

Siltojen tukitelineet - 2007

Siltojen tukitelineet - 2007

Suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjaus

Verkkajulkaisu pdf (www.tiehallinto.fi/sillat)

ISBN 978-952-221-025-8
TIEH 2000023-v-08

Helsinki 2007

TIEHALLINTO
Keskushallinto
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelin 0204 22 11

VASTAANOTTAJA

Tiepiirit
Konsultit
SÄÄDÖSPERUSTA

KORVAA
Siltojen tukitelineet (TIEL 2170009)

KOHDISTUVUUS

Tiehallinto

VOIMASSA
11.2.2008 - toistaiseksi

ASIASANAT

sillansuunnittelu, sillanrakennus

Siltojen tukitelineet – 2007 TIEH 2000023-v-08

Ohje on tarkoitettu siltojen tukitelineiden suunnittelua, rakentamista ja tarkastusta varten uudis- ja korjaushankkeissa. Julkaisu täydentää Suomen rakennusinsinöörien Liitto ry:n julkaisun "RIL 147 Tukitelineet ja muotit" suosituksia.

Julkaisun tarkoitus on korostaa sillansuunnittelijoille oikeiden käytännönläheisten telineratkaisujen merkitystä ja vaikutusta varsinaiseen sillansuunnitteluun. Samalla kiinnitetään huomio telinesuunnitelman sisällön merkitykseen, koska sillä voidaan vaikuttaa sillan lopulliseen laatuun.

Tämä ohje julkaistaan vain verkkoversiona.

Yksikön päällikkö
Tekniset palvelut



Matti Piispanen

Kehittämispäällikkö
Siltatekniikka, suunnittelu



Olli Niskanen

LISÄTIETOJA

Kyösti Juvonen
Tiehallinto, Asiantuntijapalvelut
Puh. 020 422 2391

Alkusanat

Julkaisu "Siltojen tukitelineet" on tarkoitettu siltojen tukitelineiden suunnitteluun, rakentamiseen ja tarkastusta varten uudis- ja korjaushankkeissa. Rakentajan tulee edelleenkin esittää oman telinesuunnitelmansa rakennuttajan hyväksyttäväksi. Ylikulku- ja ylikäytäväsillojen kulkuaukkojen mitat ja rakenteet hyväksytetään Ratahallintokeskuksen osoittamalla tarkastajalla.

Julkaisu täydentää siltojen tukitelineiden osalta Suomen rakennusinsinöörin Liitto ry:n julkaisun RIL 147 Tukitelineet ja muotit suosituksia, jonka kappalenumeroita on tässä ohjeessa käytetty. **Vain ne kohdat on esitetty, joita halutaan täydentää**; kappalenumeroita on siis paikoitellen epäjatkuva. Tarvittaessa on numerointia myös lisätty.

Julkaisun laatineeseen hankeryhmään ovat kuuluneet:

DI Kyösti Juvonen, Tiehallinto, puheenjohtaja
Ins. Matti Janhunen, Tieliikelaitos
Ins. Pekka Koivula, Tieliikelaitos
Ins. Tapio Käkönen, TAK-Plan Ky
DI Leo Seppänen, A-Insinöörit Oy, sihteeri

Helsingissä helmikuussa 2008

Tiehallinto
Asiantuntijapalvelut

SISÄLTÖ

1	YLEISTÄ	9
1.1	Julkaisun tarkoitus ja soveltaminen	9
1.2	Määritelmiä	9
1.3	Julkaisun liittyminen muihin julkaisuihin	10
1.4	Telinekustannukset	11
1.5	Suunnittelu- ja työvirheiden vaikutukset	11
1.6	Työsuojelumääräykset telinesuunnitelmissa	15
1.7	Tyypillisiä telinerakenteita	15
1.7.1	Yleistä	15
1.7.2	Telineiden rakentaminen ja purkaminen	16
1.8	Työnjako ja vastuu	20
	Suunnittelijan vastuu	21
	Rakentajan vastuu	21
	Rakennuttajan vastuu	21
	Tarkastus- ja valvontahenkilöiden vastuu	21
	Vastuu muutoksista	21
2	SUUNNITTELUPERUSTEET	22
2.1	Yleistä	22
2.2	Suunnittelijan pätevyys	22
2.3	Käytettävät materiaalit	22
2.3.1	Puu	23
2.3.2	Metalli (teräs ja alumiini)	24
2.3.3	Muut materiaalit ja muotit	24
2.4	Kuormat	24
2.4.1	Yleistä	24
2.4.7	Tukien kaltevuusvirheestä johtuvat lisäkuormat	24
2.4.8	Valupaineet ja nostevoima	25
2.4.9	Tuulikuorma	25
2.4.9.3	Tuulikuorman likimääräinen laskentaohje	25
	Tuulikuorma sillan kannen muotteihin	26
	Tuulikuorma sillan tukitelineisiin	26
	Tuulikuorma telinekannattimiin	26
	Tuulikuorma peitettyyn telineistöön	28
2.4.11	Maanpaine	28
2.4.14	Jääkuormat	28
2.4.16	Junan aiheuttamat aerodynaamiset kuormat	29
3	TUKITELINESUUNNITELMA	32
3.1	Suunnitelman sisältö	32
3.1.0	Yleissuunnitelma	32
3.1.0.1	Rakennesuunnitelma	33
3.1.1	Laskelmat	33
3.2	Telinesuunnitelmien tarkastus, hyväksyminen ja laadunvalvonta	34
4	TELINOIDEN PERUSTAMINEN	35
4.1	Pohjatutkimukset ja perustamistapaselvitys	35
4.2	Perustaminen maapohjalle tai täyhteelle	35
	- Pohjapaineen laskeminen taipuisan aluspuun kohdalla	38
	- Perustaminen louhetäytteen varaan	40
	- Perustaminen luiskien varaan	41

4.3	Perustaminen kalliolle	44
4.4	Perustaminen paaluille	45
5	TUKIRAKENTEET	51
5.1	Puiset tukirakenteet	51
5.1.1	Yleistä	51
5.1.3.2	Tuen jatkaminen	51
5.1.3.3	Pysty- ja vinotuen asentaminen ja mitoitus	51
5.1.6	Telineen jäykistäminen	52
	Puutelineet	52
5.2	Metalliset tukirakenteet	55
5.2.1	Tukitornit	55
5.2.2	Tukipylväät	55
5.2.4	Kannattimet	56
	Alumiiniset kannattimet	56
5.2.4.1	Kannattimien käyttö	57
	Kannattimien sijoitus	57
	Kannattimien taipuma	58
5.2.4.4	Kannattimien tuet	59
	Tuenta sillan laakeritason päältä	59
	Tuenta peruslaattaan tai maatukeen	60
	Kannattimien tuenta teräsulokkeen päältä	61
5.3	Erikoisrakenteiset tukitelineet ja laitteet	65
5.4	Kulkuaukkojen suunnittelu ja rakentaminen	68
5.4.1	Tieliikenteen kulkuaukot ja liikenteen työnaikainen ohjaus	68
5.4.2	Ylikulkusillan kulkuaukot	70
5.4.3	Vesiliikenteen kulkuaukot	74
	Aukkomitoituksen käsitteistö ja periaatteet	75
	Sillan kulkuaukon määräytyminen	77
6	MUOTIT	78
6.1	Yleistä	78
6.3.1	Muottilukot	78
6.3.2	Muottisiteet	79
6.5	Muottipinta	80
	Laudoitetut pinnat	80
	Muottikankaat	80
7	TELINTEIDEN TARKASTUKSET JA VALVONTA	82
7.1	Tarkastukset	82
7.1.1	Esivalmisteisten tukitelinekalustöjen ennakkotarkastus	82
7.1.2	Tarkastukset työmaalla	82
7.2	Valvonta	83
8	TUKITELINETYÖN TYÖTURVALLISUUS	83
9	KIRJALLISUUSLUETTELO	84
	MUUTA KIRJALLISUUTTA	85
10	LIITTEET	87

1 YLEISTÄ

1.1 Julkaisun tarkoitus ja soveltaminen

Tämä julkaisu täydentää Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry:n julkaisun RIL 147 Tukitelineet ja muotit /1/ suosituksia siltojen tukitelineiden suunnittelun, rakentamisen ja tarkastamisen osalta.

Julkaisun tarkoituksena on korostaa teline- ja sillansuunnittelijoille oikeiden ja käytännönläheisten telineratkaisujen merkitystä ja vaikutusta varsinaiseen sillansuunnitteluun. Samalla kiinnitetään rakentajien huomio telinesuunnitelman sisällön merkitykseen, koska sillä voidaan vaikuttaa sillan lopulliseen laatuun. Telinesuunnitelman laatijalla on yhteistyössä rakentajan ja rakennuttajan kanssa mahdollisuus vaikuttaa koko sillan lopputulokseen, korjaustoista aiheutuviin kustannuksiin ja mahdollisiin arvonalennuksiin.

Tässä julkaisussa on esitetty myös hyväksyttäviä likimääräisiä laskentamenetelmiä suunnittelussa käytettäväksi. Suunnittelija voi esittää näiltä osin myös tarkempia menetelmiä.

1.2 Määritelmiä

Sillan tukiteline on väliaikainen rakenne, jonka tehtävänä on rakenteilla olevan sillan päällysrakenteen työnaikainen tukeminen.

Sillansuunnittelija toimittaa telinesuunnittelijalle hänen telinesuunnitelmaa varten tarvitsemansa lähtötiedot.

Telinesuunnittelija laatii yleissuunnitelman tai sillan rakennesuunnitelmien pohjalta lopullisen telinesuunnitelman eli telineiden rakennesuunnitelman.

Sillan tukitelineen osat ja niiden tehtävät:

- **Telineen perustukset** jakavat kuormat maapohjalle, kalliolle tai paa-
luin syvemmällä olevalle kantavalle maakerrokselle tai kalliolle.
 - maanvarainen
 - kallionvarainen
 - paalutettu
 - tuettu valmiiseen rakenteeseen
- **Tuet** siirtävät kuormat perustuksille.
 - puutolpat
 - tukitornit
 - kalustopylvästuet
 - teräsputkituet
 - muototerästuet
 - konsolituki

- **Vino- ja vaakasiteet** siirtävät vaakakuormat perustuksille ja estävät pystytukien nurjahtamisen.
 - vaakasiteet
 - vinositeet eli reevat
- **Niskat ja kannattimet** siirtävät pystykuormat pystytuille.
 - puupalkit
 - teräspalkit
 - alumiinipalkit
 - esivalmisteiset ristikkokannattimet
- **Koolaus** siirtää kuormat niskoille.
 - puupalkit
 - alumiinipalkit
- **Muotti** vaikuttaa pintojen laatuun.
 - muottilauta
 - muottivaneri
 - profiilipelti
 - muottikankaat
- **Sillan tukitelinesuunnitelmaan** kuuluvat.
 - laskelmat
 - piirustukset
 - työselitys (tarvittaessa)

1.3 Julkaisun liittyminen muihin julkaisuihin

Julkaisua täydentävät mm. seuraavat tukitelineiden suunnittelua ja rakentamista sekä valvontaa käsittelevät julkaisut ja niiden tukitelineitä koskevat kohdat:

- Tukitelineet ja muotit RIL 147 –2006 /1/
- Pohjarakennusohjeet sillansuunnittelussa TIEL 2172068-99 /2/
- Sillanrakennuksen yleiset laatuvaatimukset (www.tiehallinto.fi/sillat):
 - Maa- ja pohjarakenteet - SYL 2, TIEH 2200033-05 /3/
 - Betonirakenteet - SYL 3, TIEH 2200034-05 /4/
- Sillanrakennuksen työsuunnittelutiedot:
 - osa 3, TVH 732964 /5/
 - osa 4, TVH 732969 /6/

1.4 Telinekustannukset

Siltojen kannen muotti- ja telinekustannukset saattavat olla 15 – 30 % sillan kokonaiskustannuksista.

Telinekustannuksia nostavia tekijöitä ovat esim.

- heikko maapohjan kantavuus, jolloin telineet on perustettava paaluille
- vesistösiltojen paalutetut telineet
- korkeat telineet
- tuettavan rakenteen kaarevuus, kaltevuus sekä viisteet.

Telinekustannuksia alentavia tekijöitä ovat esim.

- mahdollisuus tukea telineet valmiisiin rakenteisiin
- penkereen varaan ilman pystytukia rakennettava telineistö
- siltojen poikkileikkausten vakiointi kokonaishankkeissa, jolloin voidaan käyttää telineen osia useamman kerran.

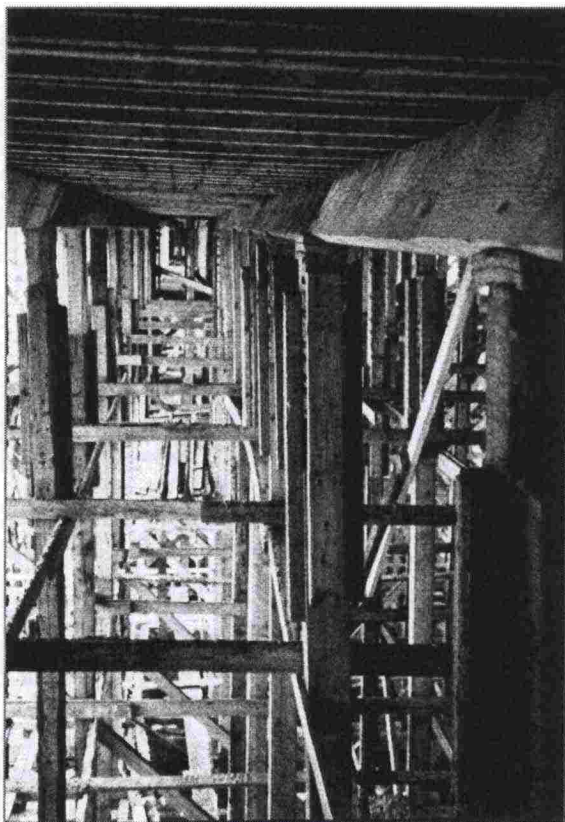
Telinekustannuksia voidaan arvioida ja vertailla myös sillanrakennuksen työsuunnittelukorteissa eli TS-korteissa 5511 ja 5522 – 5528 /5/ esitettyjen telinetyyppien ja kalustokohtaisten menekkitietojen pohjalta.

1.5 Suunnittelu- ja työvirheiden vaikutukset

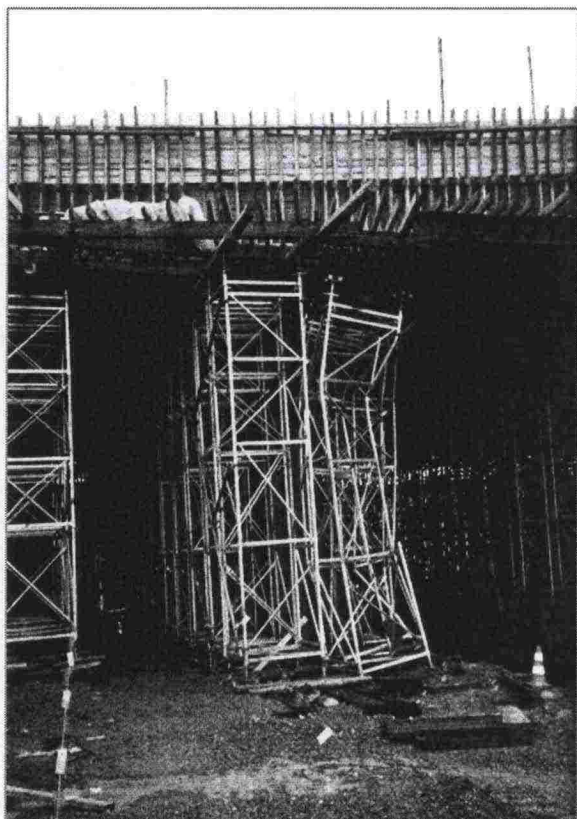
Suunnittelu- ja työvirheet telineissä huonontavat sillan lopullista ulkonäköä, alentavat laatua ja ehkä myös kantavuutta ja pitkäaikaiskestävyyttä. Korjaustyöt ovat aina kalliita.

Tyypillisimpiä telivaurioihin johtaneita syitä ovat olleet mm.

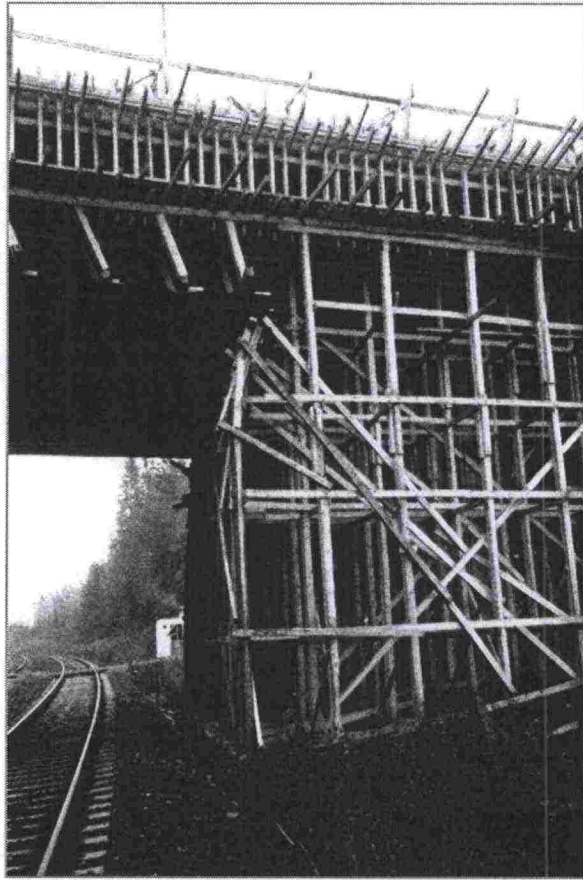
- roudan sulaminen telineperustusten alla liian aikaisin
- luiskan sortuminen perustusten alla
- kaivantojen luiskien sortumat
- louhetäytön varisemisesta aiheutuvat painumat
- talvisen täytön yhteydessä esiintyvä maapohjan jäätyminen
- puutteellisesti tehdyt täyttötöyt etenkin talvella
- poikkeaminen alkuperäisestä telinesuunnitelmasta
- puutteelliset vinositeet, varsinkin kulkuaukkojen reunoilla
- tolppien nurjahdus, johtuen puutteellisista vaakasiteistä
- tolppien jatkokset samalla tasolla
- leimapaineiden ylitykset niskan ja tolpan välillä
- korkeiden ja kapeiden niskojen sekä kannattimien puutteellinen poikittainen tuenta kannen ollessa kalteva
- liitosten epäkeskisyydet
- törmäykset telineisiin - puutteelliset ennakkovaroitukset
- kevättulvat.



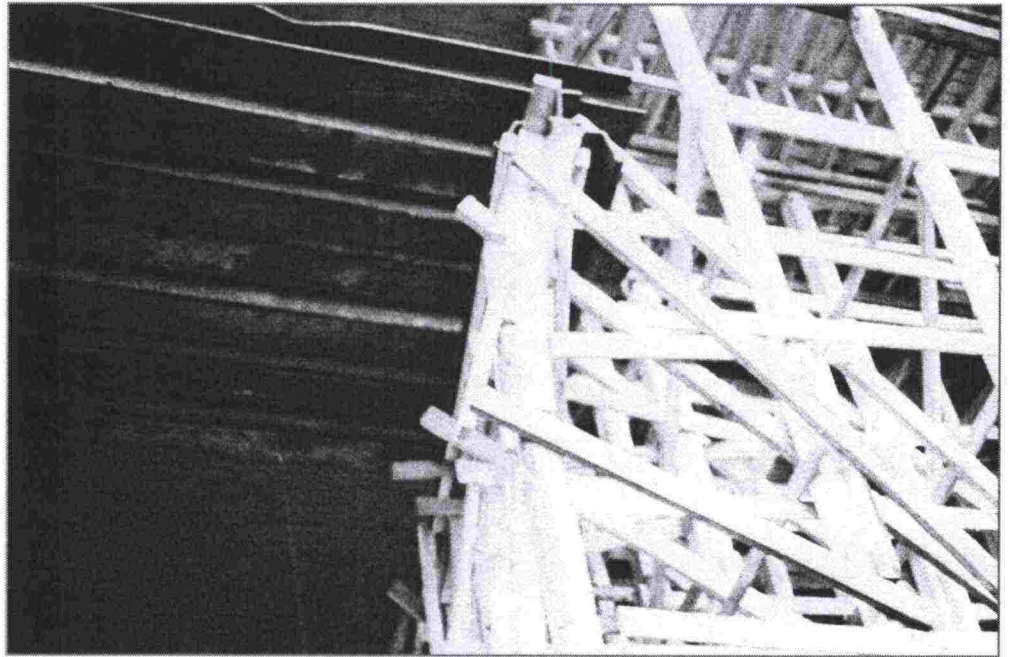
Kuva 1: Niskojen kiepahdus



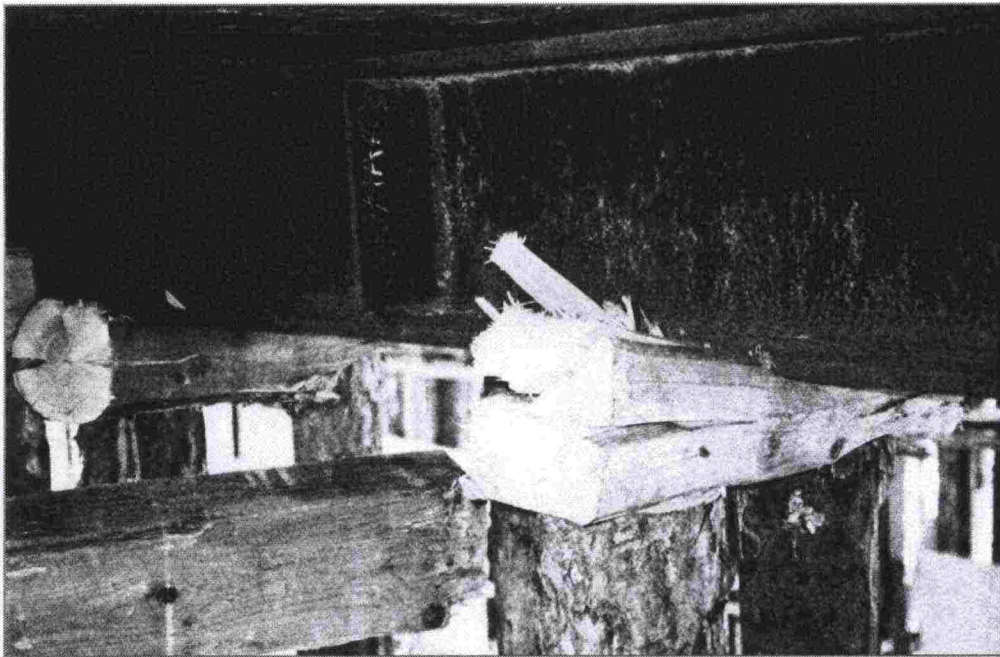
Kuva 2: Törmäys telineisiin



Kuva 3: Riittämätön vinotuenta ja puutteelliset tolppien jatkokset



Kuva 4: Tolpan jatkos kulkuaukon reunalla



Kuva 5: Leimapaine ylittyy teräspalkin alla



Kuva 6: Puruvaiheen muotin irrotus



Kuva 7: Kevättulva kuormittaa Kortejoen sillan telineitä

1.6 Työsuojelumääräykset telinesuunnitelmissa

Lainsäädäntö edellyttää vaarojen ja haittojen selvittämistä rakennustyön eri yhteyksissä. Työturvallisuuslaki (738/2002; www.finlex.fi) edellyttää, että työpaikan vaarat selvitetään ja poistetaan välittömästi, kun se on mahdollista. Rakennustyötä koskee myös valtioneuvoston päätös rakennustyön turvallisuudesta (työturvallisuussäädös 629/1994; muutos 426/2004, 702/2006; www.finlex.fi).

Tarkemmin telinerakentamisen työturvallisuusasioista on esitetty ohjeessa Telineet ja muotit RIL 147–2006, kohdassa 8. /1/

Telineiden rakentamisessa ja purkamisessa erityisesti huomioon otettavia ja toisaalta helpottavia käytännön työsuojelunäkökohtia on esitetty TS-korteissa nrot 5512 – 5516. /5/

1.7 Tyypillisiä telinerakenteita

1.7.1 Yleistä

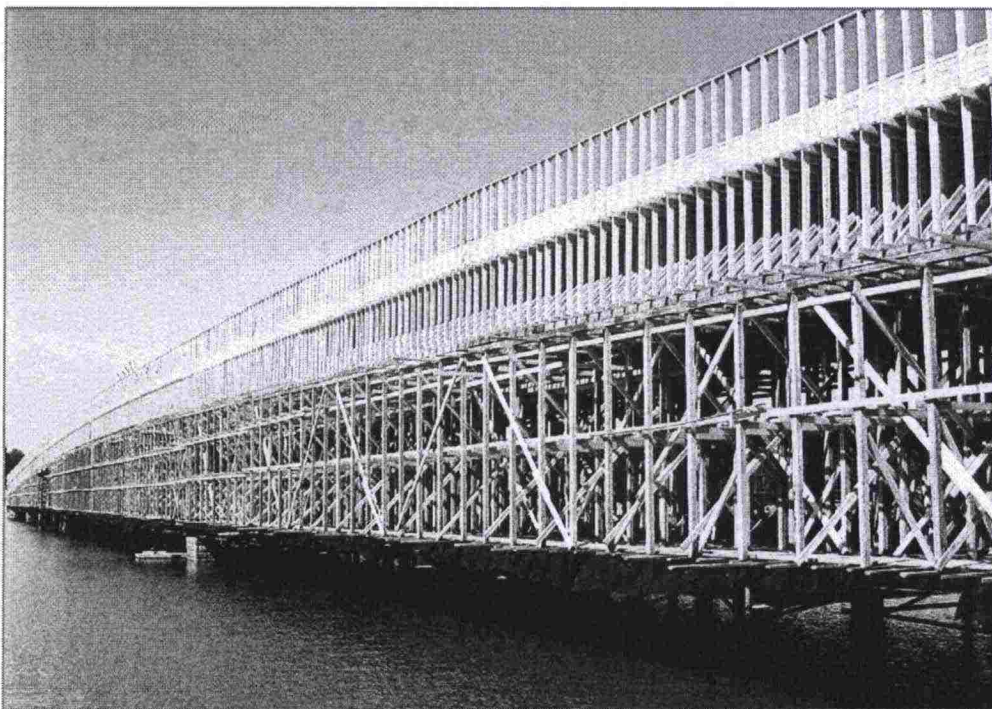
Puun käyttö tukitelineratkaisuissa on meillä hyvin yleistä. Puun saatavuus, työstettävyys ja hyvä ammattityövoima ovat selviä etuja. Kun telinepuutavaaraa voidaan yleensä käyttää 2-3 kertaa, on puu Suomessa ainakin toistaiseksi ollut myös kustannuksiltaan kilpailukykyinen.

Omia kalustotelineitä on Suomessa sillanrakennustöissä käytössä vain suurimmilla urakoitsijoilla. Kalustotelineiden nykyisin vähäinen, mutta lisääntyvä käyttö saattaa johtua ainakin seuraavista seikoista:

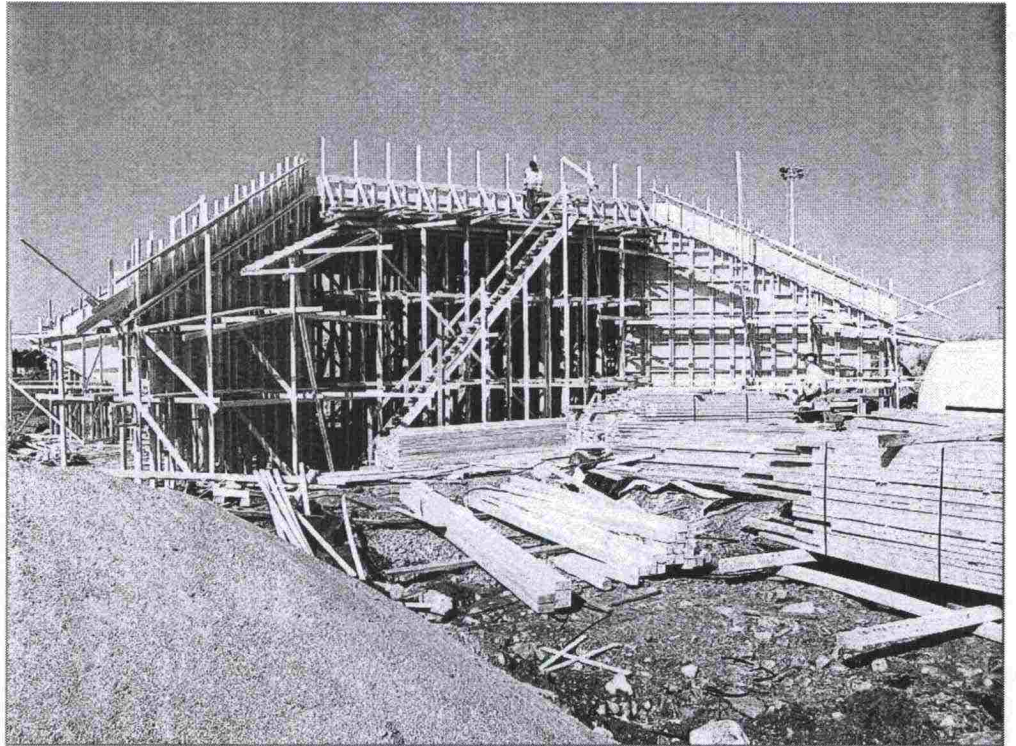
- suhteellisen korkeat hankintahinnat ja vuokrat johtuen pitkistä tarvittavista vuokra-ajoista
- eri urakkakohteiden välisistä etäisyyksistä aiheutuvat kuljetus- ja siirtokustannukset
- purkamisvauriot kalustolle
- teräksen käsittelyhankaluudet talviolosuhteissa
- kaluston alhainen käyttöaste.

1.7.2 Telineiden rakentaminen ja purkaminen

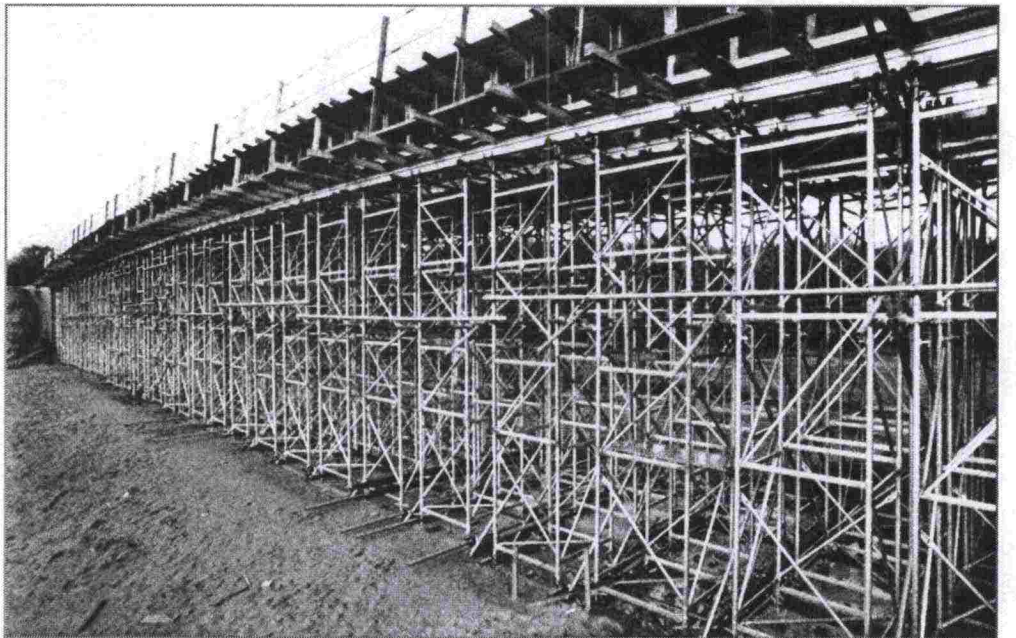
Telineiden rakentaminen ja purkaminen on esitetty TS-korteissa 5512 – 5521. /5/



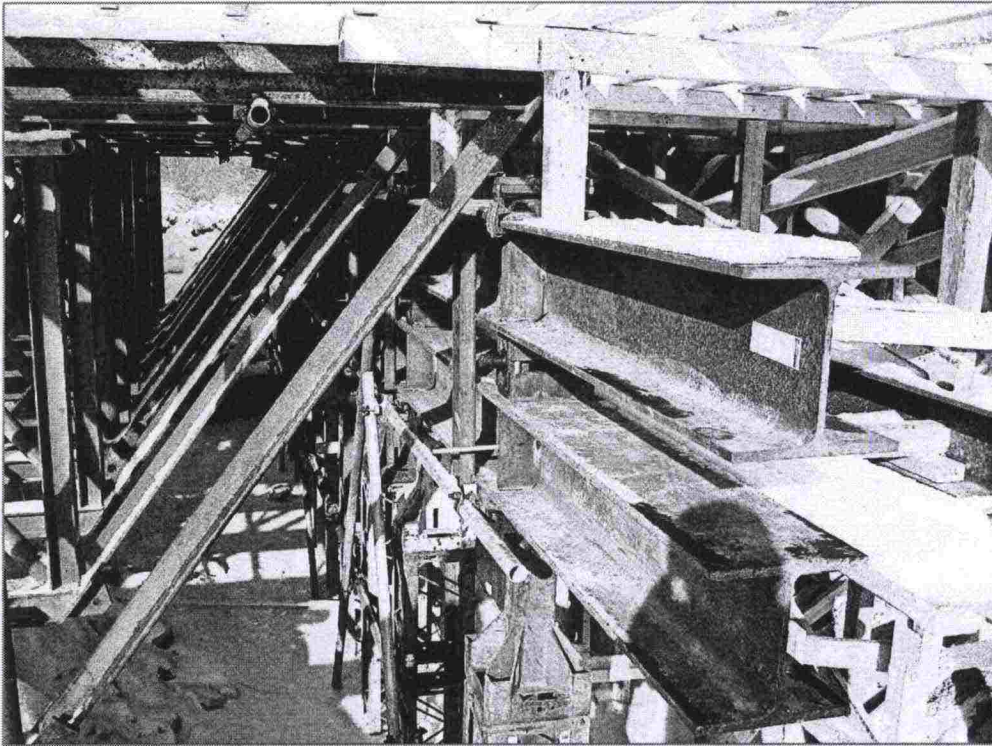
Kuva 8: Pinoperän sillan telineet



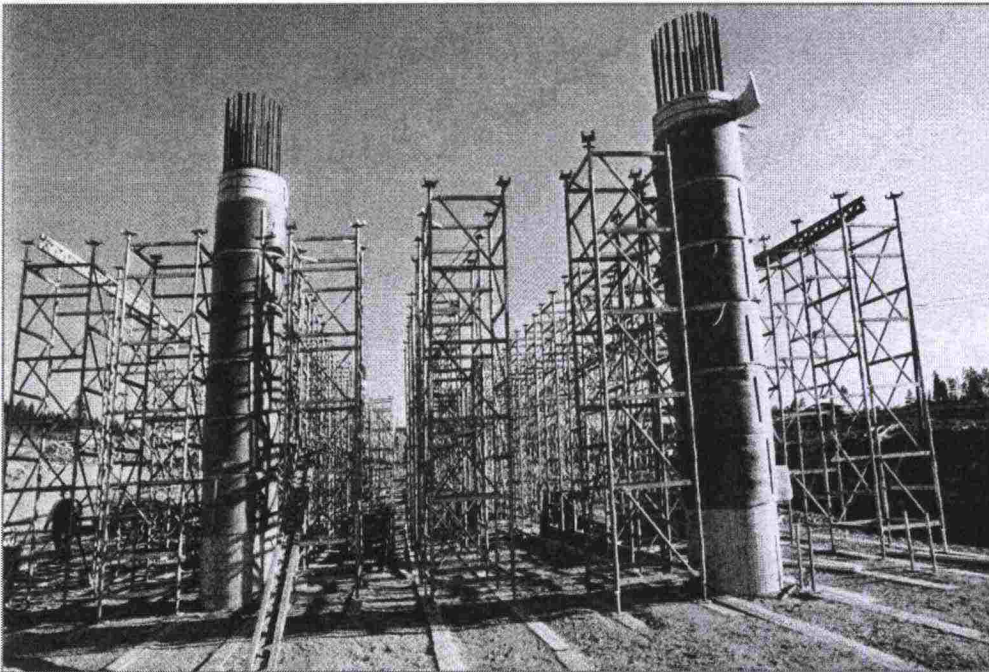
Kuva 9: Kalasataman alikulkusillan telineet



Kuva 10: Kalustotelineiden käyttöä



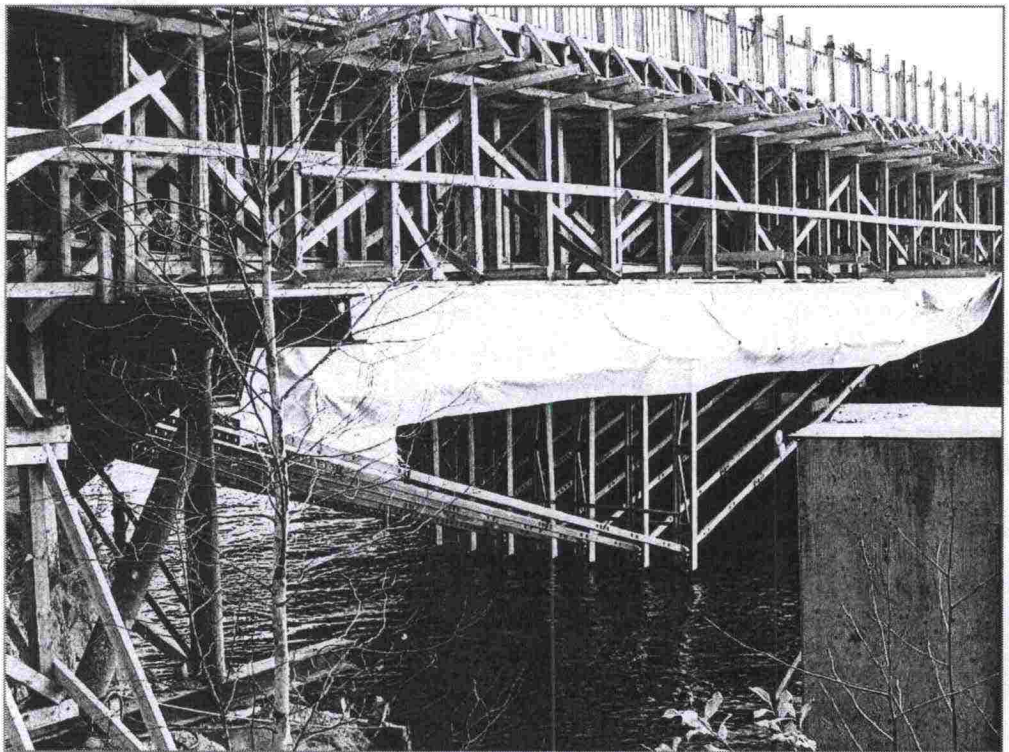
Kuva 11: Hunnebeck H33 kannattimien tuenta



Kuva 12: Kalustotelineitä ja pilarimuotteja



Kuva 13: Kulkuaukkoja kalustotelineissä



Kuva 14: Peiner V800 kannattimet ja puuteline Vammaskosken sillan korjauksessa



Kuva 15: Niskojen kiilaus pilaria vasten Marjamäen sillassa

1.8 Työnjako ja vastuu

Yleistä

Telinesuunnittelija laatii sillan telinesuunnitelman rakennuttajan, rakentajan tai sillansuunnittelijan antamien lähtötietojen ja suunnitteluohjeiden mukaisesti voimassa olevia lakeja ja määräyksiä noudattaen.

Poikkeavia työtapoja edellyttävissä siltaratkaisuisissa laatii sillansuunnittelija sillansuunnittelun yhteydessä myös tukitelineiden yleissuunnitelman, jonka telinesuunnittelija täydentää lopulliseksi telinesuunnitelmaksi. Telinesuunnittelija voi laatia kohteeseen myös oman, vaihtoehtoisen telinesuunnitelman. Tällöin telinesuunnittelija sekä sillansuunnittelija yhdessä tarkistavat telineiden vaikutukset lopullisiin rakenteisiin.

Eri osapuolet vastaavat omalta osaltaan siitä, että telineet soveltuvat kohteeseen teknisesti, taloudellisesti ja työturvallisuusnäkökohdat huomioon ottaen mahdollisimman hyvin. Kukin osapuoli vastaa omista suunnitelmistaan ja antamistaan lähtötiedoista.

Tarkemmin siltoja koskevista telinesuunnitelmista, toteutuksesta ja tarkastuksista on esitetty ohjeen SYL 3 kohdassa 3.4.2 /4/ sekä työturvallisuuden osalta ohjeessa RIL 147 /1/.

Suunnittelijan vastuu

Sillansuunnittelija vastaa siltaan liittyvistä ja telinesuunnitteluun vaikuttavista lähtötiedoistaan. Näissä suunnitelmissa on otettava huomioon mm. tukitelineiden ja muottien vaikutus lopulliseen siltarakenteeseen (kuormitus, taipumat, varaukset) etenkin pitkäjänteisiä kannattimia käytettäessä. Sillansuunnittelija vastaa myös laatimassaan telineen yleissuunnitelmassa esittämistään ratkaisuista. Samoin sillansuunnittelija vastaa yhdessä geoteknisen suunnittelijan kanssa telineiden perustamistavasta.

Telinesuunnittelija vastaa laatimastaan telinesuunnitelmasta ja siihen tekemistään muutoksista. Telinesuunnittelija ilmoittaa mahdollisista lähtötietovirheistä ja puutteista rakentajalle/rakennuttajalle.

Rakentajan vastuu

Rakentaja hyväksyttää telinesuunnittelijansa laatimat telinesuunnitelmat rakennuttajalla hyvissä ajoin (yleensä kaksi viikkoa) ennen telinetöiden aloittamista. Urakoitsija edustajan on tarkastettava ja hyväksyttävä suunnitelmat ennen niiden toimittamista tilaajan edustajalle.

Rakentaja on velvollinen tarkistamaan telinesuunnitelman lähtötiedot ja ilmoittamaan mahdollisista lähtötietovirheistä ja puutteista rakennuttajalle.

Telinesuunnittelijan ja/tai rakentajan betonityönjohtajan tulee tarkastaa telineiden toteutuksen suunnitelmanmukaisuus hyvissä ajoin ennen valua.

Rakennuttajan vastuu

Rakennuttajan vastaa telinesuunnittelua varten antamistaan suunnittelulähtötiedoista. Näitä ovat yleensä maanpinta- ja pohjatutkimustiedot, tiedot telineiden kulkuaukoista ja vedenpinnan vaihtelurajoista sekä rakennuttajan turvallisuusasiakirja.

Tarkastus- ja valvontahenkilöiden vastuu

Rakennuttajan tai hänen valtuuttamansa henkilön suorittama suunnitelman tai telineen rakentamiseen liittyvä tarkastus ja valvonta eivät vapauta rakentajaa vastuistaan. Tarkastus- ja valvontatehtävissä havaitut epäkohdat on ilmoitettava rakentajalle korjaustoimia varten.

Vastuu muutoksista

Rakennuttajan hyväksymiin telinesuunnitelmiin saa tehdä muutoksia vain hyväksyttämällä ne uudestaan. Työmaalla tehdyt muutokset ja niiden vaikutukset tulee hyvissä ajoin ennen valua esittää rakennuttajalle ja telinesuunnittelijalle, jonka tulee selvittää muutosten vaikutus koko telineistöön tai sen osaan.

2 SUUNNITTELUPERUSTEET

2.1 Yleistä

Siltojen tukitelineiden suunnittelussa on pyrittävä siihen, että kuormat jakautuvat mahdollisimman tasaisesti ja muodonmuutokset ovat sallituissa rajoissa koko telineistön alueella.

2.2 Suunnittelijan pätevyys

Sillan telinesuunnitelmista vastaavalta suunnittelijalta vaaditaan vähintään opistotasoinen rakennusinsinöörin tutkinto sekä hyvää kokemusta ja ammattitaitoa siltojen tukitelinesuunnittelusta (SYL 3 kohta 3.4.2.1) /4/. Muutoin noudatetaan RIL 147:n /1/ kohdan 2.2 pätevyysvaatimuksia.

2.3 Käytettävät materiaalit

Telineissä käytetään sellaisia materiaaleja, jotka täyttävät voimassa olevien ohjeiden ja standardien ko. materiaalille asettamat vaatimukset. Muita kuin standardien määrittelemiä materiaaleja saa käyttää, jos niiden lujuus- ja aineominaisuuksista esitetään yleisesti hyväksytyyn aineenkoestuslaitoksen esim. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen todistus (VTT.)

Lujuuslaskelmat suoritetaan kunkin materiaalin voimassa olevien suunniteluohjeiden mukaan ottaen huomioon tässä ohjeessa ja RIL 147 /1/ esitetyt asiat.

Telineiden rakennusmateriaaleja valittaessa otetaan huomioon telineen käyttöolosuhteet.

Jos telinemateriaali on ollut sellaisissa oloissa (ylisuuret kuormat, poikkeukselliset sääolot, huono varastointi tms.), että on vaara sen lujuusominaisuuksien oleellisesta muuttumisesta, varmistaudutaan materiaalin lujuudesta ennen uudelleen käyttöä. Materiaali voidaan käyttää uudelleen niiltä osin, kuin se ei ole vaurioitunut tai vaurioiden aiheuttamat heikennykset otetaan huomioon mitoituksessa

2.3.1 Puu

Seuraavassa luettelossa on esitetty puutelineiden yleisiä ja suositeltavia puutavarakokoja. Tähdellä (*) merkityjä ei ole saatavilla kaikkialla. Mitat millimetreinä (mm):

- **muotti**
 - mitallistettu muottilauta 20 x 95 – 98, 23 x 95 – 98, 28 – 30 x 95 – 98
 - raakapontti 20 x 95, 23 x 95
 - koivu/sekavaneri t = 15, 18, 21, 24
- **koolaus** 50x100, 50x125, 50x150
- **niskat** 100x100, 125x125, 150x150, 2(75x150), 2(75x175), 2(75x200)
- **tolpat** 100x100, 125x125, 150x150
- **vaaka- ja vinositeet** 22 x 100, 32x100, 38 x 100^{*}, 44 x 100^{*}, 50 x 100

Tukitelineissä käytettävän puun, vanerin sekä näiden yhdistelmien tarpeellisine liittimineen on täytettävä voimassa olevien Puurakenteiden suunnitteluohjeiden RIL 120 /7/ asettamat vaatimukset. Käytettävän sahatavaran lujuusluokan on oltava vähintään lujuusluokan T24 (INSTA T2) luokan puutavaraa.

Pyöreä puutavara kuuluu luokkaan T30.

Telineissä käytettävän säänkestävän liimatun puun sekä liimapuun on oltava standardin SFS-EN 301 mukaisia. Katso myös Jatkettu sahatavara RIL 120 kohta 2.21. /7/

Telineiden ja valumuottien puumateriaalien oletetaan olevan kosteusluokassa 3, paitsi jatkuvasti veden välittömän vaikutuksen alaisena olevan puumateriaalin kosteusluokassa 4.

Telineiden puuosia ei saa pintakäsitellä siten, ettei niiden kuntoa voida tarkistaa

Tukitelineiden mitoituksessa murtorajatilatarkasteluissa käytetään pienentämätöntä materiaalin osavarmuuskerrointa.

Puupaalujen geotekninen sallittu paalukuorma määräytyy Lyöntipaalutusohjeiden RIL 223 mukaan. /8/

2.3.2 Metallit (teräs ja alumiini)

Esivalmisteisista metallisista telinekalustoista kuten tukitornit, tukipylväät ja ristikkokannattimet tulee olla hyväksytty käyttöseloste, jossa on esitettyä mm. suunnitteluun, rakentamiseen ja tarkastukseen liittyvät asiat.

Rakenneteräksen sallitut jännitykset ja kimmomoduulit on esitetty Teräsrakenteiden suunnitteluohjeessa RIL 90 /9/ ja Rajatilamitoitus RIL 173:ssa /10/.

Alumiinin sallitut jännitykset ja kimmomoduulit on esitetty Alumiinirakenteiden normeissa RIL 87 /11/. Alumiiniset muottisiteet ovat laatua AW6082 tai vastaavaa.

Pilareissa käytettävien solkien tulee olla metallia tai puuta.

Käytettäessä profiilipeltiä rakenteeseen jäävänä vaakamuottina sen on oltava kuumasinkittyä ja rei'itettyä, jotta vesi pääsee pois rakenteista.

2.3.3 Muut materiaalit ja muotit

Muovia, lasikuitua ja muita materiaaleja käytetään lähinnä muotteina. Kun käytetään muita muottimateriaaleja kuin puuta, on selvitettävä materiaalin vaikutus betonipinnan laatuun. Tiiviissä muotissa tulee estää ilmakuplien aiheuttamien rakkuloiden syntyminen esim. muottikankaiden avulla. Muiden materiaalien kuin puun käytöstä muottina on aina sovittava erikseen rakentajan kanssa.

2.4 Kuormat

2.4.1 Yleistä

Seuraavassa on täydennetty ja tarkennettu RIL 147:ssä /1/ esitettyjä kuormia niiltä osin, kun ne eivät kata siltojen tukitelineiden suunnittelukuormia.

2.4.7 Tukien kaltevuusvirheestä johtuvat lisäkuormat

Siltojen tukitelineissä on samassa rivissä vähintään kolme tolppaa. Tällöin tolppien yläpäiden tasossa vaikuttavan lisävaakavoiman suuruus on maanvaraisissa telineissä vähintään 1 % ja paalutetuissa vähintään 2 % pystykuormista. Kulkuaukon vinositeet maanvaraisissa telineissä tulee mitoittaa vaakakuormalle, joka on sillan pituussuunnassa vähintään 2 % ja poikkisuunnassa vähintään 1 % maksimipystytukireaktiosta. Nämä lisävaakavoimat vaikuttavat tolppien yläpään tasossa.

2.4.8 Valupaineet ja nostevoima

Valupaine on muuttuva kuorma, joka vaikuttaa kohtisuoraan muotin pintaa vastaan. Sen vaikutus päättyy, kun betonimassa on saavuttanut tärytysrajan.

Itsetiivistyvää betonia käytettäessä on muotit suunniteltava betonimassan aiheuttamalle hydrostaattiselle paineelle, ellei erillisselvityksin tai koevaluin ole toisin osoitettu. Itsetiivistyvän betonin (hydrostaattinen paine) osalta noudatetaan aina myös valmistajan ohjeita.

Valun sisään jääviin varauksiin, esim. kevennysputkiin, kohdistuva nostevoima (= tiheys x tilavuus) otetaan huomioon RIL 147 /1/ kohdan 2.48 kuvan 6 mukaisesti.

2.4.9 Tuulikuorma

2.4.9.3 Tuulikuorman likimääräinen laskentaohje

Tuulen nopeuspaineena käytetään tukitelineissä 75 % Suomen rakentamismääräyskokoelman B1 /12/ antamasta nopeuspaineesta. Tällainen tuuli esiintyy keskimäärin kerran viidessä vuodessa. Mikäli jokin tukitelineen rakennus- ja kuormitusvaihe on mitoitettu pienemmälle tuulen nopeuspaineelle kuin 75 % Suomen rakentamismääräyskokoelman B1 antamasta nopeuspaineesta, merkitään tätä vastaava tuulen nopeus piirustuksiin ja mahdolliseen työselykseen.

Tuulikuormat telineisiin ja muotteihin lasketaan tavallisesti Rakenteiden kuormitusohjeet RIL 144 /13/ mukaan ottaen huomioon telinerakenteiden muotokertoimet, eheyssuhteet ja perättäisten rakenteiden vaikutus.

Ellei tarkempia menetelmiä käytetä, voidaan sillan telineisiin ja muotteihin kohdistuvat sillan suhteen poikittaiset kokonaistuulikuormat pystytukiriviä kohti laskea yksinkertaistettujen kaavojen 1 – 9 mukaan. Samoja kaavoja voidaan soveltaa myös sillan pituussuuntaisten tuulikuormien laskemiseen.

Voimasuureet ovat ominaisarvoja ja sisältävät kaikki tarvittavat muotokertoimet, eheyssuhteen ja perättäisten rakenteiden vaikutukset. Säsuojatokset ym. on otettava laskelmissa huomioon erikseen.

Tuulikuorma sillan kannen muotteihin

$$W_m = \left(1,2 + 0,06 \cdot \frac{b}{h_m} \right) \cdot q_k \cdot A_m \leq 2,0 \cdot A_m \cdot q_k \quad (4)$$

jossa

q_k tuulen nopeuspaine (kN/m^2)

b sillan kokonaisleveys (m)

h_m muotin korkeus sisältäen koolauksen ja niskat (m) $\leq 0,25$ m

A_m muotin korkeuden ja pystytukien tai tukitornien k/k jaon muodostama kokonaispinta-ala (m^2)

Tuulikuorma sillan tukitelineisiin

Puutelineet ja kulmikkaista sauvoista koostuvat neliömäiset tukitornit

$$W_{pt} = 0,25 \cdot q_k \cdot N \cdot A_u \quad (5)$$

Pyöreistä sauvoista koostuvat neliömäiset tukitornit

$$W_{pt} = 0,18 \cdot q_k \cdot N \cdot A_u \quad (6)$$

jossa

q_k tuulenpaine (kN/m^2)

N peräkkäisten puutolppien tai tukitornien kokonaislukumäärä

A_u tuulenpuoleisen rakenteen projektiopinnan ääriviivojen sisäpuolelle jäävä pinta-ala eli telineen korkeuden ja pystytukien tai tukitornien k/k-jaon muodostama kokonaispinta-ala (m^2).

Tuulikuorma telinekannattimiin

Tuulikuorma siltojen aukkojen kannattimiin (palkkikorkeus $h_p > 250$ mm) voidaan laskea seuraavasti:

Ristikkokannattimet, joissa ei ole käytetty alajäykisteitä

Ensimmäinen tuulenpuoleinen kannattin

$$W_{p1} = 0,45 \cdot q_k \cdot A_p \quad (7)$$

Kaikki seuraavat ristikkokannattimet

$$W_{pn} = 0,75 \cdot W_{p1} \quad (8)$$

Ristikkokannattimiin kohdistuva kokonaistuulikuorma

$$W_p = (1 + n \cdot 0,75) \cdot 0,45 \cdot q_k \cdot A_p \quad (9)$$

Umpinaiset palkit

Tuulenpuoleinen kannatin

$$W_{pl} = 1,80 \cdot q_k \cdot A_p \quad (10)$$

Kaikki seuraavat tuulensuojaiset palkit

$$W_{pn} = 0,20 \cdot \sqrt{\frac{e}{h_p}} \cdot W_{pl} \quad (11)$$

Kannatinpalkkeihin kohdistuva kokonaistuulikuorma

$$W_p = \left(1 + n \cdot 0,20 \cdot \sqrt{\frac{e}{h_p}} \right) \cdot 1,80 q_k \cdot A_p \quad (12)$$

jossa

q_k tuulenpaine (kN/m²)

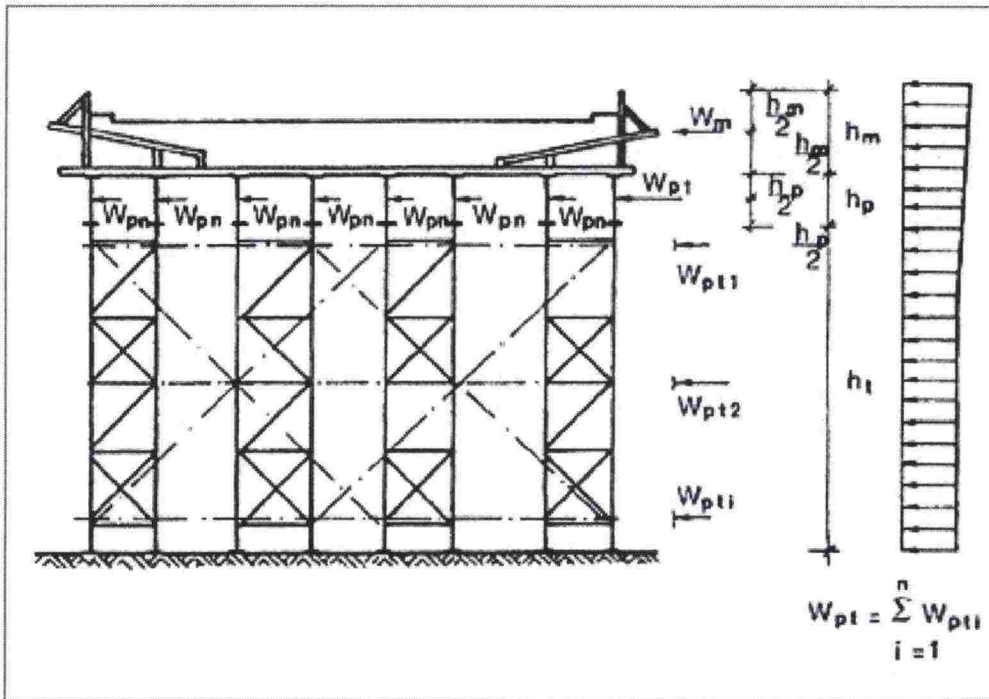
A_p L · h eli tuulenpuoleisen kannatin projektion pinnan ääri viivojen sisäpuolelle jäävä pinta-ala (m²)

n tuulen suojassa olevien peräkkäisten kannattimien lukumäärä

e tuulen suojassa olevan kannattimen vapaa etäisyys tuulenpuoleisesta kannattimesta (m)

h_p kannattimen korkeus (m)

Tuulensuojaisten kannattimien kaavoja (5 ja 8) voidaan käyttää, kun suhde $e/h_p \leq 6$.



Kuva 16: Tuulikuorma telinekannattimille ja muottiin

Tuulikuorma peitettyyn telineistöön

Mikäli telineet suojataan yhdeltä tai useammalta sivultaan esim. suojapeitteillä, tulee tuulikuorman vaikutus laskea vastaavan muotoisen rakennuksen seinän painekertoimen mukaan (RIL 144 kohta 4.2.3.2). /13/

2.4.11 Maanpaine

Telineitä ei ole taloudellista mitoittaa maanpaineelle. Kuormitukset määräytyvät ohjeen Pohjarakennusohjeet sillansuunnittelussa /2/ mukaan ja kaikki vaakakuormat johdetaan maapohjaan vaaka- ja vinositein.

2.4.14 Jääkuormat

Rakenteiden kuormitusohjeiden RIL 144 /13/ mukaisten jääkuormien vastaanottaminen telinerakenteella ei ole tarkoituksenmukaista. Telineissä pyritään välttämään jään liikkeiden aiheuttamia voimia pitämällä rakennusalue sulana esim. veden kierron avulla, poistamalla telinerakenteisiin tarttuneet jäämuodostumat tai ajoittamalla telinetyö sellaiseen ajankohtaan, jolloin jäätä ei ole.

Kiinteän jään tukevaa vaikutusta voidaan tapauskohtaisesti käyttää hyväksi, mutta silloinkin jään aiheuttamat pystykuormat telineen vaaka- ja vinositeisiin on otettava huomioon laskelmissa.

2.4.16 Junan aiheuttamat aerodynaamiset kuormat

Yleistä

Suunniteltaessa rautateitä lähellä olevia rakenteita tulee ohittavista junista aiheutuvat aerodynaamiset kuormat ottaa huomioon.

Ohittava juna vaikuttaa jokaiseen lähellä raidetta olevaan rakenteeseen etenevänä aaltona, jossa on paine- ja imuvaihe. Kuorman suuruus riippuu pääasiassa:

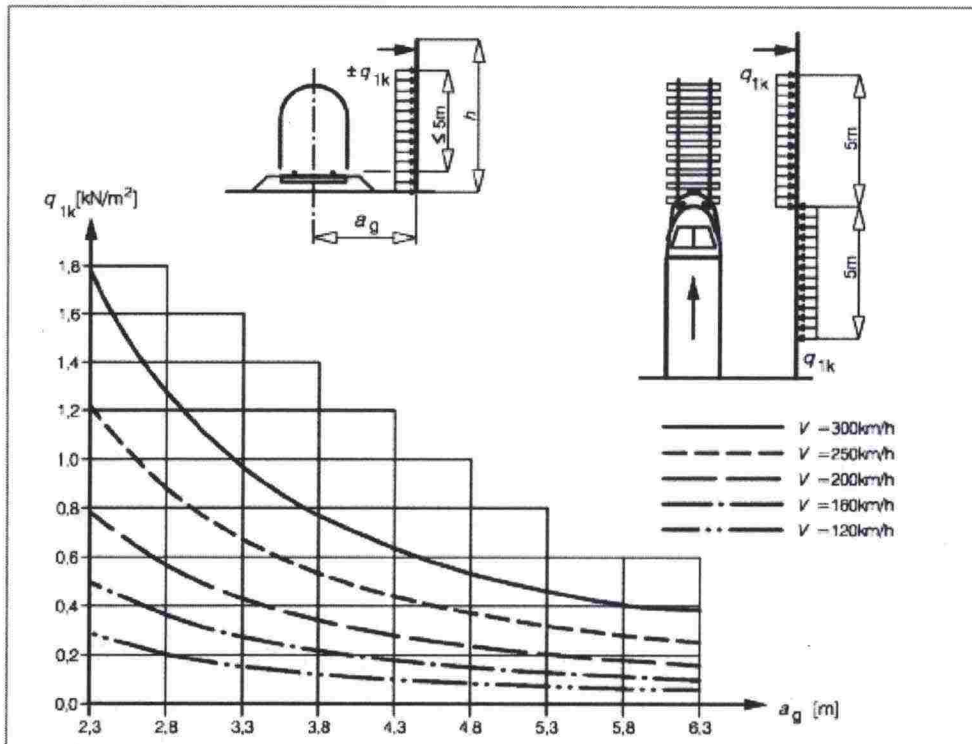
- Junan nopeuden neliöstä
- junan aerodynaamisesta muodosta
- rakenteen muodosta
- rakenteen sijainnista, erityisesti liikennevälineen ja rakenteen välistä vapaasta tilasta.

Kuormat voidaan esittää likimain käyttäen ekvivalentteja kuormia junan keulan ja perän kohdalla tarkasteltaessa murto- ja käyttörajatiloja sekä väsymistä.

Raiteiden vieressä olevien rakenteiden, joiden pituus raiteiden suunnassa on suurempi kuin 5 m, alku- ja loppupäästä 5 m pituisella osalla raiteiden suunnassa mitattuna ekvivalentit kuormat kerrotaan dynaamisella suurenuskertoimella 2,0.

Yksinkertaiset raiteen suuntaiset pystypinnat

Kuormien $\pm q_{1k}$ ominaisarvot esitetään kuvassa 17.



Kuva 17: Raiteen suuntaisten yksinkertaisten pystypintojen kuormien q_{1k} ominaisarvot

Ominaisarvot ovat voimassa junille, joiden aerodynaaminen muoto on epäedullinen, ja niitä voidaan pienentää käyttämällä:

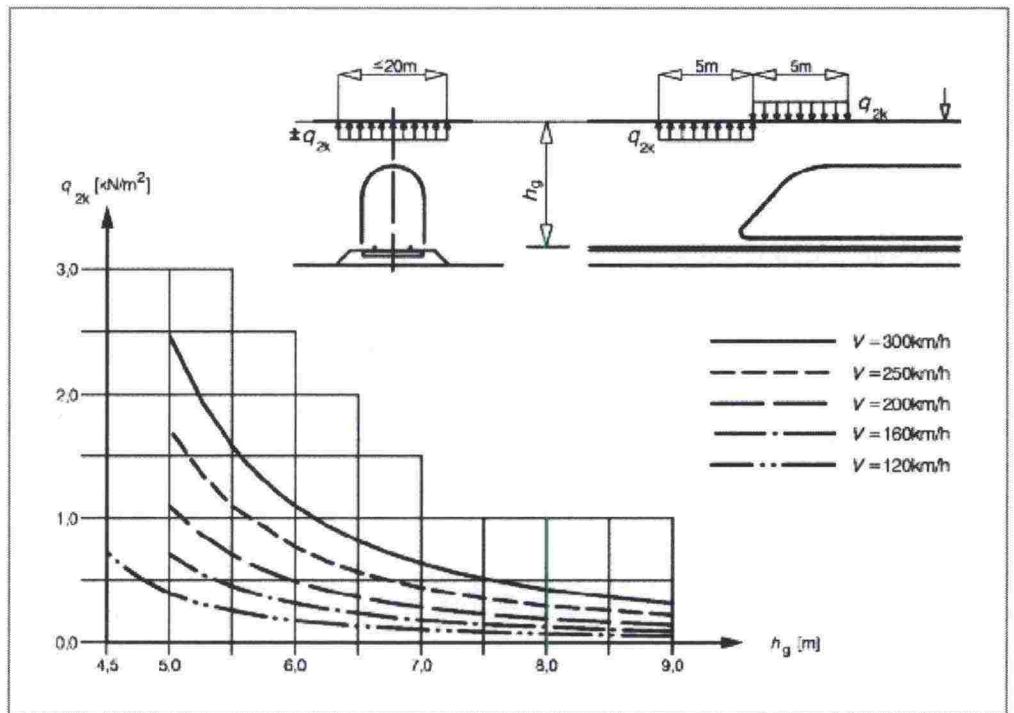
- kerrointa $k_1=0,85$ sivultaan sileän junakaluston yhteydessä
- kerrointa $k_1=0,6$ virtaviivaisen junakaluston (esim. ETR, ICE, TGV, Eurostar tai vastaavan) yhteydessä

Jos tarkastellaan pientä seinän osaa, jonka korkeus on 1,00 m ja pituus 2,50

m, esim. meluseinän tai suojatelineen osaa, kuormia q_{1k} suurennetaan kertomalla ne kertoimella $k_2=1,3$.

Yksinkertaiset raiteen yläpuoliset vaakapinnat (esim. yläpuoliset suojarakenteet)

Kuormien ominaisarvot $\pm q_{2k}$ esitetään kuvassa 18.



Kuva 18: Raiteen yläpuolisten yksinkertaisten vaakapintojen kuormien q_{2k} ominaisarvot

Tarkasteltavan rakenneosan kuormitusleveys ulottuu enimmillään 10 m raiteen keskiviivan kummallekin puolelle.

Junien sivuuttaessa toisensa kuormat lisätään toisiinsa. Vain kahdelta rai-teelta tuleva junien aiheuttama kuormitus tarvitsee ottaa huomioon.

Kuormia q_{2k} voidaan pienentää käyttämällä kerrointa k_1 edellä määritellyllä tavalla.

Raidetta risteävän leveän rakenteen reunakaistoille vaikuttavat kuormat voidaan kertoa kertoimella 0,75 enintään 1,50 m leveydeltä.

3 TUKITELINESUUNNITELMA

3.1 Suunnitelman sisältö

Siltöjen tukitelineistä laaditaan aina siltakohtainen telinesuunnitelma, joka toimitetaan rakennuttajalle.

Telinesuunnitelman sisältö ja sen tarkkuuden kattavuuden taso jaetaan seuraavasti:

- telineen yleissuunnitelma (vaativissa telineratkaisuissa)
- telineen rakennussuunnitelma

Sillansuunnittelija laatii vaativissa kohteissa (kuten vaiheittain rakennettaessa tai telineen tukeutuessa siltarakenteisiin) telineen yleissuunnitelman.

Rakentaja täydentää telineen yleissuunnitelman telineen rakennussuunnitelmaksi. Rakentaja voi esittää myös oman suunnitelmansa, mutta tällöinkin sen on vastattava telineen rakennussuunnitelman tasoa sisältönsä osalta.

3.1.0 Yleissuunnitelma

Telineiden yleissuunnitelmaan sisältyy ainakin:

- laskelmat
- telinepiirustukset
- tasokuva
- sivukuva
- poikkileikkaus jokaisesta erityyppisestä kannen poikkileikkauksesta
- puutelineissä osien koot ja jako, jatkokset, vaaka- ja vinosidonta sekä naulojen määrä liitoksissa
- kalustotelineiden tyyppi ja jako, kannattimien tuet sekä sidontaperiaatteet
- telinetyön toleranssit
- telineiden esikohotus ja sen sisältö
- tukeutuminen valmiisiin siltarakenteisiin
- kulkuaukot
- mitat (vapaa leveys ja korkeus)
- ylikulkusilloissa aukean tilan ulottuman (ATU) vaatimukset ja radan kaarresäde
- kulkuaukkojen rakenteet
- materiaalitiedot
- rakennusaineet ja niiden laatu sekä puutavaran kosteusluokka
- liimapuorakenteiden liimausluokka
- metallien lujuusluokka
- kuormitukset
- valmiiden rakenteiden mahdolliset vahvistustoimenpiteet
- perustaminen

- maalajit, maakerrostumien rajat ja kalliopinta
- maapohjan vahvistamistoimenpiteet ja tiiviysvaatimukset
- telineen perustamistapa, pohjarasitukset ja paalukuormat
- paalujen materiaali, koko ja muut vaatimukset
- paalutusluokka
- arvio tukipaalujen tunkeutumistasosta
- kitka- ja koheesiopaalujen määrätasot ja lyöntiohjeet
- puupaalujen kuoren poistamisen tarve ja aste
- paalujen jatkokset ja kärjet
- luiskan materiaali-, kaltevuus- ja tiiviysvaatimukset
- aluspuiden tai vastaavien upotussyvyys
- arinan yläpinnan korkeusasema, materiaalin vähimmäispaksuus- ja tiiviysvaatimukset
- vedenpinnan tiedot
- vedenpinnan korkeudet HW, MW, NW ja tutkimuspäivän W sekä tarvittaessa purjehdus- ja uittokauden HW ja NW
- veden virtaussuunta
- pohjavedenpinta vaihteluineen
- työselitysasiat, ellei tehdä erillistä työselitystä
- valujärjestys ja suunta
- käytettävän betonimassan lisäaineiden vaikutusaika.

Telineiden tyyppisuunnitelmat (esim. Tiehallinnon kehäsillat) voidaan täydentää siltakohtaisiksi sillan työselityksessä tai sen liitteissä annettavilla lisäohjeilla.

3.1.0.1 Rakennesuunnitelma

Rakentaja täydentää telineiden yleissuunnitelman näissä vaativissa koh-teissa lopulliseksi rakennesuunnitelmaksi, johon sisältyy ainakin yleissuun-nitelman asiat ja lisäksi seuraavat asiat:

3.1.1 Laskelmat

Laskelmissa esitetään:

- sisällysluettelo
- laskelmien perusteet, kuten käytetty lähdekirjallisuus, määräykset ja ohjeet
- rakenneselostus, mistä selviää mm. rakennusmateriaalit laatu- ja lu-juusvaatimuksineen sekä perusmaan laatu ja sallittu rasitus tai geotekninen kantavuus
- kuormitusotaksumat, mm. mitoituksessa käytetty tuulenpaine sekä vastaava tuulennopeus
- laskenta- ja mitoitusmenetelmät
- perustusten painumalaskelmat
- lujuus- ja muodonmuutostarkastelut koko telineistön osalta
- vakavuustarkastelut

piirustuksissa esitetään:

- reunapukki
- liitokset ja jatkokset
- muottisiteet
- muut detaljit
- kalustotelineiden vaaka- ja vinosidonta
- liittimien ja muiden teräsosien rakenne, laatu ja sijainti telineessä
- kalusto-osien asennusjärjestys ja kiinnitystapa
- betonin nousunopeus, lämpötila ja notkeus
- betonin lisäaineet
- muottien valu- ja puhdistusaukot
- telineeseen kiinnitettävät kulku- ja nousutiet, työtasot ja suojarakenteet
- tukitelinesuunnitelman täydentäminen työkoneiden (paalutus- ym.) työtelineeksi
- perustusten kuivanapitoperiaatteet
- routimisen ja roudan ennenaikaisen sulamisen ehkäiseminen
- aukot vesistösiltojen telineisiin jäiden aiheuttamien haittojen vähentämiseksi
- alusrakenteiden muotti- ja telinesuunnitelmat
- työselitys tarvittaessa.

Liikenteenohjaussuunnitelman ja kiertotiejärjestelyt laatii joko rakennuttaja tai urakoitsija.

3.2 Telinesuunnitelmien tarkastus, hyväksyminen ja laadunvalvonta

Sillansuunnittelijan laatima (vaativat telineratkaisut) yleissuunnitelma jätetään rakennuttajan hyväksyttäväksi sille rakennussuunnitelman yhteydessä.

Telineen rakennesuunnitelma on jätettävä rakennuttajalle hyväksyttäväksi hyvissä ajoin (alusrakenteiden osalta viikkoa ja päällysrakenteen osalta kaksi viikkoa) ennen telinetöiden aloitusta. Rakentajan laatimasta vaihtoehdoisesta telinesuunnitelmasta rakennuttaja pyytää tarvittaessa lausunnon kohteen sillansuunnittelijalta.

Rakennuttaja lähettää ylikulkusillan telineiden rakennesuunnitelman lausunnon Oy VR-Rata Ab:n valvojan kautta tai suoraan myös VR:lle (Rata-suunnittelu, PL 488, 00101 HELSINKI) tai Ratahallintokeskuksen osoittamalle konsultille.

4 TELINEIDEN PERUSTAMINEN

Yleistä

Maapohjan lisäksi voidaan telineiden perustamiseen käyttää myös sillan peruslaattoja sekä penkereen, etuluiskien ja keilojen perustamiseen käytettyjä mahdollisia pohjanvahvistusrakenteita.

Perustukset suunnitellaan siten, että telineen kokonaispainuma, painumamerot ja sivusiirtymät pysyvät lopullisen rakenteen mittatarkkuuden edellyttämässä rajoissa.

4.1 Pohjatutkimukset ja perustamistapaselvitys

Telineiden perustuksien suunnittelu saattaa edellyttää lisätutkimuksia siltaa varten tehtyihin pohjatutkimuksiin. Nämä täydennykset tehdään Siltojen pohjatutkimusohjeen TIEL 3200537 /14/ mukaisesti siltapaikkatutkimusten yhteydessä.

Telineiden perustamistapa esitetään telinesuunnitelmassa. Suunnitteluperusteet selvitetään siltasuunnittelijan ja geoteknisen suunnittelijan yhteistyönä.

4.2 Perustaminen maapohjalle tai täyhteelle

Maatäytteen tiivysvaatimukset parannetun Proctor-kokeen mukaisesti määritettyinä ovat

- keskitiivis hiekka tai sora 90 %
- tiivis hiekka tai sora 95 %

Työvaiheessa tiivistystarkkailuna riittää yleensä työtapatarkkailu, mikäli mitoitus on tehty keskitiiviin maan mukaisesti. Tiiviin maan mukaisesti mitoitettaessa arinan tiivys osoitetaan parannetulla Proctor-kokeella ja vesivolymetrillä tai Troxler-laitteella. Tiivistystyön tasaisuutta voidaan selvittää myös kevyellä pudotuspainolaitteella (Loadman). Työn suorituksen osalta katso myös RIL 147 /1/ kohta 4.2.4.

Sora- ja hiekkamaan geoteknisen kantokyvyn ominaisarvona q_m voidaan tasaisella maalla käyttää taulukon 2 arvoja. Tällöin myös kuormat ovat ominaisarvoja. Murtotilan geoteknisen kantokyvyn laskenta-arvot on esitetty RIL 147:ssä /1/. Väliarvot interpoloidaan suoraviivaisesti. Mikäli pohjavesi on lähempänä kuin 1 m perustamistasosta, on taulukon arvot kerrottava 0,6:lla. Taulukon 1 mukaisesti mitoitettaessa on perustuksen painuma noin 10 mm, mikäli alempana ei ole arinan heikompia maakerroksia. Arinan alapuolisten maakerrosten painuma arvioidaan telineiden yleissuunnitelmassa.

Taulukko 1: Sora- ja hiekkamaan sallittu geoteknisen kantokyvyn ominaisarvo q_m (kN/m²) tasaisella maalla

TASAISEN MAAN GEOTEKNINEN KANTOKYKY											
MAALAJITIEDOT			B = 0,15 m			B = 0,25 m			B = 0,30 m		
		φ	d (m)			d (m)			d (m)		
		γ	0	0,1	0,2	0	0,1	0,2	0	0,1	0,2
Hk K	35	18	60	120	185	100	155	220	120	170	240
T	38	19	105	200	290	180	275	360	215	310	395
Sr K	37	19	95	175	250	155	230	315	185	260	350
T	40	20	160	285	405	265	390	510	320	440	565

φ = maan sisäinen kitkakulma (°)

γ = maan tilavuuspaino (kN/m³), paksuus \geq 300 mm

B = perustuksen leveys (m)

d = perustamissyvyys (m)

Hk = hiekka

Sr = sora

K = keskitiivis

T = tiivis

Neliön tai pyöreän muotoisten peruslaattojen varaan perustettaessa voidaan maapohjan kantokyky määrittää siten, että kitkamaalajien osalta sallitut kantokyvyn arvot saadaan taulukosta 1 käyttäen perustuksen leveytenä B = 0,30 m /0,25 m arvoja tai arvot voidaan laskea kantavuuskaavan /2/ avulla käyttämällä osavarmuuskerrointa 1,1. Painumat tulee tarkistaa erikseen.

Koheesiomaassa (käytettävä aina sora- tai murskepatjaa) voidaan perustusten kantokyky laskea seuraavasti:

$$q_m = \frac{5 \cdot k \cdot s_u}{F} \quad (14)$$

q_m = koheesiomaan kantokyky lyhytaikaisille kuormituksille kN/m²

s_u = maan suljettu leikkauslujuus (\geq 10 kN/m²)

k = 1,2 neliönmuotoinen perustus

k = 1,0, kun L \gg B

F = 1,5 varmuuskerroin

Lyhytaikaisen kuormituksen aiheuttama painuma voidaan koheesiomaassa tarkistaa kaavalla:

$$S = \sum \frac{\Delta\sigma}{E_u} \cdot \Delta h \quad (15)$$

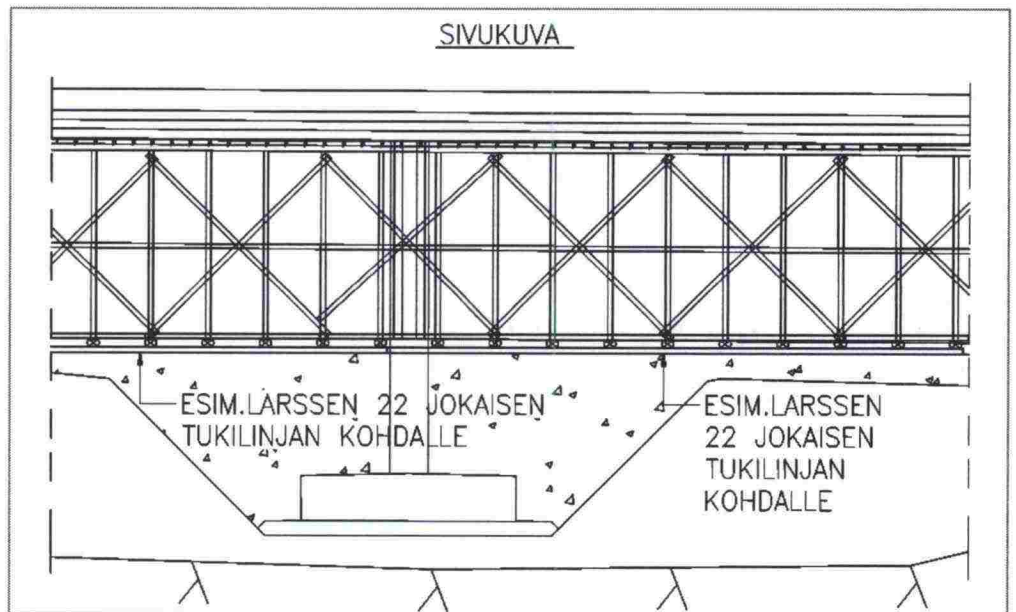
S = painuma (m)

$E_u = 150 s_u$ (kN/m²)

$\Delta\sigma$ = tehokas lisäjännitys (kN/m²)

Δh = maakerroksen paksuus (m)

Mikäli telineperustusten kohdalla on odotettavissa paikallisia painumaeroja (kaivantojen ja painumattoman perusmaan tai sillan perustuksen rajakohta, talvityönä tehtävät täytöt ja roudan epätasainen sulaminen), voidaan painumaeroista johtuvia haittoja vähentää käyttämällä aluspuita, jotka ovat riittävän jäykkiä ja ulottuvat riittävästi painumaeroja aiheuttavan rajakohdan ohi. (kuva 19). Larssenin sisällä on oltava riittävän korkeat juoksut, joihin poikittaiset aluspuut tukeutuvat (leimapaine).



Kuva 19: Painumaerojen tasaaminen jäykällä profiililla (tiivistys ks. RIL 147 kohta 4.2.4)

Jos on odotettavissa routivan maan jäätymisestä aiheutuvaa routimismuutosta, on muuttia varauduttava laskemaan ennen valutöitä. Roudan ennenaikainen sulaminen telinoiden perustusten alla voidaan estää suunnittelemalla eristerakenne, jossa käytetään eristeenä sahanpurua, suojamattoja yms. Tasauserroksen ja maapohjan roudan paikallista sulamista voidaan viivyttaa myös esim. peittämällä telinoidet suojapeitteellä etelä-länsisivuilta.

Liikenteen värinän vaikutus, josta saattaa aiheutua maapohjan kautta telinoiden

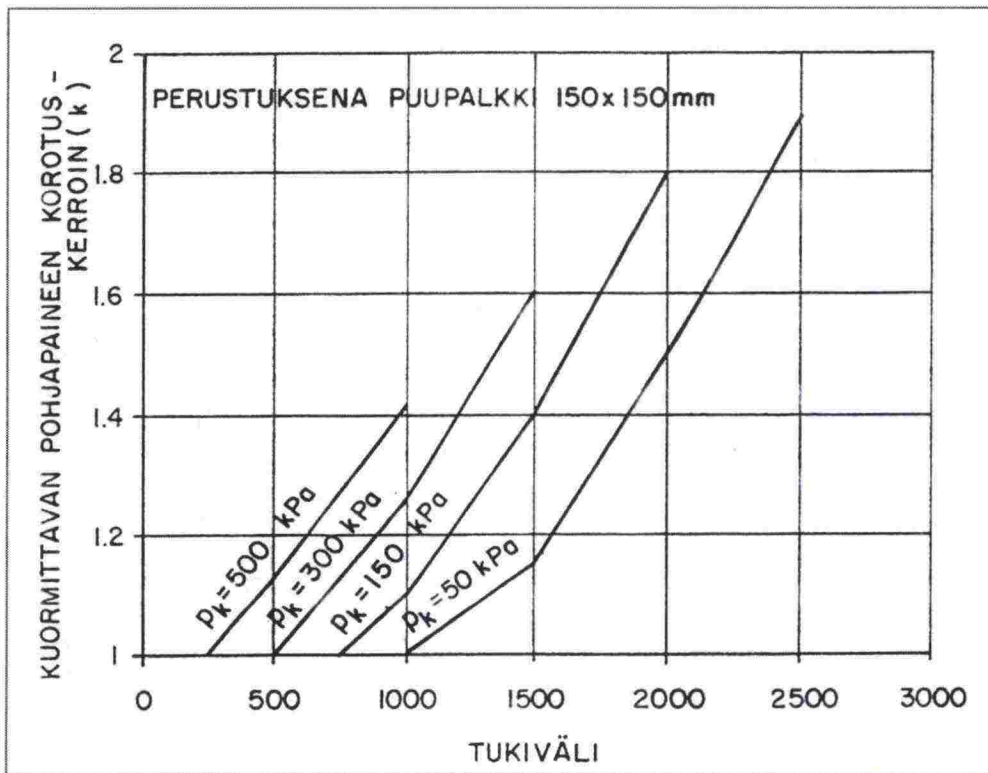
sekä pysty- että vaakasiirtymiä, voidaan ottaa huomioon lisäämällä telineistön jäykkyyttä vaaka- ja vinositein varsinkin kulkuaukkojen reunoilla. Tärinän vaikutusta voidaan vähentää myös nopeusrajoituksin.

Telinedisainneissa on otettava huomioon alimenevän tien kuivatuksen säilyminen rakentamalla täytettäviin ojiin rummut.

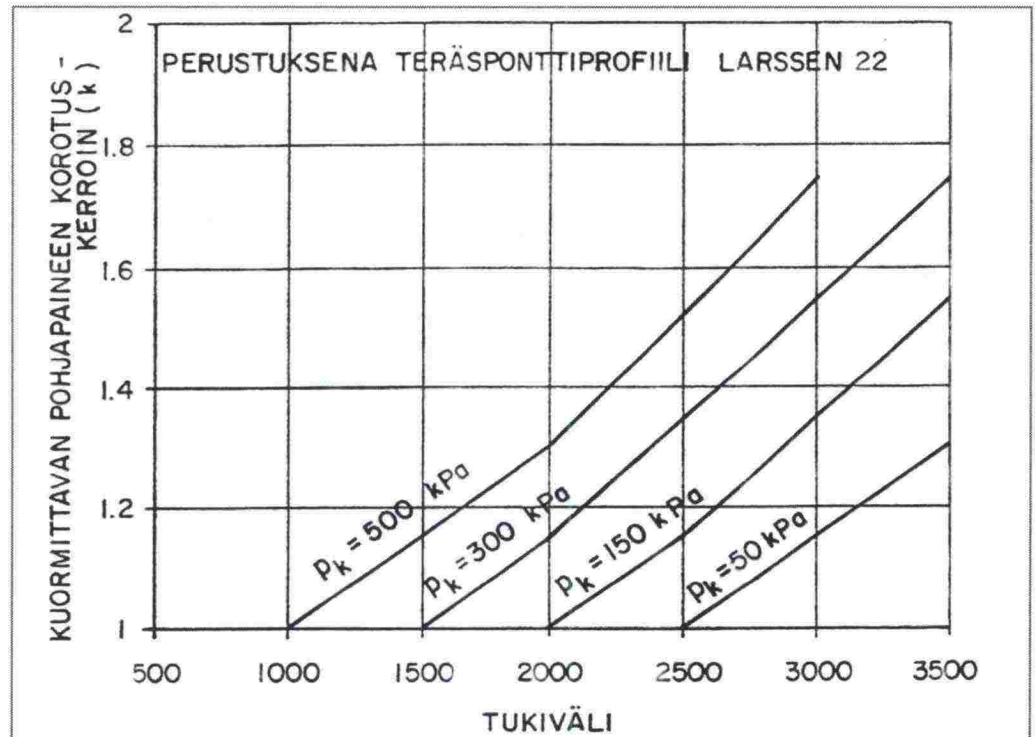
Pohjapaineen laskeminen taipuisan aluspuun kohdalla

Maapohjalle tulevan kuormituksen ominaisarvon p_{kmax} on oltava taulukon 1 maapohjan kantokyvyn eli kapasiteetin ominaisarvoja q_m pienempi ($p_{kmax} \leq q_m$). Tukelineiden perustukset ovat maapohjaan verrattuna varsin taipuisia, jolloin pohjapaine jakautuu tasaisesti vain, jos tukiväli on lyhyt.

Kuvissa 20 ja 21 on esitetty nomogrammit kuormittavan pohjapaineen korotuskertoimelle ($p_{kmax} = k \cdot p_k$) tuen kohdalla tukivälin ja keskimääräisen pohjapaineen funktiona kahdelle yleisimmälle pelkalle, puuparrulle 150 x 150 ja teräsponsiprofiilille Larssen 22.



Kuva 20: Kuormittavan pohjapaineen p_{kmax} korotuskertoimet tuen kohdalla tukivälin ja keskimääräisen kuormittavan pohjapaineen funktiona. Perustuksena puupalkki 150 x 150 mm.



Kuva 21: Kuormittavan pohjapaineen p_{kmax} korotuskertoimet tuen kohdalla tukivälin ja keskimääräisen kuormittavan pohjapaineen funktiona. Perustuksena teräsponsonttiprofiili Larssen 22.

Pohjapaineen otaksutaan jakautuvan tasaisesti koko pelkan alueella, mikäli kaavan 14 mukainen maapohjan ja pelkan välinen jäykkyysluku $\alpha_1 \leq 100$. Tällöin ei kuvien 20 ja 21 korjausta (k) tarvitse suorittaa.

Jäykkyysluku α_1 lasketaan kaavalla (16).

$$\alpha_1 = 36 \cdot \left(\frac{a}{h}\right)^3 \cdot \frac{E_k}{E} \quad (16)$$

jossa

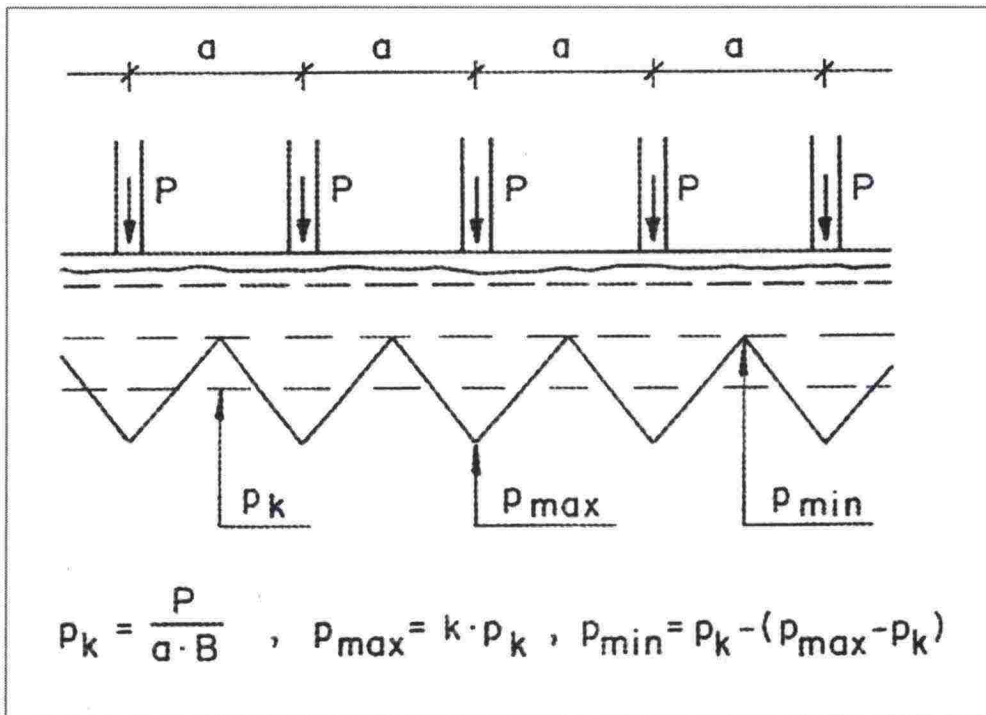
α_1 = maapohjan ja pelkan välinen jäykkyysluku

a = tolppien tukiväli pelkalla

E_k = maapohjan kimmomoduuli

h = pelkan korkeus

E = pelkan kimmomoduuli



Kuva 22: Pohjapaineen otaksuttu jakautuminen taipuisan pelkan alla, kun $\alpha_1 > 100$. Kerroin k saadaan kuvista 20 ja 21.

Taulukko 2: Maan laskennalliset kimmomoduulit pohjapainelaskelmissa (MN/m^2)

Tiiviys	Maalaji	Suositus E_k	E_k
			Alaraja ... Yläraja
K	Hk	20	10 ... 30
	Sr	30	20 ... 40
T	Hk	30	20 ... 40
	Sr	60	40 ... 80

Laskelmissa käytetään yleensä keskitiiviin maan arvoja, mutta mikäli rakennusaikana tehdään levykuormituskokeita, voidaan käyttää myös tiiviin maan arvoja tai jopa taulukossa 2 esitettyjen kimmomoduulien ylärajan arvoja.

Perustaminen louhetäytteen varaan

Louheen varaan perustettaessa on louheen yläpinta kiilattava ja tiivistettävä Infrarakentamisen yleisten laatuvaatimusten InfraRYL 2006 osan 1 kohdan 18121, Maalle pengerretyt louhepenkereet, mukaisesti /15/.

Louhetäytteen minimipaksuus on 0,6 m.

Louheen tulee olla mahdollisimman sekarakeista ja louheen maksimirakeko enintään 400 mm. Louhe ei saa sisältää maata, raivausjätettä, jäätä tms.

epäpuhtauksia. Telineperustusten alla on käytettävä raekooltaan sopivaa tasaavaa sora- murske- tai sepelikerrosta, jonka alle levitetään käyttöluokan N3 (SFS-EN 13249) suodatinkangas. Ennen tasauskerroksen rakentamista on louhe kiilattava.

Louhetäytteen pohjan ollessa hienorakeista maata (savea tai silttiä) tai liettyä moreenia, asennetaan kuivalle maalle rakennettavien louhetäytteiden alle suodatinkangas, käyttöluokka N3.

Veteen tehtävä louhetäyttö voidaan ajaa suoraan tasolle vesipinta + 0,5 m. Muutoin tehdään louhetäyttö enintään 1,2 m kerroksina. Levitys tehdään siten, että louhe kaadetaan jo tehdyn täytteen pinnalle ja työnnetään pusku- traktorilla tai muulla työkoneella rintaukseen.

Louheen yläpinta kiilataan varisemisen estämiseksi pienlouheella tai sepelillä. Tämän päälle ajetaan 50 - 100 mm tasauskerros soraa tai mursketta. Sora- tai murskekerroksen alapuolella voidaan tapauskohtaisen harkinnan mukaan käyttää N3. suodatinkangasta lisävarmistuksena varisemisen estämiseksi.

Perustaminen luiskien varaan

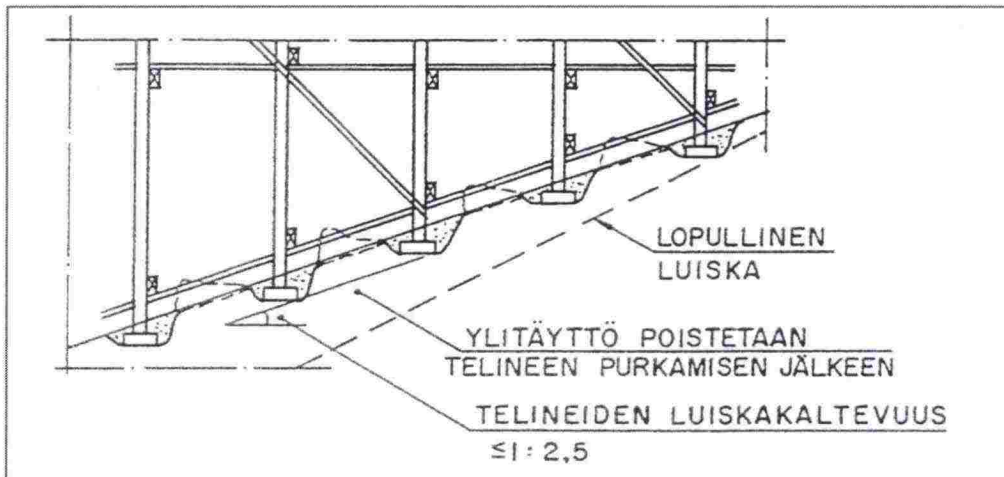
Luiskien varaan perustaminen edellyttää huolellista suunnittelua ja rakentamista, jotta vältetään sillan lopulliseen laatuun vaikuttavilta painumilta. Myös luiskan kokonaisvakavuus tulee aina tarkistaa paikallisten tarkistusten lisäksi. Luiskaan portaittain perustettaessa saadaan tasaisen maan kantokykyarvoista muunnetut portaittaisen perustuksen kantokykyarvot *taulukosta 3*. Tällöin painuma on noin 10 mm.

Portaittainen perustaminen on yleensä mahdollista, kun aluspuiden mukaan laskettu luiskan kaltevuus on enintään 1:2,5. Kuvassa 23 on lisäksi esitetty eräs mahdollinen tapa loiventaa työnaikaisia kaltevuuksia käyttämällä luiskan juuressa tiivistettyä ylitäyttöä, joka poistetaan lopullisen luiskan mukaiseen tasoon.

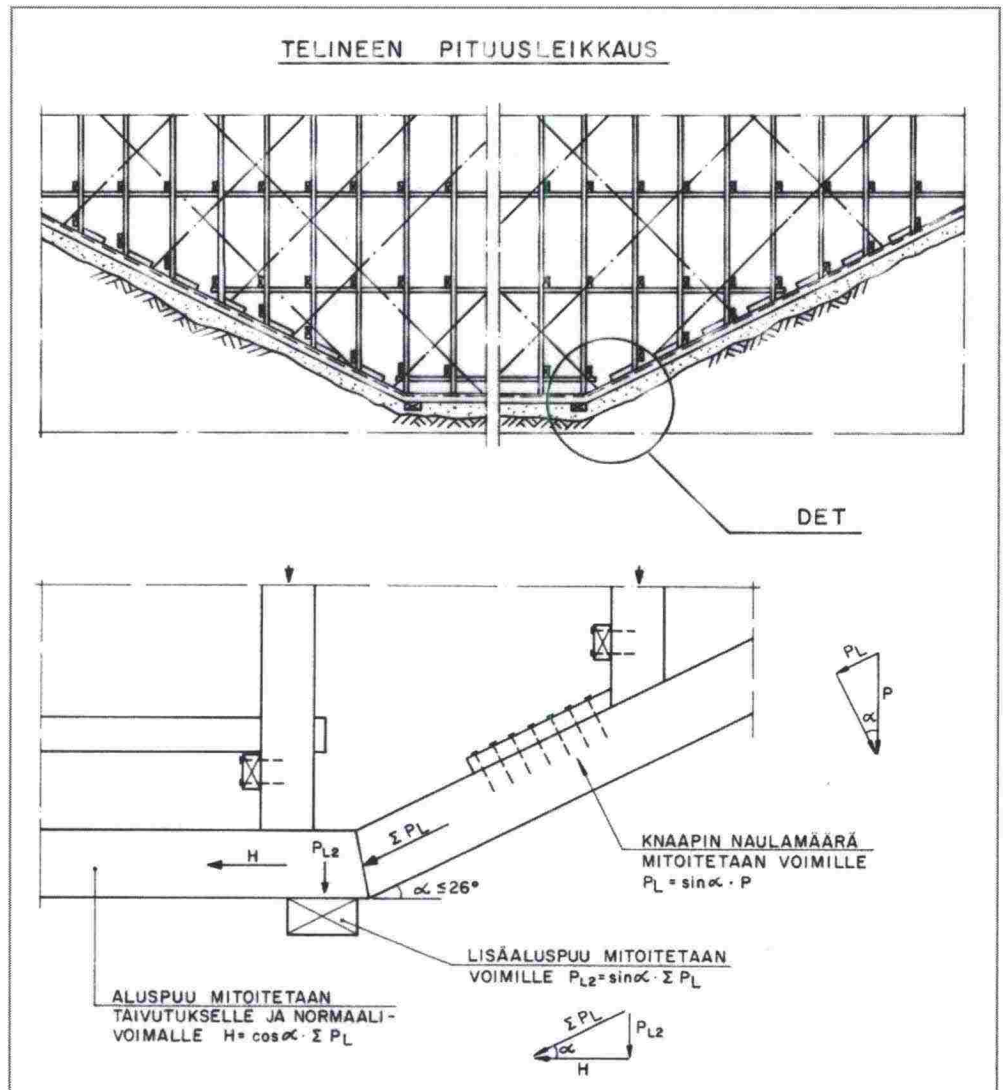
Mikäli luiskakaltevuus on suurempi kuin 1:2,5, mutta pienempi kuin 1:2, voidaan joissakin tapauksissa luiskat siltapaikalla tehdä valmiiksi. Tällöin voidaan käyttää sillan suuntaisia aluspuita (*kuva 24*).

Taulukko 3: Sora- ja hiekkamaan geotekninen kantokyky luiskassa kaltevuuksilla 1:4 - 1:2,5. Väliarvot interpoloidaan suoraviivaisesti [kN/m^2].

LUISKA- KALTEVUUS	MAALAJITIEDOT	B = 0,15 m		B = 0,25 m		B = 0,30 m	
	HkK: $\phi = 35^\circ$, $\gamma = 18$ kN/m^3	d [m]		d [m]		d [m]	
	SrK: $\phi = 37^\circ$, $\gamma = 19$ kN/m^3	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2
1:4	Hk K	60	95	80	110	90	120
	Sr K	90	130	115	165	130	180
1:3	Hk K	50	75	65	90	70	95
	Sr K	70	100	95	125	105	140
1:2,5	Hk K	40	60	50	75	55	80
	Sr K	60	85	75	105	85	115



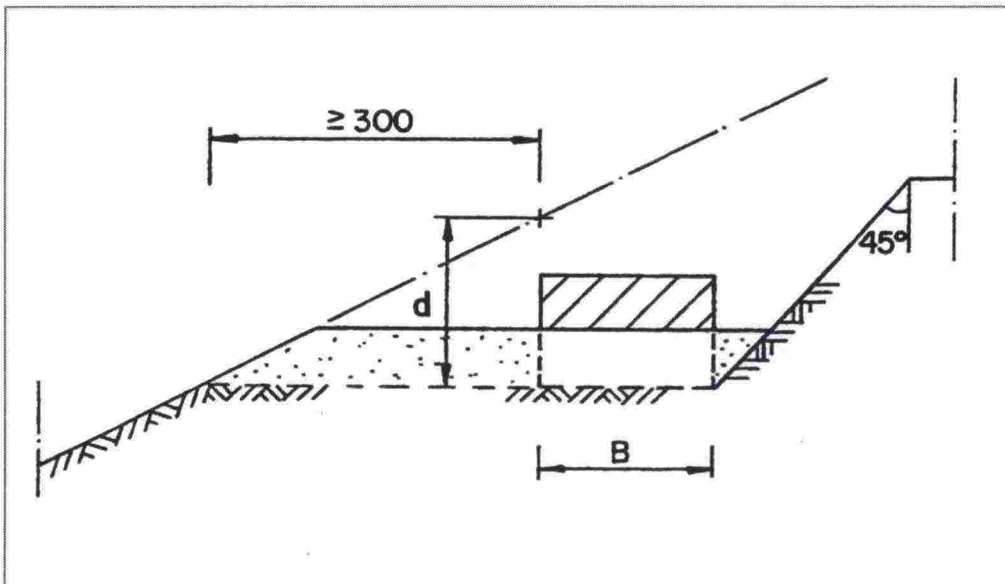
Kuva 23: Portaittainen perustaminen, sillan suuntaa vastaan kohtisuorat aluspuut Luiskan kaltevuus $\leq 1:2,5$



Kuva 24: Perustaminen jyrkän luiskan ($\leq 1:2$) varaan. Sillan suuntaiset aluspuut

Sillansuuntaisia aluspuita käytettäessä voidaan maan kantavuutena käyttää taulukon 2 mukaisia tasaisen maan arvoja (upottamaton perustus) kerrottuna luvulla 0,9, mikäli voimien vaakakomponentit johdetaan kiinteisiin rakenteisiin tai vastakkaiseen luiskaan vino- ja vaakareevoin kuten kuvassa 24. Valuvaiheessa on huolehdittava, että vastaluiskassa on riittävä kuormitus. Laskelmissa ei saa käyttää hyväksi maan ja aluspuun välistä kitkaa.

Luiskan varaan perustettaessa tulisi aluspuun upotussyvyytensä käyttää etureunasta mitaten $d = 0,20$ m portaittain perustettaessa ja $d = 0,10$ m sillansuuntaisia aluspuita käytettäessä.

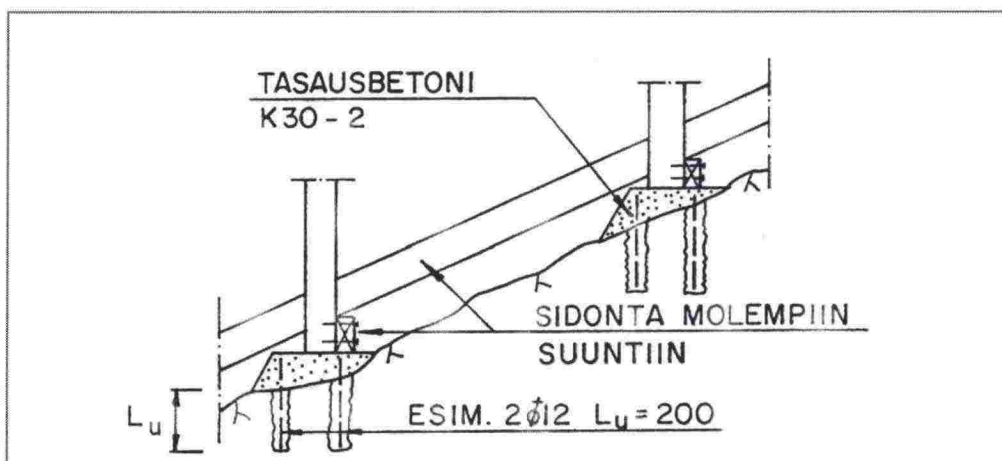


Kuva 25: Perustamissyvyyden määrittäminen luiskassa

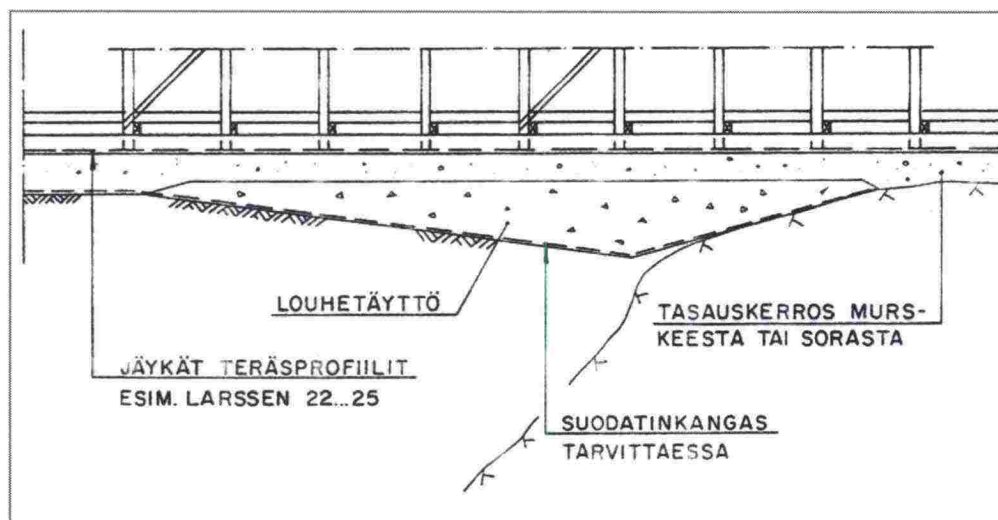
4.3 Perustaminen kalliolle

Kallioleikkauksissa käytetään aluspuiden alla yleensä sora- tai murskepatjaa tasauskerroksena, mutta mikäli tolpat perustetaan suoraan vinon kallion varaan, tulee kallio oikaista betonimassalla (kuva 26).

Osittain täytekerroksen tai perusmaan päälle ja osittain kallion varaan perustettaessa on telinperustusten epätasainen painuminen otettava huomioon suunnittelemalla tarvittaessa siirtymärakenteet tasaamaan paikallisia painumaeroja ja käytettävä aluspuina jäykkiä teräsprofileita. Painumaero voidaan ottaa huomioon myös ennakkokorotuksissa. (kuva 27).



Kuva 26: Perustaminen vinolle kalliopinnalle



Kuva 27: Siirtymärakenne savi- tai silttimaan ja kallionvaraisen perustuksen välillä

4.4 Perustaminen paaluille

Telineiden paaluperustus suunnitellaan ja tehdään seuraavien ohjeiden mukaan

- Lyöntipaalutusohjeet RIL 223 / LPO-2005 /8/
- Teräsputkipaalut TIEL 2173448 /16/
- Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset SYL 2 Maa- ja pohjarakenteet TIEH 2200033 - v - 05 /3/

Paalumateriaalina käytetään yleensä puupaaluja latvaläpimitaltaan $\varnothing 150$ mm, poikkeustapauksessa myös $\varnothing 125$ mm sekä lisäksi teräsputki- ja muotoprofiilipaaluja.

Puupaaluista poistetaan kuori seuraavasti:

- koheesiopaalut kuoritaan kokonaan
- kitkapaalut kuoritaan puolipuhaksi
- tukipaaluja ei tarvitse kuoria lainkaan

Teräsprofiilipaalun etuna voidaan pitää maahan syntyviä pieniä vaaka- ja pystysiirtymiä. Tällä on merkitystä esim. rautatien välittömässä läheisyydessä paalutettaessa.

Sillan tukitelineiden paalutusta kannattaa hyödyntää, tarvittaessa paalutusta täydentämällä, kun joudutaan rakentamaan työtelineet paalutuskoneelle sillan välitukien paalutusta varten. Kaivinpaaluja käytettäessä on teline mitoitettava työputkea nostettaessa syntyville vastavoimille.

Vesistöisilloissa tulee paalutustyön aikana syntyvät vaakavoimat ottaa huomioon esim. vinositein, vinopaaluin tai tukemalla telineistö pysyviin raken-

teisiin. Paalutuskoneen työskennellessä koheesiopaalujen varassa on paalujen kantavuutta tarkkailtava jatkuvasti työn aikana. Soveltuvissa kohteissa paalutustyö suositellaan tehtäväksi työnaikaiselta ponttonilautalta.

Paalujen jatkokset ja kärjet tehdään RIL 223 kohdan 12.2.2 /8/ vaatimusten mukaisesti. Puupaaluissa käytetään vain hylsyjatkosta.

Taulukossa 4 on esitetty tukitelineissä käytettävä tukipaalujen geotekninen kantavuus paalutusluokassa III keskeisenä puristusjännityksenä paalun pienimmässä poikkileikkauksessa, ellei laskelmin toisin osoiteta, kuitenkin enintään 5 MN/m².

Taulukko 4: Tukipaalujen geotekninen kantavuus (MN/m²)

Paalutyyppi	Paalutusluokka	Sallittu keskeinen puristusjännitys [MN/m ²]
Puupaalut	III	≤ 5
Teräsbetonipaalut	III	≤ 5
Teräspaalut	III	≤ 40

Teräspaaluilla on otettava huomioon LPO -87:n /17/ kohdissa 3.46, 3.47, 3.48 ja 3.49. esitetyt näkökohdat, jotka on esitetty rajatilamenetelmin Pienipaalutusohjeessa PPO-2007 /18/ kohdassa 6.10. Teräspaalun arvoa 40 MN/m² saa käyttää vain paalun tukeutuessa kallioon. Maan varaan tukeutuvalla teräspaalulle määritellään kantavuus tapauskohtaisesti. Samalla määritetään lyöntiohjeet sekä sallittavat lyöntijännitykset.

Paalutusluokassa III ovat maassa olevan teräspaalun materiaalin sallitut käyttöjännitykset $\sigma_{sall} \leq 0,33 \cdot \sigma_{sa}$, jossa σ_{sa} on alempi myötöraja. Teräspaaluissa ei tarvitse ottaa huomioon korroosiovähennystä.

Teräspaalun sallittu keskeinen puristusjännitys on annettu massiiviselle paalulle keskeisenä puristusjännityksenä pienimmässä poikkileikkauksessa ja putkipaalulle pienimmässä bruttopoikkileikkauksessa, joka on pienin toimiva paalun kokonaispinta-ala.

Suuria teräspuutkipaaluja ($\varnothing > 300$ mm) käytettäessä noudatetaan paalutuksen suunnittelussa ja rakentamisessa ohjetta Teräspuutkipaalut /16/.

Sekä pienet halkaisijaltaan enintään 300 mm että suuret halkaisijaltaan yli 300 mm teräspuutkipaalut suunnitellaan yleensä pohjalevyllä, betonitulpalla tai kalliokärjellä varustettuina suljettuina paaluina. Avoimia teräspuutkipaaluja ei saa lyödä kallioon ja niitä voidaan täten käyttää kitkapaaluina ja erikoistapauksissa tulppaantuvina paaluina. Tulppaantumisen edellytyksenä ovat

paksut tiiviit kerrostumat karkearakeista maata tai moreenia. Tulppaantumisista on käsitelty julkaisussa Teräsputkipaalut /16/.

Osittain vedessä tai ilmassa olevat paalut tarkistetaan nurjahdukselle ja lisäksi otetaan huomioon vaakakuormat kuten tuuli ja virtaavan veden sivupaine. Jääkuormien osalta katso RIL 147 kohta 2.4.14. /1/

Kitkapaalun geotekninen kantavuus määritetään RIL 223 /8/ kohdan 7.5.3 mukaan. Kokonaisvarmuuden tulee olla $\geq 2,5$.

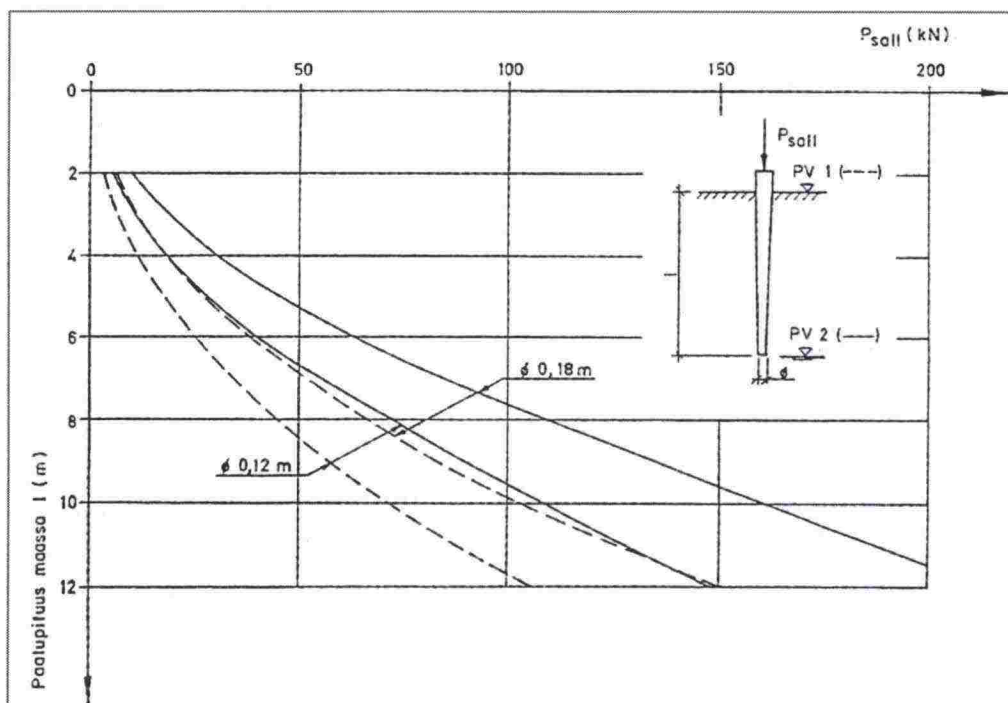
Koheesiopaalun geotekninen kantavuus määritetään RIL 223 /8/ kohdan 7.5.4 mukaan. Kokonaisvarmuuskertoimen pitää olla kuitenkin vähintään $\geq 2,0$. Koheesiopaalutus tulee tehdä vähintään neljä (4) viikkoa ennen kannen valua. Jatketuissa koheesiopaaluissa vain alimmalle osalle voidaan määrittää kantavuus ja jatkoksen tulee olla RIL 223 /8/ mukainen hylsyjatkos.

Siltapaikan alittavan tien kohdalla tulee erikseen sopia geoteknisen suunnittelijan kanssa telinepaalujen käytöstä ja niiden mahdollisesta poistamisesta joko osittain tai kokonaan työn jälkeen.

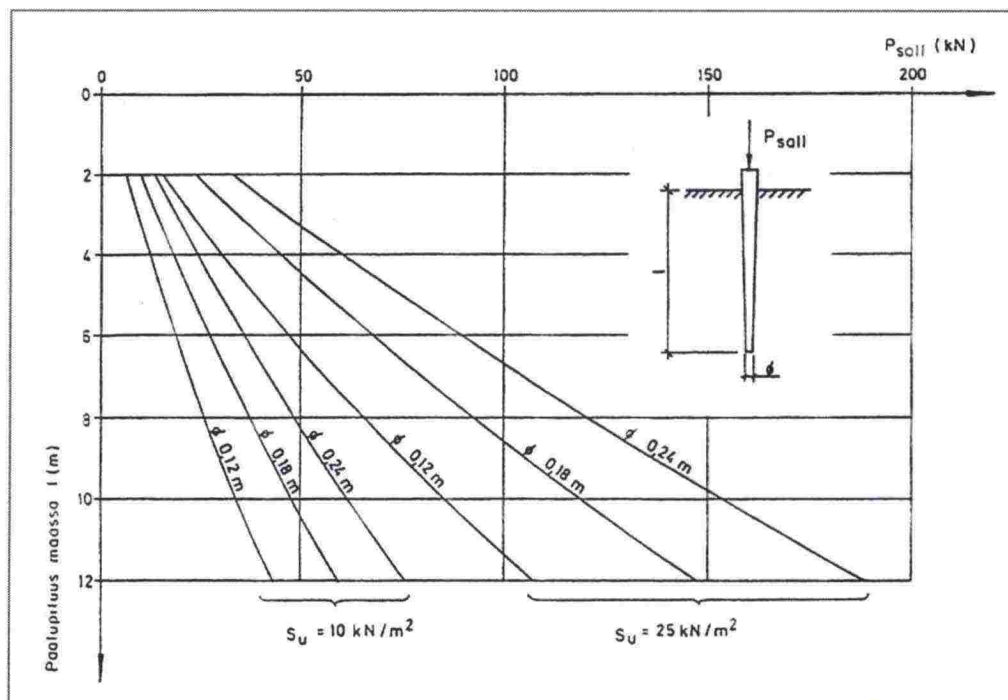
Paalutustyöt tehdään RIL 223 /8/ kohdan 8 mukaan.

Kuvissa 28 ja 29 on esitettyinä käyrät puupaalujen sallituista kuormista maalajista, pohjaveden korkeudesta ja paalun halkaisijasta riippuen /19/.

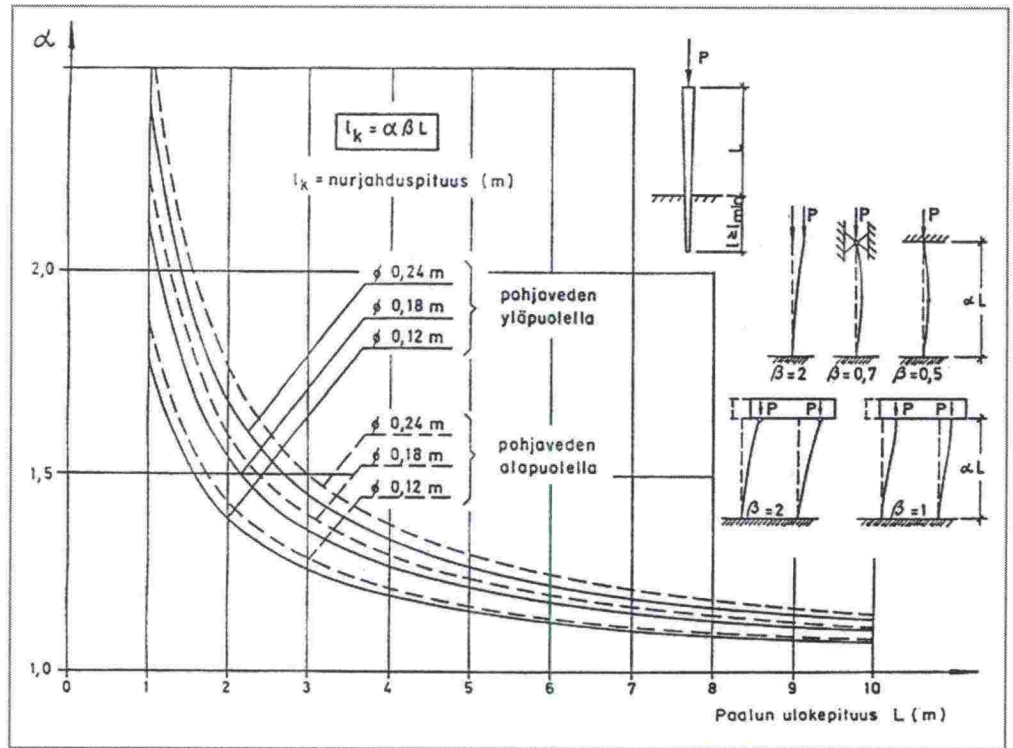
Kuvissa 30 ja 31 on esitettyinä puupaalujen nurjahduspituudet l_k (m) riippuen maalajista, paalun tuentatavasta eli staattisesta mallista sekä pohjaveden asemasta /19/.



Kuva 28: Puisen kitkapaalun sallittu kokonaiskuorma P_{soll} (kN) löyhässä kitkamaassa, kun kokonaisvarmuuskerroin $F = 1,5$. Ehjän viivan (—) arvot pätevät, kun pohjavesi on paalun kärjen tason alapuolella ja katkoviivan (- - -) arvot, kun pohjaveden pinta on paalun kärjen yläpuolella. Siltatelineissä kitkapaalujen varmuuskertoimen tulee kuitenkin olla $\geq 2,5$.



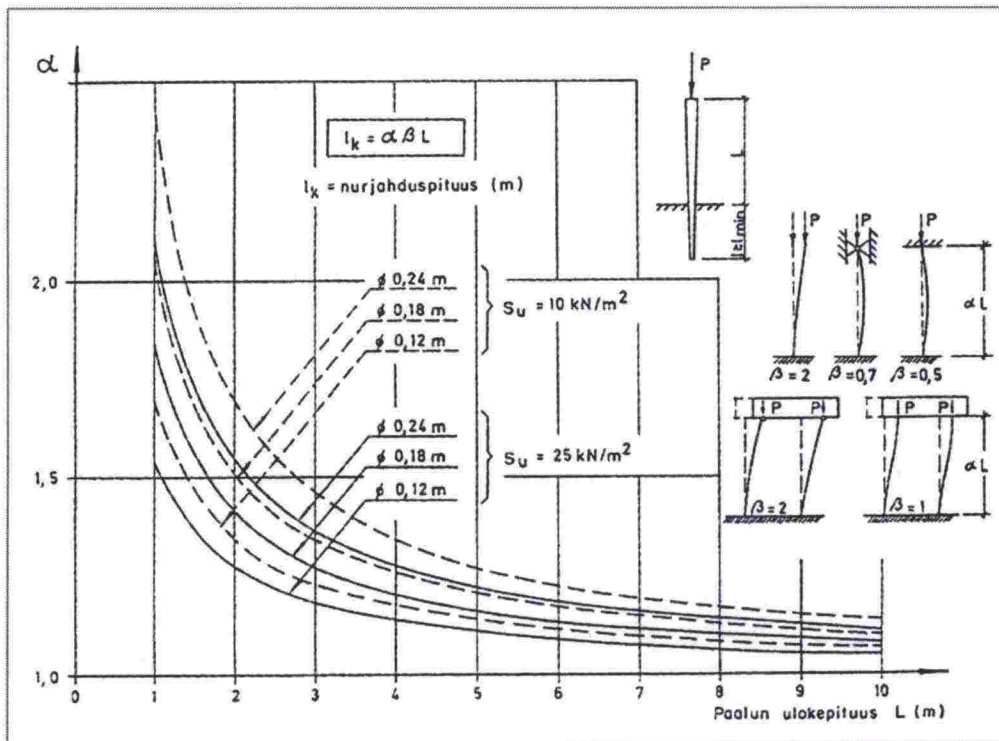
Kuva 29: Puisen koheesiopaalun sallittu kokonaiskuorma P_{soll} (kN) koheesiomaassa $S_u \geq 10 \text{ kN/m}^2$, kun kokonaisvarmuuskerroin $F = 1,5$. Siltatelineissä tulee varmuuskertoimen olla $\geq 2,0$.



Kuva 30: Nurjahduspituuden ($l_k = \alpha \cdot \beta \cdot L$) määrittäminen kitkamaassa paa- lun kärjen halkaisijan (ϕ) staattisen mallin (β), pohjaveden tason se- kä kertoimen (α) avulla. Pienin lyöntisyvyys (l_{min}) on esitettyinä tau- lukossa 5.

Taulukko 5: Pienimmät lyöntisyvydet pystykuormille (l_{min}) kitkamaassa nurjah- duspituutta määritettäessä.

Pohjaveden alapuolella		Pohjaveden yläpuolella	
ϕ (m)	l_{min} (m)	ϕ (m)	l_{min} (m)
0,12	2,5	0,12	1,9
0,18	2,6	0,18	2,3
0,24	3,3	0,24	2,6



Kuva 31: Nurjahduspituuden ($l_k = \alpha \cdot \beta \cdot L$) määrittäminen koheesiomaassa paalun kärjen halkaisijan (\varnothing), staattisen mallin (β), maan leikkauslujuuden (r_{fu}) sekä kertoimen (α) avulla. Taulukossa 6 on esitettyä pienin lyöntisyvyys (l_{min}).

Taulukko 6: Pienimmät lyöntisyvydet pystykuormille (l_{min}) koheesiomaassa nurjahduspituutta määritettäessä.

$S_u = 10 \text{ kN/m}^2$		$S_u = 25 \text{ kN/m}^2$	
\varnothing (m)	l_{min} (m)	\varnothing (m)	l_{min} (m)
0,12	2,3	0,12	1,8
0,18	3,4	0,18	2,6
0,24	4,5	0,24	3,5

5 TUKIRAKENTEET

5.1 Puiset tukirakenteet

5.1.1 Yleistä

Puutelineen ennakkokorotus

Mikäli ei esitetä tarkempia menetelmiä, voidaan liitoksissa arvioida puun syitä vastaan kohtisuoran puristusjännityksen aiheuttaman kokoonpuristuman olevan 1-2 mm/liitos. Muilta osin katso RIL 147 kohta 5. /1/

5.1.3.2 Tuen jatkaminen

Kaikkia tolppia ei saa jatkaa samassa sidontavälissä ja pyöreän tolpan jatkoksia tulee välttää. Mikäli pyöreät tolpat kuitenkin jatketaan, tehdään jatkaminen ohjeen RIL 147 /1/ kohdan 5.1.3.2 mukaan ja tolpan kapasiteettia vähennetään 20 % jatkosta kohden. Jatkoksissa tolpat on veistettävä yhtä paksuiksi.

Lujuusleimattua sormijatkoksien jatkettua sahatavaraa saa käyttää vain ympäristöministeriön hyväksymän laadunvalvonnan alaisena valmistuksena katso RIL 120 /7/ kohta 2.2.

5.1.3.3 Pysty- ja vinotuen asentaminen ja mitoitus

Nurjahdusmitoituksessa k_s -kerrointa määritettäessä oletetaan normaalivoiman epäkeskeisyydeksi pyöreitä pystytukia käytettäessä vähintään $L_c/100$ ja sahatavaraa käytettäessä $L_c/200$, missä L_c = nurjahduspituus. Vaakasidevälin on oltava pienempi kuin 2,2 m siteiden asennustyön helpottamiseksi. Koska vaakasiteet toimivat tavallisesti asennusaikaisten kulkuteiden tukina, on vaakasiteet ja niiden liitokset tarkistettava kestämään työtason omanpainon lisäksi vähintään 1 kN pistekuorma.

Jos pysty- tai vinotuet asennetaan betonin, teräspalkin tms. päälle, on tuen alapää sidottava vaakasiteillä ristikkäisiin suuntiin.

Mikäli tuen alapäähän tuetaan vinoside, tulee se aluspuun suuntaa vastaan kohtisuorassa suunnassa sitoa vaakasiteellä. Pitkän aluspuun suunnassa vaakaside ei aina ole välttämätön, mikäli kitkavoima ja naulaus aluspuuhun ovat vaakavoimalle riittävät. Vinotukien vaakakomponentit on aina siirrettävä vaakasitein useammalle tolपालle, kiinteisiin rakenteisiin tai vastakkaisuuntaisiin vinotuihin. Myös vinotukien osalta tulee leimapaineet aina tarkistaa.

5.1.6 Telineen jäykistäminen

Puutelineet

Vaaka- ja vinositeet tulee yleensä naulata tolpan vastakkaisille puolille jatkamisen ja liitosten keskistämisen helpottamiseksi. Toistensa kanssa päällekkäin olevat vino- ja vaakasiteet voidaan hyväksyä ainoastaan siteiden ollessa lautta.

Ylimmän poikittaisen vaakasiteen etäisyys tolpan yläpäästä saa olla enintään 0,5 m. Pelkkoja ja niskoja voidaan käyttää korvaavina vaakasiteinä, mikäli koko rakenne liitoksineen mitoitetaan tapauskohtaisesti määrääville kuormitusyhdistelyille RakMk:n ohjeen B 10 mukaisesti.

Naulaliitokset mitoitetaan Puurakenteiden suunnitteluohjeiden RIL 120 /7/ mukaan, jossa liitosten ominaisleikkauslujuudet on esitetty kohdassa 5.3. Liitettäessä sahatavaraa pyöreään puutavaraan kerrotaan vastaavasta sahatavarasta koottujen liitosten ominaisleikkauslujuudet luvulla 0,65. Profi-loimattomia pyöreitä nauloja käytettäessä kerrotaan liitosten arvot luvulla 0,8.

Pyöreän puutavaran yhteydessä käytettävät vaaka- ja vinositeet:

- tolpat veistetään
- vinositeet mielellään lautta ja mitoitus vain vedolle
- vaakasiteet 32 ... 50 x 100

Teline sidotaan niin jäykäksi, etteivät telinettä rasittavat vaaka- ja pysty-kuormat ja telineiden muodonmuutokset yhteensä aiheuta telineelle suurempaa lisäkallistusta kuin 10 % kulloinkin sallitusta kaltevuusvirheen \emptyset -arvosta. Näin estetään pystykuormia aiheuttamasta telineelle lisää vaakakuormitusta. Mikäli lisäkallistus on suurempi kuin 10 % sallitusta lisä \emptyset -arvosta, lasketaan telineen lopullinen tasapainoa vastaava kallistuma ja sitä vastaavat voimat tarkemmin.

Taulukko 7: Poikkileikkaukseltaan nelikulmaisilla lankanauiloilla ja nelikulmaisilla tai pyöreillä, ammuttavilla nauiloilla kootun liitoksen sallitut leikkausvoimat (N/leike).

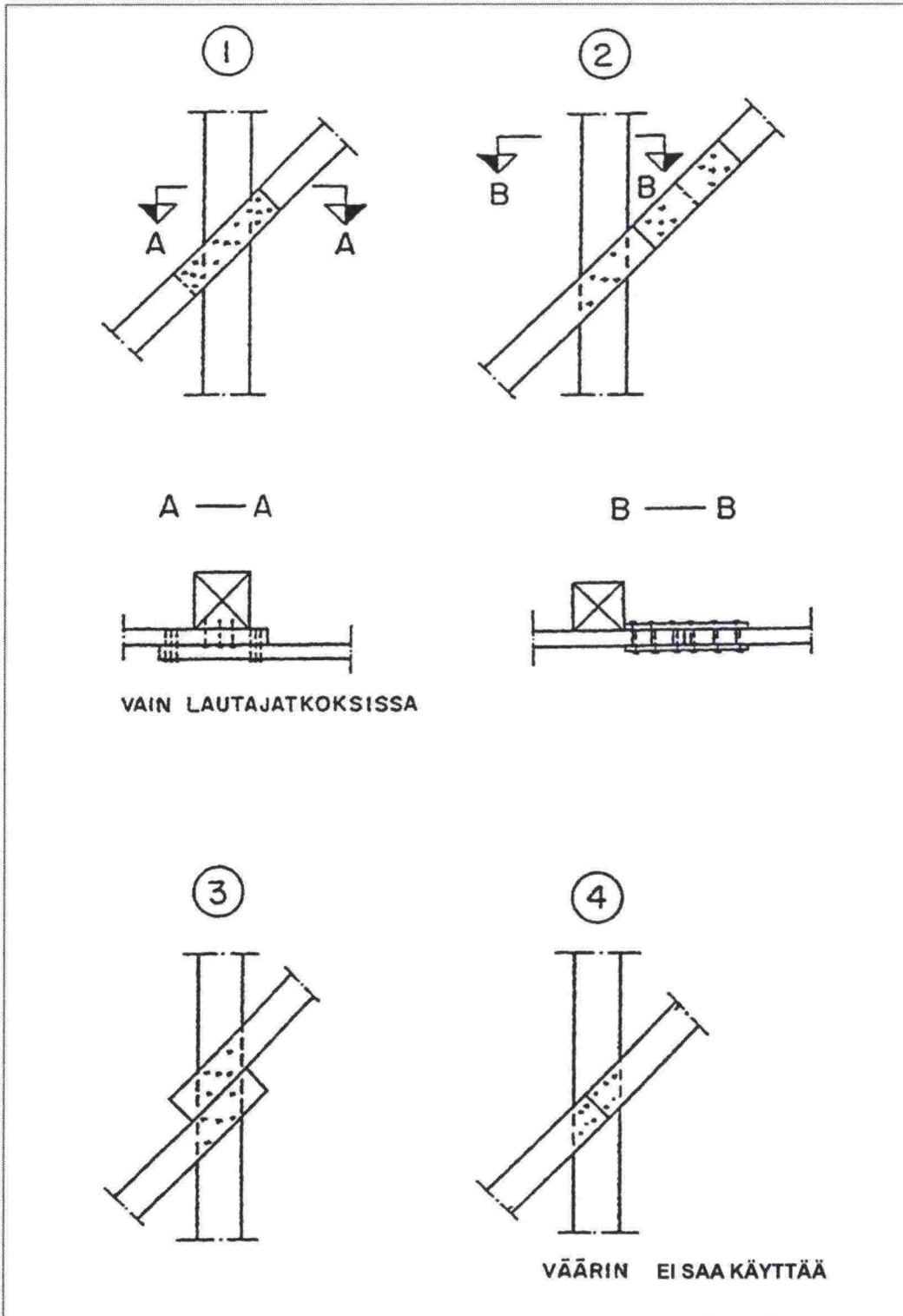
NELIKULMAISET LANKANAULAT					PYÖREÄT KONENAULAT					NELIKULMAISET KONENAULAT				
Naulan paksuus x pituus (mm)	AIKALUOKKA				Naulan halkaisija x pituus (mm)	AIKALUOKKA				Naulan paksuus x pituus (mm)	AIKALUOKKA			
	B		C			B		C			B		C	
	kosteusluokka					kosteusluokka					kosteusluokka			
	3	4	3	4		3	4	3	4		3	4	3	4
2,5 x 60	250	190	430	330	2,5 x 50/63	200	150	340	260	2,5 x 55/63	250	190	430	330
2,8 x 75	300	240	510	400	2,8 x 63/75	240	190	400	320	2,8 x 75	300	240	510	400
3,4 x 100	420	330	720	560	3,4 x 100	330	260	570	440	3,1 x 90/98	350	280	610	470
4,2 x 125	610	470	1000	790	4,2 x 130	480	370	800	630					
5,1 x 150	840	650	1400	1100	5,0 x 160	650	500	1080	850					

Telineiden pystytukien vaaka- ja vinositeiden välisissä liitoksissa suositellaan käytettäväksi taulukon 8 mukaisia naulakokoja.

Taulukko 8: Pystytuen ja vaaka- ja vinositeen suositeltavat naulakoot

Siteen vahvuus [mm]	Naulakoko [mm]			
	Sahatavara		Pyöreä puu	
	konenaulat	lankanaulat	konenaulat	lankanaulat
22	2,5 x 63	2,8 x 75	2,5 x 63	2,8 x 75
32	3,1 x 90	2,8 x 75	3,1 x 90	3,4 x 100
44	3,1 x 90	3,4 x 100		4,2 x 125
50	3,1 x 90	3,4 x 100		4,2 x 125

Siteiden jatkotapoja on esitetty kuvassa 32. Suositeltavimpana pidetään tapaa 1. Tapaa 4 ei saa käyttää. Jatkokset mitoitetaan siteissä jatkoksen kohdalla esiintyvälle voimalle.



Kuva 32: Vino- ja vaakasiteiden jatkamistapoja. Tapaa 1) suositellaan vain laudalle ja tapaa 4) ei saa käyttää.

5.2 Metalliset tukirakenteet

5.2.1 Tukitornit

Taulukossa 9 on esitetty yleisimpien tukitornien keskeiset kuormitukset ilman vaakakuormaa.

Taulukko 9: Tukitornien keskeisiä kuormituksia ilman vaakakuormaa [k]

Tukitorni	Säätöruuvien suurin sallittu pystykuorma [kN]/ruuvi	Säätöruuvien suurin sallittu korkeus H [mm]
Acrow shorload	44,5	≤ 450
	35,6	450 < H ≤ 500
ABM-alumiinitukitorni	42,0	≤ 365
Acrow shorbrace	53,4	≤ 300
Haki-tukitorni	55,0	≤ 300
Hünnebeck ID 15	49,0	≤ 220
Peri ST 100	53,8	≤ 340
Doka d2	45,0	≤ 200
	37,0	200 < H ≤ 350

Tukitornin käyttöselosteen ja TS-korttien nro 5513 – 5515 /5/ mukaan vaikuttavat tukitornien pystykuormien kantokykyyn pienentävästi seuraavat tekijät:

- tornille tulevan pystykuorman epäkeskisyys
- vaakakuormat, ellei niitä siirretä vino- ja vaakasitein perustoille tai muihin rakenteisiin
- perustusten epätasainen painuma
- lämpötilan muutokset vaakakannattimissa
- tukitornin korkeus ja sidontavälit
- tornin säätöjalkojen ja -päiden ruuvien pituus

5.2.2 Tukipylväät

Tukipylväiden kantokykyyn vaikuttavat pääasiassa pylvään nurjahduspituus sekä pylväisiin kohdistuvat vaakavoimat. Vaakavoimat tulee siirtää vino- ja vaakasiteillä perustoille tai kiinteisiin rakenteisiin.

Tukipylväinä voidaan käyttää myös teräsprofileja. ks tarkemmin 2.3.2.

5.2.4 Kannattimet

Yleistä

Kannattimet voidaan jakaa massiivisiin muototeräspalkkeihin (yleensä HEA, HEB ja I-palkit) ja esivalmisteisiin ristikkokannattimiin. Yleisesti käytettyjä muototeräspalkkeja ovat HEB 140, 160, 200, 220, 240, 300, 400 ja 500.

Muototeräspalkkien etuja ristikkokannattimiin verrattuna ovat mm:

- hankinta-, vuokra- ja käyttökustannukset ovat pieniä
- eivät vaurioidu helposti kuljetuksessa ja purkuvaiheessa
- rakennekorkeus on pienempi kuin ristikkokannattimilla (kulkuaukot, kevättulvat)

Muototeräspalkkien haittana voidaan pitää:

- teräspalkkien jatkaminen on työlästä tehdä ja tarkastaa. Kannattimina ei yleensä käytetä jatkettuja palkkeja. Tällöin kulkuaukkojen mittojen vaihtelusta johtuen muodostuu tarvittava teräspalkkikalusto laajaksi. Mikäli palkki kuitenkin jatketaan, tulee hitsiliitokset tarkastaa ohjeen Teräsrakenteiden suunnitteluohje RIL 90 /9/ rakenneluokan 2 mukaan.
- esikohotus on tehtävä muotopuulla

Esivalmisteisten ristikkokannattimien etuja verrattuna muototeräspalkkeihin ovat:

- helppo jatkaa tarvittavalle jännemitalle sopivaksi
- varsinaisen telinekannattimen esikohotus tehtävissä säätöruuveilla/ muotopuilla.
- eräiden kannatintyyppien kantavuutta voidaan lisätä käyttämällä alapuolisia tukiansaita

Ristikkokannattimien tuentaan käytetään yleensä samaan järjestelmään kehitettyjä ristikko-osista koottavia pylviä, jotka tukeutuvat nivelellisesti perustuksiin.

Alumiiniset kannattimet

- etuina ovat keveys ja käsiteltävyys
- haittana ovat korkea hinta ja vaurioitumisherkkyys käsittely- ja purkuvaiheissa

5.2.4.1 Kannattimien käyttö

Teräskannattimien käyttö saattaa tulla kyseeseen seuraavissa tapauksissa:

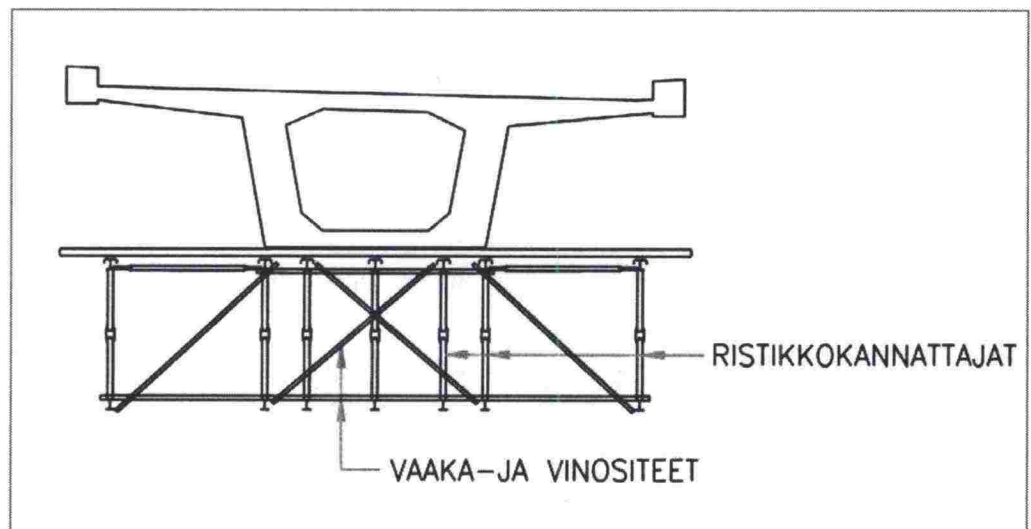
- maa on heikosti kantavaa ja kova pohja on syvällä
- vesistösilloissa, joissa on suuri vesisyvyys
- kun kannattimet voidaan tukea sillan tukien varaan
- jyrkkien maa- ja kallioluiskien kohdalla
- kun telineissä tarvitaan kulkuaukkoja
- kun kevättulvat ja jäät vaurioittaisivat puurakenteisia tai tukitorneista koottuja telineitä
- kun telinettä tarvitaan maan routaantumisen tai roudan sulamisen aikana

Työsaumojen sijoitteluun, valujärjestyksen suunnitteluun ja kannattimien taipumiin on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Kannattimien sijoitus

Kannattimet on pyrittävä sijoittamaan siten, että niiden taipumat ovat yhtä suuret tai taipumaerot tasataan kannatinkohtaisilla kohotuksilla.

Palkki- ja kotelopalkkisilloissa kannattimet sijoitetaan palkkien alle *kuvan 33* mukaisesti tai reunapalkkien kohdalle lisätään ylimääräiset kannattimet.



Kuva 33: Kannattimien sijoitus kannen alapuolelle kotelopalkkisilloissa

Mikäli alikulkukorkeus jäisi muutoin liian matalaksi, voidaan esim. ylikulkusilloissa ristikkokannattimet sijoittaa kannen yläpuolelle tai kapeissa silloissa kannen sivulle. Työtapa on kuitenkin tavanomaista kalliimpi ratkaisu, eikä sitä pidetä siksi suositeltavana.

Kannattimien taipuma

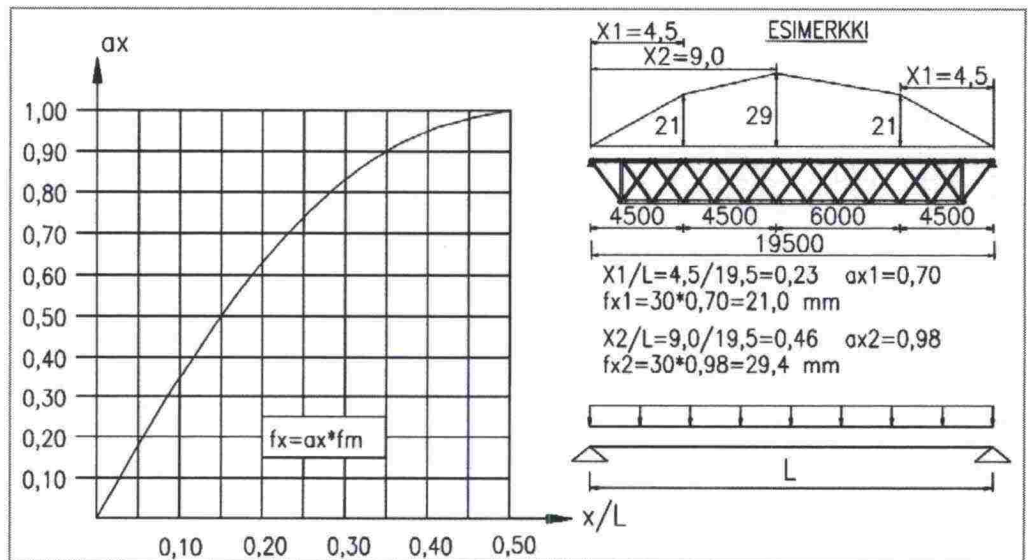
Kannattimilla tai niiden päälle asetettavilla muotopuilla annetaan sillansuunnittelijan määräämä valmiin rakenteen pystysuuntainen kaarevuus sekä esikohotus. Telinekannattimen taipuma määräytyy betoni- ja muottirakenteen sekä kannattimen omasta painosta. Valunaikaista hyötykuormaa ei oteta mukaan kannattimen taipumaa laskettaessa.

Kun telinekannattimien tukiväli on lähes yhtä pitkä kuin jännitettävän rakenteen jännemitta, tulee kannattimet laskea irti rakenteesta jännitystyön aikana. Jännevoiman tulee kantaa kannatettavan rakenteen paino ennen telinekannattimien irrottamista. Telinekannattimiin valun yhteydessä tullut taipuma on usein suurempi kuin jännevoiman aiheuttama kannatettavan rakenteen kohoaminen. Tästä johtuva telinekannattimissa oleva »jousivoima» saattaa estää rakenteen vapaan pituudenmuutoksen ja aiheuttaa yhdessä jännevoiman kanssa rakenteelle liian suuria rasituksia (RIL 147 kuva 58) /1/

Jos telinekannattimet tuetaan jännitetyn rakenteen tukivälin keskellä, on tuen kimmoinen painuma yleensä pienempi kuin jännevoiman aiheuttama rakenteen kohoaminen telinetuen kohdalla. Kannattimia ei tällöin tarvitse irrottaa jännitystyön aikana.

Jos kotelopalkkisillan pohjalaatta valetaan tekemällä työsauma laatan ja palkkien väliin, niin palkkeja ja ylälatausta valettaessa kannattimet taipuvat lisää ja tämä saattaa aiheuttaa alalataattaan jännityksiä ja halkeamia. Asia voidaan hoitaa valujärjestyksellä ja valamalla koko kansi kerralla käyttäen betonissa sopivia hidastusaineita etenkin kannattimien tukialueilla.

Yksinkertaisen, tasaisesti kuormitetun teräspalkki- tai ristikkokannattimen taipuma kannattimen keskellä lasketaan statiikan sääntöjen ja telinekannattimen valmistajan ohjeiden mukaan. Taipuman suuruus muilla kohdilla saadaan kuvan 34 mukaan.



Kuva 34: 1-aukkoisen, tasaisesti kuormitetun kannattimen taipuman f_x määrittäminen välipisteissä, kun tiedetään kannattimen taipuma keskellä $f_m = 30 \text{ mm}$.

5.2.4.4 Kannattimien tuet

Kannattimien asettamat vaatimukset tulee ottaa huomioon jo siltasuunnitelmissa. Kannattimet voidaan tukea myös valmiiseen siltarakenteeseen:

- suoraan siltarakenteen esim. laakeritason varaan
- teräspylväiden, tukitornien tai puu- tai terästukien avulla sillan peruslaatan
- siltarakenteeseen asennetun teräsulokkeen varaan

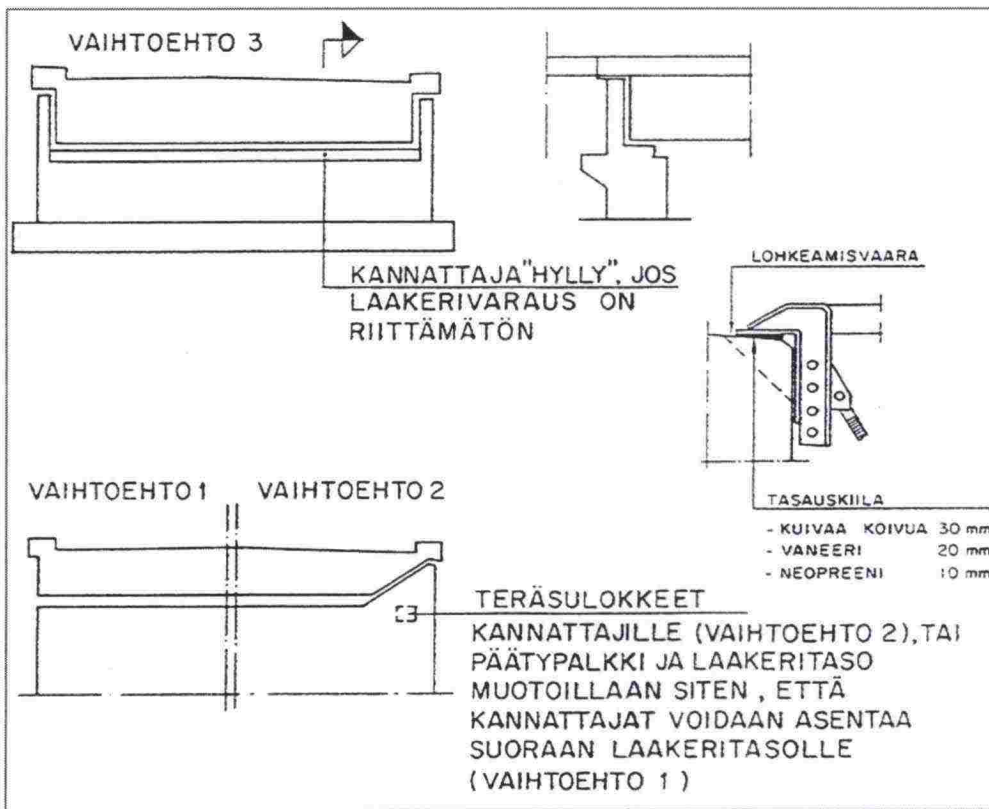
Lisäksi voidaan käyttää erillistä paalutusta tai maanvaraista anturaa.

Valmiiseen rakenteeseen tuettaessa on varmistettava, ettei rakenteeseen jää eikä se saa eri työvaiheissa haitallisia kuormia, siirtymiä, muodonmuutoksia tai pysyviä ulkonäkövirheitä.

Tuenta sillan laakeritason päältä

Jotkut kannatintyypit voidaan tukea suoraan laakeritason päältä matalan kypälän avulla.

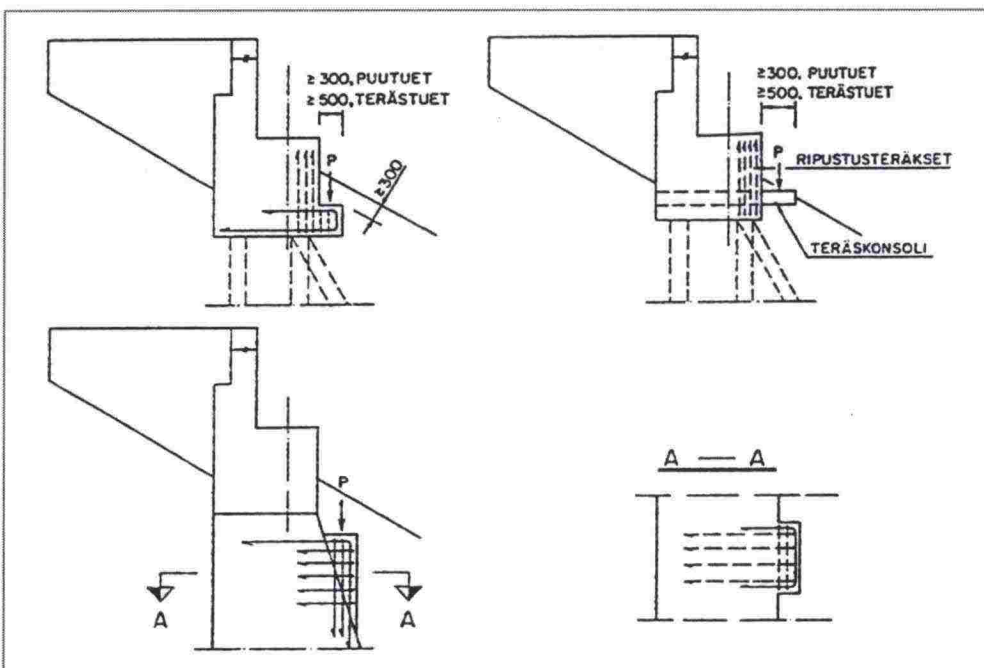
Usein kannen alapinnan ja laakeritason yläpinnan väli on liian pieni kannattimia ja muotteja varten. Tällöin voidaan kannattimet tukea kuvan 35 ja 36 mukaisesti.



Kuva 35: Erilaisia tuentatapoja laakeritason päältä

Tuenta peruslaataan tai maatukeen

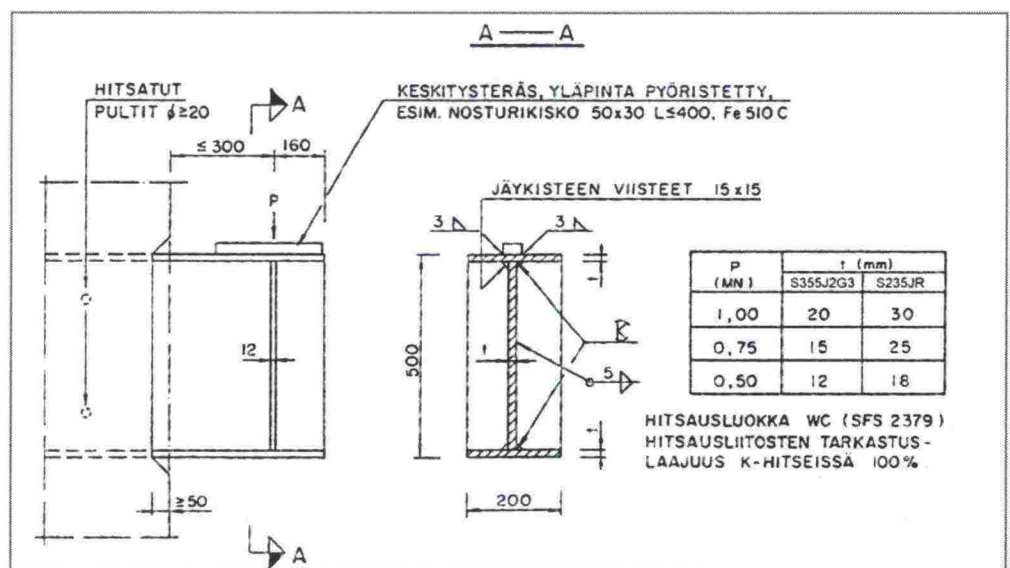
Mikäli kannattimia ei ole mahdollista tukea laakeritasolta, voidaan ne maatuella tukea kuvan 36 mukaisesti tai tukipylväillä peruslaatasta.



Kuva 36: Erilaisia tuentatapoja maatuella

Kannattimien tuenta teräsulokkeen päältä

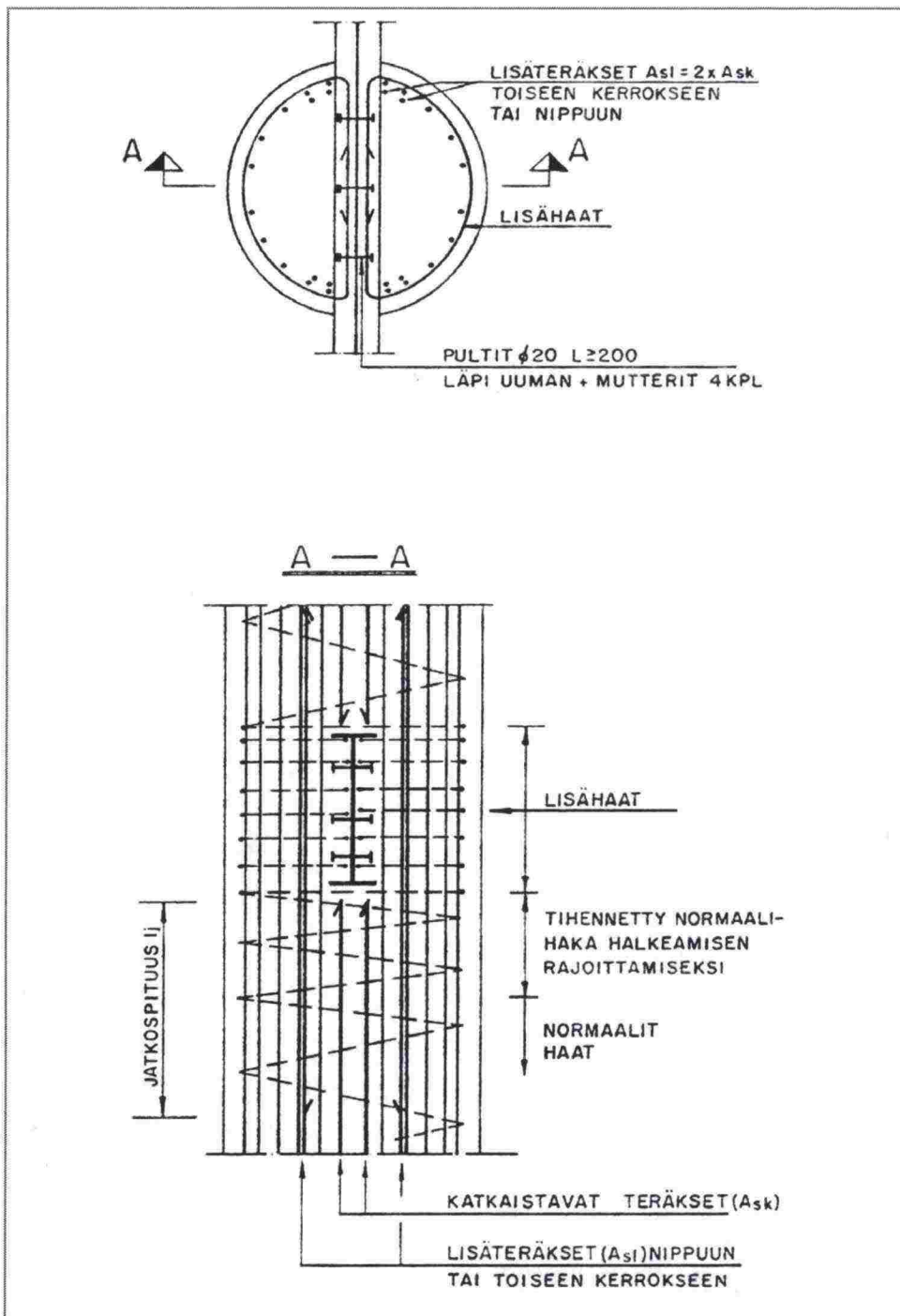
Teräsulokkeina käytetään kapealaippaista I-palkkia, koska pilarissa on tiheästi teräksiä. Tavallisesti pääteräksiä ja hakoja joudutaan ryhmittelemään ja lisäämään sillansuunnittelijan ohjeiden mukaan. Teräsuloketta mitoittaessa on laskelmin todettava ainakin rakenteen taivutus- ja leikkauskestävyydet ja kestävyys myös voimasuureyhdistelmille. Tarvittaessa I-palkin uuma vahvistetaan hitsaamalla pistekuorman kohdalle uumaan kiinni pystysuora lommahdusjäykiste.



Kuva 37: Levypalkkikonsolin mittoja kuormille $P = 0,50 \dots 1,00$ MN

Teräsulokkeen alapuoliseen betonipintaan kohdistuu suuret pintapaineet ja halkaisujännitykset, joiden suuruus on laskettava sekä tarvittaessa asennettava jännityksiä tasaava teräslevy ja betonin halkeilua rajoittava rudoitus (kuva 38) I-palkin alle. Erittäin tärkeää on pilarin betonin lujuudenkehityksen seuraaminen. Betonin lujuuden täytyy yleensä vastata suunnittelulujuutta ennen kannen betonointia.

Teräskonsolien päälle asennetaan yleensä suurikokoisia teräspalkkeja tai -ristikoita. Kannattimet sidotaan toisiinsa vetoa ja puristusta kestäväillä siteillä. Jos siltapilarit ovat suhteellisen lähellä toisiaan ja kannen reunauloke on suuri, joudutaan teräspalkin pää joskus tukemaan kannen reunalinjalla jännitysten ja taipuman rajoittamiseksi. Teräskannattimen kohdalla esiintyy suuria pistekuormia, jotka voivat olla asennusepätkästä johtuen epäkeskeisiä. Näissä kohdissa palkkien uumat vahvistetaan tarvittaessa tukilevyillä.

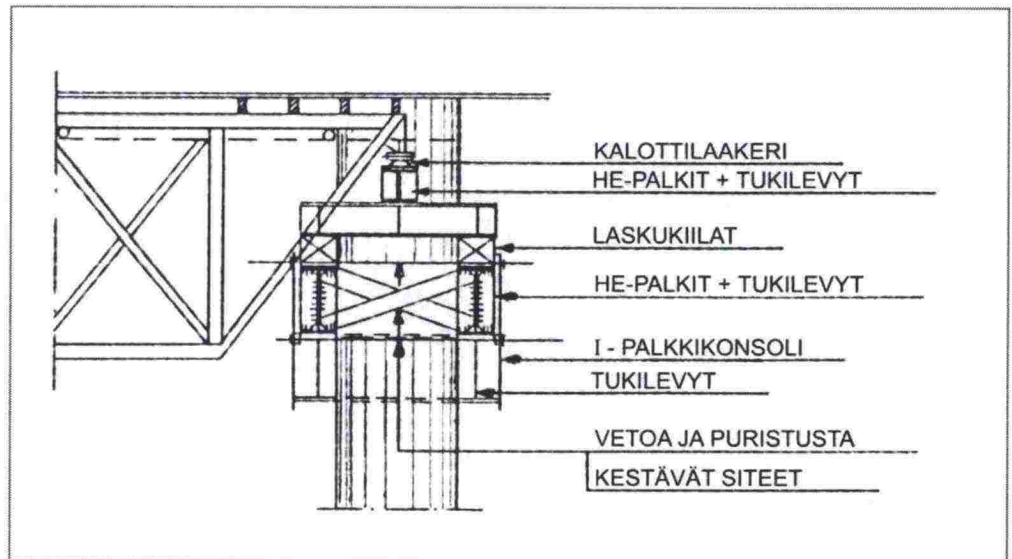


Kuva 38: Pilarin lisäteräket konsolituen yhteydessä

Konsolituen rakentaminen ja purku on esitetty liitteessä 1 mainitussa TS-kortissa nro 5516. /5/

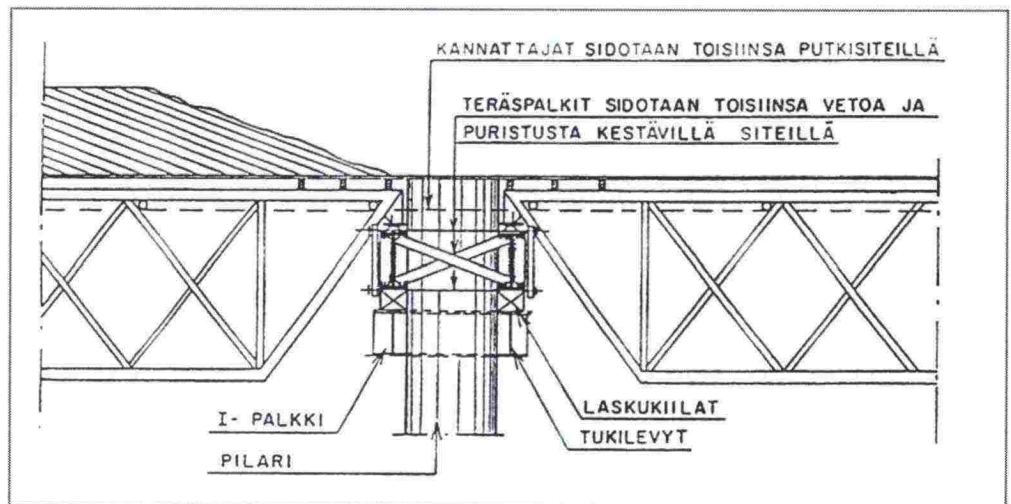
Teräskonsolia voidaan käyttää kahdella tavalla:

- a) Kuormitukset keskitetään pilarin keskilinjalle, jolloin konsoli on joko sillan pituussuunnassa (kuva 39) tai sillan poikkisuuntaan pilarien läpi asennetaan I-teräspalkki. Kannattimien purkaminen pilariväliltä on hankalaa.

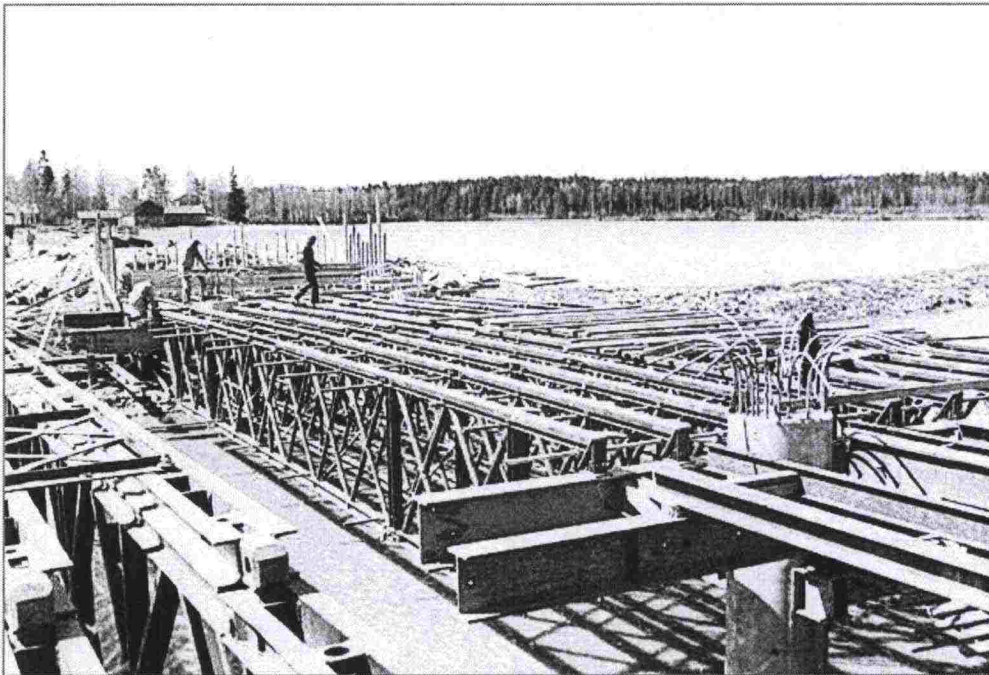


Kuva 39: Kannattimien tuenta pilariin asennetun teräsulokkeen päältä. Kannattimien tukilinja pilarin keskellä.

- b) Kannattimet tuetaan pilarin sivusta (kuva 40)



Kuva 40: Kannattimen tuenta pilariin asennetun teräsulokkeen päältä. Kannattimien tukilinja pilarin sivulla



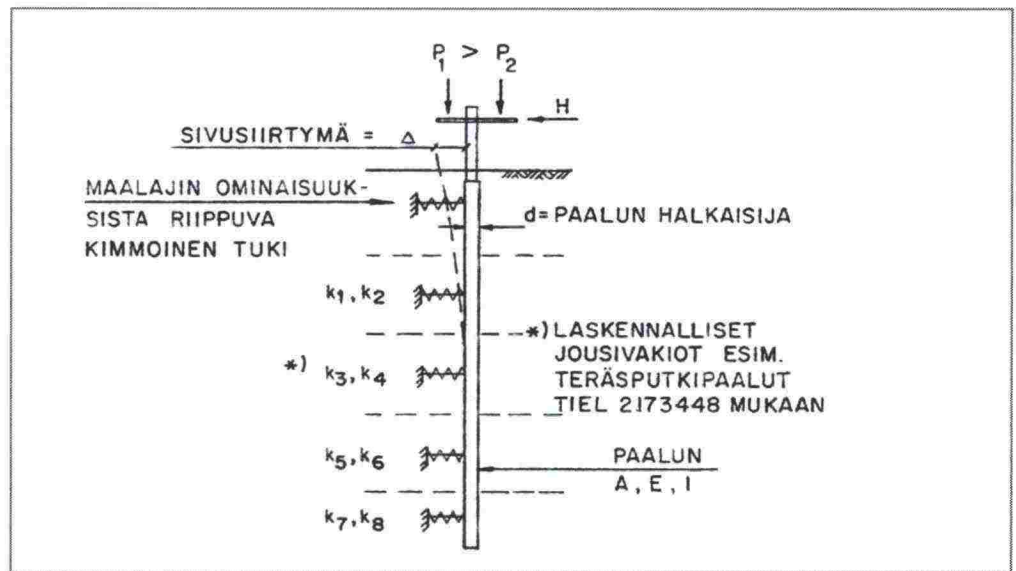
Kuva 41: Kannattimien tuenta pilariin, Mattilan silta

Tässä tapauksessa pilarille tulee normaalivoiman lisäksi momenttia, koska pilarille tulevat kuormat eivät yleensä ole yhtä suuria. Tällöin pilariin saattaa jäädä taivutusjäännityksiä.

Jos pilarin päässä on laakeri, on sen ennakoasetuksissa otettava huomioon pilarin taipumisesta telineen purkamisen jälkeen aiheutuva vaakavoima laakeriin.

Pilarin taivutusmomenttia voidaan pienentää betonoimalla kansi symmetrisesti pilarilinjalta kahteen suuntaan.

Pilariin kohdistuvaa momenttia voidaan pienentää myös tukemalla kannatinsysteemi vaakasuunnassa maatukeen. Ellei tällaista tuentaa ole, tulee pilarin kestävyys varmistaa ja lisätä tarvittaessa pilariteräksiä. Lisäksi on varmistettava, että suurpaalun sivutuenta maassa on riittävä (kuva 42). Paalun yläosan ympärillä oleva maa on usein hyvin pehmeää, joten tällaiselle rakenteelle ei voida sallia kovin suuria epäkeskeisyyksiä.



Kuva 42: Suurpaalun tukeutuminen maaperään (sivusuunnassa)

5.3 Erikoisrakenteiset tukitelineet ja laitteet

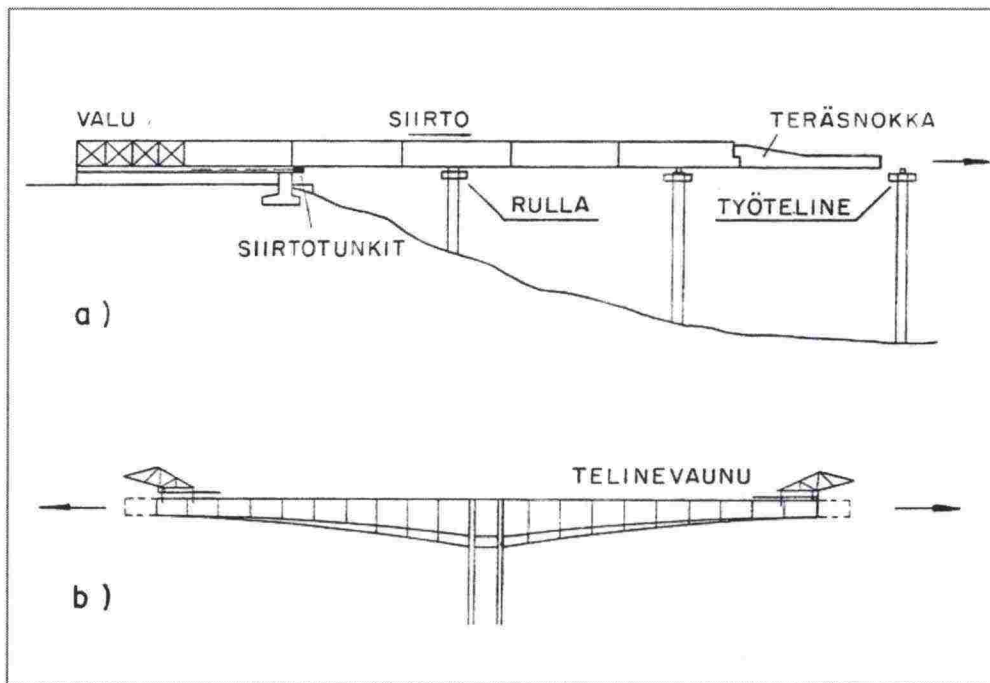
Siltojen rakentamisessa on käytössä mm. seuraavia erikoismenetelmiä:

- vaihesiirtomenetelmä
- ulokemenetelmä
- telinesiirtomenetelmä
- kiipeävä pilarimuotti
- liukuvalumuotit
- reunapalkin korjaus- ja jälkivaluteline

Erikoistelineiden aiheuttamat työnaikaiset kuormitukset ja muodonmuutokset on otettava huomioon niiden käyttöä suunniteltaessa.

Erikoismenetelmät soveltuvat parhaiten siltoihin, joissa tavanomaisten telineiden kustannukset ovat suuret (vesistö sillat). Tällöin silta on suunniteltava ottaen huomioon erikoisrakenteisen telineen vaatimukset:

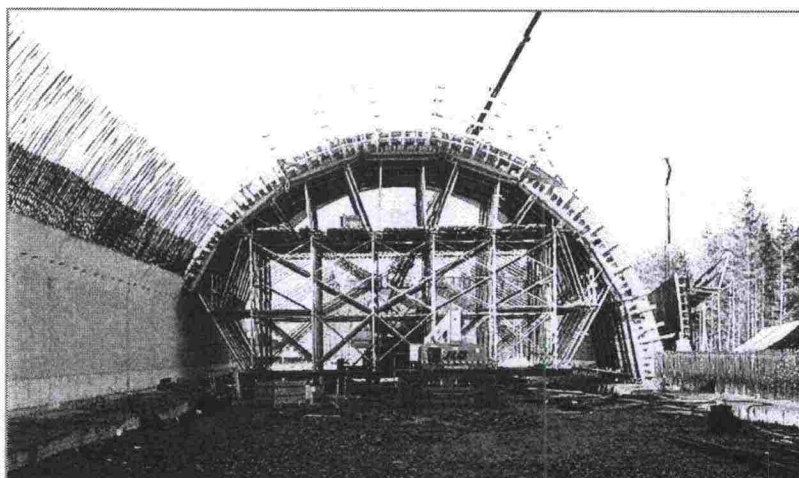
- Vaihesiirtomenetelmässä siltakansi valetaan vaihe kerrallaan maatuen takana ja siirretään hydraulisilla tunkeilla vaiheittain lopulliselle paikalleen.
- Ulokemenetelmässä valu etenee vaiheittain sillan välituelta kumpaankin suuntaan. Kukin valuosa jännitetään vuorollaan kiinni aikaisemmin valettuun osaan. Vaunu tasapainotetaan painoin tai ankkuroinnein.
- Telinesiirtomenetelmässä siirretään koko telineistöä tai kannen telineitä konsolituelta konsolituelle valun etenemisen mukaan.



Kuva 43: Sillanrakentamisen erikoismenetelmiä a) vaihesiirtomenetelmä b) ulokemenetelmä

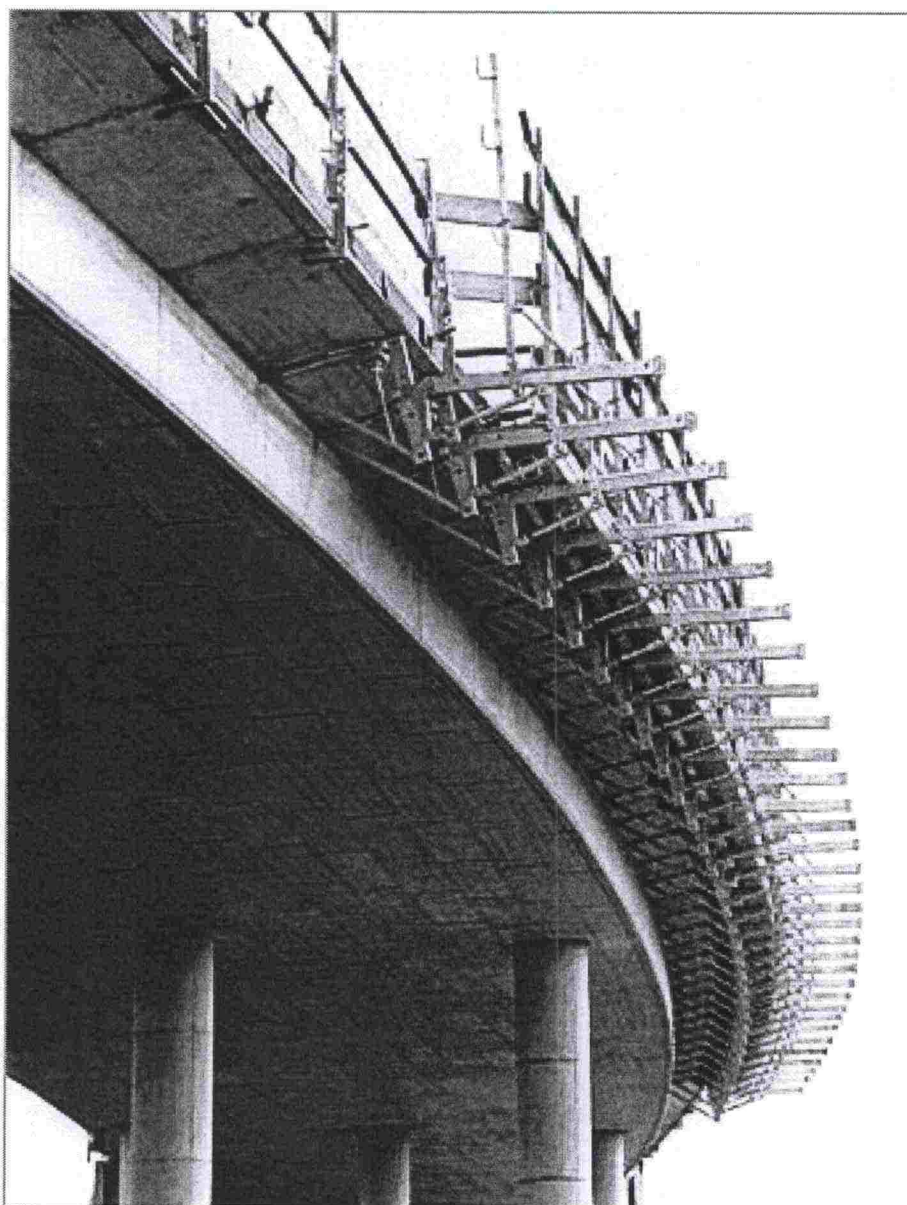


Kuva 44: Siirtoradalla vaiheittain etenevä tunnelimuotti



Kuva 45:

Tunnelimuotteja väylällä E18. Pillistön ylikulkukäytävä.



Kuva 46: *Reunapalkin korjaus- ja jälkivaluteline*

5.4 Kulkuaukkojen suunnittelu ja rakentaminen

5.4.1 Tielikenteen kulkuaukot ja liikenteen työnaikainen ohjaus

Ellei taloudellisesti tai teknisesti ole mahdollista ohjata liikennettä kiertotietä siltapaikan ohi, tehdään telineisiin yksi tai useampi kulkuaukko.

Koska telineitä ei mitoiteta törmäyskuormille, pyritään liikenteen törmäykset telineisiin välttämään erillisillä korkeuden ja leveydenrajoittimilla, liikenteen ohjauksella ja valvonnalla. Kulkuaukot merkitään liikennemerkeillä *liitteen 2 Liikenteen ohjaus; Liikenne tietyömaalla* mukaisesti.

Kulkuaukko on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei läpikulkevalle liikenteelle aiheudu vaaraa putoavista esineistä ja rakennusmateriaaleista. Kulkuaukon kannattimien päälle asennetaan suojaksi vettä läpäisevä kuitukangas.

Kulkuaukkojen sijoittelu ja mitat on aina selvitettävä tapauskohtaisesti rakennuttajan edustajan kanssa, ellei niistä ole selvitystä siltapaikka-asiakirjoissa, urakan tuotevaatimuksissa tai urakkaohjelmassa.

Ajoneuvoasetuksen /20/ ja liikenneministeriön päätöksen /21/ mukaisten ajoneuvojen suurimpien mittojen mukaisten ja turvallisuusvaralla lisätyt (korkeus $\geq +200$ mm, leveys $\geq +500$ mm) kulkuaukkojen mitat on esitetty taulukossa 10.

Taulukko 10: Kulkuaukkojen vähimmäismitat

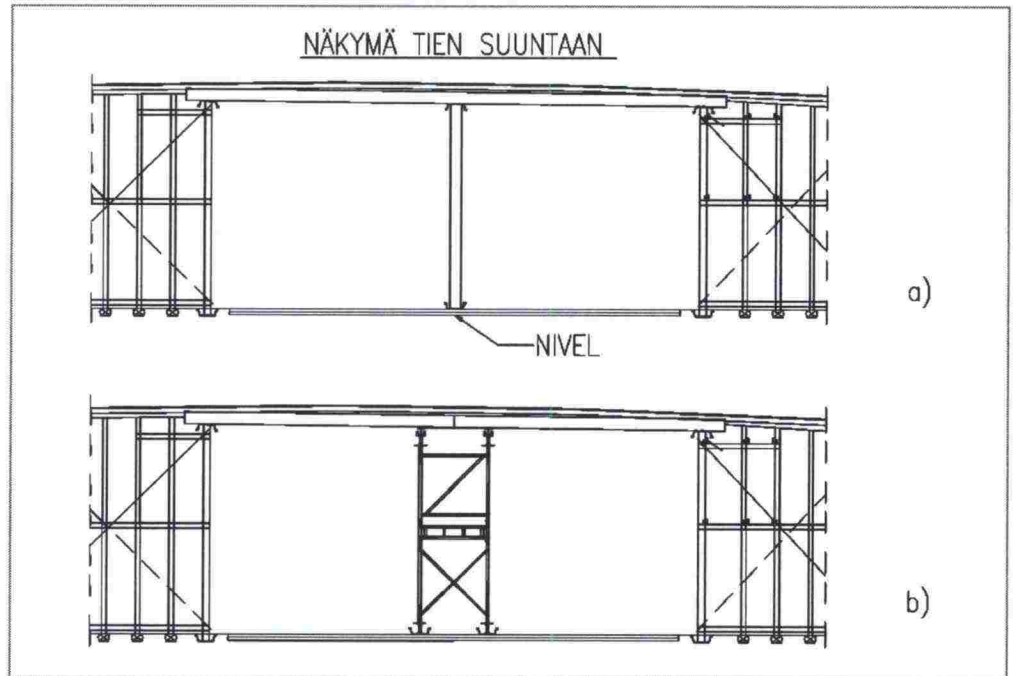
	Kulkuaukkoja 2 kpl/ajorata		Kulkuaukkoja 1 kpl/ajorata	
	Vapaa leveys (m)	Vapaa korkeus (m)	Vapaa leveys (m)	Vapaa korkeus (m)
Kevytliikenne	-	-	$\geq 2,0$	$\geq 2,5$
Yksityis- ja paikallistiet	$\geq 2 \cdot 3,5$	$\geq 4,2$	$\geq 3,5$	$\geq 4,2$
Maantiet ja moottoritiet	$\geq 2 \cdot 3,5$	$\geq 4,2$	$\geq 7,0$	$\geq 4,2$
Erikoiskuljetukset	$\geq 2 \cdot 3,5$	$\geq 4,6$	$\geq 7,0$	$\geq 4,6$

Kulkuaukon lähellä ei saisi olla mutkaa ajoneuvon kulkureitillä, koska pitkien ajoneuvojen tarvitsema vapaa tila kasvaa. Jos erikoiskuljetusten vaatimaa korkeutta ei pystytä järjestämään, on liikenne ohjattava siltapaikan ohi kiertotieopastein.

Sillan sijaitessa ylikorkeiden kuljetusten ($h \geq 4,4$ m) tieverkkoon kuuluvalla osalla, on kiertotie järjestettävä sellaista reittiä pitkin, jossa vaadittu alikulukorkeus toteutuu. Kartta ylikorkeiden erikoiskuljetusten verkosta on saatavissa

osoitteesta Tiehallinto, Liikennekeskus os. PL 8, 00521 HELSINKI,
www.liikennekeskus@tiehallinto.fi.

Kahden kulkuaukon keskelle tehtävän pendelituen (kuva 47 a) rakentamisen ja purkamisen aikaiset vinotuet haittaavat liikennettä, mutta ratkaisun etuna on pieni lopullinen tilantarve. Jos kulkuaukkoon on rakennettava välituki, suositellaan käytettäväksi ensisijaisesti kahta toisiinsa sidottua tukilinjaa (kuva 47 b).

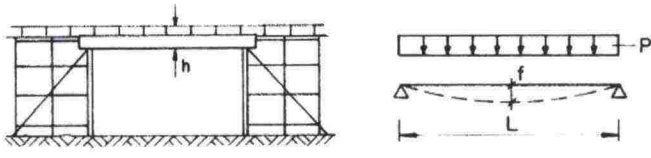


Kuva 47: Välituki kahden kulkuaukon välissä

Kun pendeli- tai muu tuki suunnitellaan ja rakennetaan, on sen yläpään sivusiirtymät estettävä pituus- ja poikkisuuntaisilla siteillä ottamalla huomioon kulkuaukon koko alueelta tuleva vaakavoima kohdan 2.4 mukaisesti.

Kulkuaukoissa käytetään yleensä teräskannattimia, jotka alustavasti voidaan valita mm. taulukon 11 mukaan.

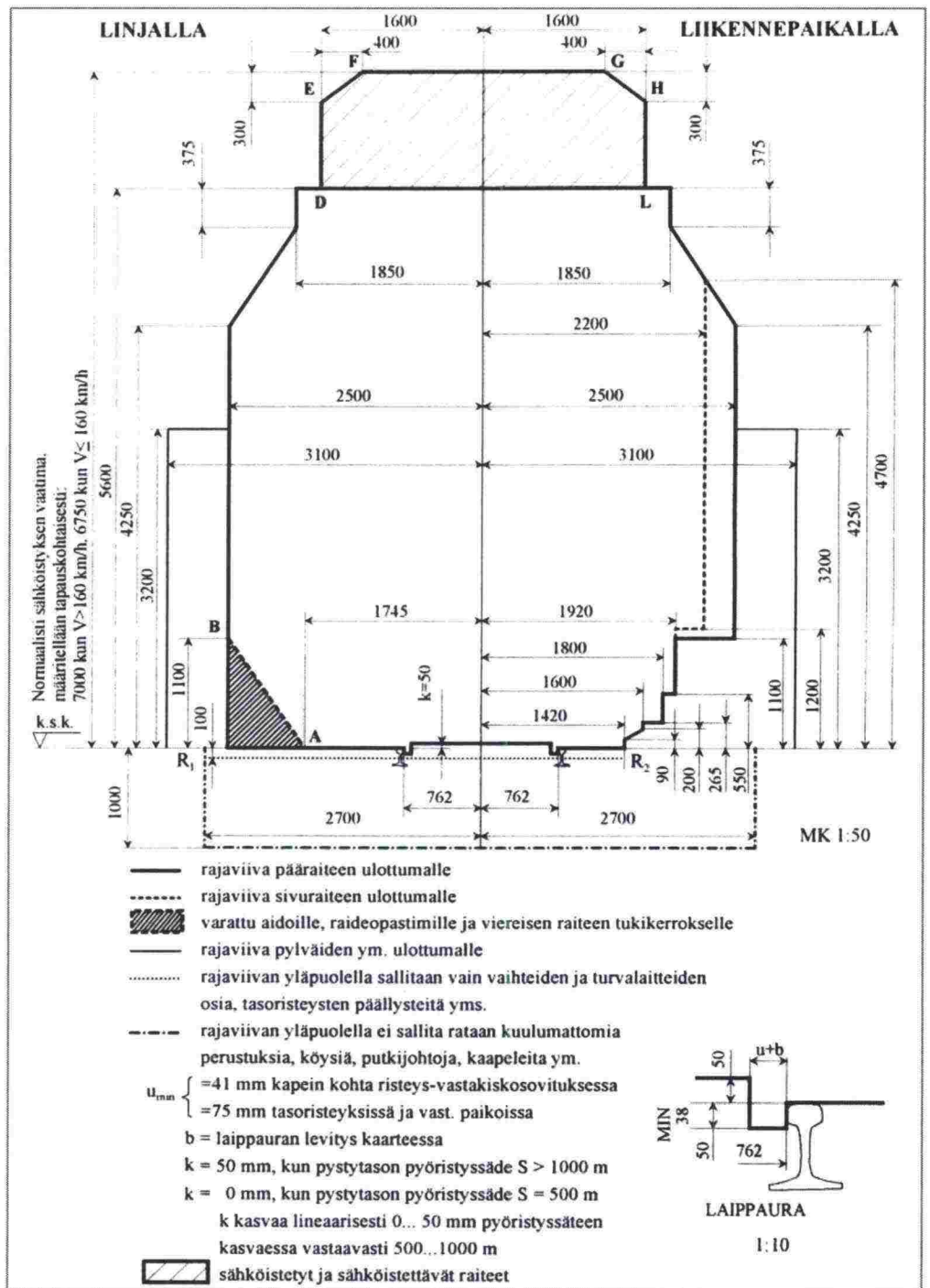
Taulukko 11: Kulkuaukkojen teräspalkit laattasilloissa

KULKUAUKKOJEN TERÄSPALKIT S235						
		<p>h = telinerakenteen kokonaistilantarve [mm] f = taipuma keskellä palkkia [mm] palkkien jako k 800</p>				
	LAATAN PAKSUUS [m]					
	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
$La = 4,75$	HE220B	HE220B	HE220B	HE220B	HE220B	HE240B
$h =$	400	400	400	400	450	450
$f =$	5	7	8	10	12	10
$La = 7,25$	HE240B	HE300B	HE300B	HE300B	HE340B	HE340B
$h =$	450	500	500	500	550	550
$f =$	20	12	15	18	14	15

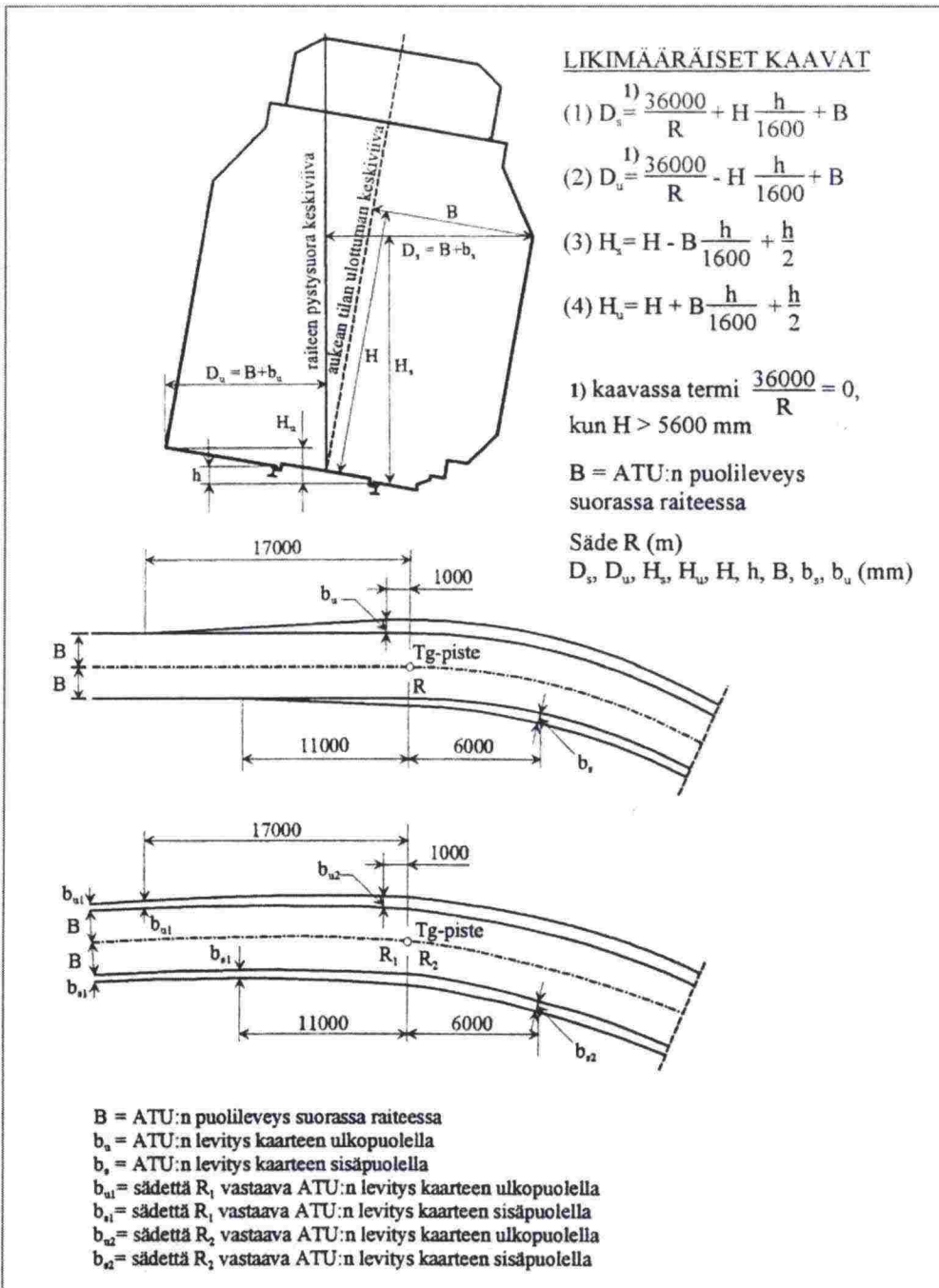
Taipuma sisältää betonirakenteen, telineiden, muottien ja palkin oman painon aiheuttaman taipuman. Lisäksi on otettava huomioon siltasuunnittelijan määrittelemä sillan ennakkokorotus.

5.4.2 Ylikulkusillan kulkuaukot

Ratahallintokeskuksen ratatekniset määräykset ja ohjeet (RHK:n julkaisu B 16 Sähköratamääräykset liite 16) /22/ määrittelee ylikulkusillan aukean tilan ulottuman (ATU), jonka rajojen sisäpuolella ei saa olla esteitä. Tärkeimmillä pääradoilla pyritään telineaukoissa vähintään ko. mittoihin (kuvat 48 ja 49).



Kuva 48: Aukean tilan ulottuma (ATU)



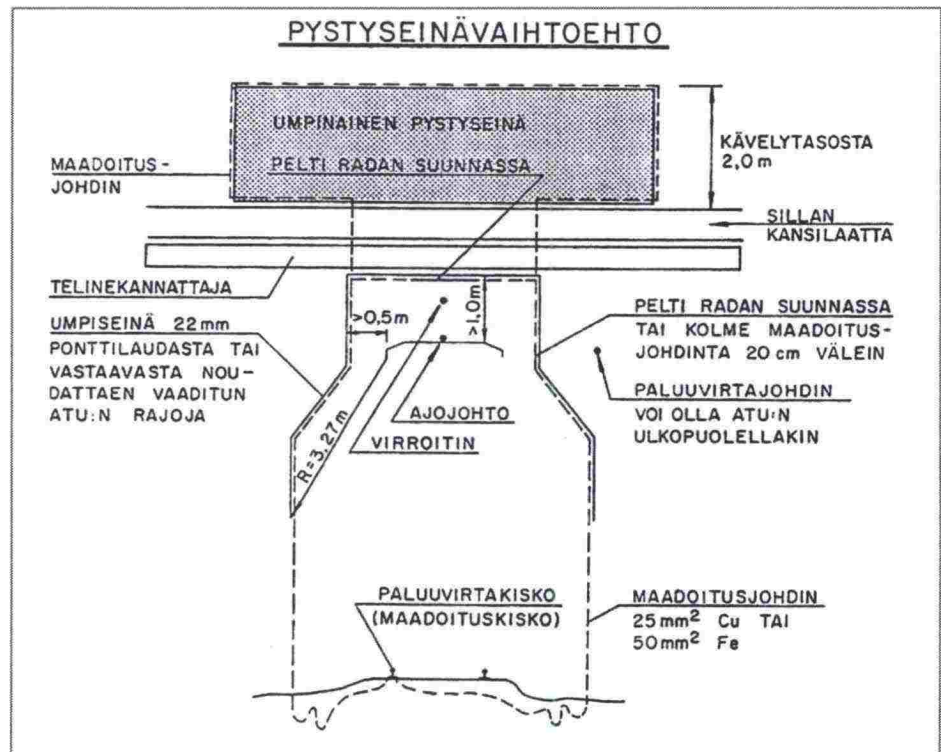
Kuva 49: ATU:n levitys kaarteessa

Ratapihoilla ja vaihdekujissa kulkuaukon mittoja saattavat ohjailta vaatimukset ratapihahenkilökunnan työturvallisuudesta. Sähköistämättömällä rataosalla on ATU:n korkeusmitta 5600 mm. Kulkuaukkojen mittoihin tarvitaan aina Oy VR-Rata Ab:n rautatiesuunnittelun lausunto ja ratakeskuksen lupa.

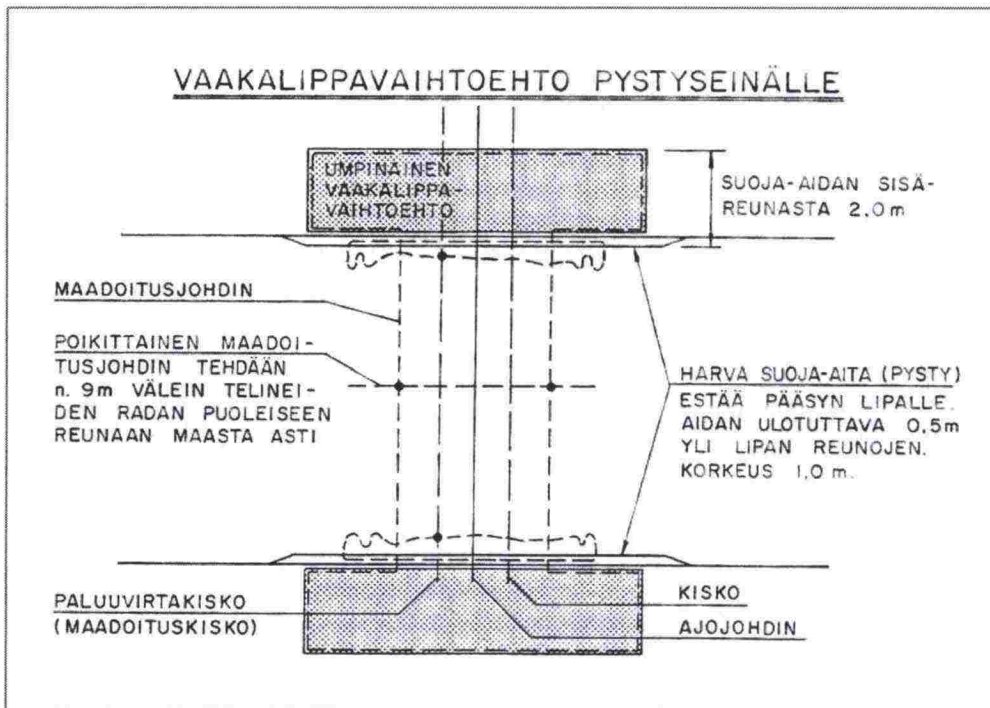
Sähköistetyllä raiteella ATU:n korkeusmitta on vähintään 6750 mm kun nopeus on pienempi kuin 160 km/h ja 7000 mm kun nopeus on suurempi kuin 160 km/h, mutta ratajohdon rakenteet voivat vaatia enemmänkin tilaa. Myös työnaikaisista ATU-mittojen alituksista tulee sopia ratakeskuksen kanssa. Ajojohtimissa on 25 kV:n jännite, josta aiheutuu turvallisuuteen monia lisävaatimuksia.

Kulkuaukon todellinen korkeusmitta riippuu ajolankojen ja niitä kannattavien jännitteisten rakenteiden korkeudesta. Tämä taas riippuu siitä, missä kohtaa pylväsväliä silta sijaitsee ja miten laaja rakenne ajolankojen yläpuolelle tulee.

Telinetyön tekemiseen sähköistetyllä rataosalla on kaksi vaihtoehtoista ratkaisua. Rakennustyön kannalta yksinkertaisemmassa ratkaisussa siltatyömaan kohdalta kaikista johtimista otetaan jännite pois eli osuudelle tehdään erotusjakso. Ajolangat jätetään tosin paikalleen, jotta vetokalusto voi pitää virroitimen samassa asennossa ajaessaan rullaamalla erotusjakson ohi. Mikäli erotusjaksoa ei voida rakentaa, on tehtävä RAMO:ssa /22/ esitetty ylikulkusillan työnaikainen suojarakenne pystyseinäinä (kuva 50) tai vaakalippana (kuva 51).



Kuva 50: Ylikulkusillan suojarakenne telineisiin. Pystyseinät sillan reunoilla



Kuva 51: Ylikulkusillan työnaikainen vaakasuuntaiset suojarakennevaihtoehdot. Tasokuva

Suojarakenteeseen kuuluu olennaisena osana maadoitus, jonka tekee aina sähköalan ammattilainen. Muut rakenteet tekee rakentaja liikenne- ja jännitekatkojen aikana.

Rakenteeseen kuuluu vaaka- tai pystykosketussuojat sekä ATU:n rajoja noudattava umpiseinä (kuva 39) 22 mm ponttilaudasta tai vastaavasta materiaalista. Koska kaikki sähköistetyt radat ovat vilkkaasti liikennöityjä, on näiden suojarakenteiden tekoon vähän liikennekatkoja. Edellä mainittuja katkoja saa pääradoilla riittävän pitkinä vain viikonloppuisin ja silloinkin yleensä öisin.

Tarkemmin asiaa on selvitetty RAMO:ssa kohdassa 5.8.2.6. /22/

Ylikulkusillan telineisiin tehtävien junaliikenteen kulkuaukkojen suunnittelussa ja rakentamisessa on aina oltava yhteydessä RHK:n valtuuttamaan vastuulliseen rataisännöitsijään ja radan käytönvalvojaan. Vaikka ATU kulkuaukossa täytyisikin, pitää radan kaarevassa kohdassa varmistaa, että kaikki opastimet näkyvät ohjeiden mukaisina.

Kulkuaukkojen mittoihin tarvitaan toistaiseksi Oy VR-Rata Ab:n rautatie-suunnittelun lausunto ja ratakeskuksen lupa.

5.4.3 Vesiliikenteen kulkuaukot

Vesiliikenteen kulkuaukot on yleensä määritelty Ympäristökeskusten ja Merenkululaitoksen lausunnoissa ja luvassa. Ellei luvassa ole määritetty telineen kulkuaukon mittoja ja sijaintia, on ne selvitettävä rakennuttajan kans-

sa. Julkaisussa Suositukset vesistösiltojen aukkomitoista, Merenkululaitos /23/ on esitetty aukkomittojen suosituksia kohteittain tai välittain eri vesistöissä ja merialueilla.

Mikäli muun liikenteen (esim. purjeverneet ja hinaajat) ottaminen huomioon on tarpeen, sovelletaan lähteessä /23/ esitettyjä väylä- ja siltapaikkakohtaisia suosituksia.

Viitotetulle väylälle suunniteltavan kulkuaukon mitoista on pyydettävä lausunto ko. merenkulkupiiriltä. Lisäksi vesiliikenteen kulkuaukkojen suunnittelussa varsinkin virallisten väylien kohdalla on huomioitava se, että sillan telineet saattavat peittää väylämerkkejä, jolloin merenkulkupiiri voi edellyttää väliaikaisten väylämerkkien rakentamista ja tästä saattaa aiheutua merkittäviä kustannuksia urakoitsijalle tai tilaajalle. Yleensä kulkuaukot vaaditaan valaistuuksi ja suurin sallittu korkeus ja leveys on esitettävä kulkuaukon kohdalla.

Sillan kannen alapinnan korkeus suunnitellaan yleensä luvassa määrätyn minimikorkeuden mukaan (HW + 0,5/1,0 m), jolloin telineille ei jää tilaa, jos telinevaiheen aikana vedenpinta on ylimmillään (HW). Tästä johtuen:

- Rakennustyö on ajoitettava siten, ettei telinevaihe sattuisi tulva-aikana.
- Vesiliikenteelle asetetaan rakennusaikainen korkeusrajoitus, joka on yleensä määrätty ympäristöluvassa.

Kulkuaukko sijoitetaan väylällä seuraavasti:

- ympäristöluvan määräämään paikkaan
- viitotetun väylän kohdalle keskeisesti väylään nähden
- ellei merkittävää väylää ole, vesistön keskilinjalle tai syvimmän veden kohdalle

Kulkuaukoille asetettavia erityisvaatimuksia ovat:

- Jos siltapaikalla harjoitetaan uittoa, on otettava yhteys uittoyhdistykseen kulkuaukon mittojen ja mahdollisten uittojohteiden tarpeen selvittämiseksi. Uittojohteet on yleensä suunniteltava siten, etteivät ne kuormita telineitä.
- Jäänlähdon ajoituksessa telinevaiheeseen on jäälautoille suunniteltava aukot paikallisten olosuhteiden mukaan.

Aukkomitoituksen käsitteistö ja periaatteet

Seuraavassa on määritelty sillan alikulkukorkeuteen liittyvät keskeiset käsitteet. Käsitteet on lisäksi havainnollistettu kuvassa 52.

Sillan alikulkukorkeus

Määrittää alittavan aluksen suurimman sallitun korkeuden mitoitusvedenpinnasta lukien. Silta-aukon vapaan korkeuden ja turvallisuusvälin erotus.

Silta-aukon vapaa korkeus

Määräävän vedenkorkeustason ja sillan päällysrakenteen alapinnan välinen etäisyys. Silta-aukon alikulkukorkeuden ja turvallisuusvälin summa.

Silta-aukon vapaa leveys (vapaa aukon leveys)

Sillan rakenteista vapaa, väylään nähden kohtisuora aukon leveys, joka on voimassa korkeussuunnassa uoman tai siinä olevan kulkuväylän pohjatasosta alikulkukorkeuden ilmoittamaan tasoon saakka.

Turvallisuusväli

Vapaan korkeuden ja alikulkukorkeuden erotus. Aaltoilun ja aluksen keinumisen johdosta tarvittava turvallisuusvara. Sisältyy myös erilaisista mittaus-ten epätarkkuuksista aiheutuvat epävarmuustekijät. Sisävesillä normaalisti 0,5 m, merialueilla 0,5 – 1 m. Alle 5 m korkuisilla silloilla turvavälin minimiarvo on 10 % vapaasta korkeudesta, kuitenkin vähintään 0,2 m.

Alikulkukorkeuden vertailutaso (määräävää vedenkorkeudentaso)

Vedenkorkeuden vertailutaso, jonka suhteen alikulkukorkeus ilmoitetaan. Määräävänä vedenkorkeustasona on:

- merialueilla keskivedentaso (MW)
- järviolueilla purjehduskauden ylin vedenkorkeustaso (HW_{nav})
- järviolueilla, joilla purjehduskauden ylävertailutasoa ei ole määritelty, voidaan käyttää määräävänä vedenkorkeustasona keskiylivettä (MHW).

Haraussyvyys

Väylän nimellinen haraussyvyys tarkoittaa tietystä vertailutasosta ilmoitettua vesisyvyyttä, johon saakka väylän alueella (vahvistetulla väyläalueella tai väyläalueeksi katsottavalla alueella) on joka kohdassa varmistettu olevan vapaata vettä.

Kulkussyvyys

Väylän kulkussyvyys tarkoittaa suurinta syvyyttä, jolla alus voi käyttää väylää. Kulkussyvyys määritetään vertailutason mukaisesta vedenpinnantasosta. Vertailutaso on merialueilla MW-tason mukainen taso ja sisävesillä purjehduskauden aliveden taso (NW_{nav}).

Väyläalue

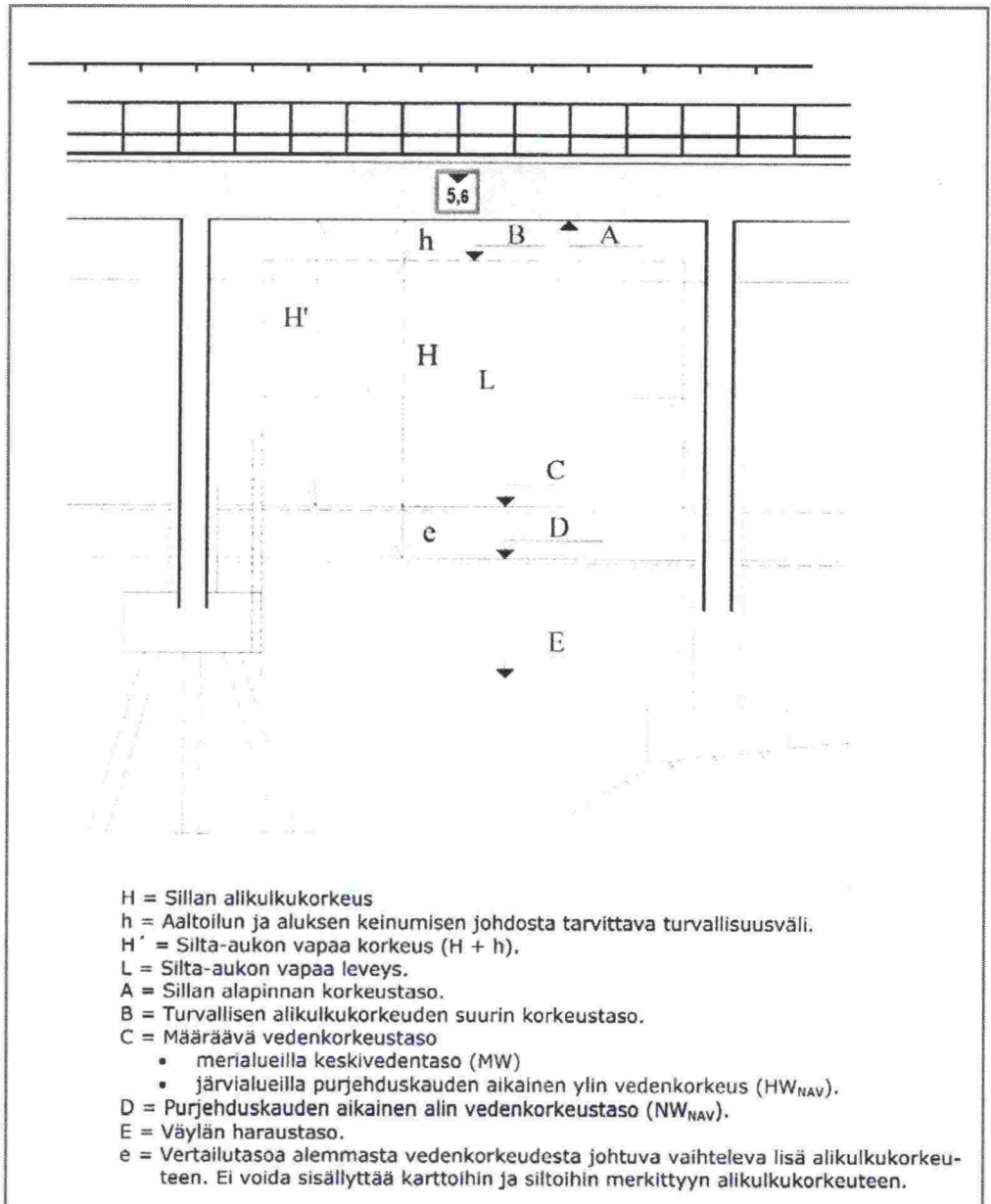
Väyläalue on vesiliikenteen käyttöön tarkoitettu, väyläalueen reunalinjojen rajaama alue.

Väylätila

Väylätila on väyläalueen reunalinjojen, haraustason sekä käytävissä olevan alikulkukorkeuden rajaama tila, joka on tarkoitettu vesiliikenteen käyttöön. Alikulkukorkeus voi vaihdella eri osissa väylätilaa.

Sillan kulkuaukon määräytyminen

Sillan kulkuaukko määräytyy vesiliikenteen tarpeiden, ympäristövaikutusten, siltateknisten ratkaisujen ja aiheutuvien kustannusten perusteella. Silta-aukon vapaita mittoja harkittaessa on lisäksi tarpeen ottaa huomioon samalla vesireitillä jo olemassa olevat sillat ja muut mahdollisesti rajoittavat esteet (mm. ilmajohdot), samoin kuin alikulkukorkeusrajoituksen vaikutusalueen laajuus.

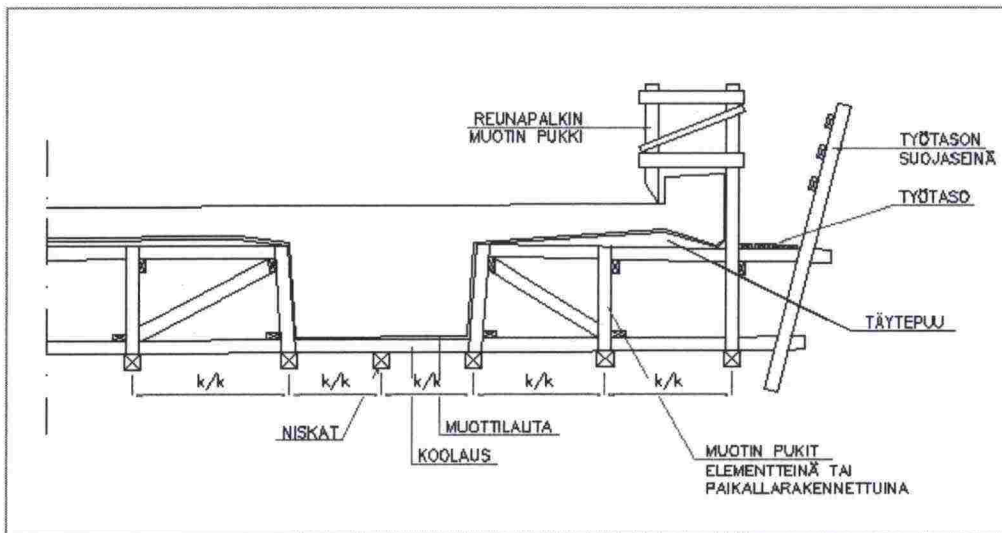


Kuva 52: Vesistösiltojen aukkomittojen määrittely ja käsitteet

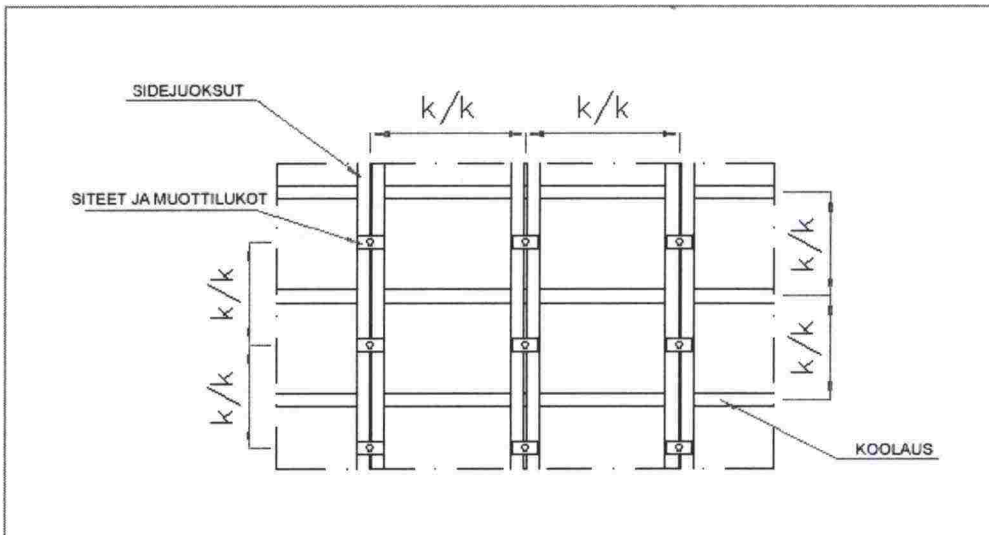
6 MUOTIT

6.1 Yleistä

Muottien rakentamista ja mitoitusta on esitetty TS-korteissa nro 5535 - 5547 /6/. Muottitoista ja laatuvaatimuksista on esitetty ohjeessa SYL 3 kohdassa 3.4.2. Telineiden rakentamista ja mitoitusta on esitetty TS-korteissa nro 5511 - 5527. /5/



Kuva 53: Periaatekuva kannen muotista



Kuva 54: Periaatekuva seinämuotista

6.3.1 Muottilukot

Eräiden muottilukkojen sallitut kuormat VTT:n tutkimuksen /24/ nro Bet 8 1635 mukaan ovat taulukon 12 mukaiset. Pintapaine koolaustuun ja muottilukon välillä tulee tarkistaa aina erikseen.

Taulukko 12: Eräiden muottilukkojen sallittuja kuormia

TARKASTETTAVUUS	SIDETANKOMATERIAALI Φ 10	
	Teräs S-235	Alumiini AW-6082
Näkyvissä	13,0 kN	10,0 kN
Ei näkyvissä	11,0 kN	8,5 kN

Kahden muottilukon käytöllä ei saavuteta suurempia sallittuja kuormia, mutta sillä varmistetaan vähintäänkin toisen muottilukon toimivuus käytettäessä vanhoja muottilukkoja.

6.3.2 Muottisiteet

Sidetangoille voidaan VTT:n koetulosten /24/ perusteella käyttää taulukon 13 sallittuja kuormia:

Taulukko 13: Sidetankojen sallitut kuormat

MATERIAALI	Φ 10 mm	Φ 12 mm
S-235	12,0 kN	17,3 kN
AW-6082	11,5 kN	16,5 kN

Muottisiteinä käytetään näkyviin jäävissä pinnoissa alumiinisiteitä tai muoviputken sisään asennettuja teräspultteja tai -siteitä. Pysyvästi veden alle jäävissä pinnoissa käytetään teräksisiä sidepultteja ilman muoviputkia, liite 1. Saman rakenteen muottisiteenä käytetään vain yhtä materiaalia.

Toispuoleisen vedenpaineen kuormittamisissa rakenteissa käytetään hyväksyttäviä vedenpitäviin rakenteisiin tarkoitettuja muottisiteitä.

Kevennysputkien sidonta muottiin on esitetty TS-kortissa nro 5541 /6/ liitteessä 1.

Muottisiteistä on tarkempia vaatimuksia ohjeessa SYL 3 kohdassa 3.4.2.2. /4/

6.5 Muottipinta

Laudoitettut pinnat

Muottilautaa koolauksiin naulattaessa kannattaa lautojen väliin jättää sää-oloista ja puutavaran kosteustilasta riippuen 1–3 mm:n raot turpoamista varten.

Siltojen kannet laudoitetaan yleensä sillan pituussuuntaan, pilarit ja maatuet pystysuuntaan. Maatukien näkyvät pinnat voidaan laudoittaa myös vaakasuuntaan, jos niihin tehdään muulla tavoin arkkitehtonisia erikoispiirteitä ja kuviointia.

Kehäsiltojen jalkojen sisäpinnat laudoitetaan yleensä pystysuuntaan ja kansilaatan alapinta yleensä alittavan tien suuntaan.

Betonipintojen laatuvaatimukset on esitetty ohjeessa By 40 Betonipintojen luokitusohjeet. /25/

Muottikankaat

Ohjeita muottikankaan käytöstä ja laatuvaatimuksista on esitetty ohjeen SYL 3 kohdassa 3.3.11. /4/

Muottikankaiden käytössä on seurattava tarkasti valmistajan ohjeita parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi.

Betonipintojen parantamiseen erikseen kehitetyillä muottikankailla pystytään parantamaan pintojen ulkonäköä ja säilyvyysominaisuuksia. Parhaiten näitä ominaisuuksia saadaan esille käyttämällä kudottuja kaksikerroskankaita etenkin tiiviillä muottipinnoilla kuten vaneri ja teräs.

Muottikankaan, sen kiinnitystavan ja käytettävän muotin on oltava rakennuttajan hyväksymiä. Muottikankaan soveltuvuus mahdolliseen uudelleenkäyttöön on osoitettava hyväksyttävästi.

Muottikankaiden käytön etuja ovat:

- betonin pintalujuus ja tiiveys paranevat
- karbonatisoitumisnopeus pienenee
- pakkassuolakestävyys paranee huomattavasti
- muotit irtoavat helposti betonipinnasta
- betonipintojen ulkonäkö paranee rakkuloiden vähenemisen vuoksi

Koska muottikankaat pienentävät betonien pintaosan vesi-sementtisuhdetta, on alhaisen vesi-sementtisuhteisen betonin jälkihoitoon kiinnitettävä riittävästi huomiota.

Muottikankaiden käytöstä aiheutuu lisäkustannuksia, mutta kun rapautuvien betonipintojen korjauskustannukset ovat aina moninkertaisia, on muottikankaiden käyttö perusteltua voimakkaiden rasituksien alaiseksi joutuvissa pinnoissa. Tällaisia ovat mm. reunapalkit sekä kehäsiltojen siipien ylä- ja sisäpinnat sekä suurten siltojen erikoiskohteet kuten vinoköysisiltojen pylonit.

Muottikankaiden käytössä on otettava huomioon seuraavia seikkoja:

- Muottikangas on pingotettava kireäksi muotin päälle.
- Levymäinen muottipinta on rei'itettävä (\varnothing 5 mm, k/k ~ 100/100 mm) joillakin kangastyypeillä, jotta ylimääräinen vesi pääsee poistumaan tehokkaasti.
- Kiipeäviä pilarimuotteja käytettäessä on alempi, valmis betonipinta suojattava valumavesiltä.

7 TELINEIDEN TARKASTUKSET JA VALVONTA

7.1 Tarkastukset

7.1.1 Esivalmisteisten tukitelinekalustojen ennakkotarkastus

Ennen kuin esivalmisteisista rakenneosista koottavat tukitornit, pylväät, terästuet, ristikkokannattimet tai vastaavat telineyksiköt luovutetaan työmaalla käyttöön otettavaksi, on niistä oltava RIL 147 /1/ kohdan 3.1.3 mukainen käyttöseloste.

7.1.2 Tarkastukset työmaalla

Siltojen tukitelineille tehdään tarvittaessa perustustarkastus ja aina materiaalien tarkastus sekä telineiden käyttöönottotarkastus. Tarkastuksen tekevät rakennuttajan ja rakentajan vastuunalaiset tai heidän määräämänsä henkilöt. Tarkastuksissa tulee olla mukana myös lopullisen telinesuunnitelman laatijan ainakin silloin, kun pohjaolosuhteet ovat hyvin vaativia (geotekninen suunnittelija mukana) ja kun telineissä on kulkuaukko tai käytetään kalustotelineitä.

Materiaalitarkastus:

- varmistetaan rakennusaineiden laatu- ja lujuusominaisuudet sekä puutelineissä lujuusluokat
- varmistetaan esivalmisteisten rakenneosien kunto
- varmistetaan, että käytettävällä kalustolla on käyttöseloste

Käyttötarkastus:

- hyväksytyyn tukitelinesuunnitelman toteutuminen (mm. paalutuspöytäkirjan tarkastus, käyttöselosteen tarkistuslistan asiat)
- maapohjan tai täyteen tiiviys, homogeenisuus ja lujuus
- jäätyneen maakerroksen paksuus roudan varaan perustettaessa
- luiskien kaltevuus
- telineperustuksen liukumisen estäminen varsinkin kaltevilla tukipinnoilla
- perustuksen kuivanapito
- perustuksen routimishaittojen ehkäiseminen
- telineperustusten vaikutus muihin rakenteisiin
- telineen tukemiseen käytettävien valmiiden rakenteiden kelvollisuus
- telineen sijainti, korkeusasema sekä korkeuden säätölaitteiden tiukkuus
- pystytukirakenteet (määrä, sijainti, asento ja rakenne)
- telineen jäykistys ja tuenta (esim. vinositeiden määrä ja kiinnitys)
- liitoksien sijainti ja lujuus (esim. tukien jatkokset, niskojen epäkeski-
syys ja kiinnitys tukiin)

- ympäristöolojen vaikutus (esim. jään muodostus telineisiin)
- telineen purkamis- ja siirtämismahdollisuus
- telineen käytön turvallisuuteen vaikuttavat seikat, kuten kulku- ja nousutiet, kaiteet, rajoitus- ja kuormakilvet sekä telineen läheisyydessä tapahtuvan liikenteen ohjaus

Tarkastuksista merkitään työmaapäiväkirjaan tarkastajat, mahdolliset huomautukset ja määrääjat, mihin mennessä esitetyt korjaukset pitää suorittaa. Mikäli hyväksytystä telinesuunnitelmasta on poikettu, tarvitaan työn jatkamiseen rakennuttajan ja telinesuunnittelijan hyväksyminen. Tehdyt korjaukset tarkastetaan erikseen ennen telineen käyttöönottoa. Työntekijöiden ja mahdollisten ulkopuolisten henkilöiden turvallisuutta vaarantavat tekijät on poistettava välittömästi.

Telinetarkastuksista työmaalla on esitetty laatuvaatimuksia myös ohjeen SYL 3 /4/ kohdassa 3.4.2.4.

Tarkastuksessa voidaan käyttää apuna tarkastuspöytäkirjaa, jonka sisällys ja vaatimukset on esitetty ohjeen RIL 147 /1/ liitteessä 2.

7.2 Valvonta

Työmaan telinetöistä vastaavalla työnjohtajalla on oltava riittävä tieto ja kokemus kyseiseen telinetyöhön liittyvistä töistä /1/.

8 TUKITELINETYÖN TYÖTURVALLISUUS

Siltöjen tukitelinetyön työturvallisuuden sovelletaan ohjeen RIL 147 /1/ kohdassa 8 esitettyjä määräyksiä ja ohjeita.

9 KIRJALLISUUSLUETTELO

/1/ RIL 147-2006, Tukitelineet ja muotit, Helsinki 2006, ISBN 951-758-467-9, ISSN 0356-9403

/2/ TIEL 2172068-99, Pohjarakennusohjeet sillansuunnittelussa, Tiehallinto, Helsinki 1999, ISBN 951-726-583-2

/3/ TIEH 2200033-05, Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Maa- ja pohjarakenteet: SYL 2, Tiehallinto, Helsinki 2005, ISBN 951-803-431-1

/4/ TIEH 2200034-05 Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Betonirakenteet - SYL 3. Helsinki 2005. 91 s. ISBN 951-803-433-8

/5/ TVH 732964, Sillanrakennuksen työsuunnittelutiedot TS 3, Helsinki 1983

/6/ TVH 732969, Sillanrakennuksen työsuunnittelutiedot TS 4, Helsinki 1983

/7/ RIL 120-2004, Puurakenteiden suunnitteluohjeet, Helsinki 2004, ISBN 951-758-445-8

/8/ RIL 223-2005 Lyöntipaalutusohje LPO-2005, Teräsbetoni- ja puupaalut, ISBN 951-758-453-9

/9/ RIL 90-1996, Teräsrakenteiden suunnitteluohjeet, ISBN 951-758-351-6

/10/ RIL 173-1997, Teräsrakenteet – Rajatilamitoitusohjeet 1996. Mitoitus-
taulukot ja käyrästöt, Helsinki 1997, ISBN 951-758-377-x

/11/ RIL 87-1998, Alumiinirakenteiden normit, Helsinki 1998, ISBN 951-758-383-4

/12/ Suomen rakentamismääräyskokoelma

/13/ RIL 144-2002, Rakenteiden kuormitusohjeet, 2002, ISBN 951-758-430-x

/14/ TIEL 3200537-99, Geotekniikan informaatiojulkaisuja: Siltojen pohjatutkimukset, Helsinki 1999, ISBN 951-726-472-0, ISSN 0788-3722

/15/ InfraRYL Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, osa 1 väylät ja alueet, Helsinki 2006, ISBN 951-682-801-9

/16/ TIEL 2173448-99, Teräsputkipaalut, Tiehallinto, Helsinki 1999, ISBN 951-726-526-9

/17/ LPO-87 Lyöntipaalutusohjeet, 2002, ISBN 951-682-522-2

/18/ RIL 230-2007 Pienpaalutusohje PPO-2007 Teräksiset lyönti-, pora- ja puristuspaalut, 2007, ISBN 978-951-758-469-2

/19/ Byggförbundet, Handbok i formbyggnad, Örebro, 1985, kirjoittajat Märten Nilsson, Nils Jorborg ja Per Löfling

/20/ Suomen laki, Asetus ajoneuvojen rakenteesta ja varusteista 1256/1992

/21/ Liikenneministeriön päätös erikoiskuljetuksista ja erikoiskuljetusajoneuvoista Tieliikennelain (267/1981) 108§ (989/1992) nojalla

/22/ Ratatekniset määräykset ja ohjeet RAMO, Ratahallintokeskus

/23/ Suositukset vesistösiltojen aukkomitoista, Merenkululaitos, Helsinki 2005, ISBN 951-49-2109-7, ISSN 1456-7814

/24/ VTT:n tutkimusselostus nro Bet 8 1635, Espoo 1988, 8 s.

/25/ By 40 Betonirakenteiden pinnat / luokitusohjeet, Helsinki 2003, ISBN 952-5075-49-4, ISSN 0358-5239

MUUTA KIRJALLISUUTTA

RIL 131-2004 Betoninormit ja mitoitustaulukot, Helsinki 2004, ISBN 951-758-441-5

RIL 149-1995 Betonityöohjeet, Helsinki 1995, ISBN 951-758-341-9

RIL 229-1-2006, Rakennesuunnittelun asiakirjaohje, tekstiosa, Helsinki 2006, ISBN 951-758-456-3

RIL 229-2-2006, Rakennesuunnittelun asiakirjaohje, mallipiirustukset ja –laskelmat, Helsinki 2006, ISBN 951-758-461-X

RIL 157-1-1985 Geomekaniikka I, Helsinki 1985, ISBN 951-758-086-X

RIL 157-2-1990 Geomekaniikka II, Helsinki 1990, ISBN 951-758-213-7

Kantavat puurakenteet - Insinööriopetus, Leo Kähkönen, Jyväskylä 1993, ISBN 951-682-248-7

RIL 153-1984 Liimapuurakenteet, Helsinki 1984, ISBN 951-758-043-6

RIL 121-2004 Pohjarakennusohjeet, Helsinki 2004, ISBN 951-758-439-3

Pohjarakennustöiden valvontaohjeet (PRV-84), Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry. 1984, ISBN 951-676-131-3

RIL 166 Pohjarakenteet, Helsinki 1986, ISBN 951-758-108-4

RIL 162-1-1987 Puurakenteet I, Helsinki 1987, ISBN 951-758-143-2A

RIL 162-2-1987 Puurakenteet II, Helsinki 1987, ISBN 951-758-143-2B

RIL 179-1989 Sillat, Helsinki 1989, ISBN 951-758-196-3, ISSN 0356-9403

TIEL 2172072-99 Siltojen kuormat, Tielaitos, Helsinki 1999, ISBN 951-726-538-2

Suoniemi Jouko, Siltojen tukitelineet ja muottijärjestelmät, Diplomityö TTKK 1993

RIL 125-1986 Teräsbetonirakenteet, Helsinki 1986, ISBN 951-758-098-3, ISSN 035-9403

RIL 167-1-1988 Teräsrakenteet I, Helsinki 1988, ISBN 951-758-181-5, ISSN 0356-9403

RIL 167-2-1992 Teräsrakenteet II, Helsinki 1992, ISBN 951-758-269-2, ISSN 0356-9403

10 LIITTEET

- 1 TS-kortit Telineyöt, kortit 5512, 5516, 5518 ja 5520
Muuttityöt, kortit 5535-5543
- 2 Työnaikainen liikenteen hoito, siltatyöt
- 3 Telineiden työmaatarkastuslista

Tiehallinnon TS-kortit

Telinerakenteisiin liittyviä TS-kortteja

NRO	5512	Puutelineen rakentaminen ja purku
	5516	Konsolituen rakentaminen ja purku
	5518	Teräspalkkitelineen rakentaminen ja purku
	5520	Kannattajanelineen rakentaminen ja purku (Hünnebeck H33-kalusto)
	5535	Maatuen puumuotti
	5536	Seinämäisen pilarin puumuotti
	5537	Seinämäisen puumuotin mitoitus
	5538	Avattava pyöreän pilarin puumuotti
	5539	Pyöreän pilarin puumuotti
	5540	Pyöreän pilarin puumuotin mitoitus
	5541	Laattasillan kannen muottityöt
	5542	Kannen muotin mitoitus (Laudoituksen ja koolauksen mitoitus)
	5543	Kannen muotin mitoitus (Muottilevyn ja koolauksen mitoitus)

Työnaikainen liikenteen hoito SILTATYÖT

(Ote Tiehallinnon julkaisusta "Työnaikainen liikenteen hoito")

Tekstiosuus

5C-5 Siltatyöt sivut 1-3

Liitekuvat

5C-40 Esimerkki mittaportin käytöstä
5C-41 Kiertotien opastus (rajoitettu korkeus)
5C-42 Sillan tilapäisten tukien suojaus
5C-43 Teline rakenteet poistettu, viimeistelyvaihe

Muilta osin ohjeen sisältö on luettavissa osoitteessa:
www.tiehallinto.fi/julkaisut

5C5 SILTATYÖT

Käytettävät / tekstissä esiintyvät liikennemerkkit:



189 Muu vaara



341 Ajoneuvon suurin sallittu leveys



342 Ajoneuvon suurin sallittu korkeus



821 Vapaa leveys



822 Vapaa korkeus

Liikenteen järjestelyt

Liikenteen välityskyky tarkistetaan ennen sillan telineratkaisun päättämistä. Vilkkaalla kaksisuuntaisella tiellä tarvitaan yleensä aukko molemmille liikennesuunnille.

Kun liikennetilaa sillanrakennustöiden yhteydessä rajoitetaan, osoitetaan työnaikaiset sallitut ulottuvuudet liikennemerkkein 342 (ajoneuvon suurin sallittu korkeus) ja 341 (ajoneuvon suurin sallittu leveys), jos

- aukon suurin sallittu alikulkukorkeus ajoneuvolle on $\leq 4,4$ metriä
- aukon suurin sallittu leveys ajoneuvolle on $\leq 4,0$ metriä

Ennen työkohdetta rakennetaan 50 - 100 metrin päähän mittaportti, jossa liikennetilaa sallitut ulottuvuudet esitetään. Erittäin suositeltavaa olisi käyttää viimeistään mittaportissa ilmaisinta, joka hälyttää erityisesti ylikorkeasta kuljetuksesta.

Sillan työnaikainen aukko merkitään tehokkaasti ja sillan alusta valaistaan, jos se on mahdollista.

Siltatyö erikoiskuljetusreitillä

Siltatyön suunnittelun yhteydessä tarkistetaan aina, kuuluuko silta suurten erikoiskuljetusten tavoiteverkkoon. Jos työtä tehdään sellaisella reitillä, kuljetuslupien käsittelijöille tiedotetaan asiasta hyvissä ajoin.

Korkeille ja leveille erikoiskuljetuksille on voitu myöntää enimmillään vuoden voimassa oleva reittikohtainen kuljetuslupa. Ylikorkeiden erikoiskuljetusten reiteillä järjestetään työnaikainen kiertotie, joka on yleensä 7 metriä.

Muulla päätieverkolla tai muuten erikoiskuljetuksille tärkeillä teillä sijaitsevilla työkohteissa järjestetään aina kiertomahdollisuus kuljetuksille, joiden korkeus on enintään 4,4 m ja leveys 4,0 m (LMP erikoiskuljetuksista 1715/92 29 §).

Jos suurin sallittu alikulkukorkeus on 4,4 – 5,0 metriä, merkitään aukko lisäkivellä 822 (vapaa korkeus). Ennakkomerkinä lisäkilpeä käytetään merkin 189 (muu vaara) yhteydessä.

Työnaikainen rajoitus merkitään ennakkomerkein niin, että kuljetus voi hakeutua kiertoreitille, jos tarvittavaa pääsyä erikoiskuljetuksille ei voida järjestää itse työkohteessa.

Viitteet

Julkaisu: Yleisohjemerkkien käytöstä TIEL 213 1909

Julkaisu: Erikoiskuljetukset tiekuljetuksina TIEL 230 0004

Kartta: Suurten erikoiskuljetusten tavoiteverkko (liite)

Siltatyö vesistösilalla

Vesiliikenteen järjestely

Vesistösilan rakentamisessa, kunnossapidossa ja korjauksessa huomioon otettavia vesiliikenteen vaatimia toimenpiteitä.

Yleistä

Jos vesistösilan alitse kulkee vesikulkuväylä (julkinen, paikallinen tai yksityinen), silta-aukko merkitään vesioikeuden päätöksen mukaisesti.

Korjaustyön ajaksi kulkuväylää voidaan muuttaa ja muutokset merkitä asian vaatimalla tavalla (ks. vesilain oheiset kohdat).

Merenkukuhallitus tai merenkukupiiri voi rajoittaa vesiliikennettä kanavien, avattavien siltojen ja soveltuvien osin myös yleisellä vesikulkuväylällä olevien muiden siltojen kohdilla (asetus 512/91, päätös 2/540/91, päätöksen muutos 2/610/96). Muita vesialueita koskevista rajoituksista päättää alueellinen ympäristökeskus (laki 463/96).

Silta-aukon ja väylän merkinnässä korjaustyön aikana voidaan käyttää:

- aukossa vesiliikennemerkkejä
- väylässä viittoja tai
- muita merenkulun turvalaitteita

Silta-aukon ja väylän väliaikaisesta merkinnästä tehdään esitys paikalliselle merenkukupiirille. Merkintäsuunnitelman voi tilata myös merenkukupiiriltä.

Tiedottaminen

Korjaushankkeesta, sen ajankohdasta ja vesiliikennerajoituksista tulee laatia lyhyt selostus merenkulkupiirille, joka hoitaa tiedottamisen merenkulkuhallituksen tiedonantajulkaisujen kautta sekä kiireellisissä tapauksissa hoitaa vesiliikenteen varoittamisen välittömin toimenpitein.

- Tiedonantoja merenkulkijoille
- Tiedonantoja veneilijöille

Säädökset

Rakentaminen ja sen edellytykset

Luvan nojalla tehdyn rakennelman uusimiseen ei vaadita uutta lupaa, jos työ tehdään entisiä määräyksiä noudattaen ja siihen ryhdytään kahden vuoden kuluessa siitä, kun edellinen rakennelma poistettiin tai sitä lakattiin käyttämästä. Jollei rakennustyötä viiden vuoden kuluessa saateta päätökseen, on kuitenkin uusi lupa rakennelmaa varten hankittava (Vesilaki 2 luku 2 § 4 mom).

Rakentajan velvollisuudet

Rakennettaessa valtaväylään, jolla liikenteen kannalta on merkitystä, taikka muualla vesistöissä olevaan yleiseen kulkuväylään, on rakennelma määrättävä tehtäväksi niin ja varustettavaksi sellaisilla laitteilla, että liikennettä ilman huomattavaa haittaa edelleen voidaan vesistöissä harjoittaa (Vesilaki 2 luku 16§).

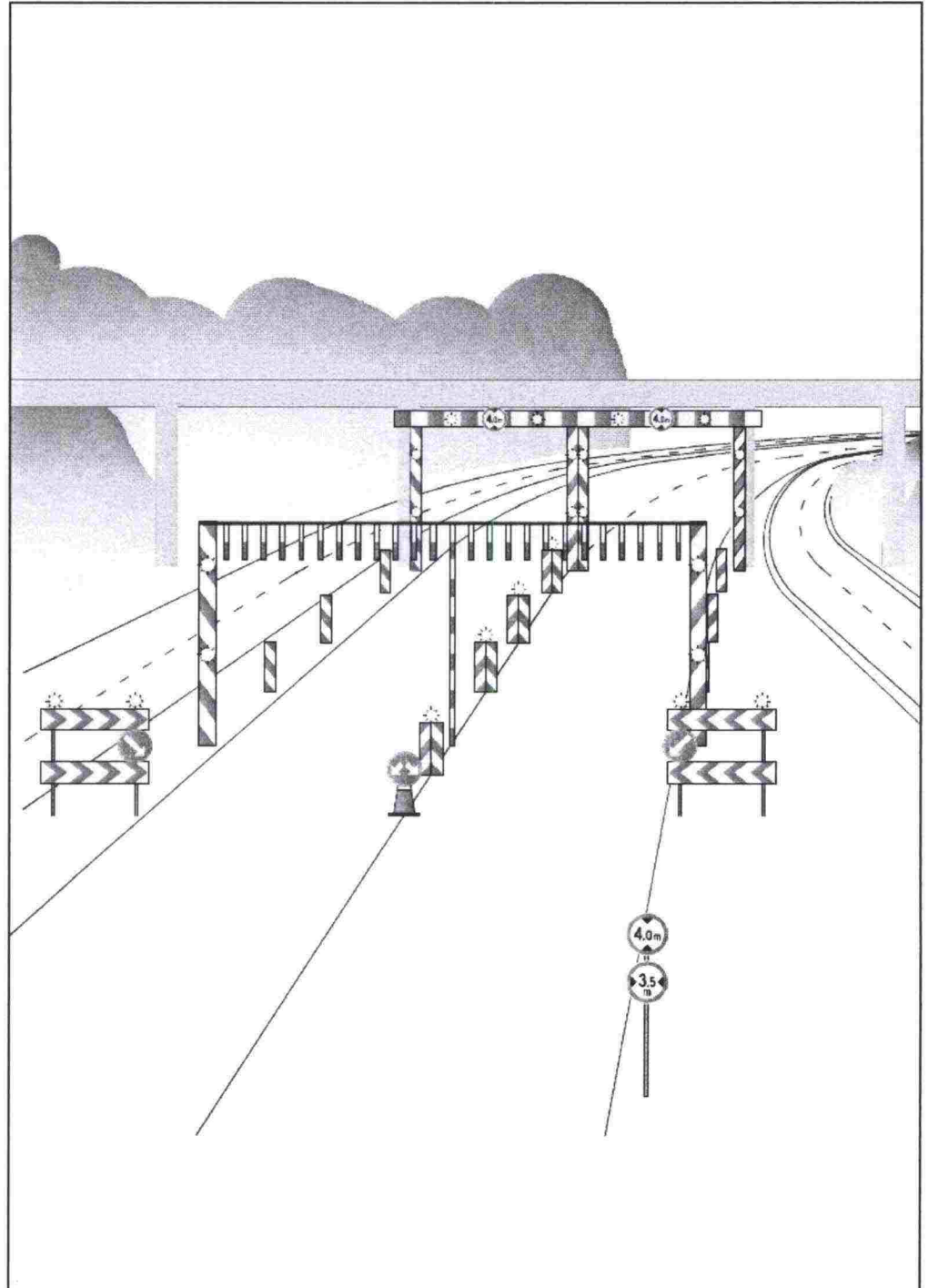
Rakennelman kunnossapito ja poistaminen

Vesistöön tehdyn rakennelman omistaja on velvollinen pitämään rakennelman kunnossa niin, ettei siitä aiheudu vaaraa taikka yleistä tai yksityistä etua loukkaavia vahingollisia tai haitallisia seurauksia (Vesilaki 2 luku 31 § 1 mom).

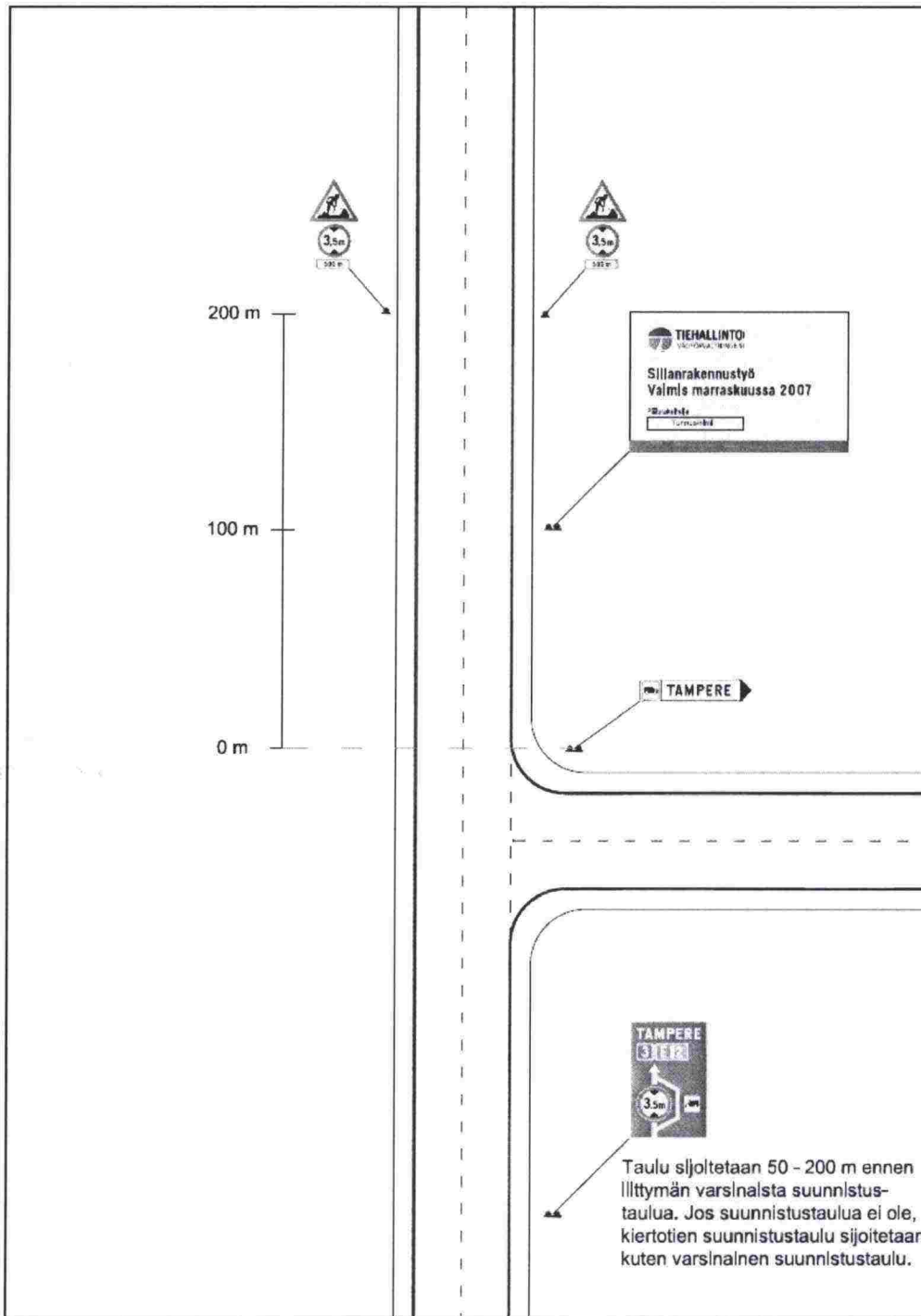
Julkisen kulkuväylän muuttaminen

Merenkululaitos voi väliaikaisesti muuttaa julkista kulkuväylää, jos se on tarpeen meriturvallisuuden ylläpitämiseksi tai muusta tärkeästä syystä (Vesilaki 4 luku 3a § 2 mom).

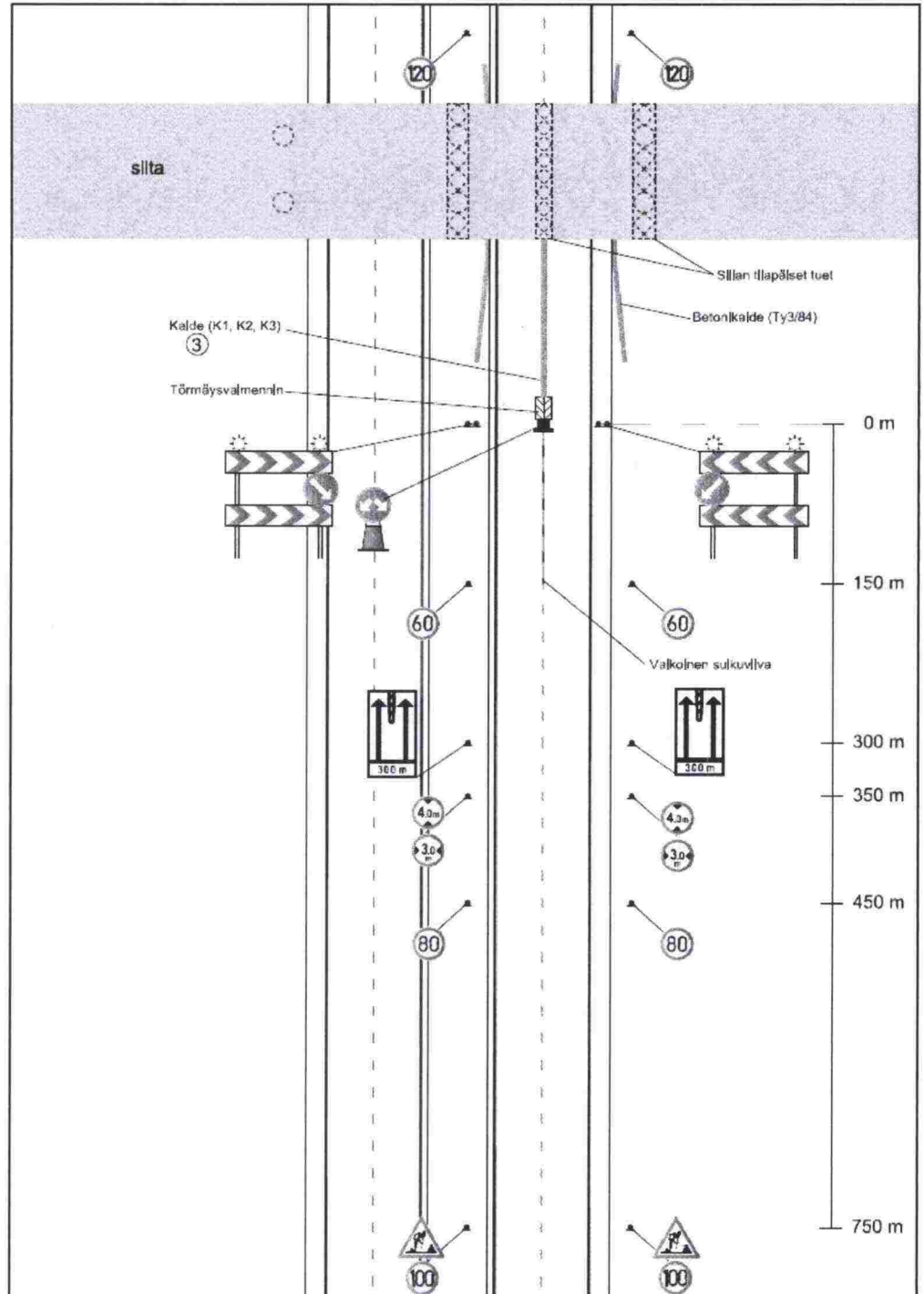
ESIMERKKI MITTAPORTIN KÄYTÖSTÄ



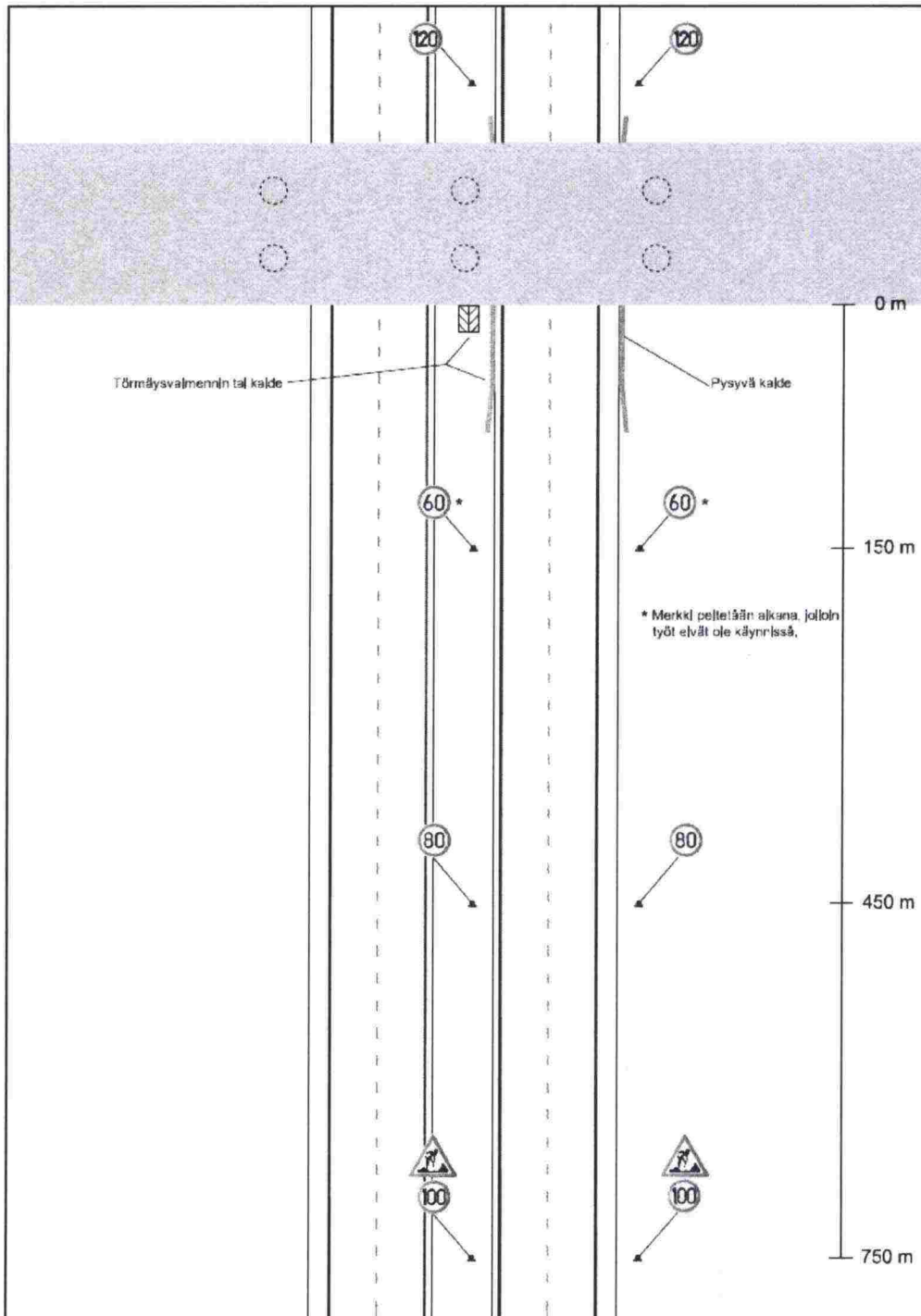
KIERTOTIEN OPASTUS (RAJOITETTU KORKEUS)



SILLAN TILAPÄISTEN TUKIEN SUOJAUS



TELINERAKENTEET POISTETTU, VIIMEISTELYVAIHE



TELINEEN TYÖMAATARKASTUS

Esimerkki erään urakoitsijan telineen työmaatarkastuksen muistilistasta.
Laajempi esimerkki tarkastuslistasta on ohjeessa RIL 147-2006 liitteessä 2 /1/ .

SILLAN TIEDOT		
Sillan nimi:	Numero:	Tarkastaja:
Tyyppi:	Suunnittelija:	Tarkastuspvm.
Jännemitat:	Hyväksymispäivämäärä:	Huomautukset
Vapaa aukko:	Muutokset:	
Hyödyllinen leveys:		
Vinous:		
Perustamistapa:		

TELINETARKASTUS	on (=x)
Yleistä	
Ovatko materiaalit ja niiden lujuusominaisuudet suunnitelman mukaiset?	
Onko esivalmistettujen osien kunto suunnitelmien mukainen?	
Onko kalustolla käyttöseloste?	
Onko paalutuspöytäkirja tarkastettu?	
Onko käyttöselosteiden mukaiset pöytäkirjat tarkastettu?	
Perustusasiat	
Onko maapohjan kantavuus varmistettu?	
Onko perustuksen alla oleva maa jäänyt?	
Jos maa on jäänyt, niin onko sen paksuus selvitetty?	
Onko roudan sulaminen valun aikana estetty?	
Ovatko luiskien kaltevuudet suunnitelmien mukaiset?	
Onko perustuksen liukuminen estetty?	
Onko perustuksen kuivana pysyminen varmistettu?	
Onko telineperustuksen vaikutus muihin rakenteisiin selvitetty?	

Telinerakenteet	on (=x)
Onko telineen tukemiseen käytettyjen muiden rakenteiden kelvollisuus varmistettu?	
Onko telineen sijainti suunnitelman mukainen (vaaka- ja pystysuunta)?	
Onko säätölaitteiden tiukkuus varmistettu?	
Ovatko pystyrakenteiden määrä, sijainti, asento ja rakenne suunnitelman mukaiset?	
Onko telineen jäykistys ja tuenta suunnitelman mukainen (vinositeiden määrä ja kiinnitys)?	
Onko liitoksien lujuus suunnitelman mukainen (tukien jatkokset, niskojen epäkeskisyys, ja kiinnitys tukiin)?	
Onko olosuhteiden vaikutus huomioitu (jää ja virtaava vesi ja sen tuomat jätteet)?	
Onko törmäykset tai törmäyskuormat otettu huomioon?	
Onko telineen purkamis- ja siirtämismahdollisuus otettu huomioon (tärinätön purku ja laskun keskeytyminen)?	
- tärinätön lasku	
- laskun keskeytyminen (tuulen voimistuminen)	
Onko telineen painumisen seuranta valun aikana järjestetty?	
Tehdäänkö hitsaustyö tarvittavan laatuluokan mukaisesti?	
Onko turvallisuusnäkökohdat huomioitu (kulku- ja nousukaitteet, rajoitus- ja kuormakilvet, liikenteen ohjaus, kosketussuojat)?	
Onko suojattu työntekijöitä ja ohikulkijoita putoavilta esineiltä?	
Telineen työmaatarkastus suoritettu	
Pvm. _____ Nimi: _____	

ISBN 978-952-221-025-8
TIEH 2000023-v-08