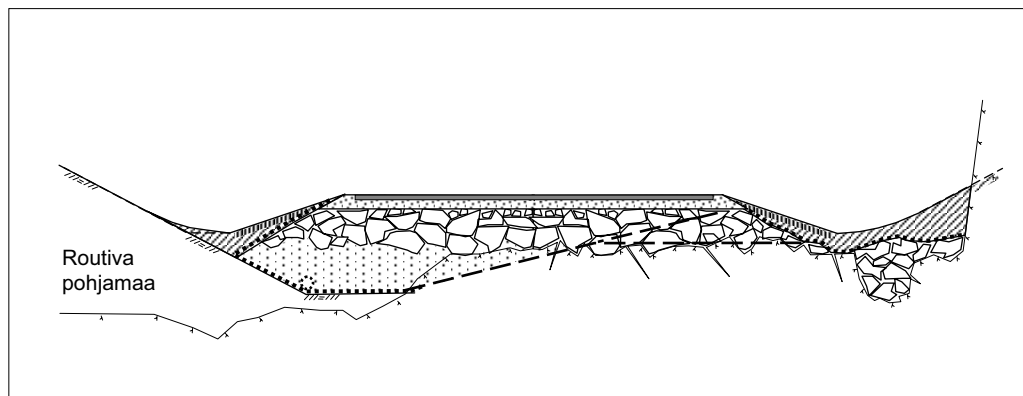


Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset

## Leikkaukset, kaivannot ja avo-ojarakenteet



Poikittainen siirtymäkiila routiva maa / kallio



**Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset**

# **Leikkaukset, kaivannot ja avo-ojarakenteet**

**Toteuttamisvaiheen ohjaus**

Verkkajulkaisu pdf ([www.tiehallinto.fi/julkaisut](http://www.tiehallinto.fi/julkaisut))  
ISBN 951-803-643-8  
TIEH 2200042-v-05

TIEHALLINTO  
Tekniset palvelut  
Opastinsilta 12 A  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puhelinvaihde 0204 22 150



**TIEHALLINTO**

MUU OHJAUS

31.12.2005

397/2000/20/73

VASTAANOTTAJA  
Tiepiirit

SÄÄDÖSPERUSTA  
Maantielaki 109 §

KORVAA/MUUTTAA  
TYLT 2000, TIEL 2212459 (1991)  
TYLT Lisäykset ja muutokset vuonna 2000, TIEL 2210014-00

KOHDISTUVUUS  
Tiehallinto

VOIMASSA  
15.2.2006 alkaen

ASIASANAT  
Leikkaukset, pohjamaa, kaivutyöt, laatuvaatimukset

---

### **Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset 2000 Leikkaukset, kaivannot ja avo-ojarakenteet (TIEH 2200042-05)**

Tässä Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset julkaisusarjan osassa annetaan laatuvaatimukset tien leikkaustöille sekä leikkauspohjan 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 takuu-aika, ja tasaisuudelle ja rakenteen deformaatiolle on asetettu riittävän tarkat laatuvaatimukset.

Vuoden 2006 suurimmat muutokset ovat:

- pohjamaa luokitellaan kelpoisuusluokkien mukaan GEO-, olosuhdeherkkyys- ja routivuusluokituksen sijaan
- materiaalien laadun toteamista koskevia vaatimuksia on täsmennetty.

Yksikön päällikkö  
Tekniset palvelut

  
Matti Piispanen

Kehittämispäällikkö  
Tie- ja geotekniikka

  
Kari Lehtonen

LISÄTIETOJA Kari Lehtonen Tiehallinto, Tekniset palvelut Puh. 0204 22 150	JAKELU www.tiehallinto.fi/thohje
--	-------------------------------------

## TIEDOKSI

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

## LAATUVAATIMUSTEN JA TYÖSELITYSTEN SOVELTAMINEN

### 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 sertifiointit on myös tunnustettava, mikäli elinten pätevyys, riippumattomuus, puolueettomuus ja teknisen laitteiston perusteella voidaan luottaa siihen, että ne suorittavat testauksen, tarkastukset ja sertifiointin 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 tarkoitukseen.

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.

Roomalaisen numeroinnin avulla (I., II.) on kuvattu eri vaihtoehtojen pätemisjärjestys. Numeroinnin tarkoituksena on myös osoittaa laatuun liittyvien asiakirjojen laatijoille mahdollisesti tarkennettavat laatuvaatimukset.

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

<u>2000</u>	<u>MAANLEIKKAUKSET, KAIVANNOT JA AVO-OJAT</u>	<u>8</u>
2000.1	Yleistä	8
2000.2	Ympäristövaikutukset	8
2000.3	Vahinkojen estäminen	8
<u>2100</u>	<u>MAANLEIKKAUS (TIELEIKKAUKSET)</u>	<u>9</u>
2100.1	Yleistä	9
2100.2	Työturvallisuuteen liittyvät vaatimukset	9
2100.3	Maanleikkausten tarkkuusvaatimukset	10
2100.4	Luiskaloivennukset, kevennysleikkaukset	11
2100.5	Leikkausluiskien muotoilu	11
2100.6	Leikkauksen pohjamaan laatu ja maamassojen luokittelu	12
2100.7	Leikkauspohjan tiiviys	15
2100.8	Alusrakenteen pinnan käsittely	16
2100.9	Siirtymä- ja routasuojausrakenteet	16
2100.10	Maalaatikko	24
2100.11	Siltojen siirtymäkiilat	24
2100.12	Leikkaustyöt talvella	24
<u>2120</u>	<u>MAANLEIKKAUS, MASSAT LÄJITYKSEEN</u>	<u>26</u>
2120.1	Läjitysalueen rakentaminen	26
<u>2170</u>	<u>ALUSRAKENTEEN TASALAATUISTAMINEN</u>	<u>27</u>
2170.1	Yleistä	27
2170.2	Vaatimukset	27
2170.3	Työohjeet	27
<u>2180</u>	<u>YLIPENKEREEN POISTO</u>	<u>28</u>
2180.1	Yleistä	28
2180.2	Työohjeet	28
<u>2210</u>	<u>PEHMEÄN PERUSMAAN POISTO</u>	<u>28</u>
2210.1	Vaatimukset	28
2210.2	Työohjeet	28
2210.3	Valvontaohjeet	28
<u>2400</u>	<u>AVO-OJITUS</u>	<u>30</u>
2400.1	Yleistä	30
2400.2	Vaatimukset	30
2400.3	Kaivumaan käyttö	30
2400.4	Työohjeet	30

## **2000 MAANLEIKKAUKSET, KAIVANNOT JA AVO-OJAT**

### **2000.1 Yleistä**

- 2000.1.1 Töillä tarkoitetaan tienrakennustöiden maanleikkauksia, joihin kuuluvat tieleikkaukset, kaivannot ja avo-ojat.
- 2000.1.2 Maa leikataan suunnitelmissa ja työn aikana osoitettujen mittojen mukaisesti. Leikattava maa käytetään rakennustaloudellisesti ja -teknisesti parhaalla tavalla.
- 2000.1.3 Vanhan tien leikkauksen yhteydessä saatavat käyttökelpoiset päällysrakennemateriaalit ja päällysteet hyödynnetään työn aikana osoitettavalla tavalla.
- 2000.1.4 Työt ajoitetaan niin, että leikattu maa voidaan käyttää suunnitelmien mukaisesti penkeisiin ja muihin maarakenteisiin.
- 2000.1.5 Töiden aikana tarkkaillaan leikkausmaan laatua ja luiskien vakavuutta.
- 2000.1.6 Suunnitelmia muutetaan tarvittavilta osilta olosuhteita vastaaviksi, jos maan laatu poikkeaa suunnitelmissa osoitetusta maan laadusta tai se ei vastaa leikatusta maasta tehtävien maarakenteiden (penkereet, täytöt, kerrokset) vaatimuksia rakeisuutensa, märkyytensä, lohkarekokonsa, tasalaatuisuutensa suhteen tai leikkauksen olosuhteet vaativat toimia (vaihtelevat maalajit, routivuuserot, pohjavesisuhteet, silmäkkeet, vesien virtaukset, lähteet)

### **2000.2 Ympäristövaikutukset**

#### **2000.2.1 Yleistä**

- 2000.2.1.1 Maaleikkausten ympäristövaikutusten selvitysvelvollisuudet ja katselmusvelvollisuudet osoitetaan suunnitelmissa.

#### **2000.2.2 Työohjeet**

- 2000.2.2.1 Ennen töiden aloittamista selvitetään suoja-alueiden ja suojattavien alueiden sijainti sekä arvioidaan maanleikkaus- ja ojitustöiden, salaojat mukaan lukien, vaikutus kuivatusjärjestelmiin ja pohjavesiolosuhteisiin. Suunnittelun aikana kerätyt havainnot käytetään hyväksi.
- 2000.2.2.2 Työn vaikutuspiirissä sijaitsevien alueiden kuivatusta tai kuivatusmahdollisuuksia ei saa huonontaa.
- 2000.2.2.3 Lähistön kaivoista ja vedenottoamoista selvitetään ennen töiden aloittamista veden pinta sekä tarvittaessa antoisuus ja veden laatu.
- 2000.2.2.4 Töiden valmistuttua selvitetään suunnitelmissa ja työn aikana tarpeellisiksi katsotuilla alueilla leikkausten vaikutus alueen kaivoihin ja pohjavesioloihin.
- 2000.2.2.5 Pohjaveden muodostumis- ja suoja-alueilla noudatetaan julkaisua Pohjaveden suojaus tien kohdalla (TIEH 2100028-v-04).

### **2000.3 Vahinkojen estäminen**

#### **2000.3.1 Yleistä**

- 2000.3.1.1 Jos maanleikkaus saattaa vioittaa läheisiä rakenteita, pidetään ennen töiden aloittamista näiden rakenteiden kuntoa koskeva katselmus niiden omistajien tai heidän edustajien kanssa. Katselmuksesta pidetään pöytäkirjaa, joka lähetetään tiedoksi ja hyväksyttäväksi asianosaisille.
- 2000.3.1.2 Selvitysvelvollisuus, suojausvelvollisuus ja kustannusten jako osoitetaan suunnitelmissa.

## 2000.3.2 Työohjeet

- 2000.3.2.1 Rakenteiden, putkien, kaapeleiden ja johtojen sijainti selvitetään ja sovitaan niiden suojaustapa.
- 2000.3.2.2 Luiskien kaltevuus ja tukemistarve selvitetään maan laadun, kaivannon syvyyden, ulkopuolisen kuormituksen yms. tekijöiden perusteella.
- 2000.3.2.3 Työssä otetaan huomioon työsuojelun edellyttämät toimet luiskien sortumisen ja muiden vahinkojen estämiseksi (kts. Työsuojeluhallituksen julkaisu "Kapeat kaivannot").

## 2100 MAANLEIKKAUS (TIELEIKKAUKSET)

### 2100.1 Yleistä

- 2100.1.1 Työllä tarkoitetaan tieleikkauksien kaivua ojineen sekä siirtymäkiilojen ja maalaatikoiden kaivua.
- 2100.1.2 Ennen leikkaustöiden aloittamista tehdään osan 1000 mukaiset työt, sekä merkitään maastoon leikkauksessa tarvittavat mitat.

### 2100.2 Työturvallisuuden liittyvät vaatimukset

- 2100.2.1.1 Työnaikainen luiska on suunniteltava maan laadun mukaan siten, että luiskan vakavuus on riittävä. Jos käytetään jyrkkää luiskaa, on riittävä vakavuus tarvittaessa varmistettava tukiseinällä, kevennysleikkauksella, luiskan alareunaan tehtävällä tukipenkereellä tms.
- 2100.2.1.2 Ennen leikkaustyön aloittamista laaditaan työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma, jonka tulee sisältää:
- selvitys olemassa olevista rakenteista sekä työtä rajoittavista esteistä leikattavalla alueella
  - työjärjestys
  - leikkausmassojen läjitysalueet ja alueet, joille ei saa läjittää
  - laaduntarkkailu
  - työsuojelutoimenpiteet.
- 2100.2.1.3 Tukemattoman, lyhytaikaisen kaivannon teossa karkearakeisissa ja moreenimaalajeissa voidaan soveltaa taulukkoa 2100.1 ja koheesiomaalajeissa taulukkoa 2100.2.

*Taulukko 2100.1: Tukemattoman, lyhytaikaisen kaivannon ohjeelliset luiskakaltevuudet karkearakeisissa maalajeissa sekä moreenissa ja karkeissa silttimaalajeissa.*

Maapohja	Kaivannon syvyys, H (m) <sup>1)</sup>		
	< 1,2	1,2 - 2,0	> 2,0
Luiskan kaltevuus			
Löyhä ja keskitiivis siltti Löyhä ja keskitiivis hiekka Löyhä sora Löyhä moreeni	Pystysuora	20° - 45° riippuen maa-aineksen laadusta ja ominaisuuksista	
Tiivis siltti <sup>2)</sup> Tiivis hiekka Keskitiivis sora Keskitiivis moreeni <sup>2)</sup>	Pystysuora	< 2:1 - 3:1	< 1:1 - 2:1
Tiivis sora Tiivis moreeni	Pystysuora	< 4:1 - 5:1	< 3:1 - 4:1

1) Yli 2 m syvissä kaivannoissa tulee suurin mahdollinen kaivussyvyys ja luiskan kaltevuus tarkistaa tapaus tapaukselta paikallisten olosuhteiden mukaan.

2) Mikäli kaivu tapahtuu pohjavedenpinnan tuntumassa tai sen alapuolella, on käytettävä löyhän maan mukaisia kaltevuuksia.

Taulukko 2100.2: Tukemattoman, lyhytaikaisen kaivannon suurin syvyys ja luiskan kaltevuus koheesiomaalajeissa suljetusta leikkauslujuudesta ( $s_u$ ) riippuen.

Suurin kaivussyvyys, H (m)			Luiskan kaltevuus
A. Savi, jonka $s_u = 7 - 10 \text{ kN/m}^2$	B. Savi, jonka $s_u = 10 - 25 \text{ kN/m}^2$	C. Savi, jonka $s_u = 25 - 50 \text{ kN/m}^2$	
-	1,6	2,0	5:1
-	1,7	2,5	3:1
-	1,9	3,0	2:1
1,7	2,3	3,2	1:1
1,9	2,5	3,7	1:2
2,1	2,7	4,0	1:3

### 2100.2.2 Työohjeet

- 2100.2.2.1 Leikkaukset ojineen ja luiskineen kaivetaan valmiiksi samaan aikaan. Ojien samanaikainen kaivu helpottaa leikkauksen pohjan kuivatusta.
- 2100.2.2.2 Jos maaston muoto johtaa valumavesiä leikkausluiskiin tai luiska on helposti syöpyvä, kaivetaan niskaoja.
- 2100.2.2.3 Jos leikkauksessa havaitaan pohjaveden virtausta, lähteitä luiskapinnoilla tai alusrakenteella, rakennetaan olosuhteisiin sopiva kuivatusjärjestelmä.
- 2100.2.2.4 Jos maalajit ovat helposti juoksettuvia, leikkauksen pohjan voi muotoilla kuivatussyistä rakentamisen ajaksi kaltevammaksi (viättävämmäksi) kuin suunnitelmissa on osoitettu.
- 2100.2.2.5 Sade- ja valumavedet johdetaan työn aikana pois siltti- ja savileikkauksista pumppaamalla tai ojittamalla.
- 2100.2.2.6 Pohjavesien purkaantuessa leikkausluiskasta on tarvittaessa käytettävä luiskan suojana 200–300 mm sora- tai murskekerrosta, jonka alle asennetaan suodatinkangas.
- 2100.2.2.7 Mikäli pohjavesien purkaantuminen on jatkuvaa ja sillä arvioidaan olevan ennakoimattomia ympäristövaikutuksia, otetaan yhteyttä suunnittelijaan.

### 2100.2.3 Valvontaohjeet

- 2100.2.3.1 Leikkausluiskia tehtäessä on silmämääräisesti tai tarvittaessa maanäytein tarkastettava, että luiskan maan laatu (lujuus) vastaa suunnitelmassa esitettyä.

## 2100.3 Maanleikkausten tarkkuusvaatimukset

### 2100.3.1 Laatuvaatimukset

- 2100.3.1.1 Leikkausten taitepisteiden tason, sijainnin ja pintojen tasaisuuden tarkkuusvaatimukset esitetään taulukossa 2100.3.
- 2100.3.1.2 Leikkausten tulee muotoilun jälkeen täyttää suunnitelmien mitat tarkkuusvaatimusten mukaisesti.

### 2100.3.2 Työohjeet

- 2100.3.2.1 Jos leikkauspinnalle jäävät kivet eivät haittaa pinnan muotoilua tai tiivistämistä, voi rakene-, verhouk- tms. kerroksilla peitettävälle leikkauspinnalle jättää sallitun kokoisia kiviä. Sallittu kivikoko riippuu leikkauspinnan yläpuolella sijaitsevan kerroksen vaatimuksista.

### 2100.3.3 Valvontaohjeet

- 2100.3.3.1 Vähintään kolmasosassa maaleikkauksista tarkastetaan 20 m välein leikkauksen taitepisteiden sijainti takymetrimittauksella tai muulla yhtä luotettavalla tavalla. Korkeudet mitataan ennen maan routaantumista tai roudan sulamisen jälkeen.

- 2100.3.3.2 Leikkauspinnan muu tasaisuus todetaan silmämääräisesti ja tarvittaessa myös 3 m oikolautaa käyttäen.

*Taulukko 2100.3: Maaleikkaustöiden tarkkuus- ja tasaisuusvaatimukset*

Tarkasteltava rakenne	Tarkkuusvaatimus
Leikkausluiskien taitepisteiden sijainti vaakasuunnassa	±150 mm
Alusrakenteen yläpinnan leveys päällysrakenteen alla, yksittäinen poikkeama	0 ... +150 mm
Alusrakenteen yläpinnan korkeustaso päällysrakenteen alla, yksittäinen poikkeama <sup>1)</sup>	0 ... -100 mm
Ojan pohjan sijainti vaakasuunnassa	±150 mm
Ojan pohjan korkeustaso <sup>2)</sup>	0 ... -100 mm
<p>1) Louhepatjan alla 0...-200 mm                  2) Ojan pohjalle ei saa syntyä yli 50 mm syviä lammikoita                  3) Luiskapinnat tehdään suoriksi tasoiksi pyöristyksiä lukuun ottamatta siten, että pinnoille ei jää epätasaisuutta eikä hoitoa haittaavia kiviä.                  4) Maaluiskassa olevat lohokareet ja liikenteelle vaaralliset kalliokohoumat poistetaan verhouksen kasvualustan edellyttämään syvyyteen.                  5) Verhoiltavia luiskia leikattaessa otetaan huomioon verhouksen vaatima työvara. Nurmetuksen kasvualustaa ei edellä mainitun louhintatapauksen lisäksi vaadita kuin nurmetusluokassa I.                  6) Nurmetusluokkaan I tai II kuuluvien alueiden sekä nurmetettävien näkemäleikkausten ja muiden suunnitelmassa erikseen osoitettujen alueiden tulee täyttää koneellisen niiton asettamat vaatimukset. Niittoalueella tasaisuusvaatimus on 50 mm 2 m matkalla. Muualla riittää huolellista kaivutyötä vastaava tarkkuus.</p>	

## 2100.4 Luiskaloivennukset, kevennysleikkaukset

### 2100.4.1 Vaatimukset

- 2100.4.1.1 Luiskaloivennukset ja kevennysleikkaukset kaivetaan työn aikana osoitettujen mittojen mukaisesti.
- 2100.4.1.2 Luiskien taitteet muotoillaan kuvan 2100.1 mukaisesti.
- 2100.4.1.3 Ennen leikkaustyötä tehdään kohdan 2100.2.1.2 mukainen työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma. Suunnitelmassa esitetään mm. alueet, joille leikkausmassoja ei saa läjittää.

### 2100.4.2 Työohjeet

- 2100.4.2.1 Kevennysleikkaus ja pääleikkaus tehdään ensin kevennyksen tasoon ja sen jälkeen kaivetaan alin osa pääleikkauksesta.
- 2100.4.2.2 Jos leikkaustyö tehdään koko poikkileikkauksessa yhdellä kertaa, ei tien leikkausluiska saa olla missään vaiheessa korkeampi eikä jyrkempi kuin lopullinen, kevennetty luiska. Leikkauspohja ulotetaan lopulliseen tasoon vasta, kun kevennys on tehty. Päätykaivussa on tarkistettava myös toisen suuntaisen työluiskan (päätyluiskan) vakavuus.

### 2100.4.3 Valvontaohjeet

- 2100.4.3.1 Luiskan kaltevuudet ja leikkauksen syvyys tarkistetaan mittaamalla 20 m välein.

## 2100.5 Leikkausluiskien muotoilu

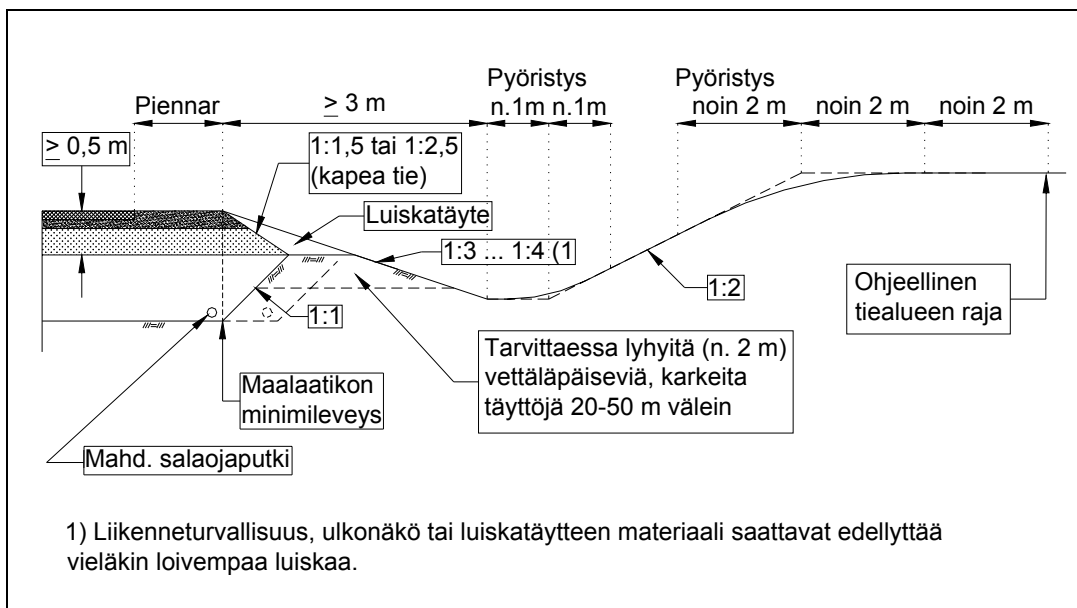
### 2100.5.1 Vaatimukset

- 2100.5.1.1 Maaleikkausten luiskat muotoillaan kuvan 2100.1 mukaisesti.
- 2100.5.1.2 Penkereen ja leikkauksen yhtymäkohdissa muutetaan luiskien kaltevuutta maaston muotoon soveltuvalla matkalla.
- 2100.5.1.3 Kallionleikkausten päissä maaluiskat sovitetaan maisemaan.

- 2100.5.1.4 Kallionleikkaus paljastetaan vähintään reunareikien porauksen vaatimaan leveyteen. Suunnitelmissa teoreettinen paljastusleveys on yleensä 1,5 m kallioleikkausta leveämpi.
- 2100.5.1.5 Verhoiltavia luiskia leikattaessa otetaan huomioon verhouksen vaatima työvara. Nurmetukseen tarvittava ruokamultakerros ei vaadi erillistä työvaraa nurmetusmenetelmää 1 lu-kuun ottamatta.

### 2100.5.2 Työohjeet

- 2100.5.2.1 Jos kallionleikkaukseen syntyy niin suuria ryöstöjä, että maaluiskaa ei voida muotoilla rumentavia mutkia tekemättä, rakennetaan tukimuuri.
- 2100.5.2.2 Maanleikkausluiskissa sijaitsevat lohkarieet ja rumentavat, liikenteelle vaaralliset kallionkohoumat, räjäytetään rikki verhouksen edellyttämään syvyyteen.



Kuva 2100.1: Maanleikkaus, sivuojiin ja luiskien muotoilu.

## 2100.6 Leikkauksen pohjamaan laatu ja maamassojen luokittelu

### 2100.6.1 Vaatimukset

- 2100.6.1.1 Leikkauksen pohjamaan eli tien alusrakenteen alusrakenneluokan ja tasalaatuisuuden tulee vastata päällysrakenteen mitoituksessa käytettyä alusrakenneluokkaa tai olla sitä parempi.
- 2100.6.1.2 Loppukäyttökohteessa massat tutkitaan työselityksen TYLT 4000 vaatimusten mukaan.

### 2100.6.2 Työohjeet

- 2100.6.2.1 Maamassojen ja tien alusrakenteen luokittelua varten maalajit on ryhmitelty kelpoisuusluokkiin (S, H ja U) taulukossa 2100.4 ja taulukossa 2100.5 edelleen alusrakenneluokkiin, joista käytetään lyhenteitä A - I
- 2100.6.2.2 Vanhan tien leikkauksen yhteydessä saatavat käyttökelpoiset päällysrakennemateriaalit ja päällysteet hyödynnetään työn aikana osoitettavalla tavalla.

Taulukko 2100.4: Tien pohjamaan ja/tai alusrakenteen kelpoisuusluokat. (Tämä on informatiivinen kopio. Alkuperäinen taulukkoversio löytyy ohjeesta "Tierakenteen suunnittelu")

Kelpoisuusluokka	Läpäisy-% pesuseulonassa		Routaturpoama t (%)		E -moduuli (MPa)		Informatiivisia tietoja		
	0,063 mm seula	2 mm seula	Kuiva	Märkä	Kuiva	Märkä	Geo-maalajiluokka	Routivuus	Käyttökohteita
S1	alle 7	alle 70	0	0	100	100	Sr, srHk (SrMr, srHkMr)	routimaton	jakava kerros, vesistö- ja suopenger
S2 <sup>1)</sup>	7 – 15	alle 70	0	3	70	50	SrMr, srHkMr	lievästi routiva	penger, stabiloidut rakennekerrokset, vesistö- ja suopenger
S3	16 - 30	alle 70	3	6	50	35	SrMr, srHkMr	routiva	penger kuivana
S4	31 - 50	alle 70	6	12	35	20	siSrMr sisrHkMr	routiva	penger kuivana
H1	alle 7	yli 70	0	0	70	70	Hk, (HkMr)	routimaton	suodatinkerros, vesistö- ja suopenger
H2	7 - 15	yli 70	3	3	50	50	Hk, HkMr	lievästi routiva	suodatinkerros, vesistö- ja suopenger
H3	16 - 30	yli 70	6	12	35	20	Hk, HkMr	routiva	penger kuivana
H4	31 - 50	yli 70	6	12	35	20	siHk, siHkMr	routiva	penger kuivana
U1	yli 50		12	16	20	20	Si, SiMr, kerrallinen Sa/Si	erittäin routiva	maaston muotoilut, läjitys
U2	yli 50			12 <sup>4)</sup>		20	sitkeä Sa	routiva	
U3	yli 50			12 <sup>4)</sup>		10	pehmeä Sa	routiva	
U4				12		10	Lj	routiva	

1) Kuuluu luokkaan S1, jos 0,02 mm läpäisy < 3 %-yksikköä.

2) Kelpoisuusluokan H2 hiekka, joka täyttää suodatinkerroksen laatuvaatimukset ja näytteet tutkitaan ohjeen TYLT Penger ja kerrosrakenteet mukaisesti: E = 70 MPa, t = 0 % (vaikka muuten E olisi pienempi ja t olisi suurempi).

3) Kerrallinen savi/siltti (Sa/Si) on maata, jossa saven joukossa on ainakin paikoin silttikerroksia tai sitäkin karkeampia (vettä johtavia) kerroksia.

4) Saven paikallinen routaturpoama voidaan määrittää myös takaisinlaskennalla lähistön olemassa olevan tien routanousuhavainnoista.

5) Savi (Sa) on jäykkä, kun siipikairalla määritetty leikkauslujuus on vähintään 40 kPa ja pehmeä, kun leikkauslujuus on alle 40 kPa.

Taulukko 2100.5: Alusrakenneluokat (Tämä on informatiivinen kopio. Alkuperäinen taulukoversio löytyy ohjeesta "Tierakenteen suunnittelu")

Luokka	A	B	C	D	uE	uF	uG	uH	uI
Moduuli MPa	280	200	100	70	50	35	20	10	20
t-arvo, %	0	0	0	0	3	6	12	12	16
Maalaji tai kelpoisuusluokka ja märkyys	Louhe	Murske	S1	H1 kuS2	mS2 kuS3 kuH2 mH2	mS3 kuH3-4 kuS4 stabiloitu U1 - U3	mH3-4 mS4 kuU1 U2 (sitkeä Sa)	U3 (pehmeä Sa) U4 (Lj)	U1 (Si, SiMr, kerrallinen Sa/Si)

ku = kuiva, m = märkä, stabil. = stabiloitu, sit = sitkeä  $s_u \geq 40$  kPa, peh. = pehmeä

Luokkien kirjainlyhenteen edessä oleva pieni u -kirjain tarkoittaa, että alusrakenteen tasalaatuisuutta ei tunneta tai sitä ei ole tutkittu (esim. uE). Kun tasalaatuisuus tunnetaan u -kirjain korvataan kirjaimella t (tasalaatuinen) tai kirjaimella s (sekalaatuinen).

2100.6.2.3 Leikkauksen pohjamaan tasalaatuisuus ja siitä riippuva tierakenteiden mitoitus voidaan varmistaa kolmen vaihtoehdoisen etenemistavan mukaan:

A) Tasalaatuisuus ja alusrakenneluokka on selvitetty ja tierakenne on mitoitettu jo suunnitteluvaiheessa riittäviin tutkimuksiin perustuen.

B) Tasalaatuisuutta ei tutkita tai varmenneta vaan tierakenteet mitoitetaan ja tehdään epätasalaatuisten pohjaolosuhteiden vaatimusten mukaisesti.

C) Tasa- tai sekalaatuisuus todetaan rakentamisen aikana, jolloin rakenteet mitoitetaan ja rakennetaan havaittujen pohjaolosuhteiden vaatimusten mukaisesti. Jos alusrakenne tasalaatuistetaan, voidaan tierakenne mitoittaa ja tehdä tasalaatuisten pohjaolosuhteiden mukaisesti. Aikataulu laaditaan ottaen huomioon myös työnaikaisiin mitoituksiin tarvittava aika.

2100.6.2.4 Pohjamaan materiaali ja tasalaatuisuus todetaan etenemistavasta (A, B ja C) riippuen seuraavasti:

A) Leikattavien materiaalien ja leikkauspohjan laatu on tutkittu ennakkoon kairauksin ja näytteenotoin 20...50 m välein riippuen maalajin luontaisesta vaihtelevuudesta (geologisista olosuhteista). Maalajien muutos- ja rajakohdat sekä lähelle tien päällysrakennetta nousuvat kalliopinnat on tutkittu tarvittaessa 10 m välein. Geofysikaalisia menetelmiä käyttäen voidaan pistekohtaisia tutkimuksia yleensä harventaa, ei kuitenkaan vaikeasti tulkittavissa kohdissa. Lisäksi leikkaustyön aikana:

- varmistetaan silmämääräisesti, että pohjamaa ei ole rakeisuudeltaan selvästi routivampaa kuin suunnitteluvaiheessa on todettu:
  - o varmistetaan, että tasalaatuisen saven sijasta kysymyksessä ei ole kerrallinen savi, jossa savi ja siltti vuorottelevat, tai että lievästi routivan E tai F alusrakenneluokan moreenin tai hiekan sijaan kysymyksessä ei ole luokkaan F, G, H tai I kuuluva hienoainespitoisempi moreeni tai siltti (joiden routanousu voi olla 2...4 -kertainen)
  - o varmistetaan, ettei leikkauksen pohjassa ole maalajien muutoskohtia tai lohkkareita
- todetaan, ettei pohjamaasta virtaa pohjavettä leikkaukseen
- leikkausmassat tutkitaan lisäksi niin, että ne voidaan osoittaa tarkoituksenmukaiseen loppukäyttöön.

B) Leikkausosuus on toteutettu sekalaatuisen, routivan pohjamaan mukaan mitoitettuna ja pohjamaan rakeisuus on tutkittu ennakkoon kairauksin ja näytteenotoin 40...100 m välein riippuen maalajin luontaisesta vaihtelevuudesta. Lisäksi leikkaustyön aikana:

- varmistetaan, että tasalaatuisen saven sijasta kysymyksessä ei ole kerrallinen savi, jossa savi ja siltti vuorottelevat, tai että lievästi routivan E tai F alusrakenneluokan moreenin tai hiekan sijaan kysymyksessä ei ole luokkaan F, G, H tai I kuuluva hienoainespitoisempi moreeni tai siltti (joiden routanousu voi olla 2...4 -kertainen).
- leikkausmassat tutkitaan lisäksi niin, että ne voidaan osoittaa tarkoituksenmukaiseen loppukäyttöön.



C) Jos leikattavien materiaalien ja leikkauspohjan laatua ei ole tutkittu ennakkoon riittävästi mutta kuitenkin halutaan tehdä optimaalinen tierakenne niin, pohjamaan tasa- tai sekalaa-tuisuus tutkitaan ja arvioidaan leikkaustyön aikana mitoitusroudansyvyyteen (S) asti tai louherakenteen yhteydessä syvyyteen S + 0,5 m asti. Mitoitusroudansyvyys, joka saadaan kuvasta 2100.2, on kohteen sijainnista riippuen 1,4...2,2 m valmiin tien pinnasta mitattuna. Tasalaatuisuustutkimukset kohdistetaan alueille, joilla leikkauspohjassa on nähtävissä epätasalaatuisuuksia tai joilla aikaisempiin tutkimuksiin perustuen on syytä epäillä olevan epätasalaatuisuutta (lohkareita, kalliopinta). Tällöin leikkaustyön aikana:

- tutkitaan onko pohjamaassa halkaisijaltaan yli 0,5 m lohkareita
- tutkitaan onko pohjamaassa ympäristöään karkeampia (vettä johtavia) tai toisaalta hie-nompia (vettä padottavia tai ohjaavia) maakerroksia tai selviä maalajin vaihtumiskohtia, jotka voisivat aiheuttaa routanousueroja
- tutkitaan virtaako tien sivulta vettä hiukan tierakenteen alle sivuojan tai muun kuivatus-järjestelmän alapuolitse, tarvittaessa tehdään koekuoppia ylärinteen puoleisen sivuojan kohdalle
- tutkitaan nouseeko kallion pinta edellä mainitun rajasyvyyden (S tai louherakenteella S +0,5 m) yläpuolelle
- tasalaatuistetaan leikkauspohja em. rajasyvyyteen asti (kohta 2170), tämä on em. tutkimukset korvaava vaihtoehtoinen toimenpide
- leikkausmassat tutkitaan lisäksi niin, että ne voidaan osoittaa tarkoituksenmukaiseen loppukäyttöön.

### **2100.6.3 Valvontaohjeet**

- 2100.6.3.1 Leikattavien maamassojen laatua ja laadun vaihtelua seurataan työn aikana. Maan rakei-suus määritetään vaihtelevuudesta ja leikkausmassojen loppukäyttökohteen vaatimuksista riippuen noin 50...200 m välein, tarvittaessa eri syvyyksistä ja eri kohdista tiepoikkileik-kausta. Tapauksissa A ja B ennakkoon tehdyt tutkimukset voidaan ottaa huomioon tutki-musvälissä.
- 2100.6.3.2 Jos leikkausmassojen loppukäyttöä varten ei ole annettu rakeisuusvaatimusta, riittää kun tutkitaan leikkauspohja seuraavan kohdan mukaisesti.
- 2100.6.3.3 Leikkauksen pohjamaan rakeisuus tutkitaan vähintään keskimäärin 200 m välein edusta-vasta paikasta sekä aina kun maalajin todetaan muuttuvan. Tapauksissa A ja B ennak-koon tehdyt tutkimukset voidaan ottaa huomioon tutkimusvälissä.
- 2100.6.3.4 Rakeisuuden mukaan määritettyä alusrakenneluokkaa verrataan suunnitelmissa osoitet-tuun luokkaan.

## **2100.7 Leikkauspohjan tiiviys**

### **2100.7.1 Vaatimukset**

- 2100.7.1.1 Muokkauksen tai kuljetusten löyhdyttämät leikkauspohjat (pelkkä kaivu ei yleensä löyhdytä) tiivistetään.
- 2100.7.1.2 Tiivistys tehdään siten, että leikkauspohjan pintakantavuus on vähintään taulukon 2100.5 vastaavan alusrakenneluokan materiaalimoduulin suuruinen. Muussa tapauksessa päällysrakenteen mitoitus tarkistetaan vastaamaan saavutettua alusrakenteen kantavuutta.

### **2100.7.2 Valvontaohjeet**

- 2100.7.2.1 Leikkauspohjan tiiviyttä ja pintakantavuutta tarkkaillaan silmämääräisesti (urautuminen, maalaji) ja tarvittaessa liitteen 1 taulukon 3 tiivistysohjeita noudattaen (Työmenetelmiin perustuva tarkkailu).
- 2100.7.2.2 Leikkauspohjan tila juuri ennen rakennekerroksen tekoa kuvataan osuuksittain kirjallisesti käyttäen esimerkiksi seuraavia: a) Tasainen ja tiivis, b) Ei voitu tiivistää vettymisen vuoksi, tasainen, c) Painuneet syvät ajourat, jne...

## **2100.8 Alusrakenteen pinnan käsittely**

### **2100.8.1 Vaatimukset**

- 2100.8.2 Alusrakenteen pinta tasataan (korjataan) tarvittaessa leikatulla maalla ja tiivistetään.
- 2100.8.2.1 Pintaa syvemmälle ulottuva alusrakenteen tasalaatuistaminen ja sen varmennusmenettelyt on kuvattu kohdassa 2170.
- 2100.8.2.2 Jos leikkauksessa on tien pinnasta mitattuna siirtymäkiilasyvyyttä lähempänä kallio tai suuria lohkareita, rakennetaan siirtymäkiila.
- 2100.8.2.3 Louhikko leikataan maanleikkauksen tavoin. Suuret kivet rikotaan ja käytetään hyväksi.
- 2100.8.2.4 Jos epätasaisia routanousuja aiheuttava tie- tai työmaatie jää uuden tien alle tai uusi tie liitetään vanhaan tiehen, noudatetaan kuvien 1510.2 A ja B sekä siirtymäkiilarakenteiden (kohta 2100.9) ja alusrakenteen tasalaatuistamisen (kohta 2170) periaatteita.

### **2100.8.3 Työohjeet**

- 2100.8.4 Jos maalaji on hienorakeista, heikosti kantavaa ja kuljetukset pehmentävät pinnan, pinta lujitetaan kuitukankaalla ja/ tai olosuhteisiin sopivalla kerroksella. Tarvittaessa rakennetaan työnaikainen kuljetustie.
- 2100.8.5 Heikosti kantavalla pohjamaalla voidaan maan pinnan antaa jäätyä (10 cm) kantavammaksi ennen kerrosten rakentamista.

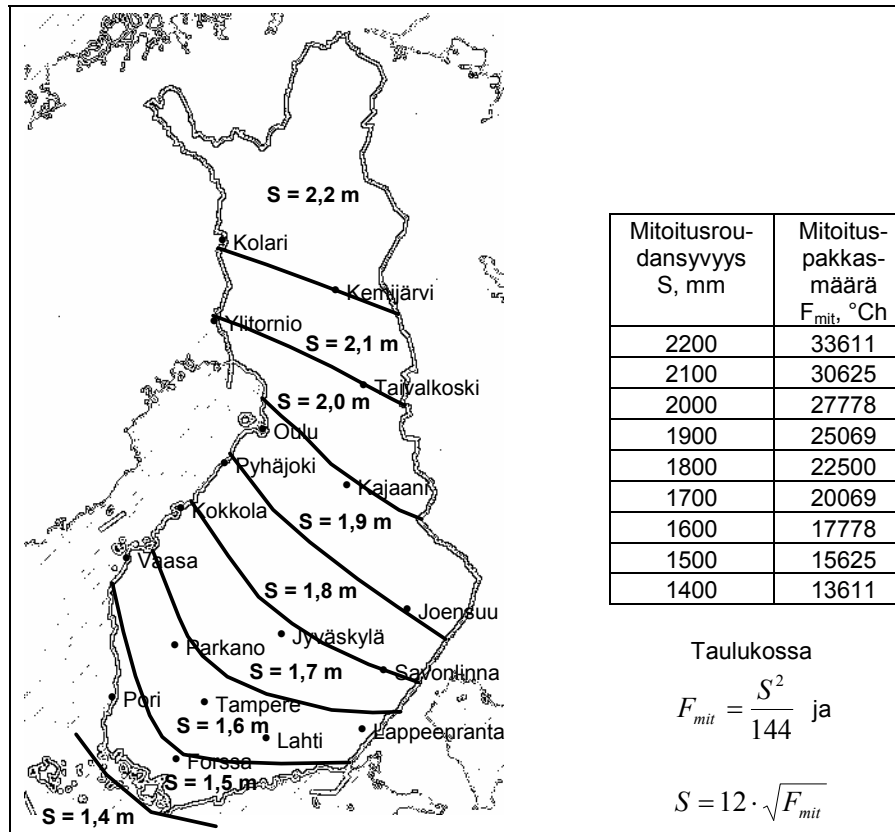
## **2100.9 Siirtymä- ja routasuojusrakenteet**

### **2100.9.1 Yleistä**

- 2100.9.1.1 Siirtymäkiiloja käytetään alusrakenteen muutoskohtien aiheuttamien routanousuvaihteluiden tai tiiviyserojen (kantavuuserojen) loiventamiseksi. Siirtymäkiila on routimattomalla maa-aineksella täytetty, paksuudeltaan loivasti muuttuva (tasausviivaan nähden) kiila, joka sijaitsee alusrakenteen ja päällysrakenteen välissä.

### **2100.9.2 Siirtymäkiilan syvyys**

- 2100.9.2.1 Siirtymäkiilasyvyys esitetään rakennussuunnitelmassa, joka perustuu Tiehallinnon ohjeeseen. Siirtymäkiilasyvyys on rakennepaksuus, jolla laskennallinen routanousu on nolla.
- 2100.9.2.2 Siirtymäkiilasyvyys riippuu kiilan täyttömateriaalista ja kyseisen alueen mitoitusroutansyvyydestä  $S$  (kuva 2100.2). Materiaalikorjattu (kiilan täyteenä hiekka, sora/murske tai louhe) siirtymäkiilasyvyys  $S_k$  saadaan likimäärin seuraavasti:  $S_{kHK} = 1,0 \cdot S$ ,  $S_{kSr} = S_{kM} = 1,2 \cdot S$  ja  $S_{kLo} = 1,3 \cdot S$ . Pidemmät routamitoitetut osuudet (maalaatikot) mitoitetaan julkaisun Tierakenteen suunnittelu (TIEH 2100029-04) mukaan.
- 2100.9.2.3 Poikkeuksena edellisen kohdan siirtymäkiilan syvyyteen on kallion ja routimattoman maaperän rajakohtaan tehtävä, tiiviyseroja tasoittava kiila, jonka syvyys on 1,0 m. Samoin routivan leikkauksen ja routivan penkereen rajakohtaan on tehtävä kiila, jonka syvyys on 1,25 m. Em. kiiloja ei tarvita, jos alusrakenne tiivistetään ja/tai kuivatetaan siten, että jyrkkiä muutoksia tiiviydessä ja/tai kosteusolosuhteissa ei pääse syntymään.



Kuva 2100.2: Mitoitusroudansyvyys (S) ja mitoituspakkasmäärä ( $F_{mit}$ ).

### 2100.9.3 Siirtymäkiilan leveys

2100.9.3.1 Siirtymäkiilan pohja rakennetaan vähintään tien pinnan levyiseksi (kuva 2100.1).

### 2100.9.4 Siirtymäkiilan pohjan kaltevuus

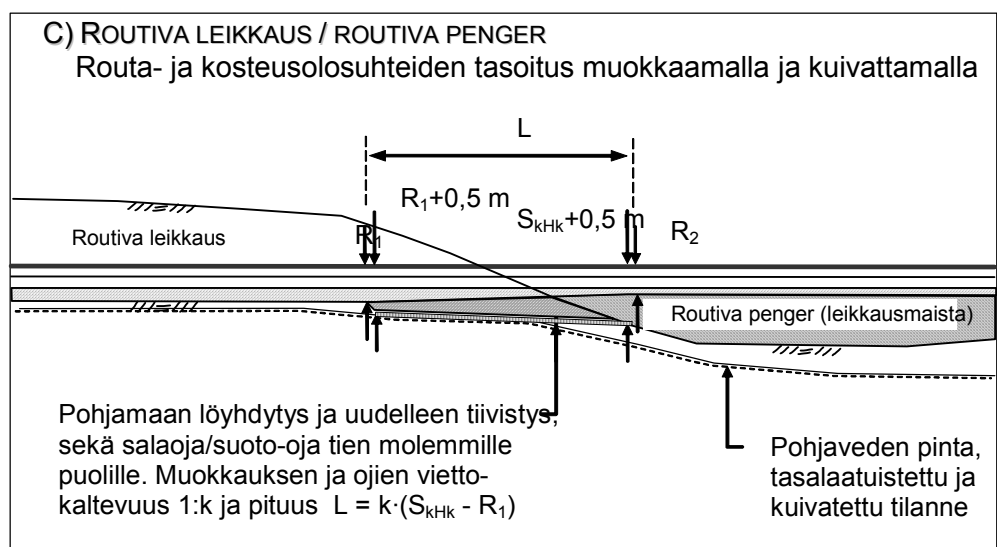
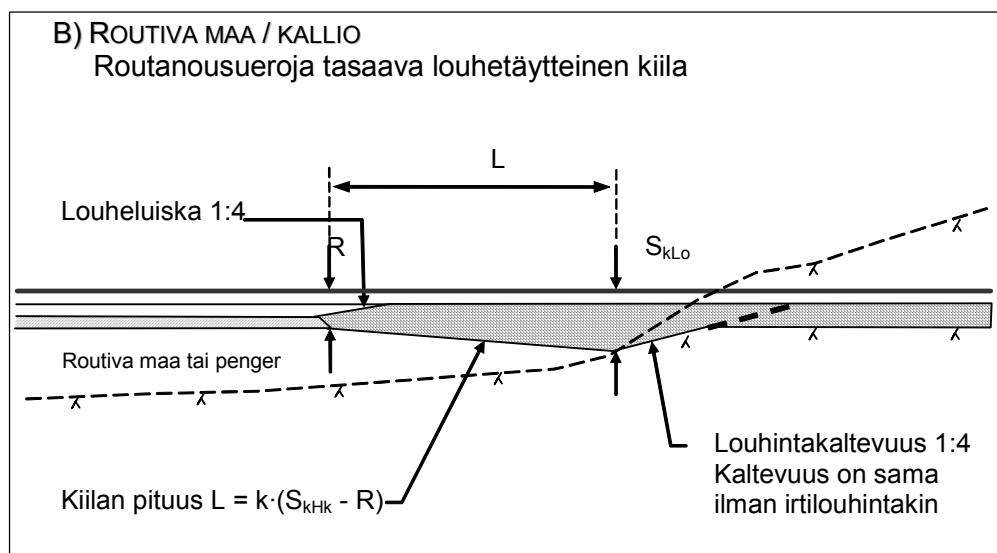
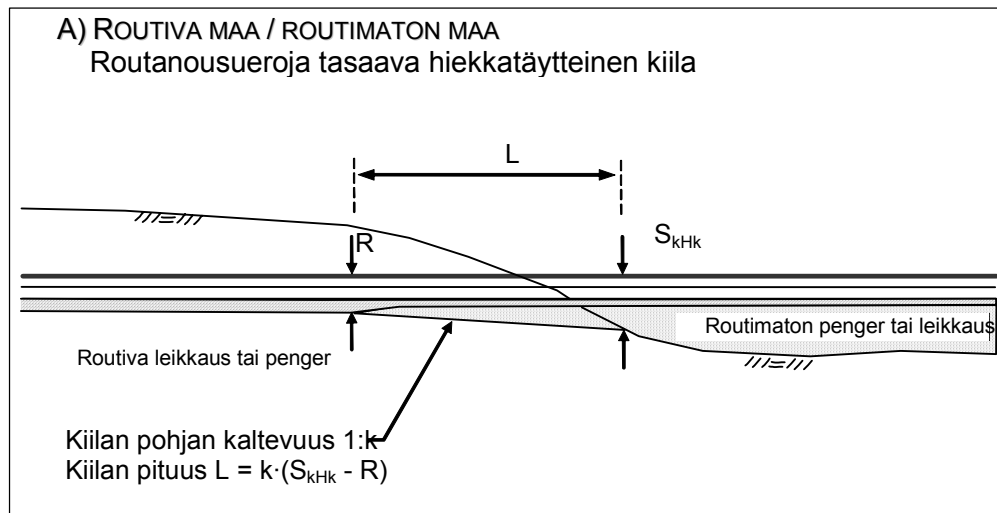
2100.9.4.1 Siirtymäkiilan kaltevuus tasausviivan suhteen määräytyy tien luokan perusteella. Hiekkatäytteisen kiilan kaltevuus esitetään taulukossa 2100.6. Muusta materiaalista tehtävän kiilan pituus  $L = k \times (S_{kHK} - R)$  eli sama kuin hiekkatäytteisen kiilan pituus.

Taulukko 2100.6: Siirtymäkiilan kaltevuus.

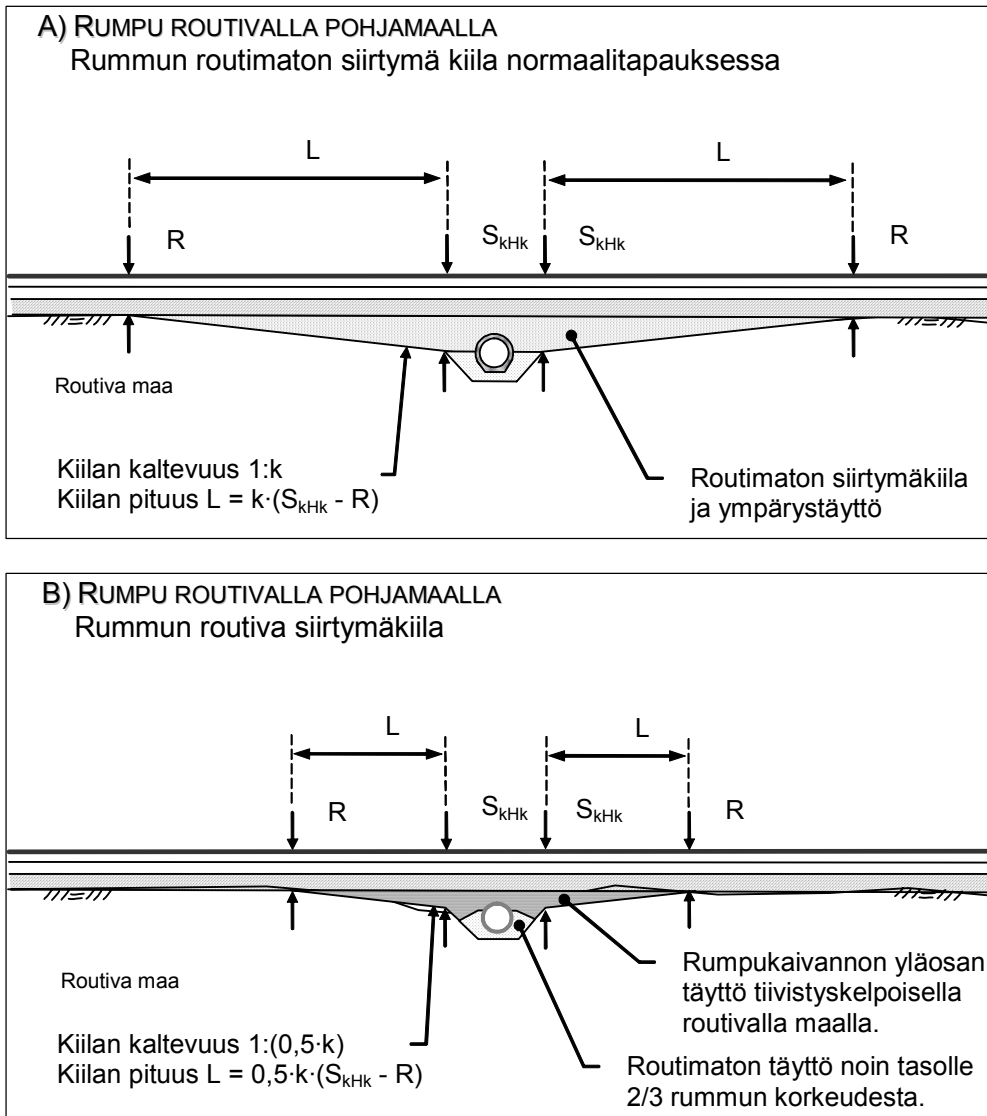
Vaatusluokat V1...K2 ja niitä kuvaavia tietoja mm. mitoitusnopeus	Hiekkatäytteisen siirtymäkiilan kaltevuus 1 : k
V1, Moottoriväylät (Mo, mol)	1:40
V2, Päätiät (Vt, Kt), 80 - 100 km/h	1:30
V3, Seudulliset tiät 80...100 km/h ja KVL > 1000 ajon/vrk	1:20
V4, Seudulliset tiät, 60 km/h tai KVL < 1000 Paikallisväylät, KVL > 1000 ajon/vrk	1:15
V5, Paikallisväylät, KVL 400...1000 ajon/vrk	1:15
R1, Reunatuellinen tai viemäröity, 80 km/h, KVL yli 1000 ajon/vrk	1:30
R2, Reunatuellinen tai viemäröity, 50...70 km/h, KVL yli 1000 ajon/vrk	1:30
R3, Reunatuellinen tai viemäröity, alle 50 km/h, KVL alle 1000 ajon/vrk	Paikallisen käytännön mukaan
K1, Kevyenliikenteenväylä, erillinen, päällystetty	1:10
K2, Kevyenliikenteenväylä, korotettu	Kuten ajoradalla

## **2100.9.5 Työohjeet**

- 2100.9.5.1 Kestopäälysteisillä teillä siirtymäkiilat rakennetaan ainakin seuraaviin alusrakenteen muutokoihtii, vaikka suunnitelmissa ei tätä olisi osoitettukaan:
1. kallio / routiva maalaji
  2. routiva maalaji / routimaton maalaji
  3. silta, rumpu tai routimaton johtorakenne
  4. kapea vettä johtava maakerros (vesisuoni, täytetty oja) tien poikki routivassa pohjassa
- 2100.9.5.2 Sorapintaisilla teillä siirtymäkiiloja ei pääsääntöisesti rakenneta. Tarvittaessa siirtymäkiilat kuitenkin rakennetaan kallion ja routivan maan rajakohtaan.
- 2100.9.5.3 Routanousueroja tasaavaa siirtymäkiilaa ei tarvita, kun muutoskohta on kokonaan siirtymäkiilasyvyyden alapuolella.
- 2100.9.5.4 Siirtymäkiilojen paikat ja tyypit osoitetaan suunnitelmissa, mutta kiilat rakennetaan todellisten olosuhteiden perusteella.
- 2100.9.5.5 Siirtymäkiilat rakennetaan kuvissa 2100.3...2100.7 esitettyjen periaatepiirustusten mukaan.
- 2100.9.5.6 Erityisesti on varmistettava, että kiilan yläpäihin ei jää jyrkempää kaltevuutta esimerkiksi jäätyneen maakerroksen vuoksi.
- 2100.9.5.7 Sivukaltevilla rinneosuuksilla sekä alueilla, joissa alusrakenne muuttuu tien sivusuunnassa, käytetään poikittaisia siirtymäkiiloja (kuva 2100.6)
- 2100.9.5.8 Kalliokielekkeet leikataan (irrotetaan) ja tasataan louheella tien pituus- ja poikkisuunnassa kaltevuuteen 1:4 tien pintaan nähden. Kalliopinnoille ei saa jäädä vettä kerääviä kuoppia.
- 2100.9.5.9 Siirtymäkiilat kuivatetaan työn aikana osoitettuun (harkittuun) syvyyteen. Erityisesti kallioleikkauksen yläpään louhetäytteiset siirtymäkiilat, joihin kertyy vettä, kuivatetaan aukkojen kautta sivuille tai esimerkiksi irtilouhinnan tai putken avulla leikkausten läpi. Hiekkatäytteiset, vettä keräävät kiilat kuivatetaan salaojilla. (huomaa mahdollinen veden tuoman sedimentin kertyminen kiiloihin).
- 2100.9.5.10 Siirtymäkiilojen kuivatuksessa noudatetaan kuvien 2100.1 (maalaatikko) ja 2100.3C periaatteita siten, ettei siirtymäkiilan täytteeseen tai kiilan pohjaan muodostu taulukon 2100.6 arvoja jyrkempiä rajapintoja (pohja)vedenpinnasta johtuen.



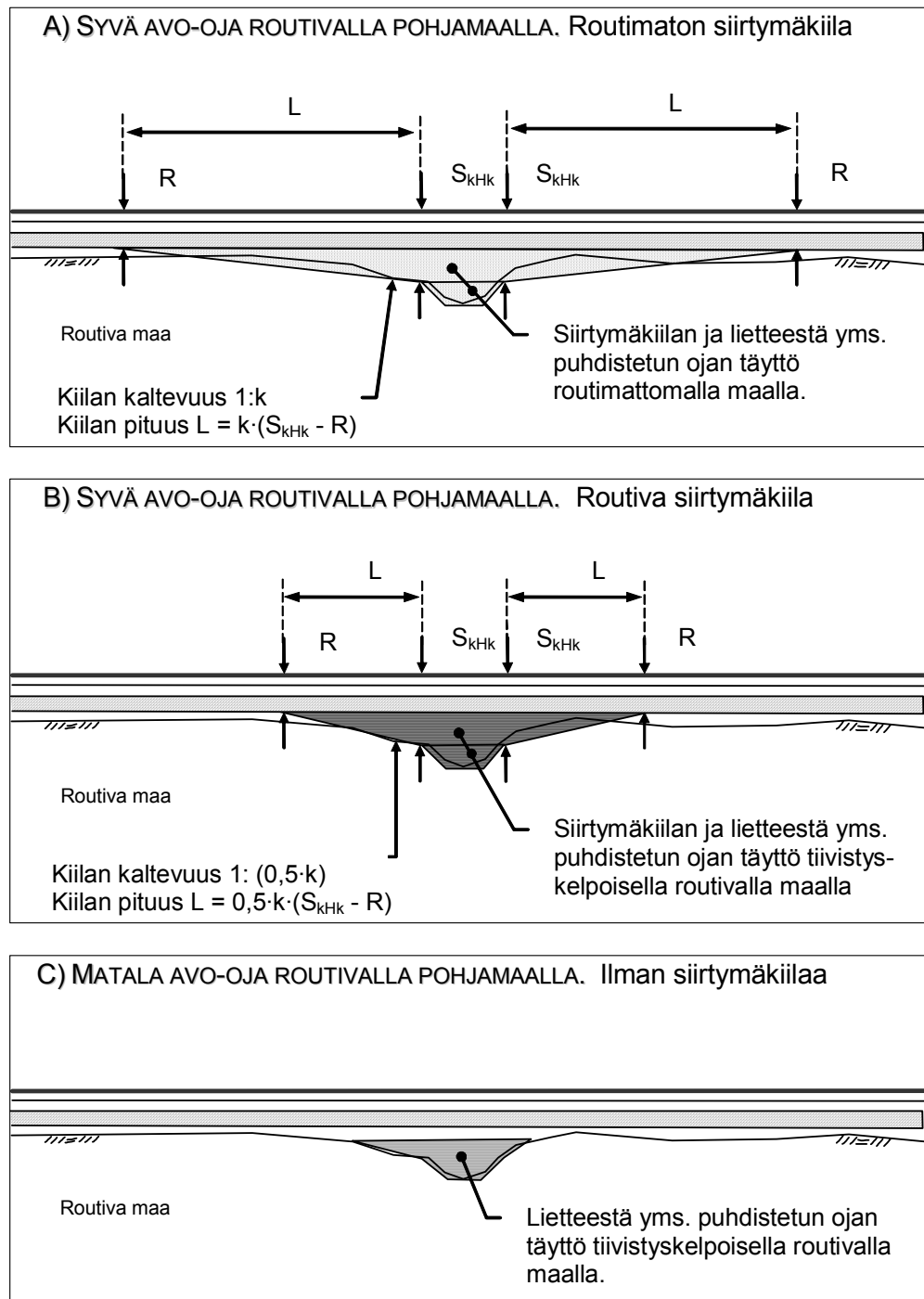
Kuva 2100.3: Routanousueroja tasaavia pituussuuntaisia siirtymärakenteita. Kuvissa A ja B liittyy routiva ja routimaton alusrakenne (suuri routanousuero). Kuvassa C liittyy kaksi eri tavoin routivaa alusrakennetta (kosteusolot ja maamateriaali erilaiset)..



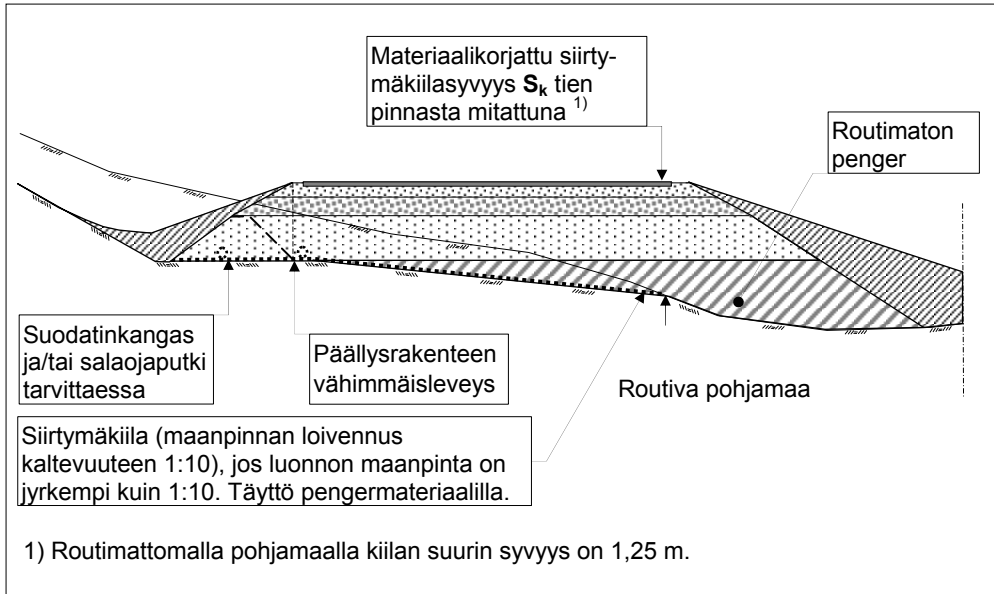
Kuva 2100.4: Routanousueroja tasaavia rumpujen pituussuuntaisia siirtymärakenteita.. A) Routimattomalla siirtymäkiilalla tasoitetaan routanousuero, joka syntyy kun rumpu routii ympäristöönsä vähemmän. Rummun perustamissyvyys on siirtymäkiilasyvyyttä suurempi tai rummun läpi virtaa vettä talvellakin tai pohjamaa pysyy muuten sulana. B) Routivalla siirtymäkiilalla pyritään saamaan tien pinnan routanousu rummun kohdalla muuta tietä vastaavaksi. Rummun ympärystäytön alaosa on routimaton, jotta routa ei nostaisi rumpua vähitellen ylöspäin. Täytön yläosa ja siirtymäkiila tehdään routivasta maasta, jonka jäätymistä rumpuun kiinni voidaan ehkäistä asentamalla muovikalvo rumpua vasten. Täytön yläosan ja kiilan materiaalin ja kuivatuksen pitäisi olla mahdollisimman hyvin pohjamaata vastaava.

2100.9.5.11 Rumpujen ja muiden putkistojen kohdalla kiilat rakennetaan kuvassa 2100.4 esitettyjen periaatepiirustusten mukaan

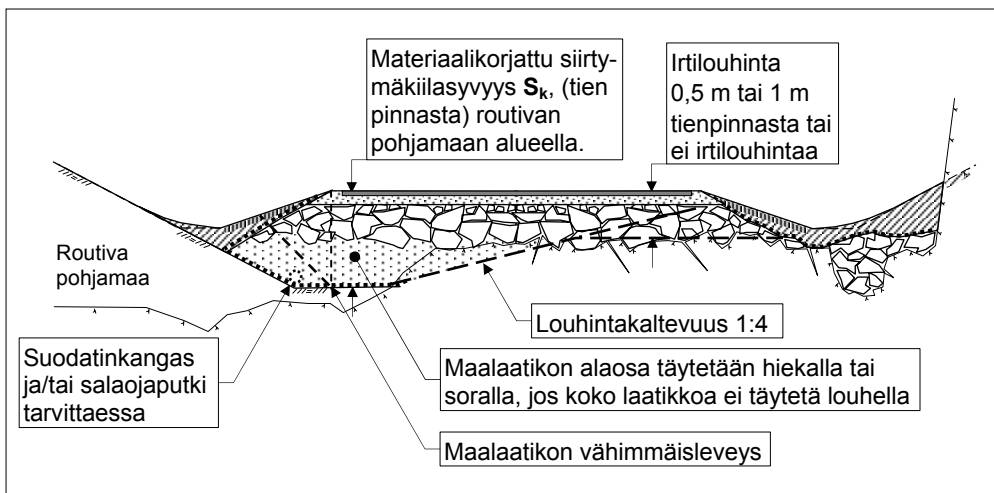
2100.9.5.12 Jos rumpuputken yläpinta sijaitsee syvemmällä kuin  $S_k - 0,3 D$  tai jos rummun halkaisija (D) on alle 0,5 m, harkitaan siirtymäkiilan tarve tapauskohtaisesti.



*Kuva 2100.5: Painuma- ja tiivistyseroja tasaavia pituussuuntaisia siirtymärakenteita. A) Routimaton ojatäyttö tiivistyy myös vaikeissa olosuhteissa. Jälkitiivistyminen on vähäistä. Täytöstä aiheutuva routanousuero tasoitetaan normaalilla siirtymäkiilalla. B) Painumahaittaa pienennetään luiskaloivennuksella. Routivuudeltaan pohjamaata vastaava kiila on kuvan A kiilaa lyhyempi. Ojauoma heijastuu tien pinnan loivana painumana, koska jälkitiivistyminen kestää pidempään kuin vaihtoehdossa A. C) Matalan uomatäytön painumahaittaa vähennetään tiivistyksellä. Vaatii kohtaa B pidemmän jälkitiivistymisajan pienemmästä kuormituksesta ja painuman jyrkkäpiirteisestä muodosta johtuen. Saattaa vaatia painuman tasaamista myöhemmin. Jos rakentamisaika on lyhyt eikä täytön ja pohjamaan tiivistymistä voida odottaa, myös matala oja kiilataan tapausta B soveltaen. Kiilattu vaihtoehto soveltuu etenkin pehmeiköille, jossa täyttöä ei saada tiivistettyä kunnolla alustan joustamisesta johtuen.*



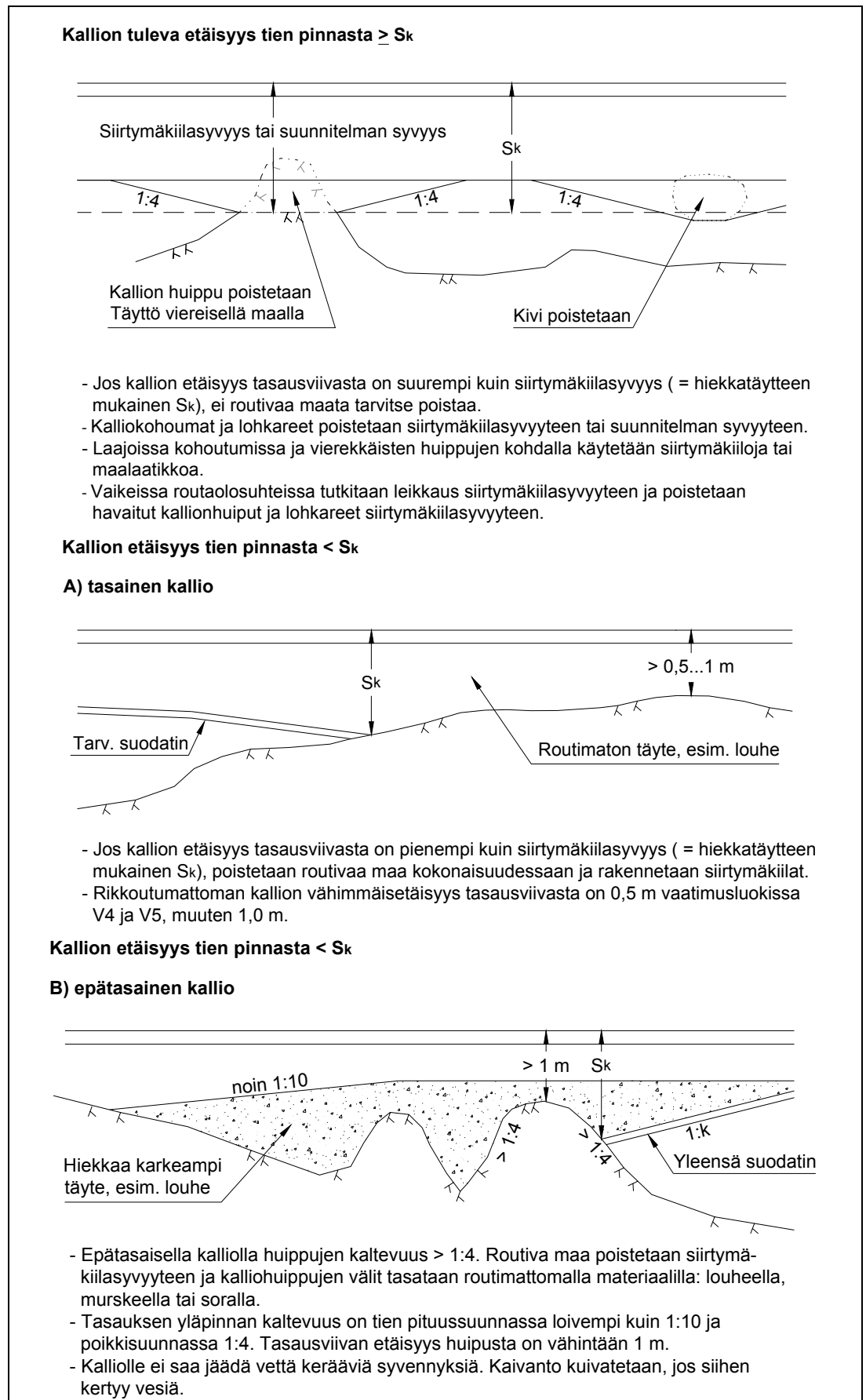
Kuva 2100.6: Poikittainen siirtymäkiila maaleikkauksessa tai sivukaltevassa maastossa.



Kuva 2100.7: Poikittainen siirtymäkiila routivan pohjamaan ja kallion rajakohdassa.

- 2100.9.5.13 Routivissa leikkauksissa voidaan käyttää kuvan 2100.8 mukaisia käsittelyjä kallion huipujen ja lohcareiden kohdalla.
- 2100.9.5.14 Pituussuuntaisten siirtymäkiilojen pohjat muotoillaan samaan sivukaltevuuteen kuin alusrakenne.
- 2100.9.5.15 Päällysrakenteen paksuus muutetaan 5 m matkalla, jos muutoskohtaan ei rakenneta siirtymäkiilaa.
- 2100.9.5.16 Routiva pohjamaa poistetaan koko ajoradan leveydeltä siirtymäkiilasyvyyteen ja pituus- ja poikittaissuuntaiset siirtymäkiilat leikataan, jos laaja kallio on routivassa leikkauksessa tien pinnasta mitattuna siirtymäkiilasyvyyttä ylempänä (kuvat 2100.7 ja 2100.8)
- 2100.9.5.17 Jos kallionkohoutuma tai lohcare on pieni, se poistetaan siirtymäkiilasyvyyteen asti (kuva 2100.8)





Kuva 2100.8: Routivaan maaleikkaukseen liittyvän kallion käsittely.

- 2100.9.5.18 Routanousujen tasoittamiseksi rakennettavan siirtymäkiilan voi korvata lämpöeristeellä, jos suunnitelmat sen sallivat.
- 2100.9.5.19 Jos routiva maa sijaitsee paikallisina silmäkkeinä tms, maa korvataan siirtymäkiilasyvyyteen routimattomalla ympäristöä vastaavalla maalla siirtymäkiilasyvyyteen asti.
- 2100.9.5.20 Maalaatikoiden ja siirtymäkiilojen kaivun yhteydessä paljastuneiden kallionpintojen päälle ei saa jäädä 0,1 m paksumpaa maakerrosta.
- 2100.9.5.21 Toisiaan leikkaavat siirtymäkiilat korvataan yhtenäisellä maalaatikoilla.

## **2100.10 Maalaatikko**

### **2100.10.1 Työohjeet**

- 2100.10.1.1 Maalaatikon rakenneperiaate on esitetty kuvassa 2100.1.
- 2100.10.1.2 Maalaatikon rakenne ja mitat osoitetaan suunnitelmissa ja (harkitaan) työn aikana.
- 2100.10.1.3 Kun tie rakennetaan routanousuominaisuuksiltaan jyrkästi vaihtelevalle pohjamaalle tai kun maassa on paikoitellen vettä johtavia kerrostumia, maalaatikko kaivetaan vähintään sekalaatuisten olosuhteiden rakennepaksumpaa vastaavaan tasoon (jolloin laskennallinen routanousu = 0 tai > 0 vaatimusluokasta riippuen)
- 2100.10.1.4 Edellä mainittua maalaatikkoa ei tarvita, jos pohjamaa sekoitetaan tasalaatuiseksi ja tarvittaessa myös kuivatetaan siirtymäkiilasyvyyteen  $S_k$  saakka, jolloin voidaan käyttää tasalaatuisten olosuhteiden päällysrakennepaksumpaa.
- 2100.10.1.5 Maalaatikot kuivatetaan työn aikana harkittuun syvyyteen, kuitenkin vähintään 1,0 m syvyyteen tien pinnasta. Kuivatus on tarpeen kohdissa, joihin kertyvä vesi muuten voisi kulkeutua tien pituussuunnassa maalaatikon rajakohdasta maalaatikon ulkopuolisiin routiviin maakerroksiin. Em. kohteiden täysyvä kuivatus järjestetään vähintään 20 m matkalle maalaatikon rajakohdasta maalaatikon suuntaan.
- 2100.10.1.6 Hiekkatäytteisessä maalaatikon kuivatukseen käytetään salaojaputkea, louhetäyttö ja muut karkeat täytöt kuivatetaan vettäläpäisevien aukkojen kautta tai putkien avulla.
- 2100.10.1.7 Pintaveden tuoman lietteen vaikutusta vähennetään vettä pidättävin luiskaverhouksin. Erityisesti näin menetellään karkeatäytteisissä maalaatikoissa.

## **2100.11 Siltojen siirtymäkiilat**

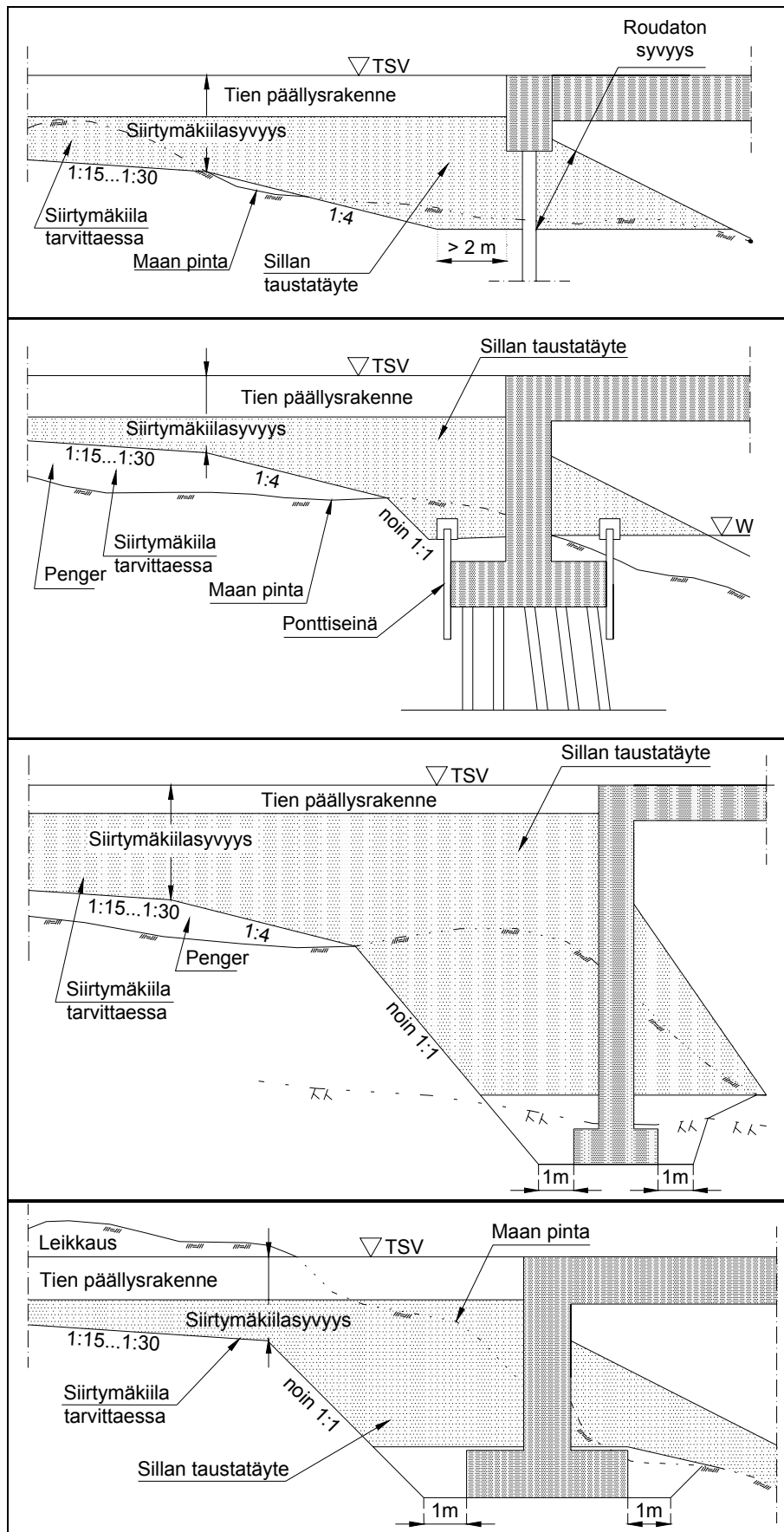
### **2100.11.1 Työohjeet**

- 2100.11.2 Siltojen kiiloissa noudatetaan kuvan 2100.9 ohjeita ja kiilat kaivetaan kuvan mittojen mukaisesti.
- 2100.11.3 Jos työnaikainen pengeri on rakennettu ohjeiden vastaisesti, se leikataan kiilojen kaltevuuteen.

## **2100.12 Leikkaustyöt talvella**

### **2100.12.1 Työohjeet**

- 2100.12.2 Rakenteisiin kelmollisen leikkausmaan kohdalla kasvillisuus ja ruokamulta poistetaan leikkauksen pinnalta jo kesällä.
- 2100.12.3 Lumi ja jää poistetaan ennen leikkaustyön aloittamista,
- 2100.12.4 Leikkauksen pinnalta ja rintauksesta tulevat jäätyneet maakappaleet siirretään sallittuihin käyttökohteisiin. Jäätyneet maa, "kamit", voidaan tarvittaessa välivarastoida.
- 2100.12.5 Jos leikkauspohjan päälle rakennetaan samana talvikautena päällysrakennekerroksia, pohja tehdään leikkaustyön yhteydessä oikeaan kaltevuuteen ja korkeuteen.
- 2100.12.6 Routaantuneessa maassa siirtymäkiilojen päihin ei jätetä jyrkkiä portaita vaan jäätynekin maa muotoillaan oikeaan muotoon.



Kuva 2100.9: Sillan taustan kiilat ja taustatäyte.

## **2120 MAANLEIKKAUS, MASSAT LÄJITYKSEEN**

### **2120.1 Läjitysalueen rakentaminen**

#### **2120.1.1 Laatuvaatimukset**

2120.1.2 Ennen läjitystyön aloittamista laaditaan työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma, jonka tulee sisältää:

- selvitys olemassa olevista rakenteista sekä työtä rajoittavista esteistä läjitettävällä alueella
- suunnitellut läjityskorkeudet
- luiskakaltevuudet
- läjitettävien massojen sijoitus eri massalajeittain
- alueen kuivatus
- mahdolliset patorakenteet
- alueen täyttöjärjestys ja muut työjärjestelyt
- leikkausmassojen läjitysalueet ja alueet, joille ei saa läjittää
- laaduntarkkailu
- työsuojelutoimenpiteet.

2120.1.3 Läjitys on rakennettava niin, ettei se aiheuta turvallisuus- tai ympäristöriskejä. Läjitysalueen maapohjan kantavuus ja vakavuus on selvitettävä pohjatutkimuksilla. Alue on suunniteltava siten, että alueen vakavuus ja kantavuus ovat riittävän suuria kaikissa työvaiheissa. Läjitysalueella olevat kuivatusojat ja rinnepaikat on huomioitava suunnittelussa.

2120.1.4 Läjitysalueen kuivatus tulee järjestää siten, että alueelta pois valuvan veden laatu (lähinnä sameuden osalta) täyttää sille asetetut vaatimukset. Tarvittaessa on kuivatusvesille rakennettava seisonta-allas, jonka kautta vedet ohjataan alueelta.

2120.1.5 Läjitetäessä vetisiä ruoppausmassoja on läjitysallas mitoitettava niin suureksi, että ruoppausvedellä on vähintään vuorokauden viipymä ennen sen valumista altaasta pois.

2120.1.6 Paalutetun penkereen viereen ei saa läjittää mitään ilman suunnittelijan lupaa.

2120.1.7 Läjitetäessä vetisiä, juoksevia maamassoja, on alue padottava niin, etteivät massat ja pintavesi pääse kontrolloimatta valumaan ympäristöön. Pato on suunniteltava pysyväksi rakenteeksi. Läjitysalueen ympäristön kuivatus on hoidettava siten, että luonnontilaiset kuivatusolosuhteet säilyvät.

#### **2120.1.8 Työohjeet**

2120.1.9 Läjitysalueet on yleensä syytä aidata vähintään lippusiimalla tms.

#### **2120.1.10 Valvontaohjeet**

2120.1.11 Läjitysalueita on tarkkailtava silmämääräisesti, jottei niiltä valu ympäristöön massoja.

2120.1.12 Alueelta pois virtaavan veden laatua on seurattava silmämääräisesti tai tarpeen vaatiessa näyttein, jotta voidaan varmistua, että alapuolisen vesistön laatu säilyy haluttuna.

2120.1.13 Aluetta on tarkkailtava myös sortumien varalta. Mikäli on havaittavissa sortumaan viittaavia halkeamia tai siirtymiä läjitysalueen pinnassa tai sen ulkopuolella, on läjitys pysäytettävä ja ryhdyttävä toimenpiteisiin, joilla tilanne saadaan hallintaan.

## 2170 ALUSRAKENTEEN TASALAATUISTAMINEN

### 2170.1 Yleistä

- 2170.1.1 Tasalaatuistamisella pyritään routanousu- ja kantavuuserojen vähentämiseen.
- 2170.1.2 Tasalaatuistaminen tehdään tavallisesti vain routivissa alusrakenteissa, kun alusrakenne on routanousuominaisuuksiltaan vaihteleva.
- 2170.1.3 Teiden parantamisen yhteydessä tasalaatuistetaan myös vanhoja penkereitä ja pienipiirteisesti vaihtelevia tierakenteita.

### 2170.2 Vaatimukset

- 2170.2.1 Alusrakenteen tasalaatuisuus on varmistettava aina kun päällysrakenteiden mitoitus on tehty tasalaatuisten olosuhteiden mukaan.
- 2170.2.2 Tasalaatuisuuden varmistamiseen käytettävä menetelmä ja suunnittelijan edellyttämät tarkistustoimenpiteet on raportoitava tilaajalle ennen töiden aloittamista.
- 2170.2.3 Alusrakenteen tasalaatuisuus voidaan todeta:
- ennakkoon tehtävillä riittäväillä pohjatutkimuksilla
  - rakentamisen aikana edellyttäen, että aikataulu antaa mahdollisuuden tarvittaviin muutossuunnitelmiin ja niistä aiheutuviin korjaaviin toimenpiteisiin
- 2170.2.4 Jos tasalaatuisuutta ei varmisteta tai alusrakennetta ei saada tasalaatuiseksi, on päällysrakenteet rakennettava sekalaatuisten olosuhteiden mukaisesti mitoitettuina.

### 2170.3 Työohjeet

- 2170.3.1 Alusrakenteen tasalaatuistamisessa:
- sekoitetaan kantavuudeltaan ja routivuudeltaan erilaiset maakerrokset ja -alueet tasalaatuiseksi massaksi
  - poistetaan halkaisijaltaan yli 0,5 m kivet
  - täytetään avo-ojat ja muut jyrkät kuopat muuta alusrakennetta vastaavalla maalla
  - katkaistaan pohjaveden virtausreitit (vettä johtavat maakerrokset yms.) sivulta tien alle
- 2170.3.2 Kiven poisto ja maalajien/maakerrosten sekoitus ulotetaan ajoradan levyisenä mitoitusrundansyvyyyteen (S) asti tai louherakenteen yhteydessä syvyyteen S + 0,5 m asti.
- 2170.3.3 Alusrakenne ja erityisesti häirityt alueet tiivistetään kohdan 2100.7 vaatimusten mukaisesti.
- 2170.3.4 Työmenetelmän tulee taata maalajien sekoittuminen.
- 2170.3.5 Suunnitelmissa ja työn aikana osoitetut leikkauspohjat tasalaatuistetaan maan routivuuserojen ja kiven routanousun suhteen hyväksyttävän tulokseen johtavalla työmenetelmällä. (esim. kivien haraus ja maalajien sekoittaminen tai vastaavaan tulokseen johtava tasalaatuisuuden tutkimusmenetelmällä ja kivien poistolla).
- 2170.3.6 Jos tasalaatuistettava maa on savea tai märkää silttiä, sitä ei yleensä voida tiivistää harauksen jälkeen. Tässä tapauksessa harauksesta luovutaan ja muutetaan suunnitelmia: esimerkiksi tasausviivaa nosto, maalaatikko, lämpöeriste tai massanvaihto muuksi routivaksi, tasalaatuiseksi ja tiivistämiskelpoiseksi maaksi kohdan 2170.3.2 mukaiseen syvyyteen asti.
- 2170.3.7 Lohkareisessa, routivassa leikkauksessa voi tasalaatuistamisen korvata esimerkiksi routimatonta rakennetta paksuntamalla (tasausviivan nosto, maalaatikko) tai lämpöeristeillä.
- 2170.3.8 Leikkauspohjalta poistetaan 0,5 m suuremmat kivet haraamalla, tai tutkimalla alusrakenne luotettavalla menetelmällä ja poistamalla tutkimuksilla havaitut kivet.
- 2170.3.9 Kivien poistossa syntyneet kuopat käsitellään kuvan 1510.2 periaatteiden mukaisesti.
- 2170.3.10 Jos kivikuoppia on paljon ja täyttö ei onnistu pohjamaata vastaavalla maalla, alueelle rakennetaan maalaatikko.

## **2180 YLIPENKEREEN POISTO**

### **2180.1 Yleistä**

2180.1.1 Työllä tarkoitetaan ylipenkereen poistoa ja materiaalien suunnitelmien mukaista käyttöä.

### **2180.2 Työohjeet**

2180.2.1 Penger poistetaan suunnitelmissa osoitettuun tasoon, suunnitelmissa tai työn aikana osoitetun painuma-ajan jälkeen.

2180.2.2 Poistettavat ylipenger materiaalit käytetään hyväksi suunnitelmien mukaisesti.

## **2210 PEHMEÄN PERUSMAAN POISTO**

### **2210.1 Vaatimukset**

2210.1.1 Pehmeikkö kaivetaan tai ruopataan suunnitelmissa tai työn aikana erikseen osoitettuun syvyyteen.

2210.1.2 Kaivannon leveys ja luiskat osoitetaan suunnitelmien ja kuvan 2200.1 perusteella.

### **2210.2 Työohjeet**

2210.2.1 Kaivutaso suunnitellaan yleensä kovan pohjan maalajirajan tai saven lujuusominaisuuksien perusteella. Tutkimuspisteiden välillä kerrosrajat saattavat vaihdella epäsäännöllisesti. Siksi pehmeikkö kaivetaan näihin kerrosrajoihin työnaikaisten havaintojen perusteella. Kaivua ei saa ulottaa tätä syvemmälle.

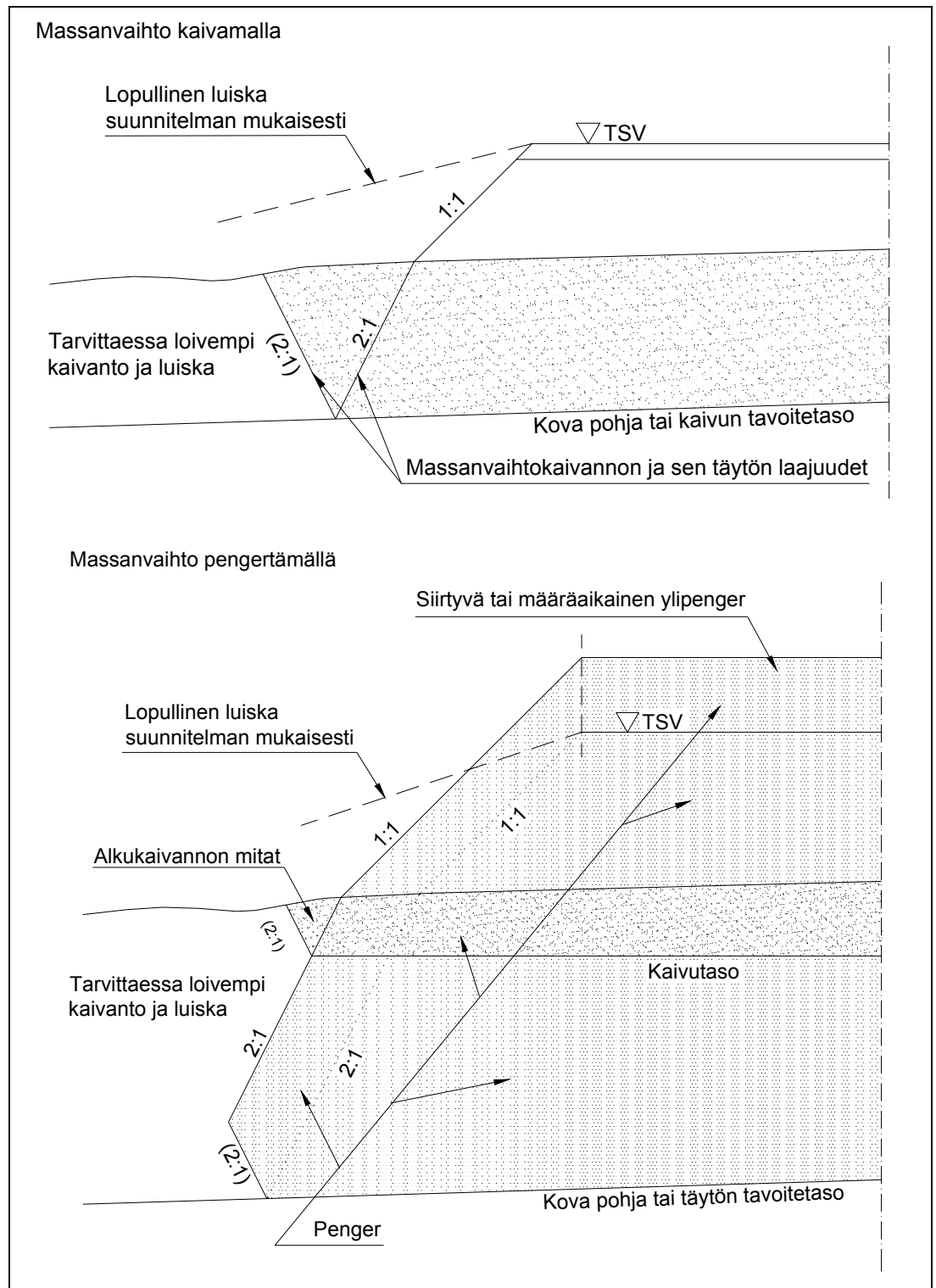
2210.2.2 Kaivanto penkereen edessä kaivetaan penkereen päästä riittävän etäälle. Jos olosuhteet estävät penkereen edessä kaivun, voidaan kaivu tehdä myös penkereen päältä täytön edistymisen myötä. Tässä tapauksessa huolehditaan, että kaivettu maa ei sekoitu penkereen yläosaan.

2210.2.3 Kaivantoon kertyvä vesi voidaan tarvittaessa pumpata pois, ellei työselityksessä ole muuta määrätty.

### **2210.3 Valvontaohjeet**

2210.3.1 Maavalumat massanvaihtokaivantoon todetaan silmämääräisesti tarkkailemalla kaivantoa ja sen ympäristöä sekä seuraamalla kaivettavien massojen määrää paaluväleittäin. Mikäli maavalumaa todetaan, on suunnitelmaa tarkistettava, ennen kuin työtä voidaan jatkaa.

2210.3.2 Suunnitelman mukaisen kaivussyvyyden ja kaivannon leveyden noudattamista seurataan työn aikana silmämääräisesti tai tähysmerkkejä käyttäen, tarvittaessa myös mittaamalla.



Kuva 2200.1: Massanvaihtokaivannon ja pengereen vähimmäismitat.

- 2210.3.3 Suunnitellun kaivutason pohjamaan laatua tarkkaillaan silmävaraisesti ja verrataan suunnitelmätietoihin.
- 2210.3.4 Käytettäessä louherakenteista tukipengertä luiskien tukemiseen, on erityisesti tarkastettava, ettei louhepenkereen ja pohjamaan väliin jää pehmeitä maakerroksia. Tarvittaessa tehdään tarkistuskairauksia.

## 2400 AVO-OJITUS

### 2400.1 Yleistä

2400.1.1 Avo-ojituksella kerätään tieltä virtaavat pintavedet ja johdetaan valumavedet tiealueelta pois.

2400.1.2 Tiealueen ulkopuolelle tehtävistä laskuojista ja muista putkituksista sovitaan etukäteen maanomistajan kanssa. Tarvittaessa selvitetään maanomistajan osuus kuivatustöiden työ- kustannuksista. Jos kysymys on huomattavasta kuivatushankkeesta, eikä sopimukseen päästä kohtuullisin ehdoin, hoidetaan asia vesilain edellyttämässä järjestyksessä.

### 2400.2 Vaatimukset

2400.2.1 Ojat kaivetaan suunnitelmissa osoitettujen mittojen mukaisesti ottaen huomioon verhouk- sien vaatima lisäkaivu.

2400.2.2 Tarkkuusvaatimuksina noudatetaan taulukkoa 2400.1.

2400.2.3 Epäedullisissa olosuhteissa voidaan ojien luiskia loiventaa, jos suunnitelmien rajoitukset sen sallivat.

*Taulukko 2400.1: Ojien tarkkuusvaatimukset.*

Tarkastuksen kohde	Tarkkuusvaatimus
Taitepisteiden sijainti	-0,15...+0,15 m
Kohtisuora poikkeama luiskatasosta	0...-0,10 m
Pohjan taso	0. -0,10 m

2400.2.4 Ojan pohjalle ei saa syntyä 50 mm syvempiä lammikoita.

2400.2.5 Mitat tarkistetaan maastonmerkintöjen kohdalla 20 m välein.

### 2400.3 Kaivumaan käyttö

2400.3.1.1 Ojista saatava rakenteisiin kelvollinen maa käytetään täyttöihin ja penkereisiin.

2400.3.1.2 Rakenteisiin kelpaamaton maa käytetään luiskien verhoiluun ja muotoiluun tai läjitetään.

2400.3.1.3 Tiealueen ulkopuolisista laskuojista ja kaivannoista kaivettu maa kuuluu maanomistajalle. Maanomistajan luvalla sitä voidaan käyttää samalla tavalla kuin tiealueen kaivumaita. Läjitetävä tai määrältään vähäinen kaivumaa voidaan maanomistajan luvalla läjittää hänen maillensa tai tasata ojan vierialueelle.

### 2400.4 Työohjeet

#### 2400.4.1 Penkereiden sivuojat

2400.4.1.1 Penkereiden sivuojat kaivetaan tavallisesti ennen pengertämistä. Sivuojen kaivuajan- kohtaa harkittaessa otetaan huomioon rakennusvaiheen kuivatustarve ja kaivetun maan käyttö maarakenteisiin.

2400.4.1.2 Välittömästi penkereeseen liittyvät ojat pyöristetään kuvan 2100.1 mukaisesti.

2400.4.1.3 Eroosiosuojaukset ja vahvistustoimet toteutetaan noudattaen seuraavia periaatteita.



*Taulukko 2400.2: Ojien verhousojan viettokaltevuudesta riippuen.*

Pituuskaltevuus	Verhoustapa
4...5 %	Nurmetus
...10 %	Turve, karkea sepeli tai vastaava
>10 %	Kiveys, betonikouru tai vastaava

Syöpyvissä maalajeissa (siltti, hieno hiekka) käytetään putousportaita, joilla hidastetaan virtausta putousten välillä. Putouskohdat eroosiosuojataan suodatinkankaalla ja kiveyksellä.

#### **2400.4.2 Niskaojat**

- 2400.4.2.1 Niskaojien sijainti osoitetaan suunnitelmissa ja lisäniskaojien tarve tarkistetaan rakennusaikana.
- 2400.4.2.2 Niskaojat kaivetaan leikkausluiskien yläpuoliseen rinteeseen likimain tien suuntaisiksi estämään vesien virtaus leikkausluiskiin.
- 2400.4.2.3 Niskaojat kaivetaan 0,2...0,4 m syvyisiksi ja 0,4...0,8 m levyisiksi. Kaivumaa sijoitetaan ojan vieren niin, että vedet pääsevät virtaamaan ojaan.
- 2400.4.2.4 Niskaojat sijoitetaan niin, että ne sopeutuvat ympäröivään maastoon.
- 2400.4.2.5 Niskaojien vedet johdetaan mieluiten tiealueen ulkopuolelle.
- 2400.4.2.6 Tarvittaessa vedet johdetaan sivuojiin esim. pintavesikouruin.
- 2400.4.2.7 Niskaojien lisäksi voidaan kallion päällä ja lähteellisissä maaluisissa tarvita jäätymiseltä suojattuja salaojia tai suoto-ojia, jotka estävät paannejään muodostumisen ja luiskien syöpmisen sekä vähentävät luiskien sortuulia sulamisvaiheessa.

#### **2400.4.3 Laskuojat**

- 2400.4.3.1 Laskuojilla johdetaan tiealueen vedet vesiuomiin ja maastonkohtiin, joissa ne eivät vahingoita ympäristöä.
- 2400.4.3.2 Laskuojat kaivetaan suunnitelmien mukaisesti ottaen huomioon kaivusta ja kaivumaan käytöstä maanomistajien kanssa tehdyt sopimukset.
- 2400.4.3.3 Ojaluisukat muotoillaan sivuojien tapaan.

#### **2400.4.4 Jokien ja ojien perkaus**

- 2400.4.4.1 Tien rakentamisen vuoksi voidaan joutua siirtämään tai perkaamaan luonnon uomia.
- 2400.4.4.2 Työt tehdään suunnitelmien mukaisesti ottaen huomioon vesioikeuden luvassa esitetyt ehdot.





