

Siltojen kaiteet



Siltojen kaiteet

Liikenneviraston ohjeita 25/2012

Liikennevirasto

Helsinki 2012

Kannen kuva: Arvo Heikkinen

Verkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-255-229-7

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 020 637 373

Väylätekniikkaosasto

Vastaanottaja
ELY-keskusten siltainsinöörit,
Liikenneviraston investointi ja kunnossapitotoimialat
Konsultit

Säädösperusta
Maantielaki 109 §

Korvaa
- Siltojen kaiteet, TIEH 2100046-06
- Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 8 Sillat,
kohta 8.2.1.1 Rautatiesillan kaiteet, 178/731/00.

Kohdistuvuus
ELY-keskusten L-vastuualue
Liikennevirasto

Voimassa
1.1.2013 alkaen toistaiseksi

Asiasanat
Ohjeet, kaiteet, sillat

Siltojen kaiteet

Tämä ohje korvaa aikaisemman "Siltojen kaiteet, TIEH 2100046-06" ohjeen ja Ratatekniset ohjeet (RATO) osan 8 rautatiesillan kaiteita koskevat ohjeet. Ohjeen uudistamistarve on syntynyt eurokoodien käyttöönoton, CE-merkintä vaatimuksen ja uusien tutkimustulosten vuoksi.

Tässä ohjeessa esitetään vaatimukset ja suunnitteluohjeet valtion omistamien ja valtion avustusta saavien siltojen kaiteille. Ohjetta voidaan soveltaa myös muiden taitorakenteiden kaiderakenteissa ja sillankaiteiden korjauksissa. Ohjetta voidaan käyttää laatuvaatimuksena urakassa, johon sisältyy suunnittelu.

Ylijohtaja



Raimo Tapio

Tekninen johtaja



Markku Nummelin

LISÄTIETOJA
Jani Meriläinen
Liikennevirasto
puh. 020 637 3571

Esipuhe

Tätä ohjetta noudatetaan suunniteltaessa ja valmistettaessa kaiteita siltöjen kohdalle. Ohjeessa esitetään vaatimukset ja standardien SFS-EN 1317-1 ... 1317-5 soveltamisperiaatteet kaikkien väylämuotojen sillankaiteiden osalta Suomessa. Ohje koskee myös valtion avustusta saavien yksityisteiden siltöjen kaiteita ja rautateiden huolto-ten siltöjen kaiteita.

Ohje on laadittu Liikenneviraston tilaamana konsulttityönä, jossa tekstin kirjoittajina ovat toimineet Antti Ukonmaanaho ja Kari Kuusela Insinööritoimisto Ponvia Oy:stä. Ohjeen laatimista on ohjannut Liikenneviraston asiantuntijaryhmä, jonka jäseninä ovat olleet Kari Lehtonen, Jani Meriläinen, Antti Rytönen ja Timo Tirkkonen.

Helsingissä joulukuussa 2012

Liikennevirasto
Väylätekniikkaosasto, taitorakenneyksikkö

Sisällysluettelo

1	YLEISTÄ	6
1.1	Johdanto.....	6
1.2	Termit ja määritelmät	6
1.3	Standardit	8
1.4	Kaiteiden valmistamisen ja asennuksen laatuvaatimukset.....	9
1.5	Sillan suunnitelmassa esitettäviä asioita	9
1.5.1	Yleistä	9
1.5.2	Liikuntajatkokset.....	9
2	AJONEUVOLIIKENTEEEN SILLANKAITEET	10
2.1	Sillankaiteiden suunnittelu	10
2.2	Yleiset vaatimukset.....	11
2.3	Teräksisten sillankaiteiden osien vaatimukset.....	12
2.4	Kaiteiden läpinäkyvyys.....	14
2.5	Kaiteiden aloitus ja lopetus.....	15
2.6	Melukaiteet	16
2.7	Keskikaiteet	17
2.8	Putkisiltöjen ja maatäyhteisten siltöjen kaiteet	18
2.9	Puukantisten siltöjen kaiteet.....	20
2.10	Museosiltöjen ja vanhojen siltöjen kaiteet	20
2.11	Tyypitestatun kaiteen muuntelu	21
2.11.1	Yleistä 21	
2.11.2	Reunapalkki.....	21
2.11.3	Rakenneosien lisääminen.....	21
2.12	Tyypitestaamattomien kaiteiden käyttö.....	22
3	KEVYEN LIIKENTEEEN SILLAN KAITEET	23
4	RAUTATIESILTÖJEN KAITEET	24
4.1	Yleiset vaatimukset.....	24
4.2	Uudet sillat ja rakenteet.....	25
4.3	Olemassa olevat sillat	25
4.4	Putkisiltöjen kaiteet	26
4.5	Kaiteiden kuormat	26
4.6	Maadoitus	26
5	LIIKENNEVIRASTON TYYPPISUUNNITELMAT	27
5.1	Tieh H2 sillankaide	27
5.1.1	Tyypipiirustukset	27
5.1.2	Kaiteiden nimeäminen	27
5.1.3	Tieh H2 sillankaiteen muuntelu.....	28
5.1.4	Liikuntajatkokset.....	28
5.1.5	Kaiteen aloitus ja lopetus	28
	VIITELUETTELO.....	30

1 Yleistä

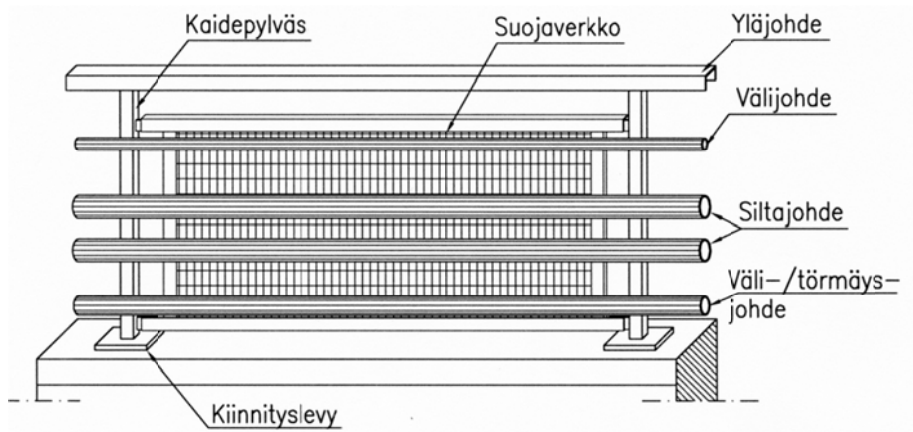
1.1 Johdanto

Kaikilla silloilla on oltava sillankaiteet, jotka takaavat kaikille sillan ylittäjille ja alittajille turvallisen liikkumisen.

Tässä ohjeessa esitetään vaatimukset ja suunnitteluohjeet valtion omistamien ja valtion avustusta saavien siltöjen kaiteille. Tätä ohjetta noudatetaan ajoneuvoliikenteen siltöjen, kevyenliikenteen siltöjen ja rautatiesiltöjen kaiteille.

Ohjeita mm. tiekaiteiden pituuden määrittämisestä ja siirtymärakenteesta on annettu Liikenneviraston ohjeessa *Tiekaiteiden suunnittelu /1/*. Sillankaiteen korjaus- ja uusimistarve on määritetty SILKO-ohjeessa 2.311 /12/ ja *Rautatiesiltöjen korjausohjeissa /13/*. Kosketussuojarakenteiden suunnittelussa noudatetaan Liikenneviraston kosketussuojarakenteita koskevia ohjeita /2/, /3/, /4/.

1.2 Termit ja määritelmät



Kuva 1. Kaiteen rakenneosien nimiä.

Teräksinen sillankaide

Sillankaiteet valmistetaan yleensä kuumasinkitystä teräksestä. Teräksiset sillankaiteet voidaan erotella varustelun perusteella seuraavasti:

- **Harva kaide**
Kaiderakenne muodostuu kaidepylväistä, yläjohteesta ja siltajohteesta /-johteista.
- **Tiheä kaide**
Harvaan kaiteeseen on siltajohteen ylä- ja/tai alapuolelle lisätty johde/johteita.
- **Verkkokaide**
Harva kaide on varustettu auraslumen tippumisen estävällä suojaverkolla.
- **Sälekaide**
Harva kaide on varustettu henkilöturvallisuutta parantavalla säleikkörakenteella.

Siltojen kaiteet

Betoninen melukaide

Siltojen kohdalla meluntorjuntaan käytettävä betonista valmistettu kaide.

Teräksinen melukaide

Betonista melukaidetta muodoltaan jäljittelevä teräksestä valmistettu kaide, joka on kytketty teräksiseen kaiderunkoon. Ulkonäkösystä kaiteen ulkopuolella suositellaan käytettäväksi maisemointilevyä.

Lasinen melukaide

Siltojen kohdalla meluntorjuntaan käytettävä kaide, jossa lasielementit kiinnitetään teräksiseen kaiderunkoon.

Kelluva kaide

Sillan pintarakenteiden päälle asennettava kaide, joka ei ole kiinni sillan kansirakenteessa.

Kaiteen törmäyskestävyysluokka

Kaidetyyppien luokittelu eripainoisilla ajoneuvoilla tehtyjen törmäyskokeiden perusteella. Kaidetyypit jaetaan normaalin vaatimustason mukaisiin kaideluokkiin (N1 ja N2) ja korkean vaatimustason mukaisiin kaideluokkiin (H1, H2, H3 ja H4).

Törmäyksen riskitaso (Impact severity)

Matkustajaan kohdistuvia kiihtyvyyksiä (kaiteen kovuutta) kuvaava luokittelu A, B ja C, missä A luokka on turvallisin.

Kaiteen toimintaleveys (W_n)

Etäisyys kaiteen etureunan alkuperäisestä paikasta pisteeseen, jossa kaide uloimmillaan käy törmäyksen aikana.

 $N2W_n$

Toimintaleveys, kun testiajoneuvona on törmäyskestävyysluokan N2 mitoitusajoneuvo (paino 1500 kg, nopeus 110 km/h, törmäyskulma 20 astetta).

Ajoneuvon ulottuma (VI_n)

Etäisyys kaiteen etureunan alkuperäisestä paikasta pisteeseen, jossa raskaan ajoneuvon yläreuna uloimmillaan kävisi, jos sen korkeus olisi 4 m.

Kaiteen joustovara

Kaiteen etureunan ja kaiteen takana olevan jäykän esteen tai suojeltavan kohteen välinen etäisyys. Kaiteen toimintaleveys saa olla korkeintaan joustovaran suuruinen.

Kaiteen sivusiirtymä tai dynaaminen taipuma (D_n)

Etäisyys kaiteen etureunan alkuperäisestä paikasta pisteeseen, jossa kaiteen etureuna uloimmillaan käy törmäyksen aikana (yleensä W_n -kaiteen paksuus).

Kaide-etäisyys

Kaiteen sisäpinnan lyhin etäisyys kaidetta lähimpään raiteeseen mitattuna kohtisuoraan aukean tilan ulottuman keskiviivasta.

1.3 Standardit

Ajoneuvoliikenteen kaiteiden törmäyskokeita koskevat eurooppalaiset standardit SFS-EN 1317-1 /5/ ja SFS-EN 1317-2 /6/ on vahvistettu suomalaisiksi kansalliseksi standardiksi. Asetus julkisista rakennusurakoista vaatii, että hankinnoissa on pääsääntöisesti käytettävä eurooppalaisia eritelmiä. Edellä mainitut standardit määrittelevät kaiteiden luokat sekä niitä vastaavat törmäystestit taulukon 1 mukaisesti.

Ajoneuvoliikenteen kaiteita ja törmäysvaimentimia koskee harmonisoitu tuotestandardi SFS-EN 1317-5 /7/. Standardi sisältää liitteen, jota on noudatettava, kun valmistaja hankkii tuotteeseensa CE-merkinnän.

Taulukko 1. EN-standardin mukaiset törmäyskestävyysluokat ja törmäystestit.

Törmäyskestävyysluokka	Törmäysnopeus [km/h]	Törmäysmassa [kg]	Törmäyskulma [°]	Törmäysajoneuvo
N1	80	1 500	20	henkilöauto
N2	100	900	20	henkilöauto
	110	1 500	20	henkilöauto
H1	100	900	20	henkilöauto
	70	10 000	15	kuorma-auto
H2	100	900	20	henkilöauto
	70	13 000	20	linja-auto
H3	100	900	20	henkilöauto
	80	16 000	20	kuorma-auto
H4a	100	900	20	henkilöauto
	65	30 000	20	kuorma-auto
H4b	100	900	20	henkilöauto
	65	38 000	20	ajoneuvoyhdistelmä

Taulukossa ei ole esitetty vuonna 2010 käyttöön tulleita luokkia L1...L4. Ne eroavat luokista H1...H4 siinä, että niissä vaaditaan lisäksi hyväksytty testi 1,5 t autolla 110 km/h nopeudella. Luokan L kaiteen turvallisuus on siten perusteellisemmin tutkittu kuin luokan H kaiteen.

Kaiteiden rakenneosien mitoituksessa käytetään kyseisen materiaalin eurokoodia ja sen kansallista liitettä. Lisäksi noudatetaan Liikenneviraston laatimia eurokoodin soveltamisohjeita.

Rautatiesiltojen ja kevyen liikenteen siltojen kaiteille ei ole olemassa eurooppalaista tuotestandardia.

1.4 Kaiteiden valmistamisen ja asennuksen laatuvaatimukset

Kaiteiden valmistamisen laatuvaatimuksia on määritelty standardeissa SFS-EN 1317-1, -2 ja -5 /5/.../7/, InfraRYL kohdassa 42451 /8/ sekä tässä ohjeessa. Maatäytteisten siltojen kaiteiden valmistuksessa noudatetaan lisäksi soveltuvin osin InfraRYL kohdassa 32100 /9/ annettuja laatuvaatimuksia.

Kaiteiden asentamisessa noudatetaan InfraRYL:n vaatimuksia, kaiteen valmistajan laatimia asennusohjeita ja tätä ohjetta. Jos edellä mainitut ovat ristiriidassa keskenään, niin Liikennevirasto hyväksyy käytetyn tavan.

1.5 Sillan suunnitelmassa esitettäviä asioita

1.5.1 Yleistä

Sillankaide suunnitellaan sillan suunnittelun yhteydessä. Kaiteen yleistiedot sekä kaiteen jatkuminen penkereellä esitetään sillan pää-/ yleispiirustuksessa. Piirustuksessa määritellään kaidetyyppi, kaiteen sijainti ja ajoneuvoliikenteen sillalla törmäyskestävyysluokka sekä varusteiden, esimerkiksi välijohteiden ja verkon, käyttöalueet. Verkkojen käyttöaluetta suunniteltaessa on otettava huomioon alittavan liikenteen luonne, esim. hiihtolatujen kohdalla saattaa olla tarpeen ulottaa verkko pidemmälle.

Rakennussuunnitteluvaiheen yleispiirustuksessa esitetään kaidetta koskevat piirustukset. Sillan mittapiirustuksissa esitetään pylväiden ja reunapalkkiin liittyvien kiinnitysosien sijoitus siltaan yksityiskohtaisesti.

Näkyvälle paikalle, esim. kaiteeseen, sijoitettavaa sillan vuosilaattaa (piir. R15/DM 4) suositellaan käytettäväksi. Vuosilaatan sijainti esitetään sillan suunnitelmassa.

1.5.2 Liikuntajatkokset

Sillan johteissa sekä suojaverkko- ja säleikköelementeissä on oltava päällysrakenteen liikuntasauaman kohdalla sillan liikkeitä vastaavat liikevarat. Nämä kohdat tarvittavine liikevaroineen on osoitettava sillan yleispiirustuksessa.

Pitkissä silloissa on tehtävä johteisiin, suojaverkko- ja säleikköelementteihin liikuntajatkoksia liikuntasaumojen välillekin lämpötilaeroista kaiteen ja sillan kannen välillä johtuvien liikkeiden mahdollistamiseksi. Näitä liikevaran jatkoksia sijoitetaan kaidevalmistajan ohjeiden mukaan ja ne merkitään yleispiirustukseen liikevaroineen.

2 Ajoneuvoliikenteen sillankaiteet

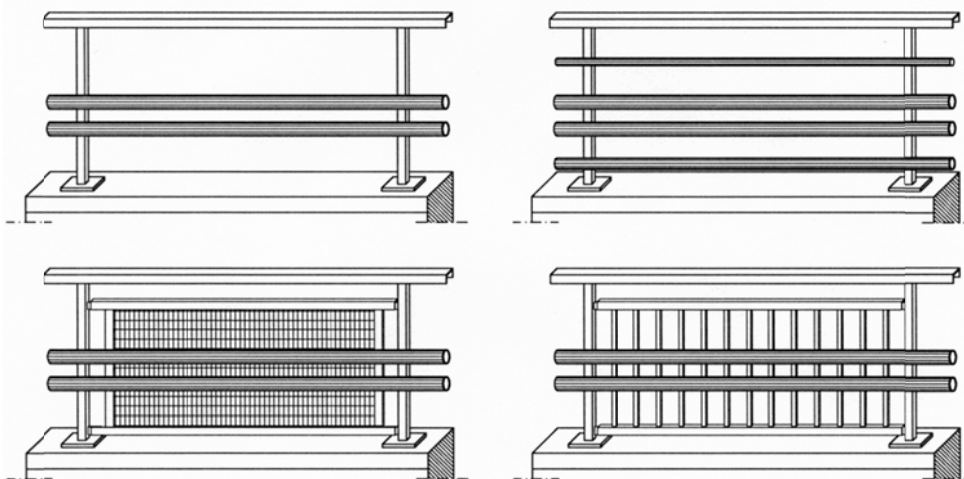
2.1 Sillankaiteiden suunnittelu

Ajoneuvoliikenteelle tarkoitettulla sillalla käytetään yleensä teräksisiä kuumasinkittyjä sillankaiteita. Teräksistä harvaa sillankaidetta käytetään silloilla, joilla kevyt liikenne on liikennemerkillä kielletty (esim. moottoritie- tai moottoriliikennetie).

Tiheää sillankaidetta käytetään silloilla, joilla kevyt liikenne on sallittu. Pelkästään välijohteilla varustettu tiheä sillankaide kuitenkin helpottaa kaiteen yli kiipeämistä, joten tiheää sillankaidetta ei saa käyttää kevyen liikenteen kaistan ulkoreunalla.

Verkkokaidetta käytetään auraslumen putoamisen esteenä alittavan tien kohdalla. Suojaverkkoa käytetään myös kevyen liikenteen kaistan ulkoreunalla suojaamassa kevyttä liikennettä. Teräväreunaisten verkkojen käyttöä tulee välttää kevyen liikenteen väylien reunoilla ja paikoissa, joissa liikkuu lapsia. Suojaverkko suositellaan ulottettavaksi koko sillan matkalle. Suojaverkon voi asentaa joko pystyyn tai vaakaan. Verkon vaakaan asentamisella saavutetaan parempi läpinäkyvyys, mutta helpompi kiipeiltävyys. Suositeltavaa on, että verkko asennetaan pystyyn, jos läpinäkyvyydelle ei ole asetettu vaatimuksia. Käytettävä verkon asennussuunta esitetään suunnitelmassa.

Sälekaidetta voidaan käyttää kevyen liikenteen kaistan ulkoreunalla verkkokaiteen sijasta. Se ei kuitenkaan toimi auraslumen putoamisen estävänä rakenteena. Sälekaidetta ei saa käyttää tiesillan kaiteena, mikäli se muodostaa näkemäesteen, kuten on esim. rombisissa eritasoliittymissä liityttäessä rampilta sillan päällä olevalle tielle. Sälekaide koostuu säleiköllä varustetusta kaiderungosta.



Kuva 2. Periaatteellisia esimerkkejä teräksisistä sillankaiteista eri varusteluilla: harva kaide (yllä vas.), tiheä kaide (yllä oik.), verkkokaide (alla vas.) ja sälekaide (alla oik.).

Sillankaiteen takana olevat jäykät esteet tai suojattavat rakenteet huomioidaan sopivan kaidetyypin, törmäyskestävyysluokan ja törmäyskokeiden siirtymäarvojen valinnalla.

2.2 Yleiset vaatimukset

Uudisrakenteisessa ajoneuvoliikenteen sillassa käytetään standardin SFS-EN 1317 mukaisia tyyppitestattuja törmäyskestävyysluokan H2 vaatimukset toteuttavia kuumasinkittyjä teräksisiä tai teräsbetonisia kaiteita.

Yleisiä vaatimuksia kaiteelle ovat lisäksi seuraavat:

- Sillankaiteen vähimmäispituus on suurempi seuraavista:
 - sillan kokonaispituus - 1,2 m
 - jännemittojen summa + 8 m.Sillankaidetta jatketaan tapauksissa, joissa muutoin on vaara putoamisesta alikulkevalle väylälle (esim. jos väylät risteävät viistosti tai kohtisuorien siipimuurien yhteydessä). Ohjeessa *Tiekaiteiden suunnittelu /1/* on esitetty yksityiskohtaisempia ohjeita tie- ja sillankaiteiden pituuksista.
- Sillankaiteen kokonaiskorkeuden on oltava vähintään 1,2 m ajoradan pinnasta.
- Sillankaiteen kokoonpanon on oltava mahdollisimman yksinkertainen, jotta kaiteen ylläpito ja korjaukset ovat mahdollisia.
- Sillankaiteen osien ja kiinnitysten irrottaminen ei saa olla mahdollista ilman työkaluja.
- Jalankulkijoiden pääsy sillankaiteen läpi on estettävä ja kaiteen yli kiipeäminen on oltava riittävän vaikeaa, jos kevyt liikenne sillalla on sallittu.
- Sillankaiteessa ei saa olla leikkaavia tai teräviä reunoja tai muuten vaarallisia kohtia, joihin kevyen liikenteen kulkijat voivat satuttaa itsensä.
- Sillankaide varustetaan aurauslumen putoamisen estävillä rakenteilla alittavan tien kohdalla, joko varustamalla kaide suojaverkolla tai käyttämällä roisketiivistä kaiderakennetta (esim. melukaiteet). Sillankaiteen tulee kuulua aurauskestävyysluokkaan 4 ohjeen *Tiekaiteiden suunnittelu /1/* mukaan.
- Toimintaleveysvaatimus (Wn) saa olla H2 kaiteella enintään 1,3 m (EN 1317-2, luokka W4), H3 kaiteella 1,7 m (W5) ja H4 kaiteella 2,1 m (W6). Toimintaleveysvaatimusta tiukennetaan sellaisen rakenteen kohdalla, johon ei saa törmätä kaiteen jostaessa. Törmäysturvallinen valaisinpylväs ei edellytä vaatimuksen kiristämistä
- Sillankaiteiden törmäyksen riskitasoluokka on oltava vähintään B, mutta betonista valmistetuilla kaiteilla sallitaan myös luokka C
- Sähköistetyn radan ylittävillä silloilla käytetään raiteiden kohdalla kosketussuojaseinämää, -lippaa tai niiden yhdistelmää Liikenneviraston siltojen kosketussuojarakenneohjeiden /2/ /3/ /4/ mukaisesti.

Eriyistä suojaa edellyttävissä kohteissa esim. ratapihan ylittävissä silloissa, joissa sillalta putoava ajoneuvo aiheuttaa suuronnettomuusriskin tai, jos halutaan suojata kannen yläpuolisia kantavia rakenteita, voidaan edellyttää H2:ta korkeampaa törmäyskestävyysluokkaa. Tällöin käytetään sillankaiteena törmäyskestävyydeltään standardin SFS-EN 1317 H3- tai H4-luokan mukaista kaidetta. Tilaaja määrittelee erityistä suojaa edellyttävän kohteen kaiteen törmäyskestävyysluokan.

Jos kevyen liikenteen kaistalla on odotettavissa paljon polkupyöräliikennettä tai pyöräilijöiden nopeus sillan kohdalla voi kasvaa suureksi, suositellaan kevyen liikenteen kaistan viereen tehtävän sillankaiteen korkeudeksi vähintään 1,40 m. Turvallisuuden

lisäämiseksi kaide suositellaan tehtävän korkeampana silloilla, joiden alikulkukorkeus on $\geq 13,0$ m.

Kaiteen rakennetta ja sen vaihtamista koskevia vaatimuksia voidaan tarkentaa hankekohtaisesti. Tällaisia voivat olla esim. kaiteen läpinäkyvyydelle asetetut vaatimukset (ks. kohta 2.4) tai väylän yhtenäisen ilmeen edellyttämät toimenpiteet tms. Tyyppitestatun kaiteen muuntelussa noudatetaan kohdan 2.11 vaatimuksia.

Sillan kaiteiden vaatimuksenmukaisuus osoitetaan CE-merkinnällä. Tieviranomaisen antama tyyppihyväksyntä on kuitenkin voimassa 30.6.2013 asti.

Ajoneuvoliikenteen silloilla käytetään standardin SFS-EN 1317-5 mukaisesti CE-merkittyjä kaiteita. Valmistaja voi kiinnittää CE-merkinnän, kun tuote täyttää harmonisoidussa standardissa esitetyt vaatimukset. Kaiteiden vaatimuksenmukaisuus osoitetaan tyyppitestauksen, valmistajan laadunvalvonnan ja tuotteen arvioinnin avulla. Valmistajan tehtaalla tulee olla käytössä standardin edellyttämät laadunvarmistusjärjestelmät. Lisäksi valmistajan tulee laatia ohjeet kaiteen kokoamisesta, asentamisesta ja kunnossapidosta, jotta niiden tyyppitestauksessa todennetut ominaisuudet säilytetään.

Merkinnässä tulee ilmoittaa standardin mukaisesti sillankaiteen törmäyskestävyysluokka, törmäyksen riskitaso, toimintaleveys, dynaaminen taipuma ja aerauskestävyysluokka. Valmistaja liittää CE-merkinnän tuotteen teknisiin asiakirjoihin.

Kohdissa 2.3 - 2.12 on esitetty tarkennuksia ja poikkeuksia edellä mainituille vaatimuksille.

2.3 Teräksisten sillankaiteiden osien vaatimukset

Sillankaiteiden varusteluosille asetettuja vähimmäisvaatimuksia (annetut mitat teoreettisia, eivät sisällä rakentamistoleransseja) ovat:

- Tiheän kaiteen johteiden välisien vapaiden välien on oltava ≤ 200 mm siltajohteen yläpuolisilta osilta. Mikäli johteet eivät sijaitse päällekkäin, pienennetään vapaan välin sallittua mitta johteiden vaakavälin neljänneksellä siltajohteen yläpuolissa aukoissa. Siltajohteen ja reunapalkin välissä vastaavan vapaan välin on oltava ≤ 250 mm. On huomattava, että vapaan välin mitta ei ole välttämättä pystymitta.
- Johteet eivät saa katketa tai irrota liitoksistaan tai jatkoksistaan törmäyslanteessa siten, että ne voivat tunkeutua törmäävään ajoneuvoon.
- Ylä- ja välijohte mitoitetaan eri aikaan vaikuttaville, 1,5 kN:n vaakasuoralle sekä 1,0 kN:n pystysuoralle, liikkuville pistemäisille hyötykuormille.
- Suojaverkon teoreettisen silmäkoon on oltava ≤ 1500 mm²
- Suojaverkkoelementin yläreunan korkeuden ajoradan pinnasta on oltava ≥ 900 mm. Mikäli kaiteen vieressä on kevyen liikenteen kaista, on yläjohteen ja suojaverkkoelementin yläreunan vapaan välin korkeuden oltava ≤ 125 mm.
- Suojaverkkoelementin alareunan ja reunapalkin tai ajoradan pinnan vapaan välin korkeuden on oltava ≤ 100 mm.

- Suojaverkko sijoittuu kaidepylväiden väliin. Suojaverkkoelementin ja pylväiden vapaan välin leveyden on oltava ≤ 80 mm. Liikkuvien elementtien kohdalla ko. arvoa saa korottaa Δl :n (= puolet kokonaisliikevarasta) verran, mutta vapaan välin leveyden on kuitenkin oltava ≤ 130 mm.
- Suojaverkkoelementti mitoitetaan aerauskuormalle $3,75 \text{ kN/m}^2$, joka on vaakasuuntaan vaikuttava hyötykuorma. Kuormaa ei tarvitse ottaa huomioon siltajohteiden kohdalta ja kuormaa voidaan pienentää kertoimella

$$\phi = \frac{H_v - H_{sj}}{H_v}, \quad (1)$$

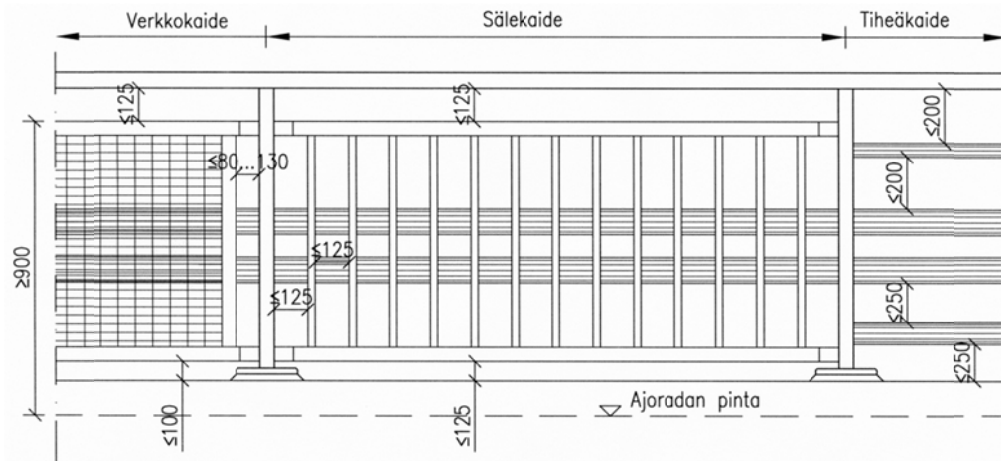
missä

H_v = suojaverkkoelementin korkeus

H_{sj} = siltajohteen / -johteiden korkeus.

Mikäli siltajohteena on kaksi erillistä johdetta ja niiden vapaaväli on alle 100 mm, voidaan vapaaväli laskea mukaan korkeuteen H_{sj} .

- Sälekaiteessa terässäleiden vapaan välin, ml. kaidepylväiden lähialue, on oltava ≤ 125 mm. Liikuntajatkoksien kohdalla ko. arvoa saa korottaa Δl :n (= puolet kokonaisliikevarasta) verran, mutta vapaan välin leveyden on kuitenkin oltava ≤ 175 mm.
- Terässäleet mitoitetaan $1,5 \text{ kN}$ pistemäiselle liikkuvalla vaakasuoralla hyötykuormalle, jonka voidaan olettaa jakaantuvan kahdelle säleelle.
- Käytettäessä säleissä terästä joustavampaa materiaalia, on osoitettava, ettei 130 mm halkaisijaltaan oleva kokoon painumaton pallomainen esine tunkeudu säleiden välistä $0,5 \text{ kN}$:n voimalla.
- Säleikkoelementin alareunan ja reunapalkin tai ajoradan pinnan vapaan välin korkeuden on oltava ≤ 125 mm.



Kuva 3. Sillan varusteluosille asetettuja vaatimuksia.

2.4 Kaiteiden läpinäkyvyys

Kaiteen läpinäkyvyydelle voidaan asettaa urakka-asiakirjoissa vaatimuksia, mikäli kohteeseen halutaan valita mahdollisimman vähän näkyvyyttä rajoittava kaidetyyppi. Esimerkiksi rombisissa eritasoliittymissä sillankaide ja tiekade rajoittavat näkemää liittyessä rampilta sillan päällä olevalle tielle. Tällöin vaaditaan kaiteelta hyvää läpinäkyvyyttä, ja viitataan tämän julkaisun kohtaan 2.4. Säle- ja verkkokaiteen yhteydessä riittää tyydyttävä läpinäkyvyys. Taulukossa 2 on esitetty hyvän näkemän mukaiset vaatimukset vaadituilla kolmella eri projektiokulman arvolla eri tavoin varustetuille kaiteille. Tilajalla on mahdollista asettaa myös muita raja-arvoja.

Taulukko 2. Vaatimukset tiesillan teräskaiteen läpinäkyvyysarvojen (%) vähimmäisarvoille eri projektiokulmilla, kun vaaditaan hyvä tai tyydyttävä näkyvyys.

Projektiokulma α (°)	Läpinäkyvyys IV (%)	
	Tyydyttävä	Hyvä
90	≥ 45	≥ 60
30	≥ 40	≥ 55
10	≥ 25	≥ 40

Läpinäkyvyyden arvo kertoo kuinka suurta osaa tutkittavasta pinnasta kaiteen projektiopinta ei peitä. Mitä suurempi lukuarvo on, sitä parempi on kaiteen läpinäkyvyys, ts. vaakajohteen kohdalla läpinäkyvyys on nolla ja aukossa yksi.

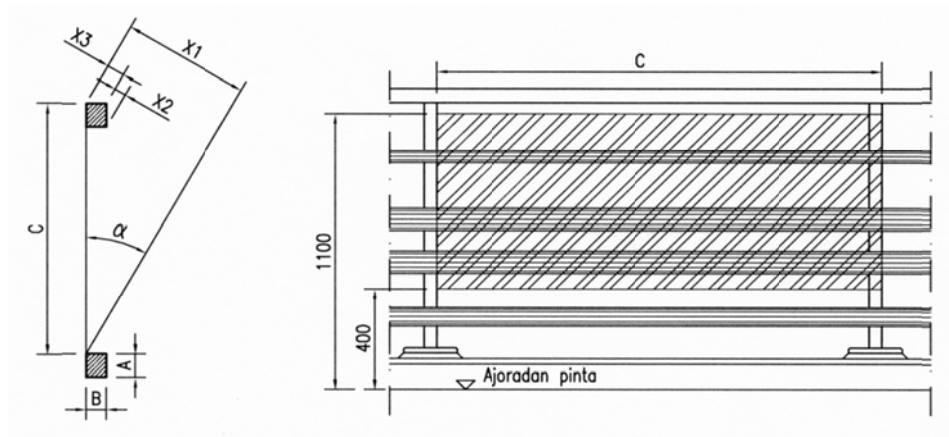
Kaiteen läpinäkyvyys on myös riippuvainen siitä, missä kulmassa kaidetta katsotaan. Katsottaessa kaidetta kohtisuoraan, on projektiokulma 90° ja läpinäkyvyyden arvo suurimmallaan. Kauempana katsojasta sillan pituussuunnassa sijaitsevaa kaidejaksoa katsottaessa, on projektiokulma pienempi ja täten kaiteen läpinäkyvyys huonompi. Yleinen kaava läpinäkyvyyden IV (inter visibility) laskemiseksi eri katselukulmilla on

$$IV = X1 - (X3 + X2) = C \times \sin\alpha - (B \times \cos\alpha + A \times \sin\alpha) - D, \quad (2)$$

jossa

- A = nelikulmaisen pylvään, säleen tai langan tiensuuntaisen sivun leveys (jolloin D = 0)
- B = nelikulmaisen pylvään, säleen tai langan poikkisuuntaisen sivun leveys
- C = pylväiden, säleiden tai lankojen välimatka keskeltä keskelle tien suunnassa
- D = pyöreän pylvään tai säleen halkaisija (jolloin A ja B = 0).

Läpinäkyvyys lasketaan kuvassa 4 määritellyllä korkeusalueella. Korkeusalue jaetaan korkeusvyöhykkeisiin niin, että läpinäkyvyys voidaan laskea erikseen jokaisen vaakajohteen kohdalta ja jokaisen vaakajohteen välin kohdalta. Kaiteen läpinäkyvyys on kunkin korkeusvyöhykkeen läpinäkyvyyden keskiarvo, joka lasketaan painottamalla kunkin vyöhykkeen korkeudella. Vaakajohteen kohdalla läpinäkyvyys on 0. Vaakajohteiden välissä läpinäkyvyys lasketaan kaavalla (2). Verkon vaakalangan kohdalla läpinäkyvyys on kuitenkin 0.

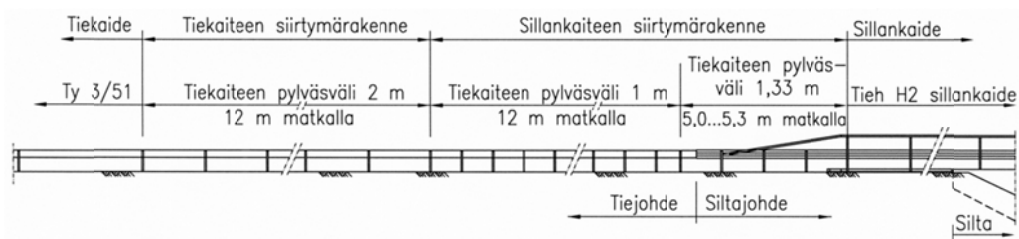


Kuva 4. Läpinäkyvyyden laskentaperiaate katsottaessa kaidetta päältä (vas.) ja läpinäkyvyyden laskenta-alue (oik.).

Kaiteen läpinäkyvyys määritetään 1,1 m korkeudelta ja ajoradan pintaa 0,4 m korkeammalla sijaitsevan tason väliseltä alueelta kaiteen pylväsjaon pituiselta matkalta ‰-lukuna. Laskennassa ei oteta huomioon kaidepylvään ja johteiden välisten liittoksen kiinnitysosia.

2.5 Kaiteiden aloitus ja lopetus

Sillankaide liittyy siirtymärakenteen välityksellä tiekaiteeseen. Siirtymärakenne on tiekaiteesta vahvennettu kaiderakenne, joka tasaa sillankaiteen ja tiekaiteen välisiä jäykkyyseroja ja liittää kaidetyyppien johteet toisiinsa. Kuvassa 5 on esitetty esimerkki siltaa edeltävistä kaiderakenteista. Eri kaiderakenteiden pituudet on määritettävä tien ja sillan suunnitelmissa. Ohjeessa *Tiekaiteiden suunnittelu /1/* on esitetty siirtymärakenteet N2 luokan teräspalkkikaiteen liittyessä jäykempiin rakenteisiin ja periaatteet suunnitteluun, kun siirtymärakennetta ei pystytä rakentamaan täysinmittaisena esim. risteävän väylän takia.



Kuva 5. Siltaa edeltävät kaiderakenteet ja niiden nimitykset tiekaiteen Ty 3/51 liittyessä Tieh H2 sillankaiteeseen.

Sillankaiteiden yläjohde on vietävä viimeisen pylvään jälkeen viistosti alas siltajohdeen tasolle. Sillankaiteeseen liittyvä siirtymärakenne tehdään kyseisen kaiteen valmistajan ohjeiden mukaisesti.

2.6 Melukaiteet

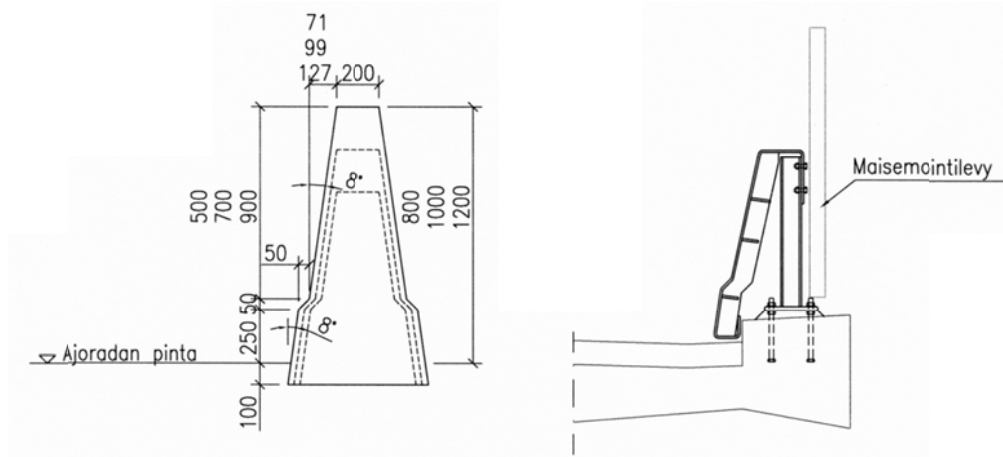
Sillan kohdalla melusuojaus voidaan toteuttaa betonisella, teräksisellä tai lasisella melukaiteella.

Betonikaidetta käytetään pääosin melusuojaussuunnitelmista syistä, mutta se voi olla vaihtoehto, kun kaiteelta vaaditaan parempaa törmäyskestävyyttä. Tiealueella suositellaan käytettäväksi ns. STEP-barrier muotoista tyyppitestattua kaidetta, jonka sillan kohdalle tuleva osuus on suunniteltava tapauskohtaisesti. Liikenneviraston tyyppiinrustusten R15/DK 12 mukaista betonikaiteita ei ole testattu standardin SFS-EN 1317 mukaisesti, joten niitä voidaan käyttää ainoastaan alemman nopeustason teillä (ks. kohta 2.12).

Betonikaiteen sijaitessa kevyen liikenteen kaistan vieressä, on kaiteen yläpinnan ja yläjohteen vapaan välin korkeuden oltava ≤ 125 mm. Mikäli sillalla sallitaan kevyttä liikennettä (ei ole liikennemerkillä kielletty), mutta betonikaide ei sijaitse kevyen liikenteen kaistan vieressä, on vapaan välin korkeuden oltava ≤ 250 mm.

Jos siltaa edeltävällä tieosalla on käytetty betonikaidetta, voidaan sillan kohdalla käyttää vaihtoehtoisesti tyyppitestattua teräksistä melukaidetta. Teräksisen melukaiteen etupintana on betonikaiteen muotoinen teräslevy, jolla kaiteen törmäyspinnasta ja ulkonäöstä saadaan betonikaiteen kanssa yhtenäinen. Ulkopuolella on syytä käyttää maisemointilevyä tai vastaavaa parantamaan sillan ja kaiteen ulkonäköä. Maisemointilevyn korkeuteen vaikuttavat mm. väyläarkkitehtuuri, meluntorjuntatarve ja ylittävän liikenteen turvallisuusvaatimukset.

Lasista melukaidetta voidaan käyttää kohteessa, jossa kaiteelta vaaditaan melusuojauksen lisäksi läpinäkyvyyttä. Läpinäkyvää polykarbonaatti- tai akryylilevyä ei suositella käytettäväksi kyseisten levyjen naarmuuntuvuuden ja samentumisen vuoksi.



Kuva 6. Betonisen kaiteen (STEP-barrier) mittoja (vas.) Periaatepiirros teräksisestä melukaiteesta sillan kohdalla (oik.).

Sillan lasiselle melukaiteelle asetettuja lisävaatimuksia ovat:

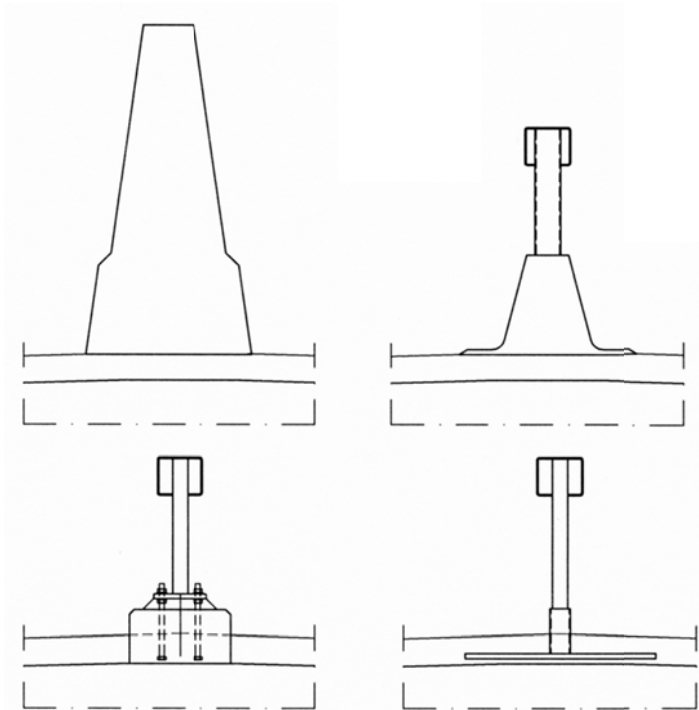
- Melukaiteen ääneneristävyys $DL_R > 24$ dB eli luokkaa B3 standardin EN 1793-2 /15/ mukaan.
- Lasina käytetään reunahiottua, karkaistua ja laminoitua floatlasia.
- Lasin iskunkestävyysvaatimus on 30 Nm (SFS-EN 1794-1 C /16/). Ilkivallalle alttiilla paikalla voidaan iskunkestävyysvaatimusta tiukentaa. Rautatie-melusteeltä vaaditaan aina vähintään 120 Nm:n iskunkestävyys.
- Lasin on kestettävä auraslumikuorma 3,75 kN/m² (SFS-EN 1794-1 E /16/).
- Lasin on täytettävä standardin SFS-EN 1794-2 /17/ liitteen B luokan 2 ja luokan 3 vaatimukset (0,5 kJ iskuenergialla lasista ei saa irrota osia ja 6,0 kJ iskuenergialla lasista saa irrota vain vaarattomia osia). Kohteissa, joissa lasielementin irtoaminen voi aiheuttaa vaaraa alikulkevalle liikenteelle, tulee kaide varustaa suojaverkolla tai lasin putoamisen estävällä varmuusköydellä. Varmuusköyrien on kestettävä 4-kertaisena sen varaan jäävien osien paino
- Lasin ja sen kehysrakenteen väli on tiivistettävä säänkestävällä EPDM-kumilla tai vastaavalla.
- Melukaiteen rakenteeseen ei saa jäädä tai muodostua rakoja, jotka päästävät äänen lävitse.
- Lasiset melukaiteet tai kaiteiden lasielementit on sijoitettava niin, etteivät ajovalot tai muu valaistus heijastu häiritsevästi ajoradalle.

Reunahiottu, karkaistu, laminoitu ja 16 mm (8 + 8 mm) paksu floatlasi täyttää 30 Nm iskunkestävyysvaatimuksen ja standardin SFS-EN 1794-2 luokan 2 ja 3 vaatimukset.

2.7 Keskikaiteet

Keskikaidetta käytetään, kun halutaan erottaa samalla sillankannella kulkevat eri ajosuunnan liikenteet toisistaan. Kaiteina käytetään tyyppitestattuja rakenteita. Ohjeessa *Tiekaiteiden suunnittelu /1/* on esitetty vaihtoehtoisia kaidetyyppejä keskikaiteeksi tiealueella. Sillan kohdalla kaiteen perustaminen on suunniteltava tapauskohtaisesti. Keskikade voidaan perustaa sillan kohdalla mm. seuraavasti:

- A. Käytetään tyyppitestattua päällysteen päällä kelluvaa teräksistä tai betonista kaiderakennetta. Jos kaiderakenteelle halutaan yhtenäinen ulkonäkö, on markkinoilla saatavilla kelluva teräskaide, jossa on samanlainen johde, kuin tiealueen keskikaiteessa. Betonikaiteen käyttö on suotavaa, jos tiellä muutoin on käytetty betonikaidetta.
- B. Kiinnitetään keskikaide reunapalkin kaltaiseen betonirakenteeseen. Tällöin vedenpoistoon ja vedeneristysten onnistumiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota.
- C. Käytetään esim. Ruotsin Vägverketin tyyppiinrustuksen (piir. 584:1G) mukaista teräsholkki/-levykiinnitystä, jolloin vedeneristystä ei tarvitse lävistää.



Kuva 7. Vaihtoehtoja keskikaiteen perustamisesta sillan kohdalla: yllä periaatekuva kelluvista vaihtoehdoista A, alla vasemmalla vaihtoehdosta B ja alla oikealla vaihtoehdosta C.

2.8 Putkisiltojen ja maatäytteisten siltojen kaiteet

Putki- ja holvisiltojen sekä muiden maatäytteisten siltojen yhteydessä ylittävän väylän kaiteena käytetään törmäystestattua sillan- tai tiekaidetta taulukossa 3 esitetyllä periaatteella. H2-luokan kaiteen tai kaidekorotuksen pituus on vähintään putken suurin leveys + 8 m.

Kaiteen korotusosan rakentamisesta on annettu ohjeita InfraRYL kohdassa 32122 /9/. Korotusosalla havainnollistetaan siltapaikkaa, jotta se voidaan ottaa paremmin huomioon ylittävän väylän aurauksessa, sekä suojataan sillan ylittävää kevyttä liikennettä.

Suojaverkkoa käytetään atikulkukäytävissä, mikäli putken kulkuaukon etäisyys ylittävän tien reunasta ei ole riittävän suuri (>8 m) estämään aurauslumen putoamista putken läpi kulkevalle väylälle.

Pienillä peitesyvyyksillä tulee ottaa huomioon kaidepylvään vaadittu upotussyvyys ja tarvittaessa kaiteen kiinnitys on suunniteltava tapauskohtaisesti. Kaiteiden asennustapa on esitettävä suunnitelmissa.

Siltojen kaiteet

Taulukko 3. Maatäytteisten siltojen kaiteiden törmäyskestävyysluokkavaatimukset sillan vapaa-aukon ja ylittävän liikenteen mukaan.

Törmäyskestävyysluokka	Va [m]	Huom.
H2	≥4	Myös kun Va < 4 m, jos aukon etäisyys tien reunasta on alle metrin.
N2, jonka toimintaleveys N2W _n on enintään 2,1 m	<4	Kevytliikenne on kielletty ylittävällä väylällä ja aukon etäisyys tien reunasta on vähintään metri.
N2 + korotusosa, jonka toimintaleveys N2W _n on enintään 2,1 m	<4	Kevytliikenne on sallittu ylittävällä väylällä ja aukon etäisyys tien reunasta on vähintään metri.

Va on sillan vapaa-aukko tai putken halkaisija

N2-luokan kaide voidaan asentaa piirustuksen Ty 3/51:n ja InfraRYL:n mukaisesti. Jos putken peitesyvyys kaidepylvään kohdalla on alle 1,3 m, on kaidepylväs asennettava jollakin seuraavista tavoista:

- Enintään kahta peräkkäistä kaidepylvästä lyhennetään 0,4 m (L=1400 + tuki-levy), jolloin peitesyvyyden täytyy olla vähintään 0,8 m.
- Pylväs upotetaan piirustusta R15/DK H2-22 soveltaen porapaaluun tai kaivamalla upotettuun putkeen. Porapaalun pienin etäisyys sillan rakenteeseen täytyy olla yli 100 mm. N2-luokan kaidetta asennettaessa vaihtoehtoiset porapaalut ja upotussyvyydet ovat:
 1. Ø 170x10, S355J2H, L = 0,75 m
 2. Ø 320x12,5, S355J2H, L = 0,50 m
- Pylväs kiinnitetään ruuvein maahan asennettuun sillan reunapalkkia jäljittelevään elementtiin piirustuksen R15/DK H2-21 periaatteiden mukaan.

H2-luokan kaide voidaan asentaa jollakin seuraavista tavoista:

- Sillankaiteen pylväs asennetaan piirustuksen R15/DK H2-22 mukaisesti porapaaluun. Porapaalun pienin etäisyys sillan rakenteeseen teräsprofiiliin täytyy olla yli 100 mm.
- Pylväs kiinnitetään ruuvein maahan asennettuun sillan reunapalkkia jäljittelevään elementtiin piirustuksen R15/DK H2-21 periaatteiden mukaan.

Kaide voidaan asentaa maahan myös kaidevalmistajan esittämällä tavalla, kunhan se on törmäystestattu.

2.9 Puukantisten siltojen kaiteet

Puukantisilla silloilla noudatetaan tässä ohjeessa annettuja vaatimuksia (ml. törmäyskoevaatimukset). Puukantisilla ajoneuvoliikenteen silloilla voidaan kuitenkin käyttää tyyppiin R15/DK1-11 mukaista kaidetta tai muuta törmäystestamatonta kaidetta, jos

- a) $KVL \leq 100$ ja nopeusrajoitus sillan kohdalla on enintään 80 km/h tai
- b) $KVL > 100$ ja nopeusrajoitus sillan kohdalla on enintään 50 km/h.

ja kohdan 2.12 vaatimukset täyttyvät.

Tyyppiin R15/DK1-11 mukainen sillankaide varustetaan siltajohteella ja kaidepylvään kiinnityspultteja suojaavalla törmäysjohteella (suisteparrulla).

2.10 Museosiltojen ja vanhojen siltojen kaiteet

Vanhojen siltojen kaiteet eivät useinkaan täytä tässä ohjeessa annettuja vaatimuksia. Näitä sillankaiteita on pyrittävä uusimaan siten, että turvallisuusvaatimukset täyttyvät. Sillankaiteet ovat merkittävä osa sillan arkkitehtuuria ja kaiteen alkuperäisen rakenteen ja ulkonäön säilyttäminen voi kuitenkin rakennushistoriallisista syistä olla perusteltua. Silti riittävä turvallisuustaso on sillan käyttäjille aina taattava ja kaiteiden turvallisuutta on pyrittävä parantamaan mahdollisuuksien mukaan.

Museosiltojen kaiteilta ei vaadita CE-merkintää ja tyyppitestattuja rakenteita. Kaiteiden turvallisuus varmistetaan tapauskohtaisesti tilaajan edellyttämällä tavalla.

Mikäli sillankaide ei täytä tässä ohjeessa esitettyjä vähimmäisvaatimuksia, ajoneuvoliikenteen riskejä voidaan pienentää riittävän alhaisilla nopeusrajoituksilla tai ajokielloilla. Jollei ajoneuvoliikenteen sillan kaide täytä tyyppitestatun kaiteen törmäyskestävyysvaatimuksia, on sen kestävä vähintään kohdassa 2.12 esitetyt vaatimukset, jolloin sillan nopeusrajoitus saa olla korkeintaan 50 km/h.

Vanhan kaiteen suuri turvallisuusriski voi olla lasten putoaminen liian harvan kaiteen läpi. Turvallisuutta on tällöin parannettava kaiteen alkuperäistä rakennetta ja ulkonäköä kunnioittaen.

Kaiteiden korjaustöissä noudatetaan seuraavia SILKO-ohjeita /12/:

- SILKO 2.331 Kaidepylvään juuren kunnostus
- SILKO 2.351 Kaiteen paikkamaalaus
- SILKO 2.352 Teräspinnan uusintamaalaus
- SILKO 2.354 Vanhan ja uuden sinkkipinnoitteen maalaus

Sillan kaiteen uusimisessa noudatetaan seuraavaa SILKO-ohjetta:

- SILKO 2.311 Sillankaiteen uusiminen

2.11 Tyypitestatun kaiteen muuntelu

2.11.1 Yleistä

Standardin SFS-EN 1317-5 liitteessä A on esitetty menettelyohjeet vaatimuksenmukaisuuden arviointia varten, jos kaidetta halutaan muuttaa hyväksymisen jälkeen. Muutokset jaetaan kolmeen luokkaan A, B ja C muutoksen suuruuden mukaan. Luokassa A muutos on vähäinen, luokassa B kohtalainen ja luokassa C huomattava.

Liikenneviraston tyyppi- ja mallisuunnitelmien mukaisten kaiteiden muuntelussa sekä tyyppi- ja mallisuunnitelmista poikkeavien kevyen liikenteen sillankaiteiden suunnittelussa, noudatetaan tämän ohjeen kohdassa 5 annettuja ohjeita ja vaatimuksia.

Sillansuunnittelun yhteydessä tehtävä tyyppi- ja mallisuunnitelmista poikkeava hankekohtainen kaiteen suunnitelma hyväksytetään Liikennevirastossa. Hyväksyntä haetaan yleensä yhdessä sillan suunnitelman kanssa. Huomattavien muutosten yhteydessä on otettava huomioon tyyppitestien vaatima aika ja sovitettava se hankkeen kokonaisaikatauluun.

2.11.2 Reunapalkki

Liikenneviraston Eurokoodin sovellusohjeessa Betonirakenteiden suunnittelu -NCCI 2 /14/ on annettu ohjeet siltojen reunapalkkien suunnitteluun. Reunapalkki voi olla korkea tai matala siltapaikan mukaan.

Sillankaiteiden suunnittelussa ja testauksessa on otettava huomioon kaiteen kiinnityksen sijainti ja siten kaiteen erilainen rakenne reunapalkkityypin mukaan. Kaiteen tyyppitestituloksia ei voi suoraan soveltaa matalaan reunapalkkiin, jos testi on tehty korkealla reunapalkilla. Matalan reunapalkin yhteydessä on mahdollista käyttää esim. reunapalkkia kuvaavaa teräksistä johdepalkkia.

Kaide voidaan kiinnittää reunapalkkiin pultti- tai upotuskiinnityksellä. Onttoa kaidepylvästä ei saa kiinnittää reunapalkkiin upottamalla. Kaidekiinnityksen vaatimat mitat on otettava huomioon reunapalkin mittoja määrättäessä.

2.11.3 Rakennesuosien lisääminen

Suojaverkot ja melusuojauksessa käytettävät levymäiset rakenteet voidaan Liikenneviraston tulkinnan mukaan lisätä kaiderunkoon, vaikka kaiderakennetta ei ole testattu em. rakenteiden kanssa. Rakenteet on suunniteltava siten, että ne eivät vaikuta törmäysturvallisuuteen. Rakennesuosissa ei saa olla törmäyksessä helposti irtoavia kappaleita, jotka voivat pudotessaan aiheuttaa vaaraa alittavalle liikenteelle. Lasirakenteen on täytettävä kohdassa 2.6 esitetyt vaatimukset.

Välijohteet voidaan lisätä ilman tyyppitestejä. Välijohteet on tehtävä jatkuviksi ja vetoa kestäviksi, ja ne eivät saa törmäystilanteessa muodostaa ajoneuvoon tunkeutuvia osia.

2.12 Tyypitestaamattomien kaiteiden käyttö

Liikenneturvallisuuden kannalta suositeltavin tapa on käyttää sillankaiteena tyyppitestaattuja tuotteita. Yksilöllistä ilmettä kaiteisiin saadaan helposti muuntelemalla harkitusti tyypitestaattua kaidetta. Nopeusrajoituksen ollessa enintään 50 km/h voidaan tilaajan päätöksellä käyttää myös törmäyskokein testaamattomia kaiteita, joiden on täytettävä tässä kohdassa annetut vaatimukset.

Rakenneosien mitoitus suoritetaan eurokoodien mukaisesti. Tyypitestaamattomien kaiteiden teräksisten rakenneosien on täytettävä taulukossa 4 annetut jäykkyyso- ja kestävyysvaatimukset ominaisarvoilla laskien. Johteiden on oltava jatkuvia ja vetoa kestäviä, eivätkä ne saa muodostaa törmäyksessä irtoavia ja lävistäviä osia. Varuste-
luosien kohdalla noudatetaan kohdan 2.3 vaatimuksia.

Taulukko 4. Kaiteen rakenneosien jäykkyyso- ja kestävyysvaatimukset pylväsvälillä 2 m, kun ei vaadita tyypitestaattua kaidetta.

Rakenneosa	Vaatus
Kaidepylvään jäykkyys	$EI \geq 90 \text{ kNm}^2$
Kaidepylvään ja sen kiinnityksen momenttikapasiteetti molempiin suuntiin	$M \geq 4,3 \text{ kNm}$
Kaidepylvään ja sen kiinnityksen leikkausvoimakapasiteetti molempiin suuntiin	$V \geq 32 \text{ kN}$
Kaikkien johteiden ja niiden liitosten sekä jatkosten vetokestävyys	$F \geq 80 \text{ kN}$

Suurin sallittu pylväsväli on 2m. Pylväsjaoon ollessa alle 2 m, voidaan jäykkyysvaatimuksia pienentää pylväsvälin suhteessa. Teräksen lujuuden tulee olla vähintään luokkaa S235.

Liikenneviraston tulkinnan mukaan sillan betonikaiteet, jotka on valmistettu tyyppi-
piirustusten R15/DK 12 mukaan, katsotaan täyttävän tässä kohdassa esitettyt vaatimukset.

Sillan kaiteen päättäminen voidaan tehdä ilman siirtymärakennetta. Törmäysturvallisuuden vuoksi kaide suositellaan päätettäväksi viemällä yläjohde viistosti siltajoh-
teen tasalle.

3 Kevyen liikenteen sillan kaiteet

Yksinomaan kevyelle liikenteelle tarkoitettulla sillalla ei tarvitse käyttää tyyppitestatua kaidetta. Kevyen liikenteen siltojen kaidepylväät, yläjohde ja siltajohde mitoiteetaan mielivaltaisessa kohdassa vaikuttavalle 5 kN pistemäiselle törmäyskuormalle (onnettomuuskuorma). Kaiteen törmäyskestävyyden katsotaan myös olevan riittävä, jos se täyttää kohdan 2.12 vaatimukset. Kaiteen tulee täyttää kohtien 2.1 ja 2.2 kevyen liikenteen turvallisuutta koskevat vaatimukset. Kaiteen varusteluosien tulee täyttää kohdan 2.3 vaatimukset. Kaide suositellaan varustettavan siltajohteella (aurauskestävyydenluokka 4) aurasvaurioiden estämiseksi.

Kevyen liikenteen sillankaiteen minimikorkeus ajoradan pinnasta on 1,2 m. Pyöräilijöiden turvallisuuden parantamiseksi kevyen liikenteen sillankaide suositellaan tehtävän korkeampana ($\geq 1,4$ m), jos väylällä on odotettavissa paljon polkupyöräliikennettä tai nopeus sillan kohdalla saattaa kasvaa suureksi. Kaide suunnitellaan korkeampana myös latusilloille, joilla lumikerros pienentää kaidekorkeutta talven aikana. Turvallisuuden lisäämiseksi kaide suositellaan tehtävän korkeampana silloilla, joiden alikulkukorkeus on $\geq 13,0$ m.

4 Rautatiesiltojen kaiteet

4.1 Yleiset vaatimukset

Uudet rautatiesillat varustetaan aina kaitein. Kaide estää sillalla kulkevia henkilöitä putoamasta. Olemassa oleville rautatiesilloille rakennetaan kaiteet tai olemassa olevia kaiteita muutetaan kohdekohtaisen harkinnan mukaan.

Rautatiesillan kaide koostuu kaidepylväistä ja vähintään kahdesta vaakajohteesta tai koko kaiteen korkuisesta verkosta tai levystä. Liikenneväylän ylittävän rautatiesillan kaiteessa on oltava koko kaiteen korkuinen verkko tai levy, joka estää sepelin ja jäälohkareiden putoamisen alittavalle väylälle. Tukikerroksettomalla sillalla ei tarvitse käyttää kaideverkkoa mikäli siltakansi jää muutenkin avoimeksi alapuoliselle väylälle. Kaiteen kiinnittämisessä tulee käyttää kiinnikkeitä (esim. ankkurointimassa tai juotoslaasti), joihin ei jää vettä kerääviä koloja. Kaiteen rakenneosien ja kiinnityksen tulee kestää kohdassa 4.5 annetut kuormat.

Rautatiesillan kaiteiden vähimmäisvaatimukset:

- Sillankaide ulotetaan aina vähintään koko sillan matkalle. Sillankaidetta jatketaan tapauksissa, joissa muutoin on vaara putoamisesta alikulkevalle väylälle. Tarvittaessa myös sillan pään tukimuurit on varustettava kaiteella.
- Sillankaiteen kokonaiskorkeuden on oltava vähintään 1,1 m reunapalkin, huoltokäytävän tai kaiteen vieressä olevan muun rakenteen kuten esim. kaapelikanavan yläpinnasta mitattuna.
- Sillankaiteen kokoonpanon on oltava mahdollisimman yksinkertainen, jotta kaiteen ylläpito ja korjaukset ovat mahdollisia.
- Sillankaiteen osien ja kiinnitysten irrottaminen ei saa olla mahdollista ilman työkaluja.
- Kaiteen kaikki osat tehdään kuumasinkitystä tai ruostumattomasta teräksestä, jonka lujuusluokka on vähintään S355 ja ruuveissa 8.8. Kuumasinkitys InfraRYL kohdan 42050.4.2 mukaan
- Kaideverkkona käytetään täysikorkea hitsattua tai punottua teräslankaverkkoa, jonka pienin silmäkoko on alle 1500 mm² ja pienempi silmäväli korkeintaan 22 mm.
- Ankkuri- ja ruuvi kiinnitysten on kestävä junien aiheuttamat painekuormat ja tärinä löystymättä

Kaide-etäisyys on kaiteen sisäpinnan lyhin etäisyys kaidetta lähimpään raiteeseen mitattuna kohtisuoraan aukean tilan ulottuman keskiviivasta. Kaarteissa kaide-etäisyyttä kasvatetaan ottaen huomioon raiteen kallistus ja aukean tilan levitys. Kaide-etäisyysvaatimukset koskevat myös radan suuntaisia rakenteita ja rakenteita, jotka määräävät sillan hyödyllisen leveyden.

Sillan kaiteen ja radanvarsi Aidan liittymisestä tulee esittää suunnitelma.

4.2 Uudet sillat ja rakenteet

Kaide-etäisyyden tulee olla vähintään 3600 mm, kun radan tavoitenopeus sillapaikalla on yli 80 km/h. Suunnitteluperusteissa voidaan edellyttää, että yksiraiteisella sillalla kaide-etäisyyden tulee sillan toisella reunalla olla vähintään 3600 mm ja sillan toisella reunalla vähintään 3100 mm. Vaihdealueilla kaide-etäisyyden tulee olla vähintään 3600 mm.

Ratajohtopylväät voidaan sijoittaa kaiteiden sisäpuolelle, tällöin kaide-etäisyyttä kasvatetaan kaarteessa ottaen huomioon raiteen kallistus ja aukean tilan levitys.

Kehäsillan, maatuen tai pitkän tukimuurin seinämän tulee olla vähintään 3600 mm etäisyydellä lähimmän raiteen keskilinjasta.

Teollisuusradoilla ja muilla vähäliikenteisillä radoilla, joilla tavoitenopeus on enintään 80 km/h, tulee kaide-etäisyyden olla vähintään 3100 mm.

Silloilla, joissa on vaadittua kaide-etäisyyttä rajoittavia kannen yläpuolisia rakenteita ja joilla junan suurin sallittu nopeus on yli 80 km/h, tulee olla rakenteiden ulkopuolinen huoltokäytävä tai suojapaikkoja enintään 30 m:n välein.

4.3 Olemassa olevat sillat

Olemassa olevaan siltaan tai muuhun rataan liittyvään kantavaan rakenteeseen asennetaan kaiteet projektikohtaisesti, mikäli kaiteiden puuttuminen aiheuttaa oleellisen turvallisuusriskin.

Olemassa olevalle sillalle on tehtävä tai uusittava kaiteet seuraavista syistä:

- Sillan reuna on varustettava aina kaiteella kun putoamiskorkeutta on yli 2 m.
- Siltaa levennetään.
- Sillan kaide-etäisyyttä on kasvatettava:
 - Kun liikennöintinopeus sillalla on yli 80 km/h, sillan kaide-etäisyyttä tulee suurentaa vähintään 3600 mm:iin, jos sillan nykyinen kaide-etäisyys on alle 3100 mm ja sillan kaidepituus on suurempi kuin 30 m.
 - Kun liikennöintinopeus sillalla on enintään 80 km/h, sillan kaide-etäisyyttä tulee suurentaa vähintään 3100 mm:iin, kun sillan kaidepituus on suurempi kuin 30 m.
 - Kun sillan kaidepituus on enintään 30 m, kaide-etäisyyttä tulee suurentaa vähintään 3100 mm:iin, jos sillan nykyinen kaide-etäisyys on alle 2600 mm.

Vaihtoehtoisesti voidaan yli 30 m pitkille silloille (esim. tukikerroksettomat terässillat) rakentaa rakenteiden ulkopuolinen huoltokäytävä tai huoltohenkilöstölle turvallisia suojapaikkoja noin 30 m välein, kun kaide-etäisyys on vähintään 2600 mm.

- Nykyinen kaide on niin huonossa kunnossa, että uusiminen on kannattavampaa kuin korjaaminen.
- Nykyinen kaide on korkeudeltaan alle 1,0 m eikä nykyisen kaiteen korottaminen ole järkevä toimenpide.

- Nykyinen kaide vaatisi kaideverkon eikä se ole järkevästi sijoitettavissa vanhaan kaiteeseen.
- Kaidetolpan teräsprofiilin ainepaksuus on korroosion vaikutuksesta pienentynyt keskimäärin yli 20 %.
- Umpinaisen putkikaiteen johteissa ja/tai kaidetolpissa on runsaasti kondenssin aiheuttamia pullistumavaurioita.
- Kaide vaatisi muista syistä erilaisia muutostoimenpiteitä, joita ei ole järkevää suorittaa.

Olemassa olevan sillan kaidemuutoksista laaditaan siltakohtainen suunnitelma. Kaidesuunnitelmassa tulee ottaa huomioon myös näkemäetäisyydet. Näkemäetäisyyden vähimmäisarvon määrittää ratasuunnittelija. Ohjeita olemassa olevien rautatiesiltöjen kaiteiden suunnitteluun, asentukseen ja korjaukseen löytyy *Rautatiesiltöjen korjausohjeesta /13/*.

4.4 Putkisiltöjen kaiteet

Rautatien alittavan putkisillan kohdalle asennetaan kaide, jos putken pään etäisyys ratapenkereen yläreunasta on alle 4 m tai putkisillan kohdalla penkereen sisäluisikan kaltevuus on 1:2 tai jyrkempi. Kaiteen pituuden tulee olla vähintään putken leveys + 4 m. Kaide sijoitetaan keskeisesti putkeen nähden.

Kaide perustetaan niin, että kaide kestää rautatiesillan kaiteiden mitoituskormat. Sillan kaiteesta, kaiteen asentamisesta ratapenkkaan, kaiteen maadoituksesta ja kaiteen mahdollisesta liittymisestä radanvarsiaitaan on tehtävä aina suunnitelma.

4.5 Kaiteiden kuormat

Kaiteet ja muut vastaavat rakenteet mitoitetaan vaakasuuntaiselle viivakuormalle 1,0 kN/m (yläjohteen korkeudella) ja yhtä aikaa vaikuttavalle 1,0 kN:n pystysuoralle, liikkuvalla pistemäiselle hyötykuormalle, joka vaikuttaa kaikkiin johteisiin erikseen.

Suojaverkollinen tai muu umpinainen kaide mitoitetaan aerauskuormalle 3,75 kN/m², joka on vaakasuuntaan vaikuttava hyötykuorma. Verkon aerauskuormaa voi vähentää kaavan (1) mukaan. Näin mitoitettu kaide kestää myös ohittavien junien aiheuttamat aerodynaamiset kuormat.

4.6 Maadoitus

Sillankaiteet liitetään maadoitukseen molemmista päistään ja niiden on oltava sähköisesti jatkuvia päiden liitoskohtien välillä.

Ohjeita maadoitussuunnitteluun ja detaljeja kaiteiden maadoituksesta on esitetty Liikenneviraston ohjeissa *Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitussuunnittelu /10/*, InfraRYL 42460 ja InfraRYL 42040.3.2.1.1.6R /8/. Maadoituksesta laaditaan aina erillinen maadoitussuunnitelma.

5 Liikenneviraston tyyppisuunnitelmat

Liikenneviraston sillankaiteiden tyyppisuunnitelmat koostuvat tästä ohjeesta sekä tyyppiirustuksista. Tyyppiirustusten mukaan toteutetuille ajoneuvoliikenteen kaiteille on valmistajan toimesta haettava CE-merkintä standardin SFS-EN 1317-5 mukaisesti.

5.1 Tieh H2 sillankaide

5.1.1 Tyyppiirustukset

Tieh H2 sillankaide varustettuna 2-putkijohteella toteuttaa törmäyskestävyysluokan H2 vaatimukset tehtyjen täysmittakaavatörmäyskokeiden perusteella (TKK-raportit 00606 ja 00620). Tieh H2 sillankaiteen voimassa olevat tyyppiirustukset löytyvät Liikenneviraston internet-sivuilta.

Koska Tieh H2 sillankaiteen ja kevyen liikenteen tyyppisillankaiteen kiinnittymisestä reunapalkkiin on olemassa vaihtoehtoiset siltapaikkariippuvaiset (ks. Siltapaikkaluokitus, 23.10.1992/S/silta-518) detaljit, on niitä käytettäessä sillan suunnitelmassa esitettävä siltapaikkaluokka kun silta kuuluu luokkaan I tai II. Mikäli silta kuuluu alempaan siltapaikkaluokkaan, mutta sen yhteydessä halutaan kuitenkin käyttää ulkonäöllisesti viimeistellyimpiä detaljeja, on se mainittava sillan suunnitelmassa.

Alempaa törmäysjohdetta käytetään Tieh H2 sillankaiteella kaiteen liittyessä matalaan reunapalkkiin.

Vaihtoehtona 2-putkijohteelle on lyhyillä silloilla yhtenäisellä avoprofiililla 240/5 ja alemmalla putkitörmäysjohteella varustettu rakenne, jonka standardin vastaavuus on varmennettu tietokonesimulaatioita käyttäen. 240/5-johteella varustetun sillankaiteen maksimipituus on 20 m. Yhtenäisen johteen käyttö lyhyillä silloilla on perusteltua väylän yhtenäisen ilmeen säilyttämiseksi silloin, kun tiekaiteen johteena on siltajohdetta vastaava avoprofiili. Lyhyiden tiekaiteiden liittyessä sillankaiteeseen voidaan käyttää myös yhtenäistä 2-putkijohdetta koko kaiteen matkalla.

5.1.2 Kaiteiden nimeäminen

Liikenneviraston tyyppiirustuksien mukaisen Tieh H2 sillankaiteen nimi koostuu neljästä osasta:

kaiteen tyyppinimi, varustelu, siltajohde, erillisvaateet

Kaiteen tyyppinimi on Tieh H2 sillankaide. Varustelu voi olla harva, tiheä, säle tai verkko. Tieh H2 sillankaiteen siltajohde voi olla 2-putkijohde tai avoprofiili 240/5. Erillisvaateet voivat koskea esim. hankekohtaisesti määriteltyä yläjohdetta tai suoja-verkkoa. Tieh H2 sillankaiteen nimityksiä ovat esim.:

- Tieh H2 sillankaide, verkko, 2-putkijohde
- Tieh H2 sillankaide, tiheä, johde 240/5

5.1.3 Tieh H2 sillankaiteen muuntelu

Tieh H2 sillankaidetta (piir. R15/DK H2) voidaan muotoilla kohdan 2.3 varusteluosille sekä tässä asetettuja rungon vaatimuksia noudattaen. Mikäli rungolle asetetuista vaatimuksista poiketaan, on kaiteen kestävyys osoitettava standardin SFS-EN 1317 mukaisin törmäyskokein. Kaiderungon vaatimuksia ovat:

- Kaiderungon korkeus ajoradan pinnasta on oltava tyyppipiirustuksien mukainen. Mikäli kaidekorkeutta nostetaan tyyppipiirustuksien mukaisesta arvosta, voidaan se tehdä korottamalla reunapalkkia maksimissaan 100 mm tai käyttämällä yläjohteen yläpuolisia korokeosia. Korokeosia käytettäessä on otettava huomioon se, ettei yläjohteiden liitos ole vääntöjäykkä. Tieh H2 sillankaiteen vääntöjäykkä liitos on esitetty yläjohteen vinosidonnan piirustuksien yhteydessä (osa 96, piir. R15/DK H2-13 ja 14). Pienillä yläjohteen vääntörasituksilla saavutetaan riittävä jäykkyys käyttämällä osaa 7 (piir. R15/DK H2-1 ja 15) jokaisen pylvään kohdalla.
- Pylväät sekä silta- ja törmäysjohteet on säilytettävä ennallaan, mukaan lukien niiden keskinäinen sijainti. Rajoitus koskee myös rakenneosien teräslaatuja materiaalilujuuksineen (lujuutta ei saa laskea eikä korottaa).
- Yläjohteen vetokestävyys on oltava ≥ 400 kN ja poikkisuunnan kimmoteoreettisen taivutuskestävyyden ≥ 14 kNm. Yläjohteen jatkokset on suunniteltava samalle vetorasitukselle.
- Yläjohteen vinosidonnan vetokestävyys on oltava ≥ 400 kN. Poikkisuuntaan yksittäinen vinosidonnan vetosauva mitoitetaan 1,5 kN:n liikkuvalla vaakasuoralla pistemäisellä hyötykuormalle.
- Silta- ja tiejohteen välisen liitoksen vetokestävyys on oltava vähintään tiejohteen jatkoksien vetokestävyyttä vastaava.
- Liitoksien, kuten johteiden liittymiset pylvääseen, on oltava kestävyydeltään vähintään tyyppipiirustuksien mukaisia liitoksia vastaavat.
- Kaidepylvään juuren kiinnityslevyn pulttien ankkuroimisessa käytetään kaksinkertaista varmuutta. Täten ankkurointivoima on 60 kN muutoin, paitsi yläjohteen vinosidonnan (piir. R15/DK H2-13 ja 14) kiinnityslevyyn päättymisen yhteydessä, missä ankkurointikestävyys on oltava 90 kN.

Vaihtoehtoisten verkkojen käyttöön on varauduttu ennalta Tieh H2 sillankaiteen osalta, esittämällä kaiteen tyyppipiirustuksessa R15/DK H2-7 verkolle hitsikiinnityksen lisäksi myös pulttikiinnitys. Sillankaiteessa suositellaan käyttämään hitsattua suoja-verkkoa, jonka silmäkoko on 30×60 mm² ja ainevahvuus 5 mm. Kyseinen verkko täyttää silmäkoolle asetetun vaatimuksen ja yhdessä runkorakenteen kanssa se kestävä aurasuormen rasitukset.

5.1.4 Liikuntajatkokset

Tyyppisuunnitelmien mukaisten tiesillan teräskaiteiden jatkosten liikevarojen ollessa suurempia kuin ± 50 mm, on ne suunniteltava erikseen. Harvan sekä tiheän Tieh H2 sillankaiteen osalta tyyppisuunnitelmat ovat liikevaraan ± 100 mm asti. Ulokesilloissa raja-arvo on Tieh H2 sillankaiteella ± 30 mm.

5.1.5 Kaiteen aloitus ja lopetus

Reunimmainen sillalla sijaitseva kaidepylväs voidaan sijoittaa 0,3...0,6 m:n etäisyydelle siipimuurin päästä. Sillankaiteen jatkuessa penkereellä voi etäisyys olla suurempikin. Kun sillalla on korkea reunapalkki, penkereelle jatkuvan sillankaiteen vii-

Siltojen kaiteet

meisen sillalla sijaitsevan pylvään etäisyys tulee olla 1,0...1,8 metriä siipimuurin päästä (ks. R15/DK H2-44).

Siltakaide muuttuu tiekaiteeksi siirtymärakenteen välityksellä kohdassa 2.5 esitetyllä tavalla. Silta- ja tiejohteen liitos on esitetty tyyppiirustuksissa.

Korkean reunapalkin yhteydessä, sillankaiteen jatkuessa penkereellä, estetään henkilöautonpyörän tunkeutuminen alimman johteen alle asentamalla pylvään etupuolelle lisäjohde tyyppiirustuksen R15/DK H2-44 mukaisesti tai asentamalla pylväät korkean kulmatukimuuriin R15/DK H2-21. Tilaajan päätöksellä voidaan hyväksyä myös pylvään etupuolelle asennettu yhtenäinen jatkuva päistään ankkuroitu reunatuki.

Matalan reunapalkin yhteydessä käytetään tyyppiirustuksissa esitettyä kahta alemmaa törmäysjohdetta koko sillankaiteen matkalla.

N2 luokan tiekaiteen liittyessä H2 luokan sillankaiteeseen, pylväsväli on 1,33 m 5,0...5,3 metrin matkalla ennen sillankaiteen ensimmäistä pylvästä. Tätä ennen käytetään tiekaiteessa tihennettyä pylväsväliä 24 m matkalla (ks. kuva 5). Siirtymärakenne lasketaan mukaan tiekaidepituuteen.

Viiteluettelo

/1/ Tiekaiteiden suunnittelu. Liikenneviraston ohjeita (valmistumassa).

/2/ Kosketussuojien suunnitteluohje. Helsinki. Tiehallinto 2007. ISBN 951-803-723-X, TIEH 2100045-v-06.

/3/ Kosketussuojien yleiset laatuvaatimukset. Helsinki. Tiehallinto 2007. ISBN 951-803-724-X, TIEH 2200045-v-06.

/4/ Kosketussuojien kunnossapito-ohje. Helsinki. Tiehallinto 2007. ISBN 951-803-725-X, TIEH 2200046-v-06

/5/ SFS-EN 1317-1. Road restraint systems. Part 1: Terminology and criteria for test methods. (1+36) s. Suomen standardisoimisliitto SFS 2011.

/6/ SFS-EN 1317-2. Road restraint systems. Part 2: Performance classes, impact test acceptance criteria and methods for safety barriers including vehicle parapets. (1+28) s. Suomen standardisoimisliitto SFS 2011.

/7/ SFS-EN 1317-5 + A1. Kaiteet ja törmäysvaimentimet. Osa 5: Tuotevaatimukset, kestävyys ja vaatimusten mukaisuuden arviointi (1+58) s. Suomen standardisoimisliitto SFS 2008.

/8/ InfraRYL 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, osa 3 Sillat ja rakennustekniset osat. (RT 14-10920). Helsinki. Rakennustieto Oy 2008.

/9/ InfraRYL 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat. (RT 14-10959). Helsinki. Rakennustieto Oy 2009.

/10/ Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitus suunnittelu. Liikenneviraston ohjeita 13/2010, ISBN 978-952-255-556-4.

/11/ Teräsputkisillat, suunnitteluohje, 2.2.2012. Liikenneviraston ohjeita 2/2012. ISBN 978-952-255-085-9.

/12/ Siltojen korjausohjeet – SILKO. Tiehallinto. TIEH 2230096.

- SILKO 2.311 Sillankaiteen uusiminen
- SILKO 2.331 Kaidepylvään juuren kunnostus
- SILKO 2.351 Kaiteen paikkamaalaus
- SILKO 2.352 Teräspinnan uusintamaalaus
- SILKO 2.354 Vanhan ja uuden sinkkipinnoitteen maalaus

/13/ Rautatiesiltojen korjausohjeet. Liikenneviraston ohjeita (valmistumassa).

/14/ Eurokoodin soveltamisohje, Betonirakenteiden suunnittelu - NCCI 2, Liikenneviraston ohjeita 13/2012, ISBN 978-952-255-157-3.

/15/ SFS-EN 1793-2. Teiden meluesteet. Akustisten ominaisuuksien määrittäminen. Osa 2: Tuotekohtainen ilmaääneneristävyyden määrittäminen. Suomen standardisoimisliitto SFS 1997.

/16/ SFS-EN 1794-1. Teiden melusteet. Muut kuin akustiset ominaisuudet. Osa 1: Rakennetekniset vaatimukset. Suomen standardisoimisliitto SFS 2003.

/17/ SFS-EN 1794-2. Road traffic noise reducing devices. Non-acoustic performance. Part 2: General safety and environmental requirements. Suomen standardisoimisliitto SFS 2011.

