

### YLEISOHJEEN SISÄLTÖ



Kuva 1. Oikeaoppinen yli 50-vuotias kivilaatta-verhous puhdistettuna.



Kuva 2. Hyvin suunniteltu ja toteutettu betonikivi-verhous.



Kuva 3. Siltapaikkaa pehmentävä pensasverhous.

1 YLEISTÄ .....	3
1.1 Ohjeen käyttöalue .....	3
1.2 Siltapaikka ja sen merkitys .....	5
1.3 Siltapaikan rakenteiden vauriot ja syyt ....	6
1.4 Käsitteet ja määritelmät .....	6
1.5 Luvat ja velvoitteet .....	7
2 VERHOUSMATERIAALIT .....	11
2.1 Viherrakenteet .....	11
2.2 Luonnonkivimateriaalit .....	12
2.3 Betonituotteet .....	13
2.4 Teräsmateriaalit .....	13
2.5 Muut materiaalit .....	14
2.6 Laadunvarmistus .....	14
3 TEKNILLISET OHJEET .....	15
3.1 Periaateratkaisun teko .....	15
3.2 Suunnitteluperiaatteet .....	16
3.3 Verhouksen suunnittelu .....	19
3.4 Työ- ja laatusuunnitelman laatiminen ....	20
4 RAKENTEELLISET OHJEET .....	21
4.1 Keilojen ja luiskien rakenne ja perustaminen .....	21
4.2 Keila-aihion teko .....	22
4.3 Verhouksen teko .....	22
4.4 Eroosion estäminen uomassa .....	25
4.5 Portaat .....	26
4.6 Viimeistelyn taso .....	27
4.7 Siltapaikan kunnossapito .....	27
5 TYÖTURVALLISUUS .....	28
6 KIRJALLISUUSVIITTEET .....	29
6.1 Standardit .....	29
6.2 Muut ohjeet .....	29
LIITE 1 TERMIT JA MÄÄRITELMÄT .....	31
Siltapaikan rakenteet ja niiden tarkoitus .....	31
Verhoustyyppit .....	32
Muut käsitteet .....	32
LIITE 2 KUVAGALLERIA 1 .....	34
Kivirakenteita lohkotuista ja murskatuista kivistä .....	34
LIITE 3 KUVAGALLERIA 2 .....	37
Betonitarvikeverhouksia ja -rakenteita .....	37
LIITE 4 KUVAGALLERIA 3 .....	39
Viherrakenteita .....	39



## SISÄLLYSLUETTELO

<b>1 YLEISTÄ</b> .....	3	<b>5 TYÖTURVALLISUUS</b> .....	28
1.1 Ohjeen käyttöalue .....	3	<b>6 KIRJALLISUUSVIITTEET</b> .....	29
1.2 Siltapaikka ja sen merkitys.....	5	6.1 Standardit.....	29
1.3 Siltapaikan rakenteiden vauriot ja syyt .....	6	6.2 Muut ohjeet .....	29
1.4 Käsitteet ja määritelmät.....	6	<b>LIITE 1 TERMIT JA MÄÄRITELMÄT</b> .....	31
1.4.1 Siltapaikan käsitteet .....	6	Siltapaikan rakenteet ja niiden tarkoitus..	31
1.4.2 Termit ja määritelmät .....	6	Verhoustyyppit.....	32
1.5 Luvat ja velvoitteet .....	7	Muut käsitteet .....	32
1.5.1 Viranomaistoiminta ja yhteydet sidosryhmiin .....	7	<b>LIITE 2 KUVAGALLERIA 1</b> .....	34
1.5.2 Vesistö sillat.....	7	Kivirakenteita lohkoituista ja murskatuista kivistä.....	34
1.5.3 Yli- ja alikulkusillat .....	9	<b>LIITE 3 KUVAGALLERIA 2</b> .....	37
1.5.4 Risteyssillat .....	9	Betonitarvikeverhouksia ja -rakenteita ....	37
1.5.5 Museosillat .....	10	<b>LIITE 4 KUVAGALLERIA 3</b> .....	39
1.5.6 Vihersillat.....	10	Viherrakenteita .....	39
<b>2 VERHOUSMATERIAALIT</b> .....	11		
2.1 Viherrakenteet .....	11		
2.2 Luonnonkivimateriaalit .....	12		
2.3 Betonituotteet .....	13		
2.4 Teräsmateriaalit .....	13		
2.5 Muut materiaalit.....	14		
2.6 Laadunvarmistus.....	14		
<b>3 TEKNILLISET OHJEET</b> .....	15		
3.1 Periaateratkaisun teko .....	15		
3.2 Suunnitteluperiaatteet .....	16		
3.2.1 Luiskan kaltevuus.....	16		
3.2.2 Keilan muoto .....	17		
3.2.3 Verhoustyyppin valinta .....	19		
3.3 Verhouksen suunnittelu.....	19		
3.4 Työ- ja laatusuunnitelman laatiminen	20		
<b>4 RAKENTEELLISET OHJEET</b> .....	21		
4.1 Keilojen ja luiskien rakenne ja perustaminen.....	21		
4.1.1 Geotekniset lähtökohdat.....	21		
4.1.2 Maavarainen perustus.....	21		
4.1.3 Kalliolle perustaminen .....	21		
4.1.4 Massanvaihto ja penkereen keventäminen.....	21		
4.1.5 Paalutus .....	21		
4.2 Keila-aihion teko.....	22		
4.2.1 Pengertäminen .....	22		
4.2.2 Verhousarinnan teko .....	22		
4.3 Verhouksen teko.....	22		
4.3.1 Verhouksen juuren teko.....	23		
4.3.2 Verhouksen asennus.....	24		
4.4 Eroosion estäminen uomassa .....	25		
4.5 Portaat .....	26		
4.6 Viimeistelyn taso .....	27		
4.7 Siltapaikan kunnossapito .....	27		

**Tie- ja vesirakennushallitus, sillanrakennustoimisto 1987** (alkuperäinen teksti).

SILKO-projektin siltapaikkatyöryhmä:

Yli-insinööri	Pentti Eloniemi	puheenjohtaja
Diplomi-insinööri	Lars Björkstén (1985)	TVH/Rm
Rakennusmestari	Juhani Kautto	TVL/Keski-Suomi
Insinööri	Markku Koivuranta	TVH/Sss
Diplomi-insinööri	Kari Lehtonen	TVH/Sts
Diplomi-insinööri	Anne Leppänen	TVH/Kp
Maisemanhoidon- valvoja	Raija Merivirta (10.86 –	TVL/Uusimaa
Rakennusmestari	Aarne Raudaskoski	TVL/Turku
Diplomi-insinööri	Pentti Salo (2.86 –	TVH/Rm
Diplomi-insinööri	Markku Valtonen (1984)	TVH/Rm
Ympäristönhoitaja	Matti Ventola – 10.86)	TVL/Turku
Insinööri	Jorma Huura	sihteeri

Konsultti: Insinööritoimisto Jorma Huura Ky

Tekstin tarkistus: Tekniikan Sanastokeskus  
Betoniteollisuuden laaduntarkastusyhdistys BLT r.y.**Liikennevirasto, Taitorakenneyksikkö 2015****SILKO-projektin siltapaikkatyöryhmä** (tekstin päivitys 2015):

Silta-asiantuntija Pekka Siitonen, puheenjohtaja	Liikennevirasto, Taitorakenneyksikkö
Maisema-arkkitehti Laura Soosalu	Destia Oy
Yli-insinööri Jorma Huura	Huura Oy
Projektipäällikkö Jorma Lampinen, sihteeri	Huura Oy

Asiantuntijat: Martti Piltz (kappale 1.4.4), Mobilia  
Sari Lajunen, Jarmo Koistinen ja Tero Sikiö (kappale 1.5.2), Liikennevirasto  
Visa Niittyniemi (kappale 1.5.2), Kaakkois-Suomen ELY-keskus  
Panu Tolla (4.1.–4.4.), Liikennevirasto

Konsultti: Huura Oy

Piirroksset: Kuvat 28, 30 ja 33–36: Satu Jokilehto, Insinööritoimisto Jorma Huura Oy  
Muut piirroksset: Irene Kilpi, Huura OyValokuvat: Kuvat 2 ja 19: Pirkko Tanska (Destia)  
Kuvat 3, 13, 14 ja 3/8: Elina Ihamäki (Destia)  
Kuvat 5 ja 3/7: Liikenneviraston arkisto  
Kuva 8, Lentokuva K. Kumpulainen  
Kuva 14: Anniina Tarhonen (Destia)  
Kuva 16: Kurt Engblom (Kymen tiepiiri)  
Kuvat 17, 1/9, 1/10, 1/11 ja 2/2: Jari Ala-Outinen (Kreate Oy)  
Kuva 31: Raimo Vessonen (Vaasan tiepiiri)  
Kuva 40: Tuula Karhunen (Destia)  
muut kuvat: Insinööritoimisto Jorma Huura Oy

Liikennevirasto 2230095 – SILKO 1.901

© 2015 Liikennevirasto

Sivujen valmistus: Grano Oy  
Kirjapaino: Grano Oy, Kuopio 2015Julkaisua myy Grano Oy  
www.grano.fi/sahkoiset-palvelut/kopistore  
Puhelin 017-266 2621

## 1 YLEISTÄ

---

### 1.1 Ohjeen käyttöalue

---

Siltapaikan viimeistelyohje on laadittu siltojen korjausohjejärjestelmän eli SILKO-ohjeiston osana, mutta se on tarkoitettu käytettäväksi myös kanavien, lauttapaikkojen, muiden vastaavien väylärakenteiden ja majakoiden ympäristöjä viimeisteltäessä. Ohjetta käytetään soveltuvin osin myös uudisrakentamisessa.

Ohje on SILKO-yleisohje, jota käytetään etenkin korjaussuunnitelmia laadittaessa, mutta ohjeessa on myös perustiedot korjauskohteissa työskenteleville ja korjausrakentamisesta kiinnostuneille. Maisemanhoitoa ja geotekniikkaa koskevat asiat on esitetty yleispiirteisesti, sillä asiantuntijat ratkaisevat ne väylähankkeiden sillansuunnittelun yhteydessä. Ohje liittyy läheisesti sillan ympäristösuunnitteluun, jota on käsitelty yleisesti julkaisussa *Sillat ja ympäristö /1/* ja erityisesti julkaisun kohdassa 5. Viherrakenteita käsitellään yksityiskohtaisesti julkaisussa *Viherrakentaminen ja -hoito tieympäristössä /2/*.

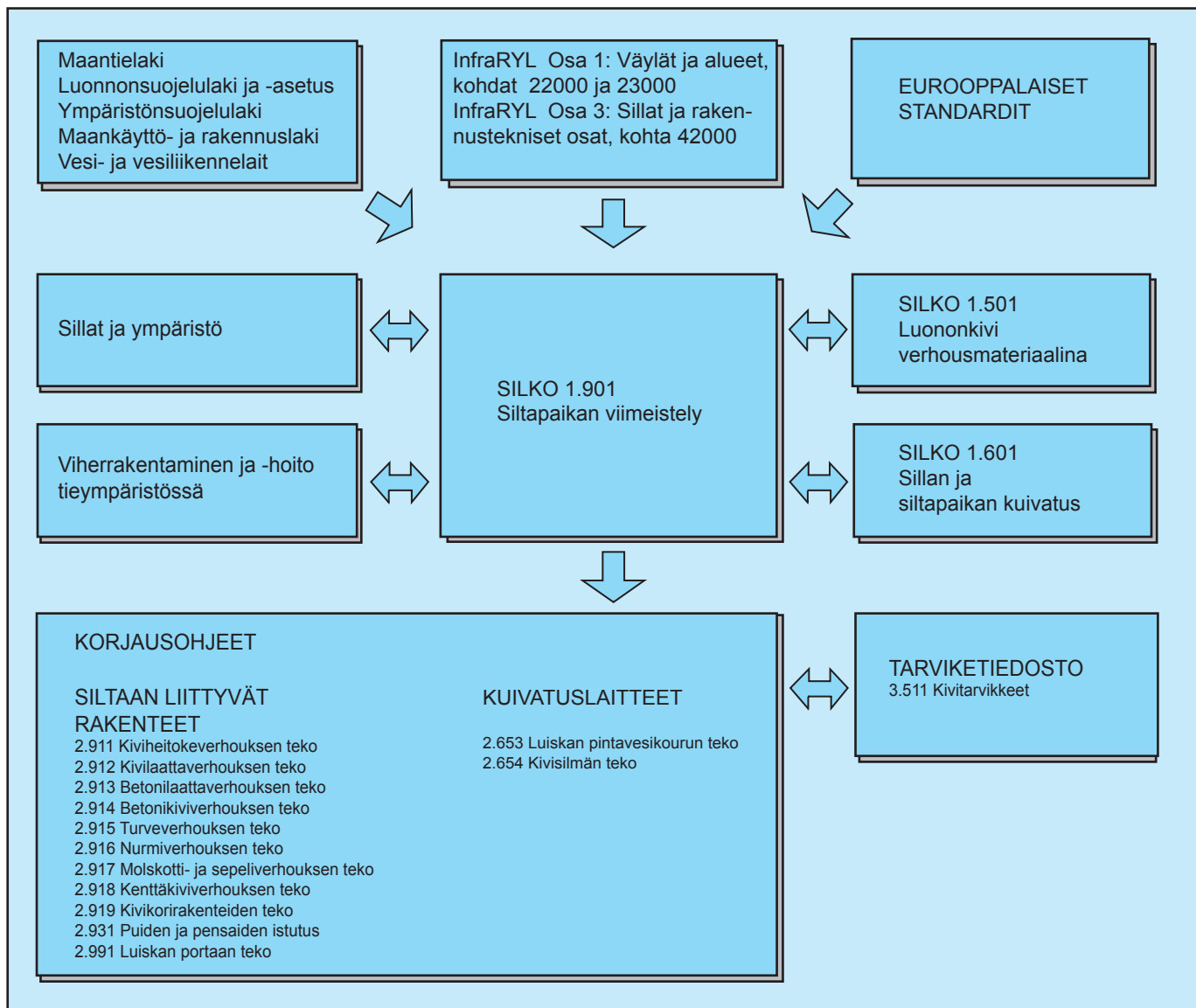
SILKO-yleisohje perustuu lakeihin ja ohjeisiin kuvan 4 esittämällä tavalla ja ohjetta käytetään rinnan *SILKO-ohjeen 1.112 /3/* (Ympäristönsuojelu) kanssa. Kuvassa 4 esitetyt verhoustyyppikohtaiset, tarkat korjausohjeet täydentävät yleisohjetta.

Siltapaikan viimeistelyyn kuuluvia rakenteita ovat

- keila- ja luiska-aihiot
- verhoussarinat
- keilojen ja luiskien verhoukset
- portaat
- kuivatuslaitteet ja vesiuomat
- väylien päällysteet.

Kuivatuslaitteita ja päällysteitä ei käsitellä tässä ohjeessa, vaan SILKO-ohjeessa 1.601 (Sillan ja siltapaikan kuivatus) ja SILKO-ohjeessa 1.802 (Päällysteet). Siltapaikan hoitoa koskevat ohjeet on esitetty *Siltojen hoito-ohjeessa /4/*.

Ohjeen käyttäjän on otettava huomioon standardeissa ja kirjallisuusviitteissä mahdollisesti tapahtuneet muutokset.



Kuva 4. Siltapaikan viimeistelyohjeen liittyminen lakeihin, valtioneuvoston asetukseen, eurooppalaisiin standardeihin ja Liikenneviraston ohjeisiin.

## 1.2 Siltapaikka ja sen merkitys

Siltapaikan luonne, esimerkiksi arvokas kulttuuriympäristö, maisema tai keskeinen kaupunkikuvallinen sijainti, vaikuttavat sillan ja sen ympäristön viimeistelylle asetettaviin tavoitteisiin (kuvat 5–8). Merkittävien siltakohteiden kunnostuksen periaatteet sovitaan tarvittaessa yhteistyössä tien- tai muun väylänpitäjän, kunnan ja ympäristö- tai museoviranomaisten kanssa.

Silta on melusteiden, valaistuksen ja muiden ympäristörakenteiden ohella olennainen osa väyläestetiikkaa. Tavoitteena on huolellisesti viimeistely sekä tarkoituksenmukaisesti ja kestävästi toteutettu siltaympäristö. Materiaalien valinnassa otetaan huomioon siltaympäristön ilme, sillan käyttäjät ja kunnossapito.

Ympäristön luonteen ja muut mahdolliset rakenteet huomioon ottava siltatyyppi ja hoidettu siltaympäristö korostavat siltapaikan visuaalista ja toiminnallista merkitystä.

Siltapaikkaan on kiinnitettävä sitä enemmän huomiota, mitä merkittävämmässä maisemassa tai kulttuuri- tai luonnonympäristössä silta sijaitsee. Sillan ja siltapaikan ulkonäön merkitys korostuu silloin, kun siltaa katsotaan alitse kulkevalta viikkaalta kevyen liikenteen väylältä, ajoradalta, asutuksesta tai vesiväylältä käsin. Yksityiskohdat ovat erityisen tärkeitä jalankulkijan näkökulmasta katsoen.

Siltapaikat jaetaan *Siltapaikkojen luokitusohjeen* /5/ mukaan eri luokkiin. Luokitusta käytetään sillan ja siltapaikan viimeistelyn tasoa määriteltäessä.

Siltapaikan huolellinen ympäristöön sovittaminen ja siltaympäristön viimeistely ei yleensä vaikuta merkittävästi toteutuskustannuksiin ja sillä voidaan säästää kunnossapitokustannuksissa. Liikenneturvallisuus on aina otettava huomioon.

Siltapaikkojen viimeistelyssä on kiinnitettävä huomiota siihen, että rakenteet ovat sopusoinnussa keskenään ja ympäristön kanssa. Siltapaikan muotoilun elementtejä ovat maatuot, etuluiskat, keilat ja tieluiskat sekä vesistöisilloissa myös siltaan liittyvät ranta-alueet (katso liitteen 1 kuva 1).



Kuva 5. Vanha Aunessilta ja uusi Kaitaveden silta (Tampere) sopeutuvat hyvin ympäristöönsä.



Kuva 6. Kaupunkiympäristön siltapaikka (Keon ylikulkukäytävä, Raisio).



Kuva 7. Huolellisesti viimeistely siltapaikka rakennetussa ympäristössä (Kerava).



Kuva 8. Siltapaikka harjumaisemassa (Karisalmen silta, Asikkala).

### 1.3 Siltapaikan rakenteiden vauriot ja syyt

Keilat ja etuluiskat ovat vaurioituneet, jos

- pohjamaa, keila-aiho taikka keila- tai luiskamateriaali on puristunut kokoon, jolloin verhoukset rikkoutuu tai rakenne menettää oikean muotonsa
- perustuksissa on tapahtunut muodonmuutoksia (kuva 9)
- keila tai sen juuri on tehty huonosti (kuva 10)
- verhousta tukeva rakenne puuttuu, jolloin keila on päässyt liikkumaan sivusuunnassa, esimerkiksi kallion pintaa myöten
- eroosio on uurtanut huonosti suojatun luiskat tai keilarakenteen (kuva 11)
- keilan tai luiskan kaltevuus on täytemateriaaliin nähden liian jyrkkä
- verhoukset on liian ohut
- etuluiskan verhoukset eivät ulotu riittävän leveälle
- verhoukset eivät ole riittävän tiiviitä; koskee varsinkin vedenpinnan vaikutusalueella olevia saumoja
- kuivatuslaitteista tai tieltä valuva vesi on päässyt verhouksen alle, jolloin verhoukset on sortunut
- routasuojaus ei ole riittävä, jolloin routa on liikkuttanut tai murtanut rakenteita
- siltapaikalla on eri syistä tehty kaivutöitä ja aiheutetut vauriot on jätetty korjaamatta
- verhousta on paikallisesti purettu ilkkivaltaisesti (kuva 12).



Kuva 9. Perustusten peittämissä vuoksi vaurioitunut keila.



Kuva 10. Verhouksen juuri on vaurioitunut.



Kuva 12. Ilkkivaltaisesti purettua etuluiskaa.



Kuva 11. Eroosiovaurio etuluiskassa.

## 1.4 Käsitteet ja määritelmät

### 1.4.1 Siltapaikan käsitteet

Siltapaikkoihin liittyvät pääkäsitteet on esitetty liitteen 1 kuvassa 1.

Silta on tien, rautatien tai kadun osa, joka johtaa liikenneväylän toisen liikenneväylän tai vesistön yli.

Siltapaikka on koko se alue, joka vaikuttaa sillan maisemalliseen ulkonäköön.

### 1.4.2 Termit ja määritelmät

Tässä ohjeessa esiintyvät siltapaikkoihin liittyvät termit ja määritelmät on esitetty liitteessä 1. Siltapaikkoihin liittyviä termejä on esitetty myös muissa *SILKO-ohjeissa* 1.112 /3/ ja 1.601 /6/ sekä *SILKO-korjausohjeissa* (kuva 4).

Tässä ohjeessa esiintyvät lyhenteet:

AVCP-luokka	= Suoritustason pysyvyyden arviointi- ja varmentamislukokka
AVI	= Aluehallintovirasto
DoP	= Suoritustasoilmoitus
ELY	= Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
MVR	= Maa- ja vesirakennus
PVC	= polyvinyylidikloridi
RATO	= Radanpidon tekniset ohjeet
RKY	= Rakennettu kulttuuriympäristö
SILKO	= Siltojen korjausohjeet
Trafi	= Liikenteen turvallisuusvirasto
TURO	= Radanpidon turvallisuusohjeet
VNp	= Valtioneuvoston päätös
VNa	= Valtioneuvoston asetus
VTS	= Alusliikennepalvelu (Vessel Traffic Services)
YVA	= Ympäristövaikutusten arviointimenettely

## 1.5 Luvat ja velvoitteet

### 1.5.1 Viranomaistoiminta ja yhteydet sidosryhmiin

Viranomaisten yhteistoiminta tapahtuu seuraavissa puitteissa:

- Maantieasiat *Kuntaliiton ja Liikenneviraston julkaisu /7/*.
- Rautatieasiat *Kuntaliiton suositus /8/*.
- Vesiväyläasiat *Liikenneviraston julkaisu /9/*.

Sillankorjaustöissä kysymykseen tulevat viranomaistehtävät ja yhteydet sidosryhmiin voivat liittyä muun muassa seuraaviin asioihin:

- Maantie- ja rautatieliikenteen ohjaus korjaustyön aikana.
- Kaavalausunnat; rakennetuilla alueilla on otettava yhteys kunnan viranomaisiin.
- YVA-prosesseihin liittyvät lausunnot ja kuulemiset.
- Maa- ja vesialueita ja alueiden kiinteistöjä koskevat sopimusasiat.
- Tie- ja rata-alueiden laajentamistarpeet.
- Johtojen ja kaapelien muutostarpeet.
- Sähköratojen maadoitukset, kaivutyöt rautatiealueella, johdot ja kaapelit.
- Vesiliikennelain mukaisten, väyliä koskevien kieltojen ja rajoitusten asettaminen.
- Vesilupiin liittyvät lausunnot ja kuulemiset.
- Kanavien käyttöön ja kanava-alueisiin liittyvät asiat.
- Työturvallisuuslainsäädännön vaatimat luvat.

### 1.5.2 Vesistösillat

Tähän ryhmään kuuluvat vesistösillat, ratasillat ja raittisillat.

Vesiväyliin liittyvät käsitteet on esitetty *Liikenneviraston ohjeessa /11/* ja väylien kulkusyvyyskäytännön periaatteet ja soveltaminen *Liikenneviraston ohjeessa /12/*.

Kun siltapaikan rakenteiden korjausta suunnitellaan, on otettava huomioon seuraavat lupamenettelyt:

- Uuden sillan vesistöön rakentamiseen tarvitaan usein, mutta ei aina, vesilain mukainen lupa. Lupa tarvitaan aina, kun sillalla ylitetään vesilain (587/2011) tarkoittama yleinen kulkutai valtaväylä. Sillan rakentamisesta aiheutuvien pysyvien tai työnaikaisten seurauksien perusteella lupa saattaa olla tarpeen muutenkin. Vesilain mukaisia lupia ja tarvittaessa ns. valmistelulupia antaa neljä aluehallintovirastoa (AVI) omilla toimialueillaan.
- Olemassa olevan sillan korjaamisen lupatarve tulee selvittää aina tapauskohtaisesti. Vesistö-rakenteen toteuttajalla on aina velvollisuus pitää rakenne kunnossa. Kunnostuksen lupatarpeeseen vaikuttavat muun muassa siltaan tehtävät muutokset, rakentamisen aikaiset vaikutukset sekä vanhan sillan lupahistoria.

- Ennen vesiluvan hakemista on syytä pyytää ELY-keskuksen lausunto tai selvittää muutoin ELY-keskuksen kanta vesilain mukaisen luvan tarpeesta, mikäli luvan tarve ei ole ilmeistä. Viimeistään lupatarpeen selvittämistä varten sillan aukon minimimitat on syytä selvittää. Vesistösiltojen suunnitteluun liittyy oleellisesti vapaan aukon minimimittojen määrittäminen. Pääsääntö on, että suunnittelija määrittää aukon mitat rakennuspaikan vaatimusten perusteella. Mikäli siltapaikan sijainti ei edellytä muuta, on mitoitus tehtävä vähintään hydrologisten tietojen perusteella siten, että sillan aiheuttamaa padotusta verrataan yläpuolisen alueen maankäytön tulvaherkkyyteen. Vaativissa suunnittelukohteissa suunnittelijan on syytä keskustella ELY-keskuksen kanssa aukkomitoitukseen liittyvistä erityisvaatimuksista suunnittelun edetessä. Sillan aukkomitoitukseen voi vaikuttaa myös muita tekijöitä, kuten maisema- ja luontoarvot sekä veneliikenne.
- Siltapaikalla tai rakennustyön vaikutusalueella saattaa olla erityisiä luontoarvoja, jotka pitää selvittää viimeistään lupaa haettaessa. Jos siltapaikalla on erityisesti suojeltavia lajeja, tarvitaan erikseen luonnonsuojelulain mukainen poikkeamislupa ELY-keskuksen ympäristö- ja luontovarot vastuualueelta.

Myönnetty vesilupa koskee yleensä myös uomaan tehtävien maarakenteiden ja verhousten asemaa. Mikäli sillan rakentaminen ei edellytä varsinaista lupaa, pitää rakentamisessa ottaa huomioon sillan aukon minimimitat ja valvontaviranomaisena toimivan ELY-keskuksen lausunnossa mahdollisesti annetut ohjeet. Uomaa koskevissa toimissa on otettava huomioon seuraavaa:

- Uoman poikkileikkaus on syytä tehdä varsinkin kiviheitokeverhouksen osalta vaadittua suuremmaksi, koska haitallisesti uomaa supistavan kiviheitokkeen poistaminen on hankalaa ja kallista.
- Rannat ovat erityisesti luonnonympäristössä eläimistön kannalta merkittäviä ekologisia käytäviä. Eläinten liikkuminen turvataan esimerkiksi rakentamalla jätkänpolku.
- Rakennustyön edellyttämiä tilapäisrakenteita toteutettaessa on noudatettava päätöksissä määrättyjä lupaehtoja. Jos lupapäätöksessä ei ole erikseen annettu määräyksiä työnaikaisesta uoman sulkemisesta, on rakennusvaiheessa varmistettava, että paikalliset olosuhteet huomioidaan ottaen uoman osittainkaan sulkeminen ei

aiheuta merkittävää haittaa. Työt pitää myös toteuttaa siten, että vältettävissä olevaa samentumista tai muuta haittaa ei aiheuteta. Tarvittaessa on syytä olla yhteydessä ELY-keskukseen.

- Tilapäisrakenteet ja uraseinät on katkaistava uoman pohjan korkeudelta tai vähintään puoli metriä luiskaverhouksen pinnan alapuolelta, ellei lupapäätöksissä toisin määrätä.

*Liikenneviraston julkaisun /9/ mukaan on otettava huomioon seuraavaa:*

- Vesilain (587/2011) 3 luvun 3 §:n mukaan valtaväylän tai yleisen kulku- tai uittoväylän sulkemiseen tai supistamiseen on oltava lupaviranomaisen lupa. Sulkemisella tarkoitetaan tässä fyysistä sulkemista (kulkua rajoittavan esteen asettamista). Väylän sulkeminen liikenteeltä (liikenteen kieltäminen tai rajoittaminen) tehdään vesiliikennelakiin (463/1996) tai alusliikennepalvelulakiin (623/2005) perustuen.
- Vesiliikennettä koskevat ohjeet on esitetty vesiliikennelainsäädännössä. Tarkempi erittely niistä kielloista ja rajoituksista, joissa edellytetään vesiliikennelain (463/1996) mukaista päätöstä, on esitetty *Vesiliikennelain soveltamisohjeen /10/ kohdassa 2.1.*

Muita vesiväyliä koskevia ohjeita ovat muun muassa seuraavat:

- Yleiset suositukset silta-aukkojen mitoista ja laitoksen menettelytapaohjeet siltahankkeissa on esitetty ohjeessa ”Suositukset vesistösiltojen aukkomitoista” (Merenkulkulaitoksen julkaisu 12/2005).
- Suositukset ilmajohtojen alikulkukorkeuksista ja laitoksen menettelytapaohjeet johtohankkeisiin liittyvissä asioissa on esitetty ohjeessa ”Suositukset ilmajohtojen alikulkukorkeuksista” (Merenkulkulaitoksen julkaisu 4/2006).
- Kaapeleiden ja muiden johtojen asettamista koskevat ohjeet on esitetty Liikenneviraston ohjeessa ilmajohtojen, kaapeleiden ja muiden johtojen asettamisesta ja merkitsemisestä (29.11.2010, Dnro 6155/040/2010).
- Siltaan kiinnitettyjen vesiliikennemerkkien asettamista koskevat asiat on esitetty Liikenneviraston määräyksessä vesiliikennemerkeistä ja valo-opasteista (12.11.2010, Dnro 6154/040/2010). Vesiliikennemerkkien sijoitusmallit on esitetty Merenkulkulaitoksen julkaisun 12/2005 liitteessä 5.

Jos kyse on tilapäisestä muutoksesta, jota ei haluta viedä merikartoille, tehdään siitä tilapäinen väyläpäätös (julkaisu /9/, oma lomakepohja liitteessä 6).

Rakenteiden sijainti tarkistetaan työn edistyessä luotaamalla. Vesiväylät harataan ennen ja jälkeen työn. Sillan molemmilta puolilta harataan niin pitkälle kuin väylää on perattu, ruopattu tai läjitetty. Haraussyvyys on selvitettävä kussakin kohteessa erikseen asianomaiselta väylänpitäjältä. Taulukossa 1 on annettu suuntaa antavia ohjearvoja haraussyvyden määrittämiseksi.

Taulukko 1. Väylien haraussyvydet (suuntaa antavia ohjearvoja).

VÄYLÄ	HARAUSTASO
<b>Laivaväylät</b>	
Meri, suojainen paikka	MW – 1,15 x S
Meri, avoin paikka	MW – 1,2 x S
Saimaan syväväylät	NW <sub>nav</sub> – 5,0 m
Sisävesistöjen pääväylät (2,4 ≤ S < 4,2 m)	NW <sub>nav</sub> – (S + 0,6 m)
<b>Veneväylät ja venereitit (S = 0,5 – 2,5 m)</b>	
Merellä	MW – (1,2 x S + 0,2 m)
Sisävesillä	NW <sub>nav</sub> – 1,2 x S

S = merikarttaan merkitty väylän kulkussyvyys

Yleinen kulkuväylä on harattava siltapaikan viimeistelyn jälkeen Liikenneviraston myöntämän harausvaltuuden omaavan henkilön läsnä ollessa. Harauspöytäkirja liitetään siltainsinöörille ennen sillan teknillistä lopputarkastusta lähetettäviin asiakirjoihin, ja jäljennös siitä toimitetaan sillan asiakirjoihin liitettäväksi.

Muiden väyliä osalta menetellään vastaavalla tavalla, mutta harausvaltuutetun läsnäoloa ei tarvita.

Jos uomaan on tehty lupaehtoista poikkeava muutos, on lupaviranomaiselle lähetettävän valmistusilmoituksen yleispiirustusliitteessä esitettävä luiskien ja uoman pohjan todellinen sijainti. Jos muutos on merkittävä, on ensin neuvoteltava suunnittelijan ja mahdollisesti myös paikallisen ELY-keskuksen kanssa.

### 1.5.3 Yli- ja alikulkusillat

Tähän ryhmään kuuluvat yli- ja alikulkusillat, ylikäytäväsillat ja alikäytävät.

Siltojen kunnossapitosuosituksia on esitetty *Kuntaliiton suosituksen /8/* kohdassa 6.2. sekä *Kuntaliiton ja Liikenneviraston julkaisun /7/* kohdassa 2.3.4. Jokaiselle maanteiden hoidon alueurakalle on nimetty ELY-keskuksen aluevastaavat ja ratojen hoidon alueurakalle on nimetty rataisännöitsijät, joiden toimenkuvaan kuuluu muun muassa kunnossapitotöiden valvominen.

Ylikulku- ja alikulkusiltojen kunnossapitovastuu pitää määrätä siltakohtaisissa sopimuksissa.

Rautatien läheisyydessä työskenneltäessä noudatetaan *Radanpidon turvallisuusohjeita /13a/ ja SILKO-ohjeen 1.111 /14/* kohdassa 3.1.2 selostettuja periaatteita.

### 1.5.4 Risteyssillat

Tähän ryhmään kuuluvat teiden risteyssillat, rautatieristeysillat, ramppisillat sekä yli- ja alikulkukäytävät.

Siltojen kunnossapitosuosituksia on esitetty *Kuntaliiton suosituksen /8/* kohdassa 6.2. sekä *Kuntaliiton ja Liikenneviraston julkaisun /7/* kohdassa 2.3.4. Jokaiselle maanteiden hoidon alueurakalle on nimetty ELY-keskuksen aluevastaavat ja ratojen hoidon alueurakalle on nimetty rataisännöitsijät, joiden toimenkuvaan kuuluu muun muassa kunnossapitotöiden valvominen.

Sillalla ja siltapaikalla työskenneltäessä noudatetaan *SILKO-ohjetta 1.111 /14/* kiinnittäen erityistä huomiota kohtaan 3.

Jos risteyssillan väylillä on eri tienpitäjät, on sillan ja siltapaikan hoidosta sovittava kirjallisesti. Pääsääntö on, että siltarakenteiden hoito kuuluu ylittävän tien, rautatien tai kadun tienpitäjälle ja keulojen ja etuluiskien hoito alittavan väylän pitäjälle.

### 1.5.5 Museosillat

Museosillan korjaamiseen saattaa liittyä siltapaikan rakenteita, jolloin on otettava huomioon seuraavaa:

1. Muinaismuistolain mukaisesti muinaisten huomattavien siltojen jäännökset ovat muinaismuistoja, joihin kajoaminen ilman lupaa on kielletty. Muinaismuisto on aina käytöstä poisjäänyt kohde. Muinaismuistot ovat Muinaisjäännösrekisterissä.
2. Käytössä olevat sillat eivät ole muinaismuistoja, mutta ne on voitu suojella kaavoituksessa, museosilltoina tai rakennussuojelulla.
3. Liikennevirasto ylläpitää museotie- ja siltakokoelmaa. Museotiet ja museosillat on valittu edustamaan Suomen valtakunnallisen tieliikenteen historian tärkeimpiä ilmiöitä. Ne muodostavat valtakunnallisen tieliikenteen perinnekoelman. Pääsääntöisesti museosillat ovat mukana Valtakunnallisten merkittävien rakennettujen kulttuuriympäristöjen (RKY) luettelossa. Yleisten teiden museosiltojen ja -teiden hoidon koordinointi on keskitetty Pirkanmaan ELY-keskukseen. Museosiltojen luettelo on <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/museosillat>.

Museologisten periaatteiden mukaan hoidolla pyritään säilyttämään sillan museomishetken kunto. Käytännössä tämä on vuoden 1982 tila, koska valtaosa museokohteista on nimetty silloin. Kohteisiin ei tehdä muutoksia, ellei liikenneturvallisuus tai kohteen säilyminen sitä erityisesti vaadi.

Museosilloja on käsitelty tarkemmin SILKO-ohjeen 1.501 kohdassa 1.3.

### 1.5.6 Vihersillat

Vihersilta on eläinten kulkuun varusteltu silta, joka yhdistää eläinalueet toisiinsa tien ja liikenteen tason yläpuolella (kuva 13). Sillan kansi peitetään pintamaalla.

Vihersillat ja eläinalikulut suunnitellaan *Liikenneviraston julkaisun /15/ periaatteiden* mukaan. Vihersiltojen kannella tehtävissä korjaustöissä on otettava huomioon sillan tarkoituksen asettamat lähtökohdat, esimerkiksi lajikohtaiset vaatimukset kasvillisuudelle ja rakenteille.

Vihersillalla tehtäviä korjaus- ja muutostöitä varten on laadittava suunnitelma eläinlajien mukaan yhteistyössä ELY-keskuksen ympäristö- ja luonnonvaroista vastaavan kanssa.



Kuva 13. Viherrakenteet sillan kannella.

## 2 VERHOUSMATERIAALIT

### 2.1 Viherrakenteet

Sillan verhousmateriaalin valintakriteerejä ovat ympäristöön sopivuuden lisäksi kestävyys ja ekologisuus. Viherrakenteiden valinnassa pitää ottaa huomioon kasvilajin hoidon tarve ja kestävyys.

Siltapaikkojen viherrakenteet tehdään seuraavien SILKO-ohjeiden mukaan:

- nurmiverhous SILKO 2.916 (kuvat 2, 14, 3/1, 3/2 ja 3/3)
- turveverhous SILKO 2.915 (kuva 3/4)
- puu- ja pensasistutukset SILKO 2.931 Kuvat 3, 7, 15, 3/5, 3/6, 3/7 ja 3/8).

SILKO-korjausohjeissa on esitetty laatuvaatimukset ja kelpoisuuden osoittaminen.

Nurmiverhouksissa noudatetaan *Liikenneviraston ohjetta /2/*. Sillan keiloissa käytetään taajamissa rakennetussa ympäristössä nurmetusluokkaa A3, erityistapauksissa A2. Luonnonympäristöön rajautuvien siltojen keilojen nurmetusluokka on maisemanurmi 1 (M1). Siltojen korjaus- ja kunnostustöissä jyrkkien luiskien (katso taulukko 2) verhoukseen käytetään turveverhousta, joka voi olla siirtonurmikosta tai luonnonturvelevyistä laadottua. Nurmetusluokan vaihto toteutetaan saumattomasti. Jyrkän keilan nurmiverhouksen voi toteuttaa myös nurmikiveyksen avulla, jolloin sen yleisilme on vihreä (kuva 2).

Metsänpohjakasvillisuus on luonnonympäristössä hyvä vaihtoehto paljon hoitoa vaativalle nurmetukselle. Pintamaan ja metsänpohjakasvillisuuden käyttöä on selostettu *Liikenneviraston ohjeen /2/* kohdassa 15 ja vieraslajien torjuntaa kohdassa 18 (sisältää taulukot haitallisista vieraslajeista, joita ei pidä käyttää); lisäksi ohjeen lopussa on luettelo suositeltavista tieympäristöön soveltuvista kasvilajeista. Luettelo erilaisille siltapaikoille soveltuvista kasveista on myös julkaisun *Sillat ja ympäristö /1/* liitteessä 1.

Elävän kasvillisuuden osalta noudatetaan Viherympäristöliitto ry:n hyväksymiä taimien toimitus- ja takuehtoja viherrakentamiseen. Pääurakoitsija vastaa vihertöistä ja antaa niille sopimuksen mukaisen takuun.



Kuva 14. Nurmiverhous on sidottu muovikennolla.



Kuva 15. Istutusten avulla voidaan pehmentää siltapaikan yleisilmettä

## 2.2 Luonnonkivimateriaalit

Kivisiä verhousmateriaaleja ovat

- louhe
- molskotti
- sepeli
- kenttäkivet
- kivilaatat.

Luonnonkiviä, voidaan käyttää uudelleen ja ne kestävät hyvin kunnossapitoa.

Verhoukset tehdään luonnonkivimateriaaleista seuraavien SILKO-korjausohjeiden (kansio 2) mukaan:

- SILKO 2.911 Kiviheitokeverhouksen teko (1/7 ja 1/8)
- SILKO 2.912 Kivilaattaverhouksen teko (kuvat 1, 16, 37, 1/4 ja 1/6)
- SILKO 2.917 Molskotti- ja sepeliverhouksen teko (kuvat 17, 1/9 ja 1/10)
- SILKO 2.918 Kenttäkiviverhouksen teko (kuva 17, 1/3 ja 1/11).

SILKO-korjausohjeissa on esitetty laatuvaatimukset ja kelpoisuuden osoittaminen.

Ajoratojen päällysteenä käytettävät luonnonkivitarvikkeet valmistetaan ja asennetaan erikseen laadittavien suunnitelmien mukaan.

Kiviverhouksissa käytetään siltapaikan ympäristölle tyypillisiä kivilajeja ja kiven värejä. Kivilajeista sopivat rapautumattomat, tiiviit ja hienorakeiset kivilajit, kuten graniitti. Kiviverhouksen valintaperuste voi olla myös yhteensovittaminen muihin ympäristörakenteisiin.

Murskattu kiviaines ei saa olla rapautunutta tai helposti murenevaa. Sepeliverhouksen kiviaineksen raekokoon pitää olla 50–100 mm ja molskottiverhouksen 100–200 mm.

Kenttäkivinä käytetään muodoltaan säännöllisiä luonnonkiviä, kooltaan 150–250 mm.

Kivipalkkeja käytetään keilojen ja luiskien juuressa sekä tukimuureissa (kuvat 7, 32, 1/2 ja 1/5). Kivirakenteisia tukimuureja on käsitelty tarkemmin SILKO-ohjeen 1.501 kohdassa 6.3.



Kuva 16. Keilan kivilaattaverhousta korjataan.



Kuva 17. Etuluiskassa kenttäkiviverhous ja keilassa molskottiverhous.

## 2.3 Betonituotteet

Verhouksissa käytettäviä betonituotteita ovat

- betonilaatat
- betonikivet
- lujitemaan tukimuurielementit
- eroosiolaatat.

Verhoukset tehdään betonituotteista seuraavien SILKO-korjausohjeiden (kansio 2) mukaan:

- SILKO 2.913 Betonilaattaverhouksen teko (kuvat 18, 32, 2/5 ja 2/6)
- SILKO 2.914 Betonikiviverhouksen teko (kuvat 2, 3, 19 ja 2/1)

SILKO-korjausohjeissa on esitetty laatuvaatimukset ja kelpoisuuden osoittaminen. Betonikivien yleisimmät ladontakuviot on esitetty kuvissa 2/2, 2/3 ja 2/4.

Tehdasvalmisteisten betonilaattojen ja betonikivien pitää täyttää standardien SFS-EN 1338 (betonikivet) ja SFS-EN 1339 (betonilaatat) sekä *Betonituoteohjeen /16/* kohdan 1.5 vaatimukset. Keskeiset vaatimukset ovat standardien mukaan

- taivutusvetolujuus 3U
- suolapakkasenkestävyys 3D.

Tukimuurielementit ja eroosiolaatat valmistetaan ja asennetaan erikseen laadittavien suunnitelmien mukaan.

Lujitemaatukimuurin betonielementteinä ja muina betonitarvikkeina saa käyttää tuotteita, jotka täyttävät Liikenneviraston laatuvaatimukset (kuvat 17, 27, 2/7 ja 2/8). Työtä varten on asiantuntijan laadittava suunnitelma.



Kuva 18. Korkeahko betonilaattaverhous etu-luiskassa.



Kuva 19. Betonikiviverhouksia.

## 2.4 Teräsmateriaalit

Siltapaikan kivikorirakennetta varten on laadittava suunnitelma. Kivikorit valmistetaan eurooppalaisen standardin SFS-EN 10223-8 mukaan. Siltapaikoilla kivikorirakenteen materiaali valitaan rasisitusluokan mukaan standardin SFS-EN 10233-8 taulukon 1 mukaisesti:

1. Lievän rasisituksen alaiset kohteet (rasisitusluokka C3)

- Teräslangasta hitsaamalla valmistettu verkko, joka on kuumasinkitty hitsauksen jälkeen. Sinkkikerroksen paksuus pitää olla vähintään *InfraRYL osa 3 /19/* kohdan 42050.4.2 mukainen.
- Teräslangasta hitsaamalla valmistettu verkko, joka on pinnoitettu sinkki-alumiiniseoksella ennen hitsausta. Metallipinnoitteen seossuhde: 95 % sinkkiä ja 5 % alumiinia. Pinnoituksen määrä pitää olla vähintään 350 g/m<sup>2</sup>.

2. Tavanomaisen rasisituksen alaiset kohteet (C4)

- Sinkki- tai sinkki-alumiinipinnoitetusta teräslangasta hitsaamalla valmistettu verkko, joka on pinnoitettu lisäksi PVC-pinnoitteella. Metallipinnoitteen pitää olla vähintään 240 g/m<sup>2</sup> ja muovipinnoitteen paksuuden pitää olla vähintään 250 µm.

3. Voimakkaan rasisituksen alaiset kohteet (C5)

- Sinkki-alumiinipinnoitetusta teräslangasta hitsaamalla valmistettu verkko, joka on pinnoitettu lisäksi PVC-pinnoitteella. Metallipinnoitteen pitää olla vähintään 250 g/m<sup>2</sup> ja muovipinnoitteen paksuuden pitää olla vähintään 400 µm.
- Ruostumattomasta teräslangasta hitsaamalla valmistettu verkko.

Standardin SFS-EN 10223-8 kohdassa 7 on esitetty laatuvaatimuksia kiviverkoille. Tärkeimpiä vähimmäisarvoja ovat

- metallilangan vetolujuus 500 MPa (matalahiilinen teräs)
- metallilangan paksuus 3 mm (kivikori) ja 2,7 mm (kivikoripatja); PVC-pinnoitetuissa vastaavat arvot ovat 2,7 ja 2,4 mm.

Kiinnitystarvikkeiden (sidontalanka, sidontakierreet, lukkotapit, sidetangot, sinkilät jne.) pinnoituksen pitää olla yhtä hyvä tai parempi kuin itse korin.

Kivikoriverhoukset asennetaan valmistajan ohjeiden ja SILKO-ohjeen 2.919 mukaan (kuvat 20 ja 1/12).

Kivikoreissa aikaisemmin käytetyn pinnoittamattoman tai pinnoitetun langan teräslaatu on ollut Fe 37 B (SFS 200, 1986), mikä vastaa teräslaatua S235JR (SFS-EN 10025-2, 2004).



Kuva 20. Säännöllisen muotoinen tukimuri kivikoreista.

## 2.5 Muut materiaalit

Seuraavia materiaaleja on käytetty siltapaikkojen maarakenteissa:

- suodatinkankaat
- muoviverkot sekä muoviverkkokorit ja -pussit
- lämpöeristeet

- bentoniittimatot
- eroosionestomatot ja -verkot.

Näitä materiaaleja käytettäessä on hankittava asiantuntijan laatima suunnitelma tai työselitys.

## 2.6 Laadunvarmistus

Laadunvarmistustoimet on esitetty kohdissa 2.1 – 2.4 mainituissa SILKO-ohjeissa ottaen huomioon seuraavaa:

- Puiden ja pensaiden taimien on oltava tasalaa-tuisia ja paikallisiin olosuhteisiin sopivia. Taimien pitää täyttää taimiaineistolain 1205/1994 sekä sen muutosten 666/1999 ja 727/2000 sekä taimiaineistolakiin liittyvien maa- ja metsätalousministeriön asetusten 96/2000 ja 97/2000 mukaiset laatuvaatimukset.
- Teräsrakenteiden pinnoitteen paksuus on tarkistettava pistokokein. Pinnoitteen mahdolliset vauriot on korjattava valmistajan ohjeiden mukaan.

Rakennustarvikkeiden laadunvarmistus perustuu CE-merkintään. CE-merkinnällä valmistaja osoittaa, että rakennustuotteen keskeiset ominai-

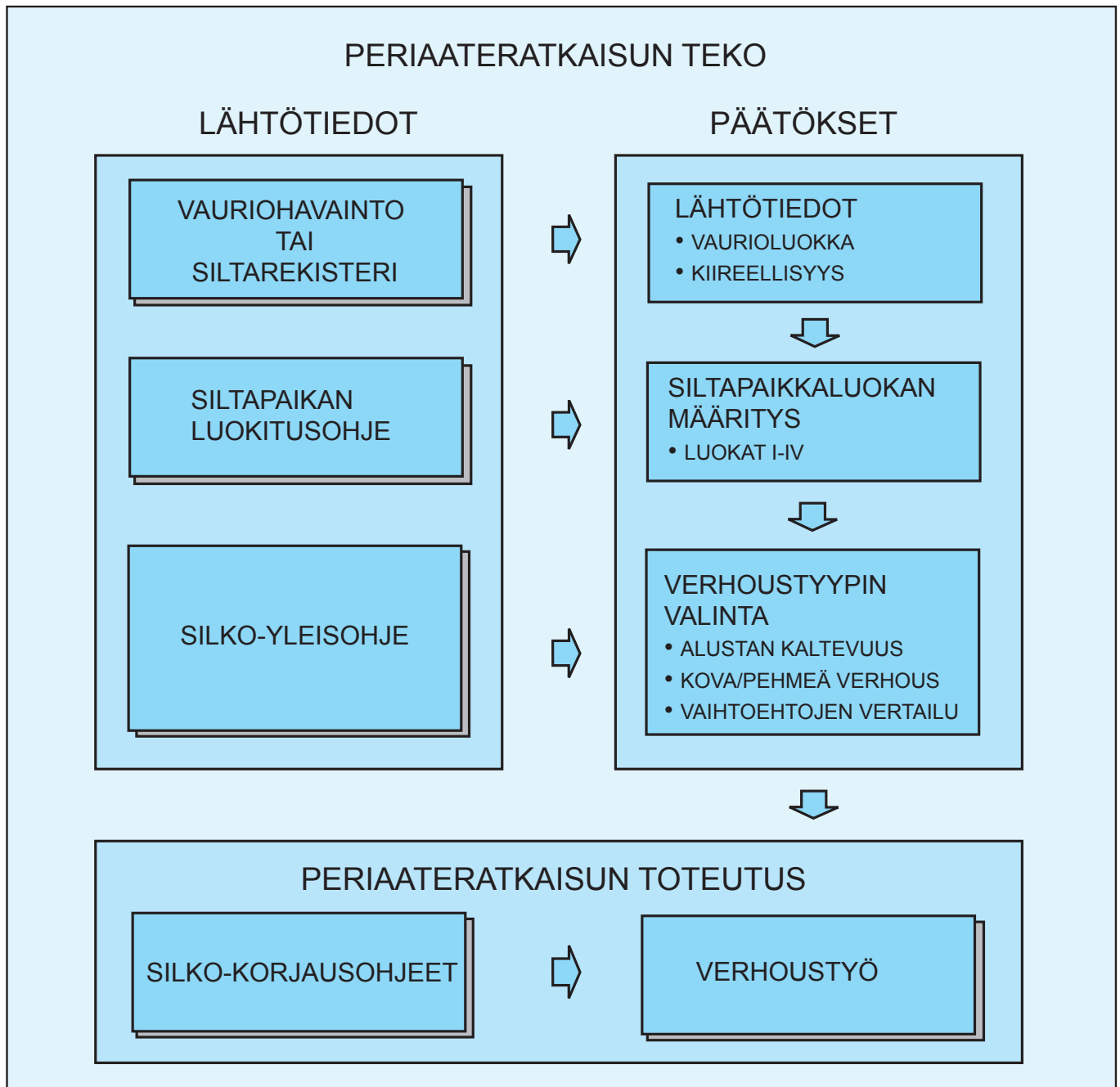
suudet on selvitetty siihen sovellettavan harmonisoidun tuotestandardin mukaisesti. Tilaaja näkee tuotteen ominaisuudet valmistajan laatimasta suoritustasoilmoituksesta (DoP). Asiaa on käsitelty *Liikenneviraston kirjeessä /17/*. CE-merkintä ei automaattisesti osoita, että tuotteet soveltuvat käytettäväksi Liikenneviraston urakoissa (hankkeissa), koska on tuotteita, joille Liikennevirasto on asettanut lisäksi SILKO-tuotevaatimukset (katso SILKO-tarviketiedosto). Päätoteuttajalla on vastuu CE-merkintään liittyvistä asioista.

Jos tuotteelta ei vaadita CE-merkintää, sen laadunvarmistus on määritettävä suunnitelmassa tai työselityksessä.

Työmaalla on perehdyttävä valmistajalta saatavaan tuoteselosteeseen.

### 3 TEKNILLISET OHJEET

#### 3.1 Periaateratkaisun teko



Kuva 21. Periaateratkaisun vaiheet siltapaikkojen viimeistelyssä.

Siltapaikan rakenteen korjaustyö lähtee vauriohavainnosta tai Siltarekisteriin tehdystä kirjauksesta. Kummassakin tapauksessa vaurioluokka ja kiireellisyys määräytyvät *Sillantarkastuskäsikirjan* /18/ taulukon 24 perusteella. Pääsääntö on, että siltapaikan rakenteiden korjaustyöt tehdään sillan peruskorjauksen yhteydessä. Jos vaurio uhkaa liikenneturvallisuutta tai muuta siltapaikan käyttöä, on tehtävä ilmoitus ELY-keskuksessa asiasta vastaavalle ja korjaustyöhön on ryhdyttävä välittömästi.

Siltapaikan rakenteiden suunnittelu käynnistyy siltapaikkaluokan määrittämisellä *Siltapaikkojen luokitusohjeen* /5/ mukaan. Käytännössä luokittelu tehdään julkaisun *Sillat ja ympäristö* /1/ kohdan 1.13.3 mukaan. Siltapaikkaluokka on merkitty Siltarekisteriin. Korjaustyön yhteydessä on tarkistettava onko siltapaikkaluokassa tapahtunut muutos.

### 3.2 Suunnitteluperiaatteet

Siltapaikan rakenteita korjattaessa noudatetaan yleensä alkuperäisiä suunnitteluperiaatteita, mutta vaurioiden syyt on poistettava ja käytön aikana ohjeistuksessa tapahtuneet muutokset on otettava huomioon.

Keilat ja luiskat on suunniteltava siten, että silta sopeutuu mahdollisimman hyvin ympäristöönsä ja tiejakson muihin siltoihin sekä muihin ympäristörakenteisiin. Maisemallisesti tai kaupunkikuvallisesti merkittäviin siltapaikkoihin laaditaan tarvittaessa erillinen siltaympäristösuunnitelma *Liikenneviraston ohjeen /1/* kohdan 5 mukaan.

Suunnitelmat tehdään tarvittaessa yhdessä geotekniikan asiantuntijoiden kanssa, jotta väylien, sillan ja siltapaikan rakenteissa pehmeiköillä tarvittavat pohjanvahvistukset tehdään oikein ja taloudellisesti.

Suunnittelussa otetaan huomioon

- maisemalliset tekijät
- kaupunki- ja taajamakuva
- rakennettu ympäristö
- materiaalien yhteensopivuus
- rakenteiden kunnossapidettävyyttä
- kustannukset.

Rinnakkaisten väylien siltojen verhousten pitää olla sopusoinnussa keskenään.

Lisäksi on otettava huomioon, että kaapelit, kaapelikourut, kaiteet ja melusteet eivät saa rumentaa yleisvaikutelmaa. Maisemavalaistuksella voidaan puolestaan elävöittää siltapaikkaa. Alikulkukäytävien kuivatuslaitteet, kuten hulevesikaivot, on sijoitettava mahdollisimman huomaamattomiin kohtiin kuitenkin toimivuutta haittaamatta.

#### 3.2.1 Luiskan kaltevuus

Keilan tai luiskan kaltevuutta määrättäessä on otettava huomioon seuraavat tekniset seikat:

- keilan ja alle jäävän perusmaan kokonaisvakavuus
- täytemateriaalin laatu
- verhousmateriaali.

Luiskan kaltevuus suunnitellaan mahdollisimman loivaksi.

Voimakkaasti virtaavaan veteen tehtävän täytön luiska asettuu taulukon 2 arvoja selvästi loivemmaksi. Taulukkoa käytettäessä on otettava huomioon, että esitetyt luiskien kaltevuudet ovat maksimiarvoja; esimerkiksi kaltevuutta 1:1 on käytettävä harkiten. Hiekkaisten ja hienoainespi-toisten materiaalien käyttöä on vältettävä virtaavassa vedessä.

Taulukko 2. Luiskan maksimikaltevuus käytettäessä eri materiaaleja ja verhoustyyppejä.

Luiskan kaltevuus	Vedenpinnan alapuolella		Vedenpinnan yläpuolella	
	Aihio	Verhous	Aihio	Verhous
1:1			louhe	kivilaattaverhous betonilaattaverhous
1:1,25	louhe	-	murske	järjestetty kiviheitokeverhous turvemuuraus kivikoripatjaverhous
1:1,5	murske sora lohkareinen moreeni	kiviheitokeverhous ja tarvittaessa suodatinrakenne	hiekkasora moreeni	betonikiviverhous turvelaatoitus nurmiverhous sidottuna molskottiverhous kenttäkiviverhous
1:1,75	pienikivinen moreeni		kaikki kitkamaat	nurmiverhous pensasverhous
1:2	hiekkasora		—  —	sepeliverhous

### 3.2.2 Keilan muoto

Tiekaiteen tukipiennar tehdään kuvan 23 mukaan.

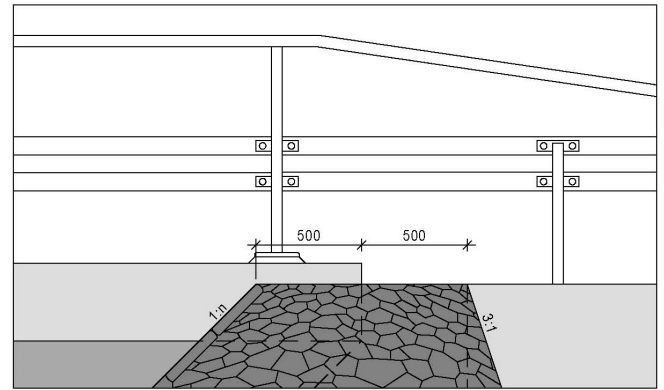
Rautatiesillan päissä pengertä muotoillaan *Infra-RYL osan 3 /19/* kohdan 42013.3.3 mukaan, johon keilan muoto on sovitettava. Sillan päissä voidaan käyttää myös elementtirakenteisia kulumatukimuureja.

Keilan verhouksen takareuna on ulkonäkösyistä suositeltavaa tehdä tiepenkereen suuntaan kaltevaksi 3:1 (kuva 22), jolloin tarvittava kuivatus hoidetaan tieluiskan sisään tehtävällä hulevesiputkella. Jos käytetään hulevesikourua, se asennetaan luiskan viettokaltevuuden suuntaisesti, jolloin keilan verhouksen takareuna rajoittuu kouruun.

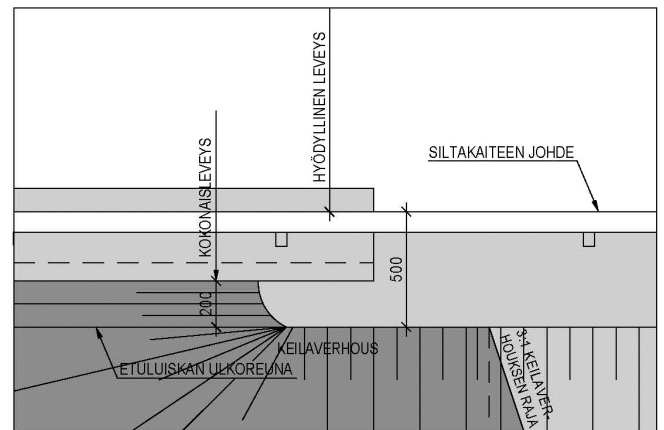
Keilan pinta ei saa tulla (kuva 24)

- 0,3 metriä lähemmäksi laakeritason takareunaa
- roudan tunkeutumissyvyyttä ( $z$  = mitoitettava suojaetäisyys) lähemmäksi peruslaatan alakulmaa routivalle maalle perustettaessa.

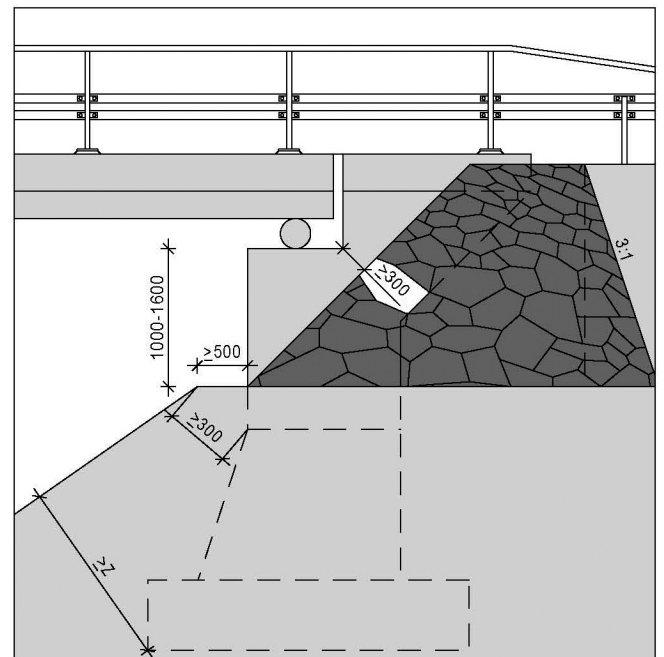
Jätänpolun leveyden pitää olla vähintään 0,5 metriä, mutta mieluummin yksi metri.



Kuva 22. Keilan verhoitus siipimuurin päissä (korkea reunapalkki).



Kuva 23. Keilan yläosan muotoilu ja tukipiennar.



Kuva 24. Keilan asema sillan rakenteisiin nähden ja tarkastustasanteen paikka.

Veden alle tehtävän kiviheitokeverhouksen yläosaan tehdään jätkänpolku, jonka korkeustaso määräytyy suhteessa vedenkorkeuksiin seuraavin perustein (kuva 25):

1. HW + 0,5 metriä, jos keilan tai luiskan yläosa on verhottu eroosiota huonosti kestäväällä materiaalilla,
2. MHW + 0,5 metriä, jos yläosa on verhottu turpeella huolellisesti ja tulva on hyvin lyhytaikainen,
3. MW, jos yläosa on verhottu kivi- tai betonilaa-toilla taikka muulla eroosiota hyvin kestäväällä materiaalilla,
4. MW–0,5 metriä, jos jätkänpolun yläpuolelle tehdään järjestetty kiviheitokeverhous.

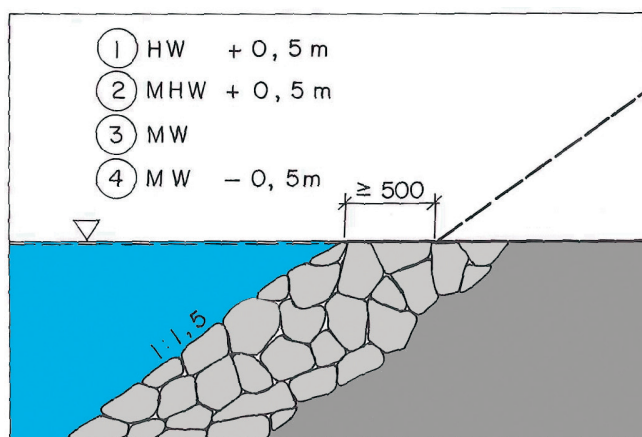
Verhoustyyppi muutetaan jätkänpolun tasossa. Jos keilan tai luiskan korkeus ylittää seitsemän metriä, on harkittava välitasanteen rakentamista (kuva 26).

Sillan maatuella olevien laakereiden tarkastusta ja huoltoa helpottamaan etuluiskan yläosaan tehdään tarkastustasanne (kuvat 24 ja 27). Tarkastustasanne tehdään vähintään 0,5 m leveäksi ja se sijoitetaan noin 1,0–1,6 m laakeritason alapuolelle.

Keilan pohjan muoto määrää koko keilan muodon (kuva 17). Työ pyritään tekemään koneellisesti mittausvälineitä apuna käyttäen. Tarvittaessa pohjan muoto määritetään keilan juureen asennettavan, luontevasti kaartuvan lautakehikon ja keilan huippupisteeseen kiinnitettävän asennuslangan avulla. Koska keilan laki ja juuri ovat erimuotoiset, löydetään luiskan oikea kaltevuus laskemalla asennuslangan yläosan kiinnityskohtaa keilan takareunaa kohti siirryttäessä. Tarvittaessa voidaan sillan sivulinjaan, keilan takareunaan ja keilan lakeen asentaa lautakehikot, jotka ovat mitauksessa apuna.

Vinon sillan etuluiskan kaltevuus määritetään etumuuria vastaan kohtisuorassa tasossa. Kaltevuus pysyy vakiona etumuurin terävän kulman sekä tylpän kulman siipimuurin ja keilan yhtymäkohdan välillä (kuva 28).

Sillan luiskien kaltevuudet muutetaan riittävän pitkällä matkalla penkereen suuntaan edettäessä pengerialueen mukaisiksi. Keilojen ja etuluiskan rajakohta ei muutu luiskajärjestelyjen vuoksi. Vinon sillan keiloja joudutaan usein muotoilemaan silmämääräisesti yleisperiaatteen pohjalta.



Kuva 25. Jätkänpolun korkeusasema.



Kuva 26. Jätkänpolku ja välitasanne korkeassa etuluiskassa.



Kuva 27. Tarkastustasanne etuluiskan yläosassa ja tasanteelle johtavat portaat.

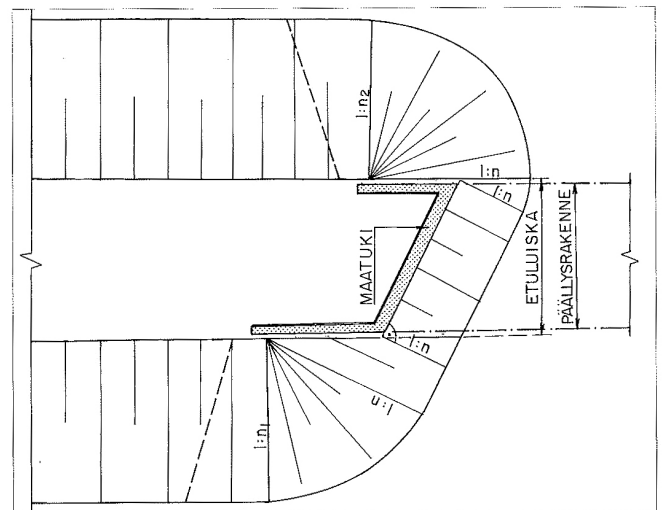
### 3.2.3 Verhoustyyppin valinta

Verhousmateriaalit jaetaan neljään ryhmään:

1. nurmi-, turve- ja pensasverhoukset,
2. omalla painollaan paikallaan pysyvät verhoukappaleet, kuten kivi- ja betonilaatat sekä louhe,
3. kevyet irtokivimateriaalit, kuten kenttäkivi, molskotti ja sepeli,
4. sideominaisuuksiin perustuvat verhoukappaleet, kuten betonikivet.

Verhoustyyppiä valittaessa on otettava huomioon ainakin

- luiskan kaltevuus
- vedenpinta ja sen vaihtelut
- virtaavan veden ja aallokon eroosiovaikutus
- ympäristön laatu
- rakenteen ulkonäkö
- kulkeminen rakenteiden päällä
- ilkvallan todennäköisyys.



Kuva 28. Vinon sillan luiskien kaltevuusjärjestelyt.

## 3.3 Verhouksen suunnittelu

Keilan tai luiskan verhous uusitaan, jos verhouksessa on *Sillantarkastuskäsikirjan /18/* taulukon 24 vaurioluokan 4 mukaisia vaurioita. Jos verhouksen pinta-alasta on vaurioitunut 60–70 %, verhouksen purkamista ja uudelleen rakentamista on harkittava. Muussa tapauksessa verhous voidaan yleensä korjata. Sekä uusimisessa että korjaamisessa on lähdettävä siltapaikkaluokasta. Jos olosuhteet ovat muuttuneet, luokitus on tarkistettava *Siltapaikkojen luokitusohjeen /5/* mukaan.

Verhoukset suunnitellaan ja tehdään siten, että vältetään tietoisesti keilojen ja etuluiskien vaurioihin johtaneita virheitä (katso kohta 1.3). Vaurion syy on aina poistettava, joten korjaustyössä on kiinnitettävä erityistä huomiota seuraaviin seikkoihin:

- Verhouksen juuri on tehtävä siten, että se antaa riittävän tuen verhoukselle.
- Keila-aihio on tehtävä siten, että se täyttää verhouksen kaltevuudelle asetetut vaatimukset.
- Jos verhous on vedenpinnan vaikutusalueella, verhouksarinan on estettävä keila-aihion materiaalia huuhtoutumasta verhouksen läpi.
- Verhouksen pitää olla muodoltaan ohjeiden mukainen sekä ulkonäöltään siltaan ja siltapaikkaan sopiva.
- Saumaukset on tehtävä huolellisesti ja tarkoitustaan vastaavasti.
- Verhoukseen liittyvien kuivatuslaitteiden on toimittava tehokkaasti.

Siltapaikan yleisvaikutelma riippuu siitä, millaisen yhdistelmän maatuki sekä keilat ja luiskat verhouksineen muodostavat. Nämä on aina suunniteltava siltakohtaisesti, koska paikalliset olosuhteet ovat erilaiset. Verhoukset on kuitenkin suunniteltava siten, että ne sopivat alittavan tiejakson muihin siltoihin. Näin ollen suunnitelma ei saa jäädä yleispiirteiseksi, vaan rakenteet on suunniteltava huolellisesti ja esitettävä havainnollisesti piirustuksissa ja työselityksessä. Vaativissa tapauksissa laaditaan siltaympäristösuunnitelma *Liikenneviraston ohjeen /1/* kohdan 5 mukaan.

Keila-aihion materiaali on valittava siten, että sen sisäinen kitkakulma sopii suunnitellulle luiskan kaltevuudelle. On huomattava, että verhouksella ei pystytä vakavoittamaan liian jyrkäksi muotoiltua luiskaa.

Vesistö sillan kiviheitokeverhouksen yläreunaa ei pidä nostaa niin ylös, että verhous hallitsee yleisvaikutelmaa. Jos keskivedenkorkeuden (MW) ja korkeimman arvon (HW) ero on suuri, voidaan eroosiovauriot jätkänpolun yläpuolisella vedenpinnan vaikutusalueella estää saumaamalla tai muuten vahventamalla verhous.

Keilat pyritään verhoamaan nurmella, turpeella tai betonisilla reikäkivillä. Jos keila on jyrkkä, käytetään kivi- tai betonilaattoja. Maisemaltaan tai muuten merkittäväillä siltapaikoilla on kivilaattaver-

hous usein suositeltava, koska se oikein tehtynä on kestävä ja elävöittää siltapaikkaa. Jos keila on verhottu kivellä tai betonilla, on suositeltavaa, että etuluiska verhotaan samalla materiaalilla. Suuria yhtenäisiä betonipintoja on vältettävä. Pintoja voidaan elävöittää käyttämällä betonisia reikäkiviä tai reikälaattoja, sopivaa pesubetonipintaa tai erivärisiä betonikiviä. Verhousmateriaalia valittaessa on kiinnitettävä huomiota siihen, että se sopii väriältään ja muodoltaan sillan ja sen ympäristön värisävyyteen. Tämä koskee myös irtokivimateriaaleja, pesubetonipintoja ja tukimuureja.

Jos keilat verhotaan nurmella tai turpeella, on suositeltavaa, että etuluiskat verhotaan kivi- tai betonilaatoilla taikka betonikivillä. Turveverhous-ta saa käyttää vedenpinnan vaikutusalueella vain poikkeustapauksessa (ks. kohta 3.2). Viherrakenteita voidaan sitoa istutuksilla.

Molskotilla, sepelillä ja kenttäkivillä verhotaan pelkästään etuluiskia. Molskottia ja sepeliä ei saa käyttää siltapaikalla, jossa kiviä saatetaan käyttää



Kuva 29. Portaat siipimuurin vieressä.

ilkeiltään. Puusillan etuluiskissa voidaan käyttää kiviheitokeverhousa.

Jos keiloissa ja luiskissa liikutaan säännöllisesti, on tehtävä kulkutiet (kuvat 25, 26, 27 ja 29).

### 3.4 Työ- ja laatusuunnitelman laatiminen

Urakoitsija laatii ennen verhoustyön aloittamista yhdistetyn työ- ja laatusuunnitelman, jossa esitetään seuraavat asiat alla olevan jaottelun mukaan:

#### 1. Yleiset tiedot

- hankkeen työ- ja laadunvalvontaorganisaatio: henkilöt, pätevyudet, vastuu, toimivalta ja tehtävät
- työmäärien tarkastus
- työssä käytettävä kalusto (kaluston tyyppimerkit, varakalusto jne.)
- laaduntarkastuksissa käytettävät mittarit ja laitteet
- työturvallisuus- ja ympäristönsuojelutoimet
- työhön vaikuttavat paikalliset olot, työnaikainen tie- ja vesiliikenne jne.
- lupien hankinta.

#### 2. Työsuunnitelma

- verhoustyyppi, tarkastus- ja välitasanteet sekä sauma
- verhouksivien ja muiden tarvikkeiden hankinta (CE-merkki)
- kuinka työ tehdään: työmenetelmä, työnteekijät, työkapasiteetit ja aikataulu
- työalueen suojaaminen.

#### 3. Työnaikaiset tarkastukset ja mittaukset

- verhousalustan ja muiden työvaiheiden hyväksyntä
- kelpoisuusmittaukset
- laadunohjaus yllä mainittujen toimien perusteella.

#### 4. Vaatimustenmukaisuuden osoittaminen

- työmaapöytäkirjat
- mittausten tulokset
- poikkeamaraportit
- korjaustoimenpiteet
- uusintatarkastus.

## 4 RAKENTEELLISET OHJEET

### 4.1 Keilojen ja luiskien rakenne ja perustaminen

#### 4.1.1 Geotekniset lähtökohdat

Jos keila on sortunut, liikkunut pahasti tai pinnasta on vaurioitunut 60–70 %, on harkittava keilan tai ainakin verhouksen purkamista ja uudestaan rakentamista. Keilan perustukset on tällöin suunniteltava ja tehtävä uudelleen.

Jos pengeri sillan päässä on painunut, sen syy on selvitettävä.

Vaurioiden geotekniset syyt on selvitettävä ja vauriot on poistettava, joten rakenneratkaisujen on perustuttava riittäviin maaperätutkimuksiin ja geotekniseen suunnitelmaan. Vaurioiden esiintyessä tehdään tarvittavat täydentävät pohjatutkimukset geoteknikon antamien ohjeiden mukaan.

Jos keila- ja luiskarakenteita perustetaan hiekkaa hienommalle pohjamaalle tai jos perustamisessa on muuta vähänkin epäselvää, on perustamista varten hankittava geotekninen suunnitelma.

Jos keila- ja luiskarakenteita tehdään talvella, on huolehdittava, ettei perustuksiin jää jäätä tai jäätyneitä materiaaleja.

#### 4.1.2 Maavarainen perustus

On mahdollista, että maanvaraisesti karkearakaiselle maalle perustetun sillan keilat ja pengeri on voitu perustaa hienorakeisten ja painuvien kerrosten varaan. Erityisesti etuluiskan kohdalla uoman poikkisuunnassa maaperä saattaa vaihdella ja kova pohja olla syvemmällä kuin siltaperustuksen kohdalla. Jos keilat tai luiskat eivät ole painuneet, ei rakenteiden perustuksia tarvitse vahventaa. Jos on tarpeen laajentaa rakenteita (esim. etuluiskan loivennus), laaditaan suunnitelma tarpeellisine maaperätutkimuksineen.

Veteen perustettaessa tehdään keilan tai luiskan perustus yleensä kiviheitokkeesta, jonka yläreunan korkeus määräytyy kohdassa 3.2 selostetulla tavalla. Kiviheitoketta tehtäessä on varottava vahingoittamasta tai kuormittamasta haitallisesti siltarakenteita. Tämä koskee erityisesti paaluista tehtyjä välitukia.

#### 4.1.3 Kalliolle perustaminen

Uudisrakentamisessa ja jos keiloja ja luiskia joudutaan leventämään entisten ulkopuolelle, tehdään keilan tai luiskan kanta seuraavasti:

- Kallion pinnalta poistetaan kaikki routiva tai hieno maa-aines.
- Liukumisen estämiseksi louhitaan sileän kallion pinta epätasaiseksi keilan kannassa noin yhden metrin leveydeltä (kuva 30).
- Kiviverhouksen alimmainen kivikerros voidaan pultata kallioon SILKO-yleisohjeen 1.501 Luonnonkivi verhouksmateriaalina kohdan 6.3 mukaan ja alimmaiset kivet voidaan ankkuroida toisiinsa kivihaoilla. Vaurioita korjattaessa on pulttaus usein tarpeen.

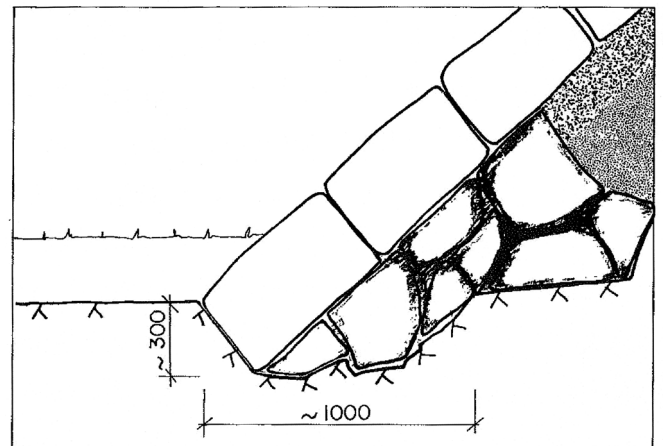
#### 4.1.4 Massanvaihto ja penkereen keventäminen

Jos verhouksen alareuna on sortunut, keila- ja luiskarakenteet voidaan perustaa massanvaihdon varaan, mikäli kantava pohja ei ole kovin syvällä eikä vaaranneta sillan perustuksen vakavuutta. Työtä varten on hankittava geoteknikon laatima massanvaihtosuunnitelma.

Sillan peruskuopan ja taustan täyttöä koskevat ohjeet on esitetty *InfraRYL osan 3 /19/* kohdassa 42013.3.2.

#### 4.1.5 Paalutus

Jos luiskan juuren tukeminen ei ole riittävä ratkaisu eikä massanvaihtoa voida toteuttaa, laaditaan geotekninen vahvennussuunnitelma.



Kuva 30. Kalliolle perustaminen.

## 4.2 Keila-aihion teko

Keila-aihio tehdään tai korjataan samalla tavalla riippumatta verhoustavasta. Näitä ohjeita voidaan lisäksi käyttää soveltaen tie- tai rataluis-kan teossa ja korjaamisessa. Keila-aihio tehdään yleensä valmiiksi jättäen riittävästi tilaa verhoukselle ja verhouksen alle tuleville kerroksille.

Kuten kohdassa 3.2 on esitetty, määrätään ensin keilan pohjan oikea muoto siten, että keilan pinnan kaltevuus vähitellen muuttuu tie- tai rataluis-kan kaltevuudeksi.

Keila-aihion teko liittyy sillan taustan täyttöön, josta on annettu yksityiskohtaiset ohjeet *InfraRYL osan 3 /19/* kohdassa 42013.3.2 (peruskuopan ja taustan täyttö).

Keila-aihion alueelta poistetaan kasvillisuus ja ruokamulta. Perusmaan routivuus otetaan huomioon keilan ja luis-kan kantaa perustettaessa.

### 4.2.1 Pengertäminen

Keilan täytemateriaalin kitkakulma määrää luis-kan jyrkimmän kaltevuuden (ks. taulukko 2). Jyrk-  
käluis-kanainen (1:1) keila on rakennettava kokonai-  
suudessaan louheesta. Loivempiluis-kanainen keila  
voidaan rakentaa myös karkeasta kitkamaasta tai  
moreenista. Routivaa moreenia voidaan käyttää  
suurten keiloiden sisäosissa geoteknisen suunni-  
telman mukaan.

Pengertämisessä on otettava huomioon käytettä-  
vän maa-aineksen tiivistyminen sekä roudan vai-  
kutukset.

Jotta keila säilyttäisi muotonsa, täytemaa on ti-  
ivistettävä. Keilan muoto rajoittaa tiivistyskalustoa.  
Useimmissa tapauksissa tiivistäminen tehdään

tärylevyllä. Sopiva kerrospaksuus on 0,3–0,4 m, jolloin tiivistyskertoja tarvitaan 3–6. Tiivistettävän maa-aineksen on oltava sopivan kosteaa, yleensä kosteusprosentti on 5–9. Maa-aines on tarvittaessa kasteltava levityksen ja tasauksen yhteydessä. Ellei jostain syystä ole mahdollista tiivistää kun-  
nolla, täytteen on annettava painua 2–3 kuukautta ennen verhouksen tekoa.

### 4.2.2 Verhousarinan teko

Verhousarina on keila-aihion pintakerros, joka

- toimii verhouksen tukevana alustana
- toimii kasvialustana
- tiivistää keila-aihion pinnan
- toimii salaojituskerroksena
- estää keila-aihion materiaalin huuhtoutumisen karkean verhouksen läpi.

Nämä verhousarinalla vaadittavat ominaisuudet vaihtelevat verhoustyypeittäin.

Verhousarina tehdään murskesorasta (raekoko 0/11 mm). Verhousarinan paksuus on 0,2–0,3 m.

Verhousarinan alla käytetään suodatinkangasta (käyttöluokka N4), jos louheesta tehdyn keila-aihi-  
on pintaa ei haluta huolellisesti tiivistää kiilaamal-  
la.

Jos verhousarina on kasvialustana, levitetään tasatulle pinnalle klooritonta puutarhalannoitetta (200 g/m<sup>2</sup>).

Erityisen vaativissa tapauksissa, kuten voimak-  
kaan aallokon vaikutuksen alaisissa rakenteissa,  
tehdään verhousarina useista eri materiaaleista  
tehdystä kerroksista *RIL:n julkaisun /22/* kohdan  
4.53 mukaan.

## 4.3 Verhouksen teko

Siltapaikan verhoukset tehdään kolmella tavalla seuraavasti:

1. Pääosin koneellisesti (kiviheitoke-, molskotti- ja sepeliverhous).
2. Osittain käsin ja osittain koneellisesti (nurmetus, järjestetty kiviheitoke ja kivikoriverhous).
3. Pääosin käsin latomalla (betonilaatta-, betoni-  
kivi-, kivilaatta- ja kenttäkiviverhous sekä tur-  
velaatoitus ja turvemuuraus).

Jos pelätään hienojakoisemman täytemateriaalin huuhtoutumista, niin kiviheitokeverhouksen ja ki-  
vikorirakenteiden alla käytetään suodatinkangas-  
ta (käyttöluokka N4).

Verhouksia sidotaan tarvittaessa seuraavasti:

- Nurmiverhouksen multa levitetään muoviken-  
nostoon tai lautakehikkoon.
- Kenttäkivet asennetaan maakostean betoniin.
- Sepeliverhouksen pintaan kiinnitetään muovi-  
tai teräsverkko.

Taulukko 3. Verhousten kerrospaksuuksien vähimmäisarvot.

VERHOUS	HELPOT OLOT	VAIKEAT OLOT <sup>1)</sup>
<b>Louhittu tai murskattu kivi</b>		
Kiviheitoke (vedessä)	1000	1500
Järjestetty kiviheitoke	300	500
Kenttäkivi	300	
Molskotti	300	
Sepeli	300	
<b>Kivi ja betonitarvikkeet</b>		
Kivilaatta	150	400
Kivikoripatja		300
Kivikorimatto	150	
Betonilaatta	60	150
Betonikivi	80	
<b>Viherrakenteet</b>		
Turvemuuraus	150 <sup>2)</sup>	
Turvelaatoitus (siirtonurmikko)	100 <sup>2)</sup>	
Nurmetus	100	

<sup>1)</sup> vaikeat: voimakas aallokko tai veden virtaus ja ilkivalta

<sup>2)</sup> laatan paksuus, lisäksi kasvualusta InfraRYL osa 1 kohdan 23100 mukaan

Verhoustyössä on hihnakuljetin (elevaattori) osoitautunut käyttökelpoiseksi (kuva 31). Siltarakenteiden pintoja on varottava naarmuttamasta ja tarvittaessa pinnat on suojattava.

#### 4.3.1 Verhouksen juuren teko

Kiviheittokkeella verhottavien luiskien juuret pyritään pyöristämään ja niiden eroosiosuojausta jatketaan tarvittaessa uoman osalle. Vaikeissa oloissa käytetään kivikorirakenteita tai eroosiolaattoja.

Keilan juuri on tehtävä erityisen hyvin, koska sillä on ratkaiseva merkitys keilan pysyvyyteen. Perusmaan routivuus on herkästi vaurioituvissa verhoustyypeissä otettava huomioon perustamalla tarpeeksi syväälle tai käyttämällä lämmöneristystä.

Keilan juuri saadaan tukevaksi ns. kylmämuurilla, joka sopii ulkonäöltään kaikkiin verhousmateriaaleihin (kuvat 32 ja 2/1). Varsinkin korjaustöissä saadaan hieman korkeamman (0,5–1 m) kylmämuurin avulla rakennetuksi loivempi luiska. Kylmämuuri tehdään SILKO-yleisohjeen 1.501 kohdan 6.3 mukaan. Kylmämuurin kivet upotetaan noin 0,2 metrin syvyyteen.

Kylmämuurin sijasta voidaan käyttää myös teräs-betonisia kulmatukimuurielementtejä. Kaarevia



Kuva 31. Verhouksmateriaalin siirtoa kansilaatan alle hihnakuljettimella.



Kuva 32. Kylmämuuri keilan ja etuluiskan juurella.

kulmatukimuurielementtejä on käytetty paljon rautatiesiltojen siipimuurien päissä, kun keiloja ei ole muuten saatu ohjeiden mukaisiksi.

Korkeammat tukimuurit tehdään yleensä betonirakenteina ja ne mitoitetaan luiskasta aiheutuvan maanpaineen mukaisesti. Lujitemaatumuurit suunnitellaan oppaan *Geolujitetut maarakenteet /23/* kohdan 8 mukaan.

Keilan juuri voidaan vahventaa myös seuraavasti:

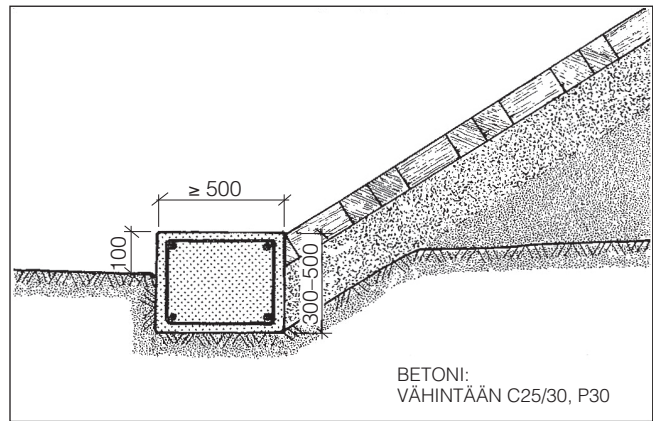
- Keilan juureen valetaan teräsbetonipalkki (kuva 33).
- Vaikka perusmaa olisi riittävän kantava tai sitä on vahvennettu, on keilan ja luiskan kanta perustettava liukumisen estämiseksi noin puolen metrin syvyyteen (kuva 34). Kaivanto täytetään erikokoisilla kivillä (koko 150–300 mm). Kivet kiilataan tarvittaessa pienemmillä kivillä paikoilleen. Veden kerääntyminen kaivantoon on estettävä.
- Varsinkin matalaan veteen perustettaessa voidaan juuren vakavuus varmistaa myös kivioreilla (kuva 35). Tyypillinen korin koko on 2x1x0,5 m<sup>3</sup>. Kivikorien täyttömateriaalina käytetään oppaan *Geolujitetut maarakenteet /23/* kohdan 10.4 mukaisia kiviä.
- Jos verhoukset alkavat kiviheitokkeen yläosaan tehdyn jätkänpolun tasosta, niin alimmat verhoukappaleet upotetaan ja tuetaan huolellisesti kiviheitokkeeseen (kuva 36).

#### 4.3.2 Verhouksen asennus

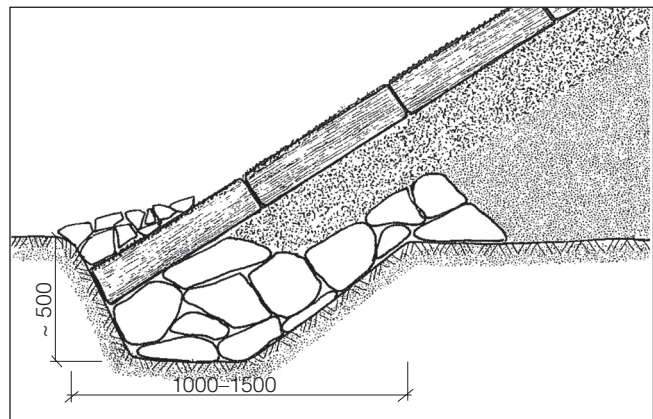
Verhousta ei saa tehdä talvella ilman sääsuojaa, lukuun ottamatta kiviheitokeverhousta. Nurmi- ja turveverhoukset sekä istutukset on tehtävä niille sopivina kesäkuukausina.

Ellei verhouksarinaa tai verhottavaa pintaa pystytä tekemään oikeaan muotoon konetyönä, muoto varmistetaan lautakehikoilla ja asennuslangan avulla. Jos verhoukappaleet ovat säännöllisiä, on rivin vaakasuoruus varmistettava poikittaisen asennuslangan avulla. Verhoustyössä pyritään ennakoimaan muodonmuutoksia siten, että rakenteet tehdään muodoltaan hieman pulleiksi tai niissä käytetään muita ennakkokorotuksia. Kiinteät saumat tehdään vasta muodonmuutosten tapahduttua.

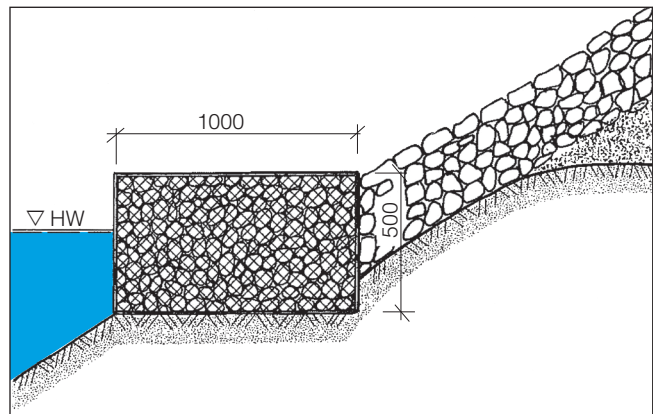
Vedenpinnan yläpuolella käytetään sillan ulkopuolisissa loivissa luiskissa yleensä nurmiverhousta. Luiskien pyöritykset tehdään sekä alaosaan että yläosaan siten, että rakenteet liittyvät joustavasti ympäröivään maastoon.



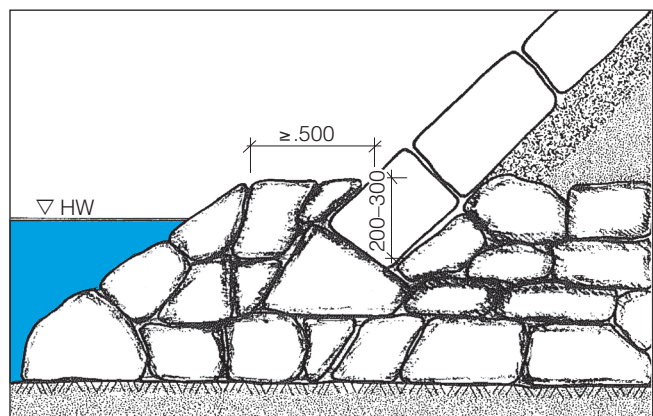
Kuva 33. Teräsbetonipalkki keilan juuressa.



Kuva 34. Kaivanto keilan juuressa.



Kuva 35. Kivikori keilan juuressa.



Kuva 36. Kiviheitoke keilan juuressa.

Betonilaatat ja betonikivet limitetään yleisten limityssääntöjen mukaan kuhunkin siltapaikkaan sopivalla tavalla (kuvat 2/2, 2/3 ja 2/4).

Etuluiska verhotaan kokonaisuudessaan, eli verhouksen reunat tulevat vähintään 0,2 m sillan reunan ulkopuolelle siipimuurin päähän asti (kuva 23). Reunat on aina vahvennettava verhoustyyppille sopivalla tavalla. Jos reunapalkin yli valuu runsaasti vettä, tehdään reunaan verhoustyyppiin sopiva kouru.

Saumat tehdään huolellisesti verhoustyyppin ohjeiden mukaisesti (kuvat 1 ja 37). Verhouskappaleiden väleissä käytetään tarvittaessa asennuskiiloja. Vedenpinnan vaikutusalueella olevat saumat saumataan laastilla. Laastisaumausta ei saa ulottaa ulkonäkösyistä tarpeettoman ylös. Ylimääräinen laasti on poistettava verhousta likaamatta.

Verhoustyön yhteydessä on myös tarkistettava, että sillan huoltoa ja tarkastusta varten tarvittavat



Kuva 37. Huolellisesti tehty etuluiskan kivilaattaverhous.

pysyvät kulkutiet on järjestetty. Tällaisia kulkutietä ovat jätänpolku, tarkastustasanne ja portaat (kuvat 24–27, 29, 33, 35 ja 36).

#### 4.4 Eroosion estäminen uomassa

Lähes kaikki siltapaikan maarakenteet tarvitsevat jonkinlaisen eroosiosuojauksen.

Siltapaikan rakenteisiin aiheuttavat eroosiota

- uomassa virtaava vesi, aallokko ja jää
- sillan kannelta tai tieltä valuva vesi
- silta- ja pengerrakenteiden sisällä virtaava vesi
- sillan kuivatuslaitteista valuva vesi.

Kolmea jälkimmäistä tarkasteltaessa on otettava huomioon sillan ja siltapaikan kuivatuslaitteet, joita on käsitelty kuivatusta koskevassa *SILKO-yleisohjeessa* /6/.

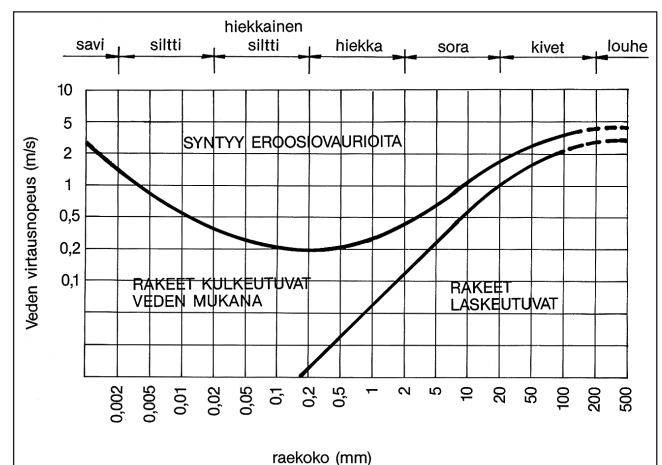
Jää aiheuttaa eroosiota jäänlähdön, jääpatojen ja ahtojäiden muodossa. Eroosio riippuu täysin paikallisista oloista. Vaurioita syntyy, jos luiskia ei ole verhottu tai kiviheitokkeen kivet eivät ole riittävän painavia estämään jään työntöä.

Tasainen virtaus aiheuttaa eroosiovaaran, kun virtaavan veden leikkausvoima ylittää maahiukkasia paikallaan pitävät voimat. Eri maalajien eroosioherkkyys riippuu niiden raekoon ja veden virtausnopeuden suhteesta (kuva 38).

Mitoitusperusteena voidaan käyttää keskiyliveden aikaista virtausnopeutta. Suositeltavaa on määrittää virtausnopeus esimerkiksi siivikkomittauksella. Pyörrevirtaus lisää eroosiovaikutusta.

Vaikka virtausnopeus on yleensä suurimmillaan keskellä uomaa ja lähellä pintaa, niin virtaus syövyttää voimakkaimmin uoman pohjaa. Toisaalta painovoima ei estä maarakeiden liikkeelle lähtöä luiskassa yhtä tehokkaasti kuin uoman pohjalla, joten uoman pohja ja luiskat ovat tavallisilla luiskakaltevuuksilla käytännössä lähes yhtä herkkiä eroosiolle.

Jos luonnonuoman maalaji sisältää karkeita aineksia, kulkeutuu hienempi maa-aines pois ja jäljelle jää eroosiota kestävä karkeampi kiviaines eli



Kuva 38. Eroosioherkkyys suhteessa veden virtausnopeuteen ja raekokoon.

syntyy eroosiosuojaus. Tasapainotila järkkyy, jos luonnon muovaamia rakenteita poistetaan tai vesiliikenteen vaikutus oleellisesti muuttuu, joten rakenteet on suojattava eroosiolta. Hiekka-, siltti- ja savialueilla ei luonnollista virtauseroosiota kestävää tasapainotilaa synny lainkaan.

Aallokon, alusten potkurivirtojen ja epätasaisen virtauksen vaikutus selvitetään tapauskohtaisesti sopivaksi katsotulla menetelmällä julkaisun *Vesirakenteiden suunnittelu /22/* kohdan 4.53 mukaan.

Veden virtaus ja aallokko vaurioittavat keiloja ja luiskia, jos

- rakenteiden vedenalaiset osat syöpyvät
- verhouksen saumat aukeavat ja keila-aihon materiaali huuhtoutuu pois.

Seurauksena on pahimmassa tapauksessa sillan alusrakenteiden kallistuminen ja varsin yleisesti keila- ja luiskarakenteiden sortuminen.

Vedenalaisten rakenteiden kuntoa on seurattava tehokkaasti, jotta vauriot voidaan todeta riittävän ajoissa. Erityisesti on kuntoa seurattava silloin, kun uomaa perataan. Joissakin tapauksissa on ilman valvontaa toteutettu perkaus ulotettu jopa sillan perustamistason alapuolelle.

Jos veden virtausnopeus on alle 2 m/s tai aallokon korkeus noin yksi metri, käyvät eroosiosuojaukseksi seuraavat neljä rakennetta:

1. kiviheitokeverhous,
2. kivikoripatjaverhous,
3. eroosiolaattaverhous tai
4. kerrosverhous.

Jos virtaus on tasainen ja virtausnopeus alhainen (alle 1 m/s), riittää eroosiosuojaukseksi 250 mm:n kerros soraa tai mursketta (raekoko 50–150 mm). Jos pohjamaa on hiekkaa hienompaa, tarvitaan eroosiosuojauksen alle 150 mm:n kerros suodatinhiekkaa.

Jos jää- tai työpadot supistavat uomaa, niin virtauksen suhteen on otettava huomioon, että tasainen virtaus muuttuu epätasaiseksi ja virtausnopeus saattaa moninkertaistua.

Aallokossa taas ovat tuulen pyyhkäisyypituudet sisävesistöissä yleensä niin pieniä, että mitoitusaallokoon määrää vesiliikenne. Laivaväylillä on otettava huomioon aluksista aiheutuva potkurivirtaus eli virtaussuihku julkaisun */22/* kohdan 4.52 mukaan.

Eroosiosuojauksesta laaditaan erillinen suunnitelma laskelmineen seuraavissa tapauksissa:

- Siltapaikka on aavan ulapan tai laivaväylän varrella.
- Vaadittava kiviheitoke on yli yhden metrin paksuinen.
- Käytetään eroosiolaatta- tai kerrosverhousta taikka kivikoreja.
- Siltapaikka on eroosioalttiilla joen rannalla.

Useasta kerroksesta tehty verhous on kallis ja hankala tehdä sekä vielä hankalampi korjata. Valintaa varten on aina verrattava kustannuksia. Materiaalin hankintakustannukset on selvitettävä tarkoin, koska niillä on puolestaan ratkaiseva vaikutus kunkin verhoustyyppin kustannuksiin. Suodatinkerros korvataan usein suodatinkankaalla.

## 4.5 Portaat

Portaat tehdään siltapaikoilla yleensä painekyllästetystä puusta (kuva 39), mutta luonnonkivi ja betoni erimuotoisina tarvikkeina (kuvat 27 ja 2/7) ja teräs (kuva 40) tulevat myös kysymykseen. Kaiteet tehdään painekyllästetystä puusta, kuumasinkitystä tai ruostumattomasta teräksestä tai alumiinista. Portaista on yleensä tehtävä suunnitelma.

Naulojen on oltava kuumasinkittyjä.

Luonnonkivi- tai betoniportaot tai niiden yhdistelmät tehdään *SKTY:n julkaisun /20/* kohtia 3.5 ja 4.8 soveltaen.



Kuva 39. Puuporras siltapaikalla.

Siltapaikan portaan askelman nousu saa olla enintään 180 mm ja etenemän pitää olla vähintään 270 mm.



Kuva 40. Teräsporras sillan päässä.

---

#### 4.6 Viimeistelyn taso

---

Siltapaikka on aina viimeisteltävä siltapaikkaluokkaa vastaavaan tasoon, joten sillan korjaustyön yhteydessä pitää siltapaikka kunnostaa niiltäkin osin, joita ei ole korjattu.

Siltapaikan viimeistelyn taso määräytyy ympäristön luonteen, sillan merkittävyyden ja tien hoitoluokan mukaan. Viimeistelytaso ilmenee muun muassa käytettävistä verhousmenetelmistä, jotka voivat vaihdella kiviheittokkeesta kivilaatoitukseen tai sepelistä betonikiviin jne. Samoin siltapaikan

ympäristö voidaan säilyttää mahdollisimman luonnonmukaisena tai rakentaa puistomaiseksi kanavaympäristöjen tapaan.

Kaikissa tapauksissa on työn laadulla ja huolellisuudella ratkaiseva merkitys kestävän, toimivan ja kauniin lopputuloksen syntymisessä.

Uomassa ei saa olla vesistön käyttöä haittaavia rakenteita tai maa-aineksista muodostuneita särkkiä.

---

#### 4.7 Siltapaikan kunnossapito

---

Kunnossapitäjien on poistettava keiloista ja luisista keväisin ylimääräiset maa-ainekset ja siltapaikalle kuulumattomat esineet ja materiaali *Siltojen hoito-ohjeen /4/* mukaisesti. Varsinkin taidokkaat ja arvokkaat kiviverhoukset ja muut siltapaikan rakenteet on pidettävä puhtaina.

Viat on korjattava mahdollisimman pian, jotta vältetään suurilta ja kalliilta korjauksilta. Kunnossapidon yhteydessä tehtäviä toimia ovat

- purkautuneiden saumausten uusiminen
- pudonneiden verhouskivien asentaminen paikoilleen
- eroosiosuojauksen vahventaminen
- veden virtausta estävien paltteiden poistaminen
- rakenteiden läpi tapahtuvan virtauksen estäminen.

## 5 TYÖTURVALLISUUS

---

Työmaan työturvallisuustoimet perustuvat *asetukseen rakennustyön turvallisuudesta /25/*.

Liikenneturvallisuutta on käsitelty *SILKO-ohjeen 1.111 /14/* kohdassa 3.1. Jos yleisen liikenteen käytössä olevaa tietä joudutaan käyttämään varastoalueena tai koneilla joudutaan työskentelemään tieltä käsin, työmaasta on oltava hyväksyty, kirjallinen liikenteenohjaussuunnitelma, joka laaditaan *Liikenneviraston ohjeen /21/* kohdan 2.2 ja liitteiden mukaan.

Tiellä sillankorjaustyötä tekevien on käytävä Tieturva 1 -kurssi. Liikennejärjestelyistä ja työturvallisuudesta vastaavien ja työtä valvovien ja liikenteenohjaussuunnitelmia hyväksyvien henkilöiden on lisäksi pätevoidyttävä Tieturva 2 -kurssilla.

Rautatiealueella työskenneltäessä on oltava ratatyöturvallisuuspätevyys *TURO:n /13a/* kohdan 3.6.1 mukaan.

## 6 KIRJALLISUUSVIITTEET

Kirjallisuusviitteet on esitetty tekstissä kursiivilla. Ohjetta käytettäessä on selvitettävä, onko viitteeseen mahdollisesti tullut muutoksia.

### 6.1 Standardit

#### *SFS-EN 1338*

*Betoniset päällystekivet. Vaatimukset ja testausmenetelmät. 19 s. + 12 liitettä.*

#### *SFS-EN 1339*

*Betoniset päällystelaatat. Vaatimukset ja testausmenetelmät. 59 s.*

#### *SFS-EN 10025-2, 2004*

*Kuumavalssatut rakenneteräkset. Osa 2: Seostamattomat rakenneteräkset. Tekniset toimitusehdot. 66 s.*

#### *SFS-EN 10223-8, 2014*

*Teräslanka- ja lankatuotteet aitaustarkoituksiin. Osa 8: Hitsatut kivikorituotteet. 25 s.*

#### *SFS 200, 1986*

*Yleiset rakenneteräkset. Laatuvaatimukset.*

### 6.2 Muut ohjeet

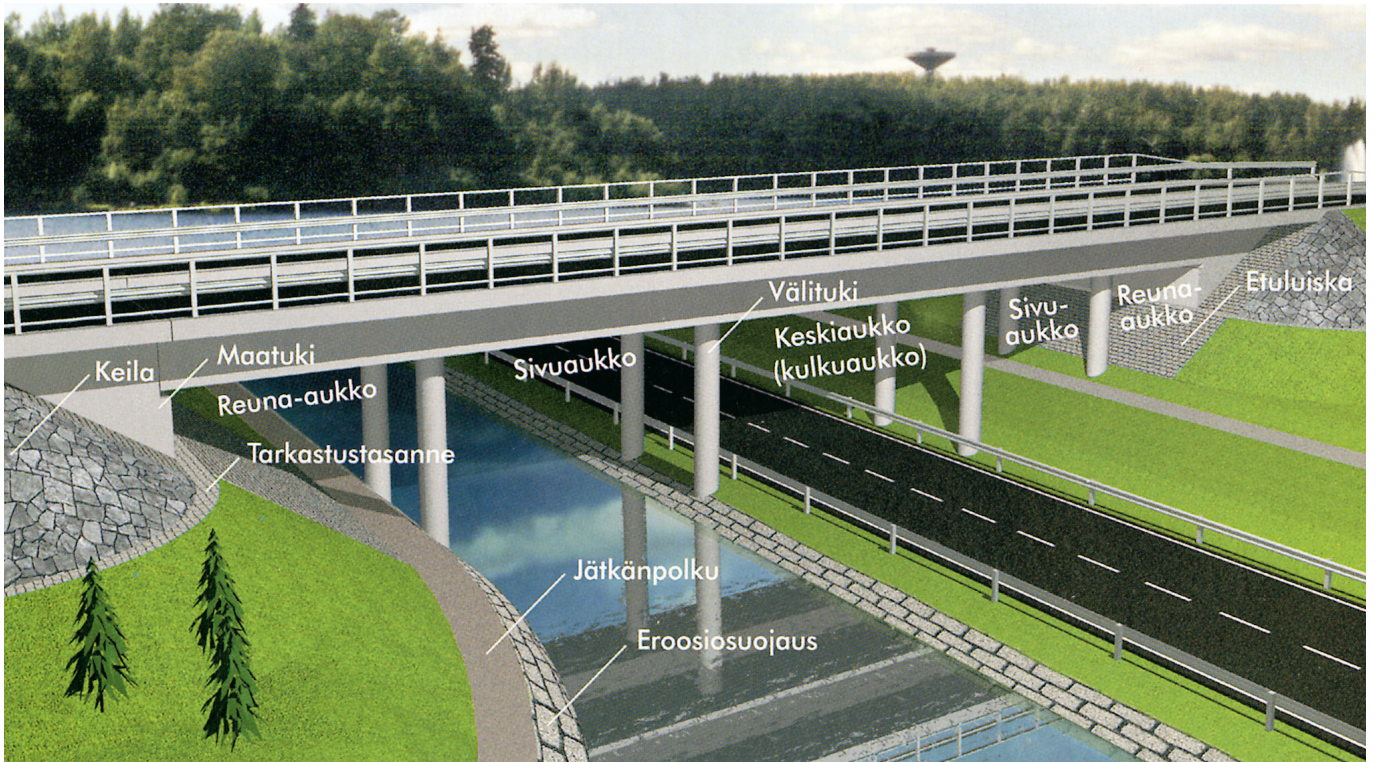
- |  |  |
|--|--|
| /1/ <i>Sillat ja ympäristö, Liikenneviraston oppaita 3/2013. 137 s. + 1 liite. ISBN 978-952-255-257-0.</i>   | /9/ <i>Liikenneviraston viranomaistoiminta vesiväyläasioissa. Liikenneviraston ohjeita 11/2013. 41 s. + 7 liitettä. ISBN 978-952-255-241-9.</i>                |
| /2/ <i>Viherrakentaminen ja -hoito tieympäristössä. Liikenneviraston ohjeita 18/2014. 106 s. ja 3 liitettä. ISBN 978-952-255-458-1.</i>  | /10/ <i>Vesiliikennelain soveltamisohje. Liikenneviraston ohjeita 5/2012. 26 s. + 12 liitettä. ISBN 978-952-255-113-9.</i>                                     |
| /3/ <i>Yleisohjeet. Ympäristönsuojelu. Helsinki: Liikennevirasto 2011. 17 s.+ 1 liite. (SILKO 1.112) TIEL 2230095-SILKO 1.112.</i>   | /11/ <i>Vesiväyliin liittyviä käsitteitä. Liikenneviraston kirje Dnro 4956/1021/2011, 31.10.2011.</i>  |
| /4/ <i>Siltojen hoito. Liikenneviraston ohjeita 29/2014. 35 s. + 2 liitettä. ISBN 978-952-255-497-0.</i>   | /12/ <i>Väylien kulkusyvyyskäytännön periaatteet ja soveltaminen. Liikenneviraston kirje Dnro 4955/1021/2011, 31.10.2011.</i>                                  |
| /5/ <i>Siltapaikkojen luokitusohje. Liikenneviraston ohjeita 9/2013. 47 s. ISBN 978-952-255-255-6.</i>   | /13a/ <i>Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO). Liikenneviraston ohjeita 6/2015. 67 s. + 8 liitettä. ISBN 978-952-317-086-2.</i>                                |
| /6/ <i>Sillan ja siltapaikan kuivatus. Tiehallinto, siltayksikkö. 28 s. TIEL 2230095-SILKO 1.601.</i>  | /13b/ <i>Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 8. Rautatiesillat. Liikenneviraston ohjeita 43/2013. 23 s. + 4 liitettä. ISBN 978-952-255-385-0.</i>                   |
| /7/ <i>Kunnan ja valtion kustannusvastuun periaatteet maantien pidossa. Helsinki: Suomen Kuntaliitto 2010. 15 s. ISBN 978-952-213-665-7.</i>                                       | /14/ <i>Yleisohjeet. Työturvallisuus. Helsinki: Liikennevirasto 2012. 39 s.+ 6 liitettä. (SILKO 1.111) TIEH 2230095-SILKO 1.111.</i>                           |
| /8/ <i>Suositus kunnan ja ratahallintokeskuksen yhteistyön periaatteista ja kustannusvastuusta. Helsinki: Suomen Kuntaliitto 2008. 21 s. + 2 liitettä. ISBN 978-952-213-320-5.</i> | /15/ <i>Eläinten kulkujärjestelyt tiealueen poikki. Helsinki 2003: Tiehallinnon selvityksiä 36/2003. 97 s. + 8 liitettä. TIEH 3200824. ISBN 951-803-102-9.</i> |

- /16/ *Betonituotteet ympäristörakentamisessa. Porvoo: Rakennusteollisuus RT ja Betontieto Oy 2006. 80 s. ISBN 952-5075-77-X.*
- /17/ *Rakennustuotteiden CE-merkintä. Liikenneviraston kirje Dnro 3038/090/2013, 13.6.2013.*
- /18/ *Sillantarkastuskäsikirja. Suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjaus. Liikenneviraston ohjeita 26/2013. 94 s. ja 8 liitettä. ISBN 978-952-255-318-8.*
- /19/ *InfraRYL Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset Osa 3: Sillat ja rakennustekniset osat, Rakennustieto Oy, RT 14-10920. Lisäksi edellistä täydentävät tai päivitettävät ohjeet: [www.rts.fi/infraryl-InfraRYL](http://www.rts.fi/infraryl-InfraRYL) ylläpito.*
- /20/ *Betoni- ja luonnonkivituotteet päällysterakenteena. Forssa: Suomen kuntatekniikan yhdistys ry, julkaisu 14, 1997. 132 s. ISBN 978-952-507-502-8.*
- /21/ *Liikenne tietyömaalla - Kunnossapitotyöt. Liikennejärjestelyt ja työturvallisuus tien kunnossapitotyössä. Liikenneviraston ohjeita 3/2011. 23 s. ja 31 liitettä. ISBN 978-952-255-740-7.*
- /22/ *Vesirakenteiden suunnittelu. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. RIL 123. K.J. Gummerus Oy Jyväskylä 1979. s. 221—235.*
- /23/ *Geolujitetut maarakenteet, Tiegeotekniikan käsikirja. Liikenneviraston oppaita 2/2012. 159 s. ja 10 liitettä. ISBN 978-952-255-104-7.*
- /24/ *Taitorakenteiden tarkastusohje. Liikenneviraston ohjeita 17/2013. 125 s. ja 8 liitettä. ISBN 978-952-255-274-7.*
- /25/ *Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (VNa 205/2009)*

## TERMIT JA MÄÄRITELMÄT

LIITE 1 (1/3)

## Siltapaikan rakenteet ja niiden tarkoitus



Kuva 1. Siltapaikan käsitteet.

**tieluiska**

tiepenkereen kalteva sivupinta

Luiskan kaltevuuden pitää olla sellainen, että penkereen sivusuuntainen vakavuus on riittävä ja tiepenger liittyy joustavasti ympäröivään pinnanmuodostukseen.

**keila**

rakenne, joka yhdistää joustavasti tieluiskan sekä estää pengermateriaalia valumasta maatuen sivuilta niin, että ajorata ei pääse syöpymään sillan ja penkereen rajakohtassa

Oikein verhottu vesistö sillan keilan alaosa estää eroosiosortuman.

**etuluiska**

siltapenkereen kalteva etupinta, joka suojaa sillan rakenteita muun muassa veden syövyttävältä vaikutukselta sekä estää pengermateriaalia valumasta sillan takaa tai perustusten alta

Etuluiskan rakenteet muodostavat tarvittaessa routasuojauksen.

**luiska**

etuluiska tai tieluiska

**jätkänpolku**

eri verhouklajien rajakohtaa vesistö sillassa vahventava taso, jota voidaan käyttää sillan alitukseen (kulkutie)

**tarkastustasanne**

etuluiskan yläosaan sillan rakenteiden tarkastusta ja huoltotoimenpiteitä varten tarvittaessa tehtävä kulkutie

**välitasanne**

korkeaan keilaan tai luiskaan tehtävä kulkutie

Välitasanteen tekemistä on harkittava, jos keilan tai luiskan korkeus ylittää seitsemän metriä.

**porras**

askelmista ja mahdollisesti tasanteista muodostuva nousutie

**nousutie**

kulkutie, joka on pääasiassa tarkoitettu eri korkeusosien väliseen kävelyliikenteeseen

## Verhoustyyppit

### kiviheitokeverhous

aallokkoa tai virtausta vastaan louhoskivistä pääasiallisesti koneellisesti tehty keilan ja luiskan alaosan verhous

### järjestetty kiviheitokeverhous (kivilatomus)

verhous, jonka pintaosa tehdään pääasiassa käsin latomalla kivistä, joiden koko (200–400 mm) on pienempi kuin kiviheitokeverhouksessa

### kivilaattaverhous

lohkokuista, isohkoista kivistä latomalla ja saumaamalla tehty keilan ja etuluiskan verhous

### betonilaattaverhous

valetuista betonikappaleista tehty keila- tai luiskaverhous, joka pysyy paikallaan omalla painollaan

### betonikiviverhous

valetuista betonikappaleista tehty keila- tai luiskaverhous, joka pysyy paikallaan kivien välisten sideominaisuuksien perusteella

### nurmiverhous

kylvetyn nurmen muodostama verhous, jota käytetään vedenpinnan yläpuolisissa tieluiskissa ja loivissa keiloissa

### turveverhous

luonnonturvelevyistä tai siirtonurmikosta ladottu keilan ja tieluiskan verhous

Jos turvelevyt ladotaan rinnakkain, sanotaan verhousta turvelaatoitukseksi. Jos ladonta tehdään porrasmaisesti päällekkäin, sanotaan verhousta turvemuuraukseksi.

### molskottiverhous

murskatusta kiviaineksesta (raekoko 100–200 mm) koneellisesti tehty etuluiskan verhous

### sepeliverhous

murskatusta kiviaineksesta (raekoko 50–100 mm) tehty etuluiskan verhous

### kenttäkiviverhous

luonnonkiviaineksesta (raekoko 150–250 mm) latomalla tehty etuluiskan tai keilan verhous

### pensasverhous

keilan tai tieluiskan peittävä yhtenäinen kasvusto, joka istutetaan yleensä matalista pensaista

## Muut käsitteet

### erosiosuojaus

pintaverhouksesta ja tarvittavista suodatinkerroksista tai suodatinkankaasta muodostuva rakenne, joka estää virtaavan veden tai aallokon aiheuttaman maan syöpmisen tai huuhtoutumisen

### haraussyvyys

tietystä vertailutasosta ilmoitettu vesisyvyys, johon saakka väylän alueella on joka kohdassa varmistettu olevan vapaata vettä

### keila-aiho

keilan runko, jonka materiaali määräytyy luiskan kaltevuuden mukaan

### verhousarina

keila-aihion pintakerros, jolta vaadittavat ominaisuudet määräytyvät päälle tulevan verhouksen mukaan

### suodatinkangas; ei kuitukangas

vettä läpäisevä geotekstiili, joka on valmistettu yhdistäen kuituja tai lankoja kutomalla

Aikaisemmin käytetty termi oli kuitukangas.

### kivikori

pinnoitetusta teräsverkosta tai muoviverkosta valmistettu suorakaiteen muotoinen kori tai patja

Patja voi olla myös pussin muotoinen. Jos kivikoripatjan paksuus on korkeintaan 150 mm, nimitetään rakennetta kivikorimatoksi. Kivikoreista tehdään erosiosuojauksia ja tukimuureja täyttämällä ne kivillä.

### kylmämuuri

lohkokuista tai hakatuista suorakulmaisen särmiön muotoisista kivistä tai betonikappaleista päällekkäin ladottu, tarvittaessa haoilla tai pulteilla sidottu, keilan tai luiskan tukimuuri

**lujitemaatukiseinä**

pengermateriaali ja sen kanssa kitkan avulla toimivat, jännityksiä siirtävät muovi- tai teräslujitteet, jotka ankkuroivat betonielementeistä tehdyn tukiseinän

**routasuojaus**

maakerroksista tai lämmöneristeistä taikka molemmista muodostuva rakenne, jonka lämmöneristyskyky estää roudan tunkeutumisen routi-vaan perusmaahan haitallisesti

**vedenpinnan vaikutusalue**

aallokon aiheuttaman kastelun ylärajan ja jääkerroksen alapinnan välinen alue

## KUVAGALLERIA 1: KIVIRAKENTEITA LOHKOTUISTA JA MURSKATUISTA KIVISTÄ LIITE 2 (1/3)



Kuva 1/1. Hyvin tehty kivikeila on kestävä (Ratinan silta, Tampere).



Kuva 1/2. Vanhoista kivistä tehty kylmämuuri.



Kuva 1/3. Kenttäkivipintainen keilan ja tukimuurin verhouk.



Kuva 1/4. Tiivissaumainen verkkooverhouk.

## KUVAGALLERIA 1: KIVIRAKENTEITA LOHKOTUISTA JA MURSKATUISTA KIVISTÄ LIITE 2 (2/3)



Kuva 1/5. Palkkiverhous keilan alaosassa.



Kuva 1/6. Kennoverhous karhunsammalsaumoin.



Kuva 1/7. Massiivinen kiviheitoverhous.

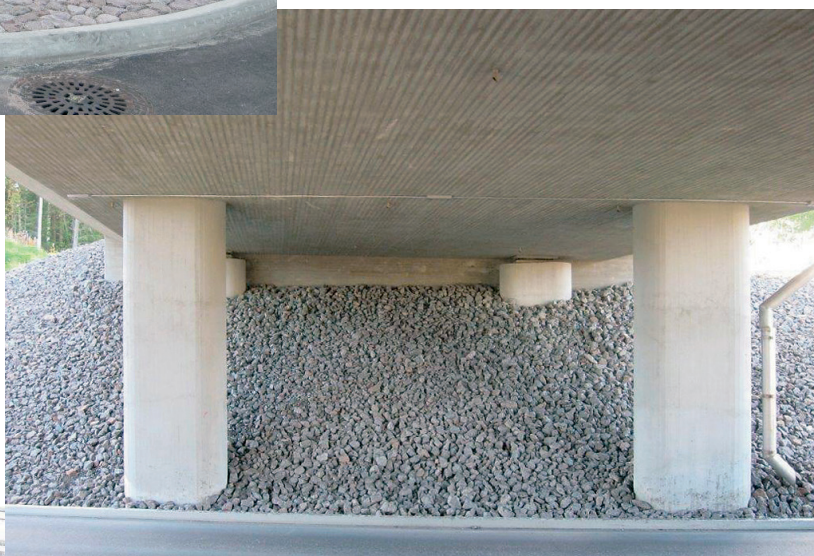


Kuva 1/8. Järjestetty kiviheitokeverhous.

## KUVAGALLERIA 1: KIVIRAKENTEITA LOHKOTUISTA JA MURSKATUISTA KIVISTÄ LIITE 2 (3/3)



Kuva 1/9. Molskottiverhous keilassa.



Kuva 1/10. Sepeliverhous etuluiskassa.



Kuva 1/11. Kenttäkiviverhous etuluiskassa.



Kuva 1/12. Vanha kivikoritukimuuri.

## KUVAGALLERIA 2: BETONIVERHOUSIA JA -RAKENTEITA

LIITE 3 (1/2)



Kuva 2/1. Betonikiviverhous etuluiskassa.



Kuva 2/2. Ladontakuvio 1, riviladonta.



Kuva 2/3. Ladontakuvio 2, pärekori-/  
parkettiladonta.



Kuva 2/4. Ladontakuvio 3, kalanruotoladonta

## KUVAGALLERIA 2: BETONIVERHOUKSIA JA -RAKENTEITA

LIITE 3 (2/2)



Kuva 2/5. Betonilaattaverhous ja tarkastustasanne.



Kuva 2/6. Pesubetonilaattaverhous.



Kuva 2/7. Betoniporaat.



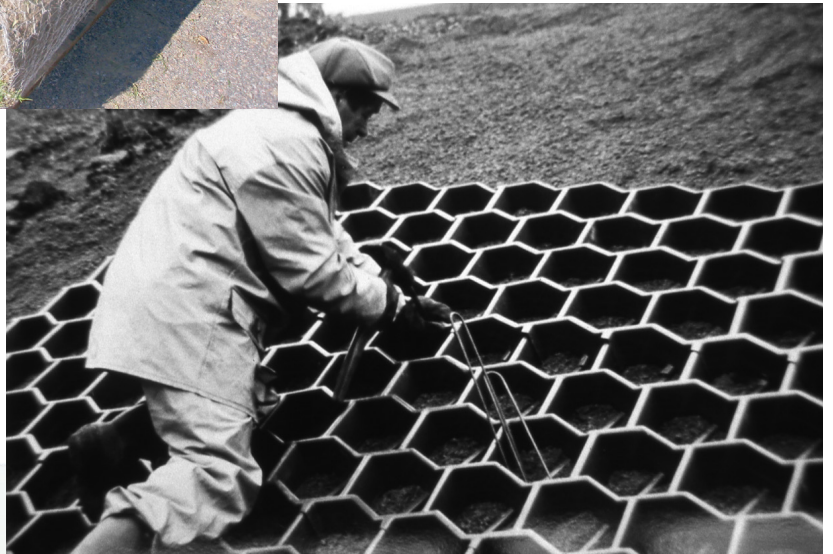
Kuva 2/8. Lujitemaatukimuuri.

## KUVAGALLERIA 3: VIHERRAKENTEITA

LIITE 4 (1/2)



Kuva 3/1. Siirtonurmikkorullia.



Kuva 3/2. Nurmiverhouksen muovikennojen asennusta.



Kuva 3/3. Nurmiverhouksen lautakehikko.



Kuva 3/4. Turvelevyjä.

## KUVAGALLERIA 3: VIHERRAKENTEITA

## LIITE 4 (2/2)



*Kuva 3/5. Pensasverhous.*



*Kuva 3/6. Metsitetty siltapenger.*



*Kuva 3/7. Puusto on säilytetty siltapaikalla.*



*Kuva 3/8. Vihersilta päätieltä katsottuna.*

