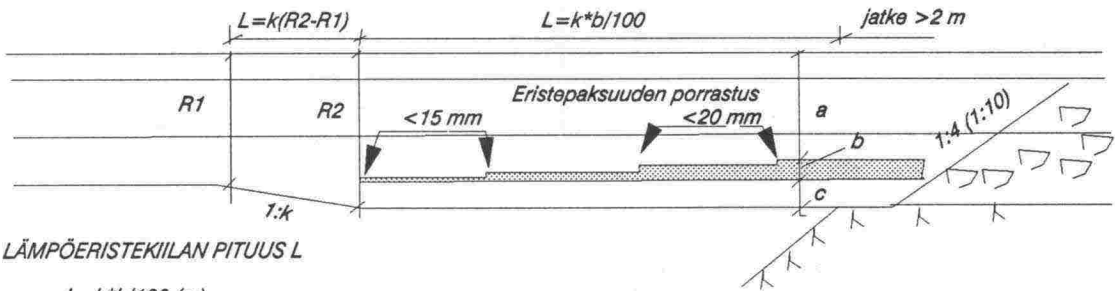
a: lämpöeristeen päälle tulevan routimattoman rakenteen paksuus,
700 mm

b: lämpöeristeen paksuus suunnitelmasta

c: lämpöeristeen alle tulevan routimattoman rakenteen paksuus:

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

SIIRTYMÄKIILA KALLION KOHDALLA



LÄMPÖERISTEKIILAN PITUUS L

$$L = k \cdot b / 100 \text{ (m)}$$

$1/k =$ kiilan kaltevuus

b: lämpöeristeen paksuus suunnitelmasta (mm)

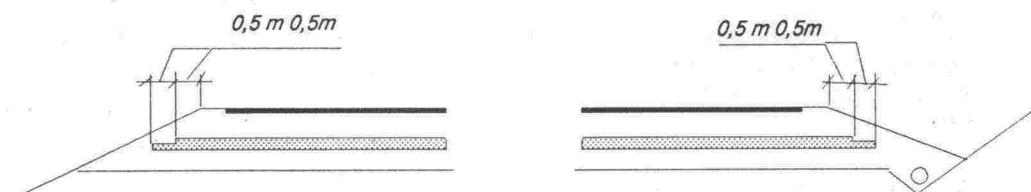
Päällysrakenteen mahdollinen paksuusero ($R2 - R1$) tasoitetaan kaltevuudessa $1:k$.

Jatkeen pituus kallion suuntaan vähintään 2 m.

Rumpujen kohdalla eriste ulotetaan täyspaksuna rumpukaivannon yli.

Jos kiilan ohuimmassa kohdassa tarvittavaa eristettä ei saada (15 mm) käytetään 20 mm paksuista levyä shakkilautakuviona (mustat tyhjiä)

POIKKILEIKKAUS



Talvisin aukkipidettävissä liittymissä eriste ulotetaan liityvälle tielle, jossa se ohennetaan kiilamaisesti 5m matkalla, ellei liityvä tie edellytä pidempää kiilaa.

LIITE 4

| ALUSRAKENTEEN KANTAVUUSLUOKITUS | | | | KANTAVUUS |
|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------|--|
| MAALAJI | TARKENNUS | LYHENNE | LUOKKA | |
| KALLIO | kallio | Ka | A | A=300 MN/m ² |
| | louhe 1) | Lo | | B=200 MN/m ² (150...280) |
| | murske 1) | M | | |
| KIVET 1) | | Ki | A | C=100 MN/m ² (70...150) |
| SORA | | Sr | B | D=50 MN/m ² (35...70) |
| SORA-MOREENI | routimaton routiva 2) | rtonSrMr SrMr | C E (F)4) | E=20 MN/m ² (15...35) |
| HIEKKA | routimaton karkea | rton kaHk | C | F=10MN/m ² (5...15) |
| | -"- keskik. | rton keHk | D | |
| | -"- hieno | rton hHk (E) 4) | D | |
| | routiva keskik. -"- hieno | keHk hHk | E E (F)4) | |
| HIEKKA-MOREENI | routimaton routiva 2) | rton HkMr HkMr | D (E)4) E (F)4) | G=5 MN/m ² |
| SILTTI SILTTIMOREENI | | Si SiMr | F (G), (E) ^{4) 5)} | |
| SAVI | kuivakuori (h > 1m) | kuivak.Sa | E | |
| | sitkeä (Su > 25kN/m ²)3) | Sa | F (E)5) | |
| | pehmeä (Su < 25kN/m ²)3) | Sa | G | |
| LIEJU TURVE | | Lj Tv | G | |

HUOMAUTUKSET

Alusrakenteen kantavuus arvioidaan tavallisesti pohjamaan maalajin perusteella. Jos pengertäytteen paksuus on vähintään 1 m, käytetään pengertäytteen kantavuusluokkaa. Jos pengertäytteen paksuus on alle 1 m, alusrakenteen kantavuus voidaan laskea, kun E moduuliksi valitaan pengertäytteen kantavuusluokkaa vastaava kantavuus.

Myös muut alusrakenteen pinnassa olevat varsinaista pohjamaata paremmin kantavat maakerrokset rinnastetaan tässä suhteessa pengertäytteeseen.

LISÄTIETOJA LÖYTYY TVH:n
TEIDEN SUUNNITTELU OHJEESTA
KOHTA IV 1.24 ja IV 5.2

- 1) Routiva murske sekä routivaa maata sisältävä louhe ja kivet rinnastetaan vastaavaan routivaan maalajiin
- 2) Kantavuudeksi voidaan valita 35 MN/m², jos kysymyksessä on kuiva pengeri tai jos hienoainespitoisuus on enintään 20 % ja paikka ei ole märkä (katso huomautus 4)
- 3) Siipikairauksella todettu suljettu leikkauslujuus
- 4) Suluissa olevaa kantavuusluokkaa käytetään kun maa-aines on märkää lopullisessa alusrakenteessa eli pohjaveden etäisyys alusrakenteen pinnasta on alle 1 m tai paikkaan kerääntyy pintavesä
- 5) Penkereessä kuivana

ISBN 951-46-7278-X

Valtion painatuskeskus
Pasilan VALTIMO
Helsinki 1990