

Tiekaiteiden suunnittelu

11.6.2013



Tiekaiteiden suunnittelu

11.6.2013

Liikenneviraston ohjeita 27/2013

Liikennevirasto

Helsinki 2013

Kannen kuva: Kari Lehtonen

Verkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-255-332-4

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Vastaanottaja
ELY-keskusten L-vastuualue,
Liikenneviraston toimialat

Säädösperusta
Laki Liikennevirastosta 2 §

Korvaa
Teiden suunnittelu V 2 Kaiteet ja suistumisonnettomuuksien ehkäisy,
Tietoa tiens. 61C Tiekaiteiden laatuvaatimukset ja kaidetyypin valinta

Kohdistuvuus
ELY-keskusten L-vastuualue,
Liikenneviraston toimialat

Voimassa
1.7.2013 alkaen

Asiasanat: tiet, kaiteet, suunnittelu, ohjeet

Tiekaiteiden suunnittelu 11.6.2013

Tätä ohjetta noudatetaan suunniteltaessa kaiteita maanteiden varteen. Tätä ohjetta voidaan käyttää laatuvaatimuksena myös urakassa, johon sisältyy suunnittelu.

Kaiteiden tarpeellisuus on määritelty julkaisussa **Tien poikkileikkauksen suunnittelu ja Sähköjohdot ja maantiet.**

Ohje sisältää:

- kaiteen pituuden ja joustovaran tarpeen määrittelyn
- kaiteen törmäyskestävyys- ja aerauskestävyysluokan valinnan
- kaidetyypin valinnan perusteet
- kaiteen alkukohdan ja siirtymärakenteiden vaatimukset
- standardin SFS-EN 1317-5 soveltamisperiaatteet Suomessa.

Ohje ei käsittele siltojen reunaan sijoitettavia kaiteita.

Ylijohtaja



Raimo Tapio

Tekninen johtaja



Markku Nummelin

LISÄTIETOJA
Kari Lehtonen
Liikennevirasto
puh. 0295 34 3556

Esipuhe

Tämän ohjeen on laatinut työryhmä, johon ovat kuuluneet tilaajan edustajana työtä ohjannut Kari Lehtonen Liikennevirastosta sekä konsulttina toimineen SITO Oy:n edustajina Jyrki Soukiala ja Pertti Andelin. Vuonna 2012 ja -13 tehtyjen selvitysten perusteella Kari Lehtonen on vielä päivittänyt siirtymärakenteiden, jäykempien kaiteiden ja kevyen liikenteen korotusosien laatuvaatimukset.

Ohje perustuu aikaisempaan ohjeeseen **Tietoa tiensuunnitteluun 61 C Tiekaiteiden laatuvaatimukset ja kaidetyypin valinta**, johon on sovellettu direktiivin 98/34/EY mukaista ilmoitusmenettelyä vuonna 2010. Ilmoitusmenettelyn jälkeen ohjeeseen on liitetty kaiteen pituutta koskevat ohjeet julkaisusta **Teiden suunnittelu V2 Kaiteet ja suistumisonnettomuuksien ehkäisy** sekä

- lisätty määritelmät
- muutettu CE-merkin vaatimisen alkamisaikaa
- otettu huomioon prEN 1317-4 ja prEN 1317-7
- tarkennettu viittaukset vuonna 2013 valmistuviin ohjeisiin **Tien poikkeileikkauksen suunnittelu, Siltojen kaiteet, Keskialueen puomien laatuvaatimukset**
- muutettu toimintaleveysvaatimuksia paremmin markkinatilannetta vastaavaksi
- tarkennettu avattavia kaiteita ja aukkoja koskevia vaatimuksia
- muutettu ja lisätty kaiteen pituutta koskevia kohtia
- muutettu ja lisätty hankintaa ja suunnittelua koskevia kohtia

Helsingissä kesäkuussa 2013

Liikennevirasto

Sisällys

KÄSITTEITÄ JA MÄÄRITELMIÄ	6
1 JOHDANTO.....	7
1.1 Muut ohjeet	7
1.2 CE-merkintä ja SFS-EN standardien noudattaminen.....	7
2 ALOITUS- JA SIIRTYMÄRAKENTEET	9
2.1 Aloitustavan valinta	9
2.2 Sivuuun käännetty kaiteen pää.....	9
2.3 Kokoon painuva kaiteen pää	11
2.4 Törmäysvaimennin	12
2.5 Kaiteen pään ankkurointi.....	12
2.6 Siirtymärakenteet	13
3 KAITEEN PITUUDEN MÄÄRITTELY	15
4 KAIDETYYPIT	17
5 KAIDETYYPIN VALINTA JA LAATUVAATIMUKSET	18
5.1 Kaidetyypin ja kaidetuotteen valinta tien reunassa	18
5.2 Kaidetyypin valinta tien keskellä	21
5.3 Tilantarve kaiteen ja esteen välissä.....	23
5.4 Muita vaatimuksia ja valintaperusteita.....	25
6 ERITYISKYSYMYKSIÄ.....	30
6.1 Liittymät ja linja-autopysäkit.....	30
6.2 Kaidejärjestelyt keskialueen kulkuaukkojen kohdalla	31
6.3 Nykyisten kaiteiden kelpoisuuden arviointi parannettaessa tietä.....	32
6.4 Kevyen liikenteen vaikutus kaiteisiin	33
7 SUUNNITTELUN VAIHEET JA HANKINTAMENETTELY	35
7.1 Tie- ja yleissuunnitelma.....	35
7.2 Laatuvaatimuksen muoto suuressa kohteessa.....	35
7.3 Pienet kohteet ja nykyisten kaiteiden täydentäminen.....	36
7.4 Tilaajan suunnitelman sitovuus, tarjousvertailu ja arvonmuutokset	36
7.5 Törmäysvaimentimet ja muut erityistuotteet	37

LIITTEET

Liite 1 Standardin SFS EN 1317 osien 2 ja 3 luokat

Käsitteitä ja määritelmiä

	Määritelmä / tarkoitus
Kaidetuote	Valmistajan dokumentein yksityiskohtaisesti määritelty ja testattu tieltä suistumisen estämiseen tarkoitettu tuote, jonka yksi tai useampi valmistaja on tuonut markkinoille.
Kaidetyyppi	Nimitys ryhmälle kaidetuotteita, joilla on yhteinen ulkonäkö, materiaali tai toimintatapa (teräspalkkikaide, kaksiputkikaide).
Kaiteen törmäyskestävyysluokka	Törmäyskestävyysluokka määrittää suurimman ajoneuvon, jolla kaidetuote testataan. Luokissa T1, T2, N1 ja N2 henkilöauto ja luokissa T3, H1...H4 ja L1...L4 kuorma- tai linja-auto. Luokka H4 ja L4 testataan raskaimmilla ajoneuvoilla.
Kaiteen toimintaleveys (W_N)	Etäisyys kaiteen etureunan alkuperäisestä paikasta pisteeseen, jossa kaiteen takareuna uloimmillaan käy törmäyksen aikana.
$N2W_N$	Toimintaleveys, kun testiajoneuvona on törmäyskestävyysluokan N2 mitoitusaajoneuvos (paino 1500 kg, nopeus 110 km/h, törmäyskulma 20 astetta)
$TB11W_N$	Toimintaleveys, kun testiajoneuvona on pieni henkilöauto TB11 (paino 900 kg, nopeus 100 km/h, törmäyskulma 20 astetta)
Kaiteen sivusiirtymä (tai dynaaminen taipuma, D_N)	Etäisyys kaiteen etureunan alkuperäisestä paikasta pisteeseen, jossa kaiteen etureuna uloimmillaan käy törmäyksen aikana. Määritellään erikseen eri luokkien ajoneuvoilla ja TB11 ajoneuvolla.
Ajoneuvon ulottuma (VI_N)	Etäisyys kaiteen etureunan alkuperäisestä paikasta pisteeseen, jossa raskaan ajoneuvon yläreuna uloimmillaan kävisi, jos sen korkeus olisi 4 m.
Kaiteen joustovara (J)	Kaiteen etureunan ja jäykän esteen väliin vaadittava etäisyys. Joustovara on tapauksesta riippuvan toimintaleveyden suuruinen.
Kaiteen ennakkopidennys	Kaiteen pituus ennen estettä, siltaa tai jyrkkää pengertä.
Kaiteen jälkipidennys	Kaiteen pituus esteen, sillan tai jyrkän penkereen jälkeen.
Kokoon painuva kaiteen pää	Kaiteen aloitusrakenne, joka painuu törmäyksessä kokoon tai muulla tavalla hidastaa kaiteen päähän törmänneen auton kulkua. Tukeutuu tavallisesti kaiteeseen.
Törmäysvaimennin	Kokoon painuva rakenne, jota käytetään kaiteen sijasta tai sen jatkeena estämään auton törmäys siltapilariin, betonikaiteen päähän tai vastaavaan esteeseen. Kohtisuorassa törmäyksessä se painuu kasaan ja vinossa törmäyksessä se ohjaa auton esteen ohi. Ei tarvitse tukea kaiteesta.

1 Johdanto

1.1 Muut ohjeet

Kaiteiden tarpeellisuuden määrittely on esitetty ohjeessa **Teiden poikkileikkauksen suunnittelu** (v. 2012 tai uudempi) ja **Sähköjohdot ja maantiet** (v. 2010 tai uudempi).

Laki julkisista hankinnoista ja sen perusteella annetut asetukset edellyttävät, että laatuvaatimuksena käytetään EN-standardia, kun sellainen on olemassa. Kaiteisiin on olemassa SFS-EN 1317-2 ja 5. Siksi julkisissa hankinnoissa on normaalisti käytettävä em. standardin mukaisesti törmäyskokein turvallisiksi osoitettuja kaiteita.

1.2 CE-merkintä ja SFS-EN standardien noudattaminen

EU:n rakennustuoteasetus edellyttää 1.7.2013 alkaen, että kiinteään asennukseen tarkoitetut kaiteet ja törmäysvaimentimet CE-merkitään. Kaiteita ja törmäysvaimentimia koskee tuotestandardi SFS-EN 1317-5.

Poikkeukset:

1. 30.6.2013 asti hyväksytään CE-merkityn kaiteen vaihtoehtona jonkin Euroopan Talousalueen maan tai Turkin viranomaisen hyväksyntä, joka perustuu standardiin SFS-EN 1317-2 tai sen luonnokseen.
2. Kun tien nopeusrajoitus on 50 km/h tai pienempi, ja yleinen nopeustaso tiellä on enintään 40 km/h, eikä kysymyksessä ole tärkeä sisääntulotie, tienpito-
viranomaisen voi hyväksyä painavasta syystä myös muun kuin törmäyskokein testatun kaiteen. Kaiteessa ei kuitenkaan saa olla seivästävää päätä eikä epä-jatkuvuuskohtia, joihin auto takertuu eikä helposti katkeavia jatkoksia.
3. Liikennevirasto voi antaa hyväksytyyn tuotteen muunnokselle tai asentamis-
tavalle pysyvän tai uudelle kaidetyypille tilapäisen tai kohdekohtaisen käyttö-
luvan ennen CE-merkin saamista. Tämä on tarpeen esimerkiksi silloin, kun
markkinoilla ei ole tiettyyn erityisolosuhteeseen sopivaa kaidetta.
4. Työmailla voidaan käyttää myös siirrettäviä työmaakäyttöön tarkoitettuja oh-
jeen **Sulku- ja varoituslaitteet** vaatimukset täyttäviä kaiteita, joiden osalta
CE-merkki ei ole pakollinen. SFS-EN 1317-2 luokkien T1...T3 kaiteille ei voi
saada SFS-EN 1317-5 mukaista CE-merkkiä.
5. Vanhaa kaidetta voidaan jatkaa ja korjata samantyyppisellä kaiteella, vaikka
kaidetyyppi ei olisi CE-merkitty, jos kaidetyyppi ei ole osoittautunut käytössä
vaaralliseksi.

CE-merkissä mainittavien tietojen lisäksi kaidevalmistajan on annettava:

- kaiteen kokoajalle asennusohje kaiteen pystyttämiseen ja korjaamiseen
- kaiteen valitsijalle ohje tai suositus siitä, missä kaidetta voi käyttää (maaperä, luiskakaltevuus, vähimmäispituus, sallitut kaarresäteet, päätyankkurointi, hyväksytyt muunnelmät ym.)
- pyydetessä tieto törmäyskokeessa olleen kaiteen pituudesta ja päätyankkuroinnista
- toimintaleveys ja ajoneuvon ulottuma (W_N ja VI_N) SFS-EN 1317-5:2012 mukaisina, jos CE-merkintä perustuu vanhempaan standardin versioon
- TB11 törmäyskokeen tulokset (W_N ja D_N).

Yleisiä asennusohjeita on myös **InfraRYL2006** kohdassa **32100** sekä **tyyppi-
piirustuksissa**.

2 Aloitus- ja siirtymärakenteet

2.1 Aloitustavan valinta

Moottoriteillä ja muilla teillä, joiden liikennemäärä ylittää 6000 autoa/vrk ja nopeustaso on vähintään 100 km/h, teräskaiteissa käytetään aina ulkoluiskaan tai keskialueelle käännettyä tai kokoonpainuvaa kaiteen päätä tulosuunnissa. Kaideosuuksien väliin ei saa jättää tarpeettomasti alle 30 metrin aukkoja. Keskikaidetien keskikaiteessa käytetään kokoonpainuvaa kaiteen päätä tai kaiteessa olevan aukon jälkeen kaide aloitetaan leveällä sulkualueella kuvan 3 mukaisesti, kun liikennemäärä ylittää 3000 autoa/vrk ja nopeustaso on vähintään 80 km/h.

Muilla teillä voidaan käyttää teräskaiteissa viistettä, jonka pituus on vähintään 15 kertaa kaiteen korkeus. Sivuuun käännetty tai kokoon painuva kaiteen pää on kuitenkin suositeltava, erityisesti, kun etäisyys kaiteen etupinnasta esteen etupintaan on alle 1,2 metriä ja auto voisi johteen päällä liukuessaan törmätä esteeseen, sekä keskikaiteiden päissä. Yksityisteillä riittää 8 metrin viiste. Vähäliikenteisellä yksityistiellä ja pysäkin kohdalla tulee kysymykseen myös 4 metrin viiste, jos pidempi ei mahdu.

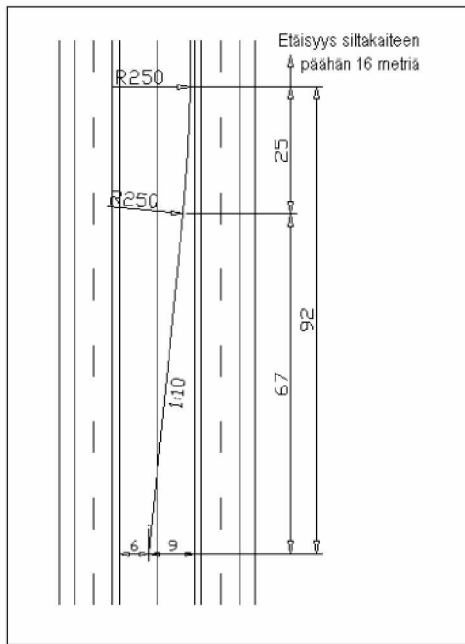
Vaijerikaiteissa käytetään alas painuvaa viistettä, jonka alle auto ei tartu.

Betonikaiteeseen hyväksytään viistetty kaiteen pää, kun tiellä ei käytetä normaalisti yli 60 km/h nopeuksia. Viisteen pituus on vähintään 6 kertaa kaiteen korkeus. Muissa tapauksissa betonikaiteen päähän tulee betonikaiteelle tarkoitettu kokoonpainuva pää tai teräskaide, jossa on em. vaatimusten mukainen pää.

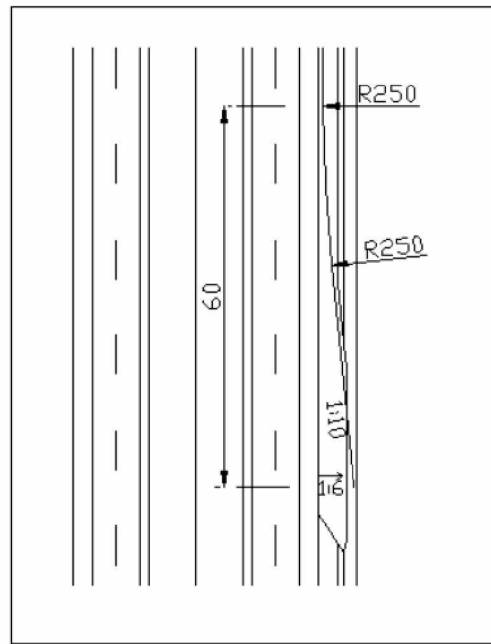
Moottoritien erkanevissa rampeissa ja muun vilkasliikenteisen (KVL > 6000 ajon/vrk ja 100 km/h) tien vastaavissa nopean ajotavan sallivissa rampissa käytetään törmäysvaimenninta, jos tyyppipiirustuksen Ty 3/58 mukainen kaide ei mahdu ennen siltapilaria tai vastaavaa vaarakohtaa.

2.2 Sivuuun käännetty kaiteen pää

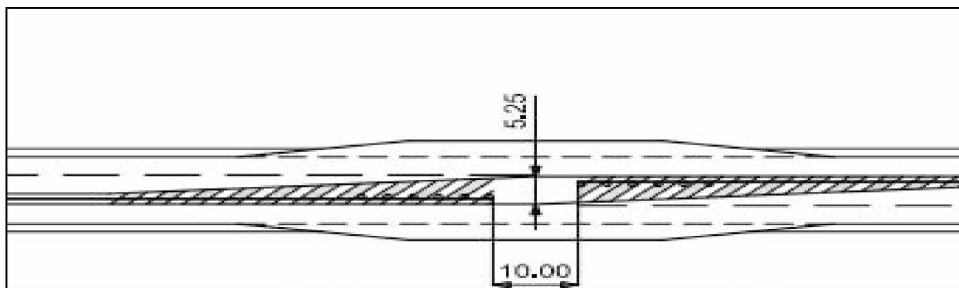
Sivuojaan tai keskialueelle käännetty kaiteen pää on esitetty kuvissa 1 ja 2 sekä tarkemmin tyyppipiirustuksessa Ty3/53 (2002 tai uudempi). Sitä voidaan soveltaa myös muihin kaidetyyppeihin. Sivuuun käännettyssä kaiteessa on tärkeää alkupylvään tukevuus. Alku- ja loppupylvään ympäriltä turve, savi, siltti ja hiekka korvataan murskeella 0/45 tai karkeammalla, tai alkupylväs tai alkupylväät ovat niin järeitä, että kohdan 2.5 mukaisella tarkastelulla voidaan osoittaa, että johteen ankkurointi maahan vastaa murskeeseen asennettua normaaliankkurointia. Luiskan kaltevuus saa olla enintään 1:6 osuudella, jolla kaide on luiskassa. Tarvittaessa luiskaa loivennetaan murskeella ojan syvyyden säilyttämiseksi ulkoluiskaa jyrkennetään.



Kuva 1. Kaide keskialueella alikulkusilla kohdalla. Kaide käännetään keskialueelle viistoudessa 1:10.



Kuva 2. Kaiteen pään kääntäminen ulkoluiskaan



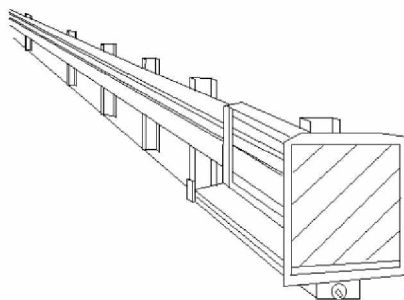
Kuva 3. Keskikaideaukko vastakkaisten ohituskaistojen alussa. Kokoonpainuvaa kaiteen päätä ei tarvita, kun päättyvä kaide estää törmäyksen vastakkaisen puolen kaiteen päähän (kaideväli etupinnasta etupintaa \geq aukon leveys/3). Ratkaisu ei sovellu ohituskaistojen loppuun.

2.3 Kokoon painuva kaiteen pää

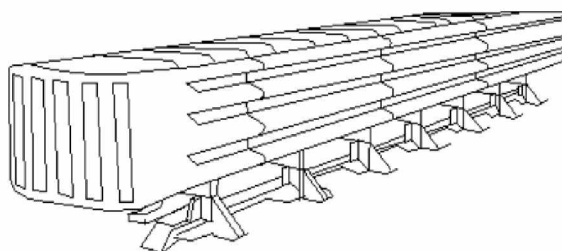
Kokoonpainuvan kaiteen pään tulee täyttää draftEN 1317-7:2013 tai tämän korvaavan myöhemmän version tai valmiin standardin vaatimukset luokassa T100 tai T110 ja sen tulee olla energiaa vaimentava. Ennen standardin SFS-EN 1317-7 voimaantuloa hyväksytään myös ENV 1317-4 tai NCHRP 350 mukaan vähintään nopeudella 100 km/h testatut tuotteet, kun törmäyskulmalla 0 kaiteen pään keskelle törmäävän auton nopeus laskee alle 11 km/h:iin 30 metrin matkalla kaiteen päästä. On suosittava kaiteen päitä, joissa kaiteen pään hidastava voima välittyy kylki edellä törmäävässä autossa myös sivuoven alapuoliseen runkoon, sillä muuten kaiteen pää voi painaa auton sivuoven syväälle matkustamoon.

Kokoonpainuvaan kaiteen päähän kuuluu useimmiten nyrkkiosa, jota auto törmätessään työntää edellään. Nyrkkiosa suikaloi tai mankeloi johdetta tai muita elementtejä edellään ja kuluttaa siihen auton liike-energian. Kokoonpainuvaan kaiteen päähän liitetään sen törmäyskokeissa käytettyä kaidetyyppiä niin pitkä osuus, että jatkamistavaltaan ja johdepaksuudeltaan toinen kaidetyyppi alkaa aikaisintaan 12 m kaiteen alusta. Valmistajan asennusohje voi antaa tästä poikkeavia ohjeita. Kokoonpainuva kaiteen pää on saatavissa teräspalkkikaiteeseen, putkipalkkikaiteeseen sekä joihinkin kaksiputkikaiteisiin.

Kokoonpainuvan kaiteen pään vieressä ei normaalisti saa olla toista kokoonpainuvaa päätä alle 1,5 metrin etäisyydellä (esim. keski- tai välialueen alussa), vaan on käytettävä törmäysvaimenninta tai kaksipuoliselle kaiteelle tarkoitettua kokoonpainuvaa päätä tai vanhoissa kaiteissa kahta viistettä ja välissä energiaa vaimentavaa (HE) törmäysturvallista valaisinpylvästä.



Kuva 4. Esimerkki kokoon painuvasta kaiteenpästä.



Kuva 5. Esimerkki törmäysvaimentimesta

2.4 Törmäysvaimennin

Törmäysvaimenninta tarvitaan moottoritiellä ja vastaavalla siltapilarin, portaalin tai vastaavan esteen eteen, kun ennen estettä ei mahdu riittävän pitkää kaidetta. Tyypillisin tapaus on, kun este sijaitsee rampin erkanemiskohdan jälkeen, eikä voida käyttää tyyppiinrustuksessa Ty 3/58 esitetyn pituista kaidetta. Törmäysvaimentimen tulee täyttää moottoriteillä SFS-EN 1317-3 vaatimukset nopeustasossa 100 km/h. Alhaisen nopeuden teillä ja normaalia lyhyemmän kaiteen takana lisäsuojana voidaan käyttää myös nopeustason 80 km/h törmäysvaimentimia. Hiekka- ym. täytteisistä säiliöistä koostuvan törmäysvaimentimen käyttö edellyttää tienpitoviranomaisen kohdekohtaisen luvan.

2.5 Kaiteen pään ankkurointi

Teräskaiteiden kumpikin pää on ankkuroitava vastaavalla tavalla kuin törmäyskokeissa. Muuten kaide löystyy, toimintaleveys kasvaa ja kaiteen läpiajoriski kasvaa merkittävästi. Siksi yksisuuntaisillakin ajoradoilla tarvitaan viiste myös kaiteen loppupäässä. Viisteen sijasta kaiteen johteeseen törmäyksestä syntyvät vetovoimat voidaan siirtää maahan viistolla tangolla tai vastaavalla. Tavallisesti vetotangon yläpää on kiinnitetty johteeseen ja alapää sopivalla etäisyydellä olevan pylvään tyveen tai erilliseen ankkurointiperustukseen.

Jos kaiteessa käytetään muunlaista päätyankkurointia kuin törmäyskokeessa, korvaavan ankkuroinnin vastaavuus on osoitettava vaihtoehtoisesti seuraavilla tavoilla:

- A. SFS-EN 1317-2 mukaisessa törmäyskokeessa käytetylle ankkuroinnille tehdään draftEN 1317-7 liitteen mukainen vetokoe törmäyskoepaikalla. Kokeessa mitataan siirtymä voiman funktiona. Korvaavalle päätyankkuroinnille (esimerkiksi kokoonpainuvalle kaiteenpäälle tai saveen perustetulle alkuviisteelle) tehdään samanlainen vetokoe. Siinä siirtymä saa olla enintään 1,3 kertaa niin suuri kuin samalla voimalla alkuperäisellä päätyankkuroinnilla.
- B. Törmäyskokeen ja -simuloinnin yhteydessä määritetään päätyankkurille tuleva kuorma ja siirtymä. Törmäyskokeella tai simuloinnilla osoitetaan, että korvaava päätyankkurointi antaa riittävän ankkuroinnin kaiteelle.

Kaiteen pään ja kaiteen välisen liitoksen kapasiteetin vetoa ja leikkausvoimaa vastaan tulee olla vähintään sama kuin kaiteen elementtien liitoksissa. Jos kapasiteetti ei määräydy johteen reikien repeytymisen perusteella, vaan ruuvien perusteella, voidaan yksinkertaistetusti katsoa, että yksi M16 ruuvi vastaa kahta M12 ruuvia, jolla on sama lujuusluokka. Kokoonpainuvan kaiteen pään valmistaja voi vaatia vahvemman liitoksen.

2.6 Siirtymärakenteet

Siirtyminen kaidetyypistä toiseen tehdään siten, että auto ei törmää rajusti jäykemmän kaiteen päähän tullessaan joustavamman kaiteen puolelta ja että johde ei katkea ja keihästä saumakohtassa ajoneuvoa ja johteisiin saadaan riittävä päätyankkurointi. Normaalisti käytetään seuraavia siirtymärakenteita:

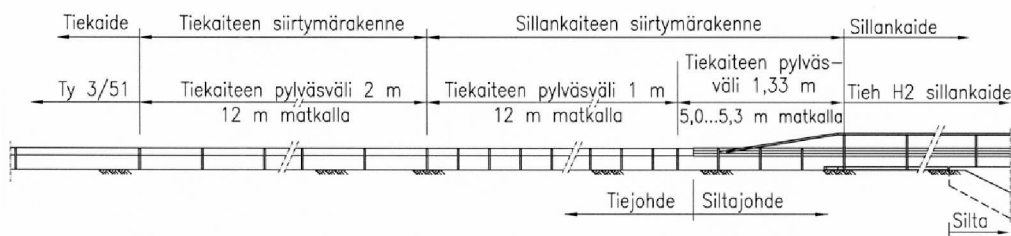
- a) Kun luokan N2 teräspalkkikaide liitetään luokan H2 sillankaiteeseen, jossa on kaksiputkijohde, noudatetaan tyyppiirustuksen R15/DK H2-8 (v. 2012 tai uudempi) periaatteita. Siinä liitetään toisiinsa N2 teräspalkkikaiteen W johde ja H2 sillankaiteen samalla korkeudella oleva putkijohdepari. N2 kaiteessa on törmäyksessä taipuvat pylväät ja H2 kaiteessa on henkilöautotörmäyksissä taipumattomat pylväät. Sillankaiteen viimeisestä pylvästä alkavassa siirtymärakenteessa on 5,0...5,3 m matkalla sillankaiteen kaksiputkijohde, sillankaiteen yläjohteen viiste ja tiekaiteen pylväät n. 1,33 m välein. Siirtymärakenteen jatko-osana on vähintään 10 m matkalla N2 kaiteen versio, jonka toimintaleveys $N2W_N$ on enintään 1,0 m. Tämän jatkeena on kohdan c ehdot täyttävä version N2 kaiteesta. Piirustuksen mukaista liitostapaa voidaan soveltaa muunkin luokan N2 teräspalkkikaiteen tai kaksiputkikaiteen liittämiseen sillankaiteeseen, kun kaiteiden johteet ovat samalla korkeudella ja liitettävissä toisiinsa. Kuvassa 6 on esimerkki.
- b) Kun luokan N2 teräspalkkikaide liitetään luokan H2 tai H4 betonikaiteeseen tai tukimuuriin, noudatetaan kuvan 7 periaatetta. Betonikaiteen pää käännetään sivuun, ja sivuun käännetty betonikaiteen osa kiinnitetään tukimuuriin tai betonikaiteen suoraan osaan yhtä lujasti kuin betonikaidetyypissä normaalisti. Teräspalkkikaiteen pylväsväli valitaan niin, että toimintaleveys $N2W$ on enintään 1,0 m betonikaiteen kohdalla ja vähintään 5 metrin matkalla ennen betonikaiteen sivuun käännettyä alkua. Tämän jatkeena on kohdan c ehdot täyttävä version N2 kaiteesta. (Kuvan 6 esimerkkikaiteella pylväsväli on 12 m matkalla 1,0 m ja tätä ennen 12 m matkalla 2 m.) Teräspalkkikaiteen johde kiinnitetään betonikaiteen viisteeseen noin 1 metrin päähän viisteen taitteesta kolmella M 16 8.8 ruuvilla betonikaiteeseen upotettuun ja ankkuroituun sidelevyyn tai vastaavaan ruuville suunniteltuun kiinnityskohtaan. Vanhoissa betonikaiteissa voidaan käyttää 18 mm reikiä ja kemiallista tai mekaanista ankkurointia. Periaatetta voidaan käyttää myös kaksiputkikaiteen liittämiseen.
- c) N2-luokan teräspalkkikaide voidaan liittää suoraan toiseen luokan N2 teräspalkkikaiteeseen tai 2-putkikaiteeseen tai saman kaidetyypin eri versioon, kun
 1. kummassakin on TB11 törmäyksessä auton alle kaatuvat pylväät
 2. joustavammasta kaiteesta valitaan pylväsväli, jonka sivusiirtymä $TB11D_N$ on enintään 1,6 kertaa jäykemmän kaiteen sivusiirtymä $TB11D_N$. Sivusiirtymä voidaan laskea vähentämällä toimintaleveydestä $TB11D_N$ johteen profiilikorkeus sivusuunnassa.
 3. johteiden päät liitetään toisiinsa jäljempänä vaaditulla tavalla
 4. jäykemmän johteen tai johdeparin yhteenlaskettu taivutusvastus sivuttaisvoimaa vastaan on enintään 1,5 kertaa niin suuri kuin joustavamman johteen tai johdeparin taivutusvastus.

Kohta 2 rajoittaa esimerkiksi 1 m pylväsvälin käyttöä heti 4 m pylväsvälin jälkeen samassa kaidetyypissä. Välittävän kaideversion pituus on vähintään 10 m.

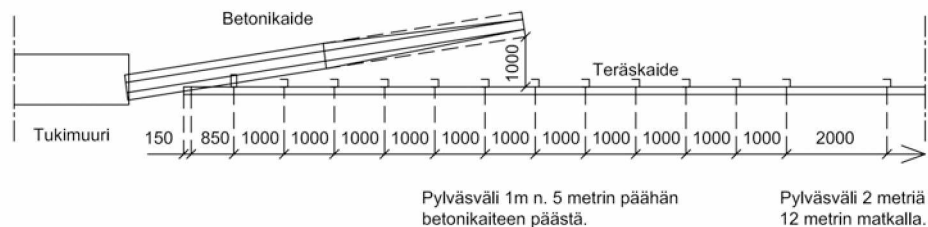
- d) Luokan H2 teräsarkkukaide tai betonikaide voidaan liittää suoraan toiseen luokan H2 tai H4 betonikaiteeseen, tukimuriin tai tunnelin betoniseinään, jos liikenteen puoleinen muoto on sama, laen korkeusero tasoitetaan 1:4 viisteellä tai loivemmin, tai vähintään 1,2 m korkeudella portaalla. Jatkosten kapasiteetin leikkausta ja vetoa vastaan tulee olla vähintään sama kuin heikomman kaidetyypin liitoksissa. Joustavamman kaiteen sivusiirtymä $H2D_N$ saa olla enintään 1,6 kertaa niin suuri kuin jatkeena olevan jäykemmän kaiteen vastaava arvo. Liitettäessä betonikaide jäykkään tukimuriin betonikaiteen pää kiinnitetään tukimuriin tavalla, joka kestää 120 kN poikittaisen vaakakuorman 0,5 m korkeudella. Lisäksi betonielementit ankkuroidaan maahan putkipaaluilla 8 m matkalla tyyppiirustuksen Ty 3/84 mukaisesti tai betonikaiteen taakse tehdyllä vastaavalla tuennalla. Siirryttäessä ankkuroidusta kaiteesta ankkuroimattomaan putkipaalujen välimatka on kaksinkertainen 8 m matkalla.

Kun tien nopeustaso on vähintään 60 km/h, siirtymärakenteen turvallinen toiminta todetaan ENV 1317-4 mukaisilla törmäyskokeilla tai niitä vastaavilla törmäyskoesimuloinneilla, jos edellä asetetut ehdot eivät toteudu. Kun kahden kaidetuotteen liittäminen tulee kysymykseen harvoin, Liikennevirasto voi hyväksyä muunkin tarkastelun.

Liitettäessä kaide tai kaiteenpää toiseen kaidetuotteeseen liitoksen kapasiteetin vetoa ja leikkausvoimaa vastaan tulee olla vähintään sama kuin näistä heikomman kaiteen elementtien liitoksissa. Jos kapasiteetti ei määräydy johteen reikien repeytymisen perusteella, vaan ruuvien perusteella, voidaan yksinkertaistettusti katsoa, että yksi M16 ruuvi vastaa kahta M12 ruuvia, jolla on sama lujuusluokka.



Kuva 6. Esimerkkikuva teräskaiteen liittymisestä sillan kaiteeseen.



Kuva 7. Esimerkkikuva teräskaiteen liittymisestä betonikaiteeseen tai tukimuriin. Betonikaiteen tai tukimuurin pää käännetään sivuun 8 m matkalla ja sisäluisassa viimeinen 4 m painetaan viistosti alas. Tukimuurin tilalla voi olla betonikaiteen suora osa.

3 Kaiteen pituuden määrittely

Kaiteen alkamiskohdan etäisyys vaarakohdan alusta on esitetty taulukossa 1. Alku- ja loppuviisteen pituus ei sisälly taulukossa esitettyihin pituuksiin. Sen sijaan kokoon painuvan kaiteen pään pituus sisältyy taulukossa esitettyihin mittoihin. Kun nopeustaso on enintään 50 km/h, kaiteen pituus arvioidaan tapauskohtaisesti, mutta täyskorkea kaide alkaa kuitenkin vähintään 20 metriä ennen estettä.

Vilkasliikenteisillä teillä (KVL > 3000 autoa/vrk) kaiteen pituuden tulee lisäksi olla vähintään kaidetyypin testipituus, eli täyskorkea pituus, jota käytettiin kyseisen törmäyskestävyysluokan törmäyskokeessa. Alustavassa suunnittelussa maahan asennettavan kaiteen rakenteelliseksi pituudeksi voidaan olettaa

- teräspalkki- ja kaksiputkikaiteilla 72 m
- sillankaiteella 28 m
- betonikaiteella 72 m.

Taulukko 1. Kaiteen pituus (m) ennen estettä, siltaa tai jyrkkää luiskaa. Lisäksi tarvitaan alku- ja loppuviiste, jos ei käytetä kokoon painuvaa kaiteen päätä.

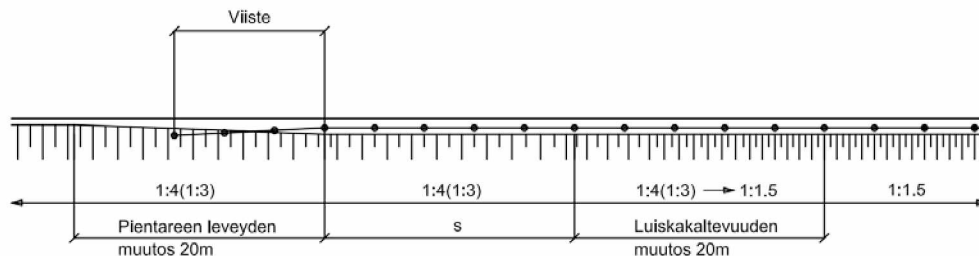
Vaaranaihe	Poikkileikkaus kaiteen alussa	Nopeustaso (km/h) ¹⁾		
		60 ... 70	80 ... 100	mo, mol
Penger 1:1,5	1:3...4 luiska	20 ²⁾	40 ²⁾	60 ²⁾
Silta alittavan tien, rautatien tai vesistön kohdalla	Penger 1:3...4	40 ³⁾	70 ³⁾	90 ³⁾
	Leikkaus 1:4/1:2	60	80	120
	Keskialue 1:6...10	80	110	160
Este < 1,2 m kaiteesta ⁴⁾	Alkuviiste reunassa	40 ⁴⁾	60 ⁴⁾	90 ⁴⁾
Este 1,2...4 m kaiteesta	Penger 1:3...4	20 ³⁾	30 ³⁾	40 ³⁾
	Leikkaus 1:4/1:2	30	40	60
	Keskialue 1:6...10	40	50	80
Esteen takareuna yli 4 m kaiteesta	Penger 1:3...4	5 x E ^{3 ja 5)}	7 x E ^{3 ja 5)}	10 x E ^{3 ja 5)}
	Leikkaus 1:4/1:2	7 E ⁵⁾	10 E ⁵⁾	15 E ⁵⁾

Huomautuksia:

1. Tien todellisia ajonopeuksia kuvaava nopeus: Tiesuunnitelmassa annettu, väistämiselvöllisissä liittymissä väistämiselvöllisessä suunnassa kuitenkin 50 km/h. Nykyisiä teitä parannettaessa tavallisesti suunniteltu kesänopeusrajoitus tai jos ylinopeudet ovat hyvin tavallisia 10 tai 20 km/h suurempi, mutkaisilla perusnopeuden teillä tavallisesti 60 km/h.
2. Kuvattu tarkemmin kuvassa 8.
3. Jyrkkä pengerialue voi edellyttää pidemmän kaiteen luiskan vaarallisuuden vuoksi. Putkisiltaan liittyvä kaide valitaan tapauksen pengerialue 1:3...4 mukaan, jos alittavaan väylään tai uomaan ei liity vaarallisia luiskia tai vesisyvyyskärsiä.
4. Tämä on kaiteen päällä liukuvan auton edellyttämä vähimmäispituus. Kokoon painuvaa kaiteen päätä tai ulkoluiskaan upotettua kaiteen päätä käytettäessä sovelletaan kohtaa "Este 1,2...4 m kaiteesta".
5. E = esteen takareunan etäisyys kaiteen etureunasta, kuitenkin enintään ohjeessa **Tien poikkileikkauksen suunnittelu** määritellyt turvallisuusalueen leveys.

Koko taulukkoa koskevia huomautuksia:

6. Kaide voi olla lyhyempi, jos se alkaa turvallisesti muotoillusta kallioleikkauksesta, joka estää auton pääsyn kaiteen taakse tai jos maavalli, pienpuusto tai muu törmäysturvallinen rakenne estää auton pääsyn vaaranaiheeseen.
7. Kaide voi olla noin 30 % lyhyempi, jos kaiteen alku taivutetaan kuvan 1 tai 2 mukaisesti 1:10 viistoudessa sivuun loivassa (1:6...8) luiskassa.
8. Kaiteen pituus on vähintään kaiteen rakenteellinen pituus eli törmäyskokeessa käytetty täyskorkeapituus.
9. Taulukko koskee tien oikeaa reunaa ja yksisuuntaisen ajoradan vasenta reunaa. Kaksisuuntaisen ajoradan vasemmassa reunassa kaiteen aloittamisetaisyys on 30 % taulukon antamaa lyhyempi. Yksisuuntaisella ajoradalla kaide päättyy 20 m esteen tai vaarakohdan jälkeen, kun etäisyys kaiteen etupinnasta esteen tai jyrkänteen etupintaan on alle 4 m. Jos etäisyys on suurempi, kaide saa loppua aikaisintaan etäisyydellä $2 \times E$ ennen esteen tai vaarapaikan päättymistä.
10. Normaalista pienempi liikennemäärä (mo/mol < 6000 autoa/vrk, muut < 1000 autoa/vrk) perustelee viereisen sarakkeen mukaisten lyhyempien kaiteiden käytön.



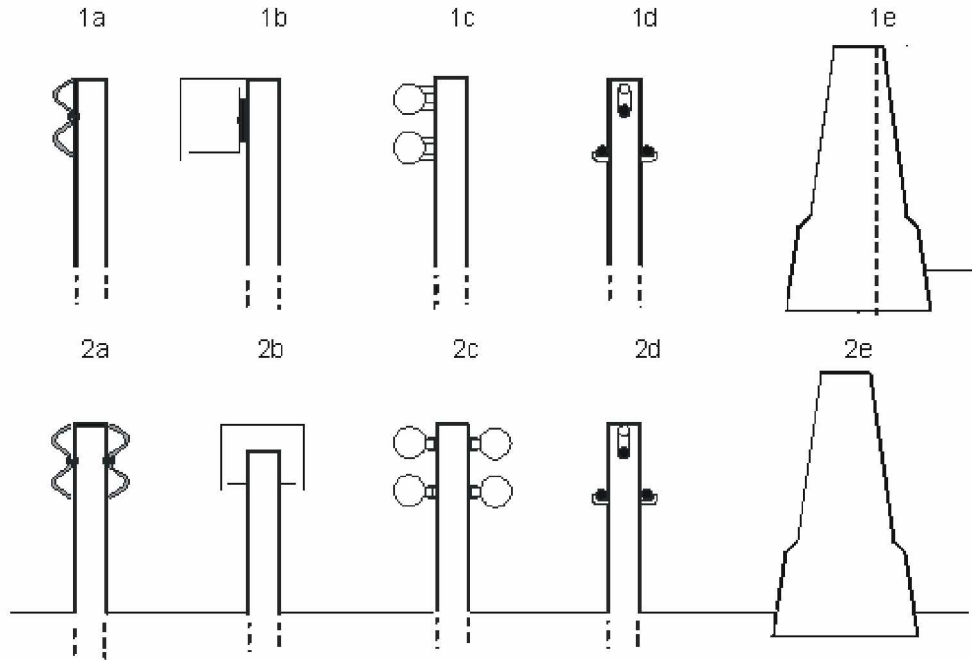
Kuva 8. Kaiteen aloitus jyrkän penkereen kohdalla. Mitta s on taulukosta 4 vaaranaiheen "Penger 1:1,5" kohdalta eri nopeustasoilla saatava mitta vähennettynä 20 metrillä: $\leq 70 \text{ km/h}$ $s = 0 \text{ m}$, $\geq 80 \text{ km/h}$ $s = 20 \text{ m}$ ja moottoriteillä $s = 40 \text{ m}$.

Kun luku 5 edellyttää, että raskaan ajoneuvon törmäminen on estettävä H2...H4 luokan kaiteella, H2...4 luokan kaide aloitetaan taulukon 1 mukaisesti kuitenkin enintään nopeustason 80 km/h mukaisesti. Luokan H2...H4 kaiteen pituus on vähintään 35 m + esteen pituus tien suunnassa, kuitenkin vähintään 70 % kaiteen testipituudesta. Kaksisuuntaisen ajoradan vasemmassa reunassa kaide alkaa tien pituussuunnassa 30 % lähempänä estettä kuin edellä ja yhdistyy toisen tulosuunnan H2...H4 kaiteeseen. Jatkeena tulosuunnassa on siirtymärakenne ja luokan N2 kaide, jos taulukko 1 tai kaiteen turvallinen aloittaminen sitä edellyttää.

Kun esteen etupinnan etäisyys kaiteen etupinnasta edellyttää toimintaleveyden pienentämistä jäykempää kaidetyyppiä käyttämällä, jäykempi kaidetyyppi alkaa kuten kaide taulukon 1 tapauksessa "Este 1,2...4 m kaiteesta, Penger 1:3...4". Jäykemmän kaidetyypin pituus on kuitenkin vähintään 70 % kaiteen testipituudesta.

Jos jäykempi kaidetyyppi toteutetaan lyhentämällä kaiteen pylväsväliä tai lisäämällä betonielementtikaitteeseen ankkurointi, joustovaran määrittelemä kaideversio alkaa kaksisuuntaisen tien kummassakin reunassa vähintään 24 m ennen estettä, joka määrittää joustovaran. Moottoriteillä ja muulla yksisuuntaisella ajoradalla joustovaran määrittelemä kaideversio alkaa 36 m ennen estettä ja päättyy 12 m sen jälkeen.

4 Kaidetyypit



Kuva 9. Kaidetyypit.

Tien tai leveän keskialueen reunassa:

- 1a Teräspalkkikaide. Useita tuotteita luokassa N2.
- 1b Putkipalkkikaide. Useita tuotteita luokassa H1 ja N2.
- 1c Kaksiputkikaide. Useita tuotteita luokassa N2.
- 1d Vajjerikaide. Useita tuotteita luokassa N2. Eräät versiot on testattu ja hyväksytty 1:3 luiskassa.
- 1e Betonikaide tai teräsarkkukaide. Betonikaide upotetaan maahan tai se asennetaan maan tai päällysteen päälle. Teräsarkkukaide tehdään teräslevyistä.

Tien keskellä

- 2a Kaksipuolinen teräspalkkikaide. Useita tuotteita luokassa N2. Loitto-kappaleella varustettuna myös H1.
- 2b Putkipalkkikaide. Useita tuotteita luokassa H1 ja N2.
- 2c Kaksiputkikaide. Useita tuotteita luokassa N2.
- 2d Vajjerikaide. Useita tuotteita luokassa N2.
- 2e Betonikaide tai teräsarkkukaide. Betonikaide upotetaan päällysteeseen tai se asennetaan päällysteen päälle.

5 Kaidetyypin valinta ja laatuvaatimukset

5.1 Kaidetyypin ja kaidetuotteen valinta tien reunassa

Tien reunassa käytetään kokonaiskustannuksiltaan edullisinta N2-luokan teräspalkki- tai kaksiputkikaidetta, jos jäljempänä olevat perusteet eivät muuta edellytä.

Törmäyskestävyysluokan ja kaidetyypin valintaan sekä joustovaran tarpeeseen liittyviä tekijöitä:

Kun kaiteen tehtävänä on pelkästään estää putoaminen penkereeltä kaiteen toimintaleveys $N2W_N$ saa olla enintään 2,1 metriä. Jyrkkäluiskaisilla vähintään 2 metrin korkeisilla penkereillä kaiteen etureunan taakse tehdään vähintään 0,5 metrin tasanne. Nykyiselle tielle kaidetta rakennettaessa riittää 0,3 metrin tasanne, jos siten vältetään kokonaan tien leventäminen ja käytetään InfraRYL:n mukaan vahvistettua kaidepylväiden perustamistapaa.

Kaiteen takana oleva jäykkä este tai suojattava kohde. Kun tien liikennemäärä ylittää 3000 autoa/vrk ja nopeustaso on vähintään 80 km/h ja kaiteen törmäyskestävyysluokaksi vaaditaan N2, kaiteen etureunan ja suojattavan kohteen etureunan väliin vaaditaan joustovara, joka on vähintään toimintaleveyden $N2W_N$ suuruinen. Tätä on käytettävä aina, kun se on mahdollista saavuttaa lyhentämällä kaidetyypin pylväsväliä.

Jos toimintaleveyden $N2W_N$ pienentäminen riittävästi ei onnistu pylväsväliä pienentämällä, tienpitoviranomainen voi hyväksyä nykyistä tietä parannettaessa $TB11W_N$ arvon riittäväksi paikassa, jossa törmäyskulma tai törmäystodennäköisyys ovat tavanomaista pienemmät. Tästä on kuitenkin tultava tienpitoviranomaiselle tuntuva säästö. (Tilaa kirjoittaa hankekohtaisiin arvonmuutosperusteisiin 5000 € arvonvähennyksen jokaisesta siltapilarista, portaalista ja muusta jäykästä esteestä tai viidestä ei törmäysturvallisesta valaisinpylvästä.) Törmäysturvallisenkin valaisinpylvään kohdalla vaaditaan uusilla teillä $TB11W_N$.

Kun nopeustaso tai liikennemäärä alittaa edellä mainitut rajat, vaaditaan törmäyskestävyysluokka N2, mutta joustovaraksi riittää edellä sanotusta poiketen toimintaleveys $TB11W_N$, kun törmäystodennäköisyys tai törmäyskulma eivät ole tavanomaista suuremmat.

Käytettäessä jäykempää kaidetyypipiä pienen joustovaran vuoksi esteen kohdalla joustavamman kaiteen jatkeena, jäykemmän ja siihen liitettävän kaidetyypin tulee olla liitoksen osalta kohdan 2.6 mukaisesti yhteensopivia. Luokan N2 kaiteen saa korvata luokkien H1...H4 kaiteella. Tällöin yhteensopivista kaidetyypeistä tulee suosia H2 luokan kaidetta, kun tiellä on paljon pitkämatkaista linja-autoliikennettä, vaikka kohdan **Runsas pitkämatkainen linja-autoliikenne** liikennemääräraja ei ylittyisi. Tällöin joustovaran tulee olla vähintään luokan N2 toimintaleveys, jos luokan H2 toimintaleveyttä on vaikea saavuttaa.

Jäykemmän kaiteen pituus määräytyy kohdan Kaiteen pituus mukaisesti.

Runsas pitkämatkainen linja-autoliikenne otetaan huomioon seuduilla, joissa on vilkas kansainvälinen lentokenttä tai usein erityisen suuria urheilukilpailuja tai matkailunähtävyyksiä, joihin saapuu paljon ulkopaikkakuntalaisten ajamia linja-autoja. Kun näillä väylillä tien liikennemäärä ylittää 36 000 autoa/vrk ja nopeustaso on vähintään 80 km/h ja siltapilarin tai suuren portaalin (taulujen $A > 15 \text{ m}^2$ tai jänne $> 20 \text{ m}$) tukipylvään kohdalle valitaan linja-automatkustajien turvaksi vähintään 1,0 metrin korkuinen vähintään luokan H2 kaide. Sama koskee vähäliikenteisempiäkin rampeja ja tienkohtia, joilla on paljon linja-autoja ja törmäysvaara on suuri tienkohdan geometrian, nopeustason ja pilarin tms. sijainnin vuoksi. Joustovaran tulee olla vähintään luokan H2 toimintaleveys (W_N) ja ulottuma (V_{IN}). Rakennettaessa kaidetta nykyiselle tielle tieviranomaisen voi kuitenkin päättää, että pienempikin joustovara riittää. Tässä mainituilla väylillä sillankaide aloitetaan 40 metriä ennen vesistö- tai risteyssiltaa, jonka pituus on vähintään 40 metriä. Sillan jatkeella joustovaraksi riittää $N2W_N$.

Siltapilari, jota ei ole mitoitettu kestämaan kuorma-auton törmäystä. Tässä on tarkoitus suojella sillalla olijoita sortumisvaaralta ja toisaalta alittavalla tiellä kuljijoita sortuvalta sillalta. Kun tien liikennemäärä ylittää 6000 autoa/vrk ja nopeustaso on vähintään 80 km/h, sillan sortumisen estämiseksi kaiteeksi valitaan vähintään 1,0 metrin korkuinen vähintään luokan H2 kaide. Sama koskee rampeja, joilla on paljon kuorma- tai linja-autoja ja törmäysvaara on suuri rampin geometrian, nopeustason ja pilarin tms. sijainnin vuoksi. Joustovara ei saa alittaa vaaditun luokan mukaista toimintaleveyttä (W_N) eikä ulottumaa (V_{IN}). Kun em. tapauksessa alittavan tai ylittävän tien liikennemäärä ylittää 36 000 autoa/vrk, käytetään liukuvalettua H4-luokan betonikaidetta tai H2-betonielementtikaide tai -liukuvalukaide ankkuroidaan porapaaluilla tyyppiin Ty 3/84 mukaisesti. Tällöin joustovara on vähintään $H2W_N$ ja ulottuma $H2V_{IN}$. Luokan H2...H4 kaiteen aloittamis- ja lopettamiskohta määrätään kohdan Kaiteen pituus mukaisesti.

Suurjännitejohdon ($\geq 110 \text{ kV}$) pylväeseen ja sen haruksiin törmääminen estetään sähkön toimitusvarmuuden turvaamiseksi, vaarallisen rakenteen sortumisen ja autossa olevien turvaamisen vuoksi vähintään luokan H2 kaiteella, jos nopeustaso on vähintään 80 km/h ja KVL ylittää 6000 ajon/vrk eikä kuorma-auton törmäämistä ole estetty riittävällä etäisyydellä tai vallilla ohjeen **Sähköjohdot ja maantiet** mukaisesti. Ajoneuvon hallinnan kannalta hankalien kaarteiden jälkeen tämä on tarpeen alemmallakin liikennemäärällä ja nopeustasolla. Sääntöä **sovelletaan myös muihin vastaaviin rakennuksiin tai rakennelmiin**, joissa seuraukset olisivat vakavuudeltaan vastaavia. Rakennelman sijoittaminen vallin päälle tai ulkoluiskaan vähintään 2 m tietä ylemmäksi on yleensä suositeltavampaa kuin järeän kaiteen käyttö. Luokan H2...H4 kaiteen aloittamis- ja lopettamiskohta määrätään kohdan Kaiteen pituus mukaisesti.

Pohjaveden suojauskohdassa käytetään penkereellä usein betonikaidetta, koska tiivistemateriaalit eivät pysy kunnolla penkereen luiskassa ja koska betonikaiteella voidaan useimmiten estää säiliöauton suistuminen kauemmas pohjavesialueelle. Kaiteeksi valitaan vähintään 1,0 metrin korkuinen, hulevedet ja suolavesiroiskeet tiellä pitävä vähintään luokan H2 kaide. Ensisijaisesti valitaan luokan H4 kaide.

Melukaitena käytetään normaalisti luokan H2 betonikaidetta, siltojen ja tukimuurien kohdalla vaihtoehtoisesti teräsarkkukaidetta. Joustovaraksi riittää kuitenkin toimintaleveys $N2W_N$, jos muut tässä luvussa esitetyt syyt eivät edellytä suurempaa. Ohjeessa

Tien melusteiden suunnittelu on esitetty muitakin vaatimuksia melukaiteelle sekä esimerkki teräksisestä melukaiteesta.

Betonikaiteen käyttö penkereellä. Jyrkkäluiskaisilla ($> 1:2$) vähintään 2 metrin korkuisilla penkereillä kaiteen takareunan taakse tehdään vähintään 0,5 metrin tasanne. Nykyiselle tielle kaidetta rakennettaessa hyväksytään 0,3 metriä, jos siten vältetään kokonaan tien leventäminen. Kun betonikaiteen alun ensimmäiset 50 metriä sijoittuvat jyrkkäluiskaiselle vähintään 2 metrin korkuiselle penkereelle, on kuitenkin varmistettava, että törmäys ei pudota kaiteen alkupäätä penkereeltä. Käytetään jotta-kin seuraavista keinoista:

1. Kaiteen kaksi ensimmäistä elementtiä ankkuroidaan maahan tyyppiirustuksen Ty 3/84 mukaisesti ja käytetään vetoa (> 60 kN) kestäviä liitoksia.
2. Käytetään liukuvalua tai muuta menetelmää, jossa betonijaksojen massa on vähintään 16 tonnia.
3. Tehdään betonikaiteen taakse tasanne, jonka leveys on vähintään $2/3$ sivusiirtymästä $H2D_N$.

Pelkkää ponttijatkosta ei hyväksytä penkereellä kaiteen alun jälkeenkään.

Tukimuri betonikaiteena. Sileä pystysuora tai STEP-kaiteen muotoinen tukimuurin pinta toimii kaiteena, kun tukimuurin etäisyys lähimmän ajokaistan reunasta on 1...3 metriä ja välialue on tasainen. Suurempi etäisyys ajokaistasta mahdollistaa suuret törmäyskulmat, mikä heikentää turvallisuutta. Törmäys tukimuurin alkuun estetään toisella kaiteella kuvan 6 mukaisesti.

Pylväät ja pilarit betonikaiteessa. Siltapilari, portaalin tuki tai valaisinpylväs voidaan upottaa betonikaiteessa joko betoniin tai teräslevyillä peitettyyn aukkoon Ty 3/87 tai 88 periaatteen mukaisesti, kun joustovarain vaatimuksena on $N2W_N$. Betonikaiteen korkeuden on oltava vähintään 1,0 metriä.

Sillan kaiteen jatkeena käytetään sillankaidetta tai muuta vähintään 1 metrin korkeista törmäyskestävyysluokan H2 kaidetta myös penkereellä, kun vilkastiikenteinen tie ($KVL > 6000$ autoa/vrk ja nopeus 80 km/h) ylittää rautatien pääradan tai moottoritien. Sillan kaide aloitetaan 40 metriä ennen siltaa. Sillan kaide jatkuu myös 30 metriä sillan jälkeen, kun ajorata on kaksisuuntainen. Sillankaiteesta tehdään pitempi, jos väylät risteävät viistosti eikä maasto rajoita suistumista alapuoliselle väylälle. Jos kaiteen takana on suojattavia rakenteita, mutta edellä esitetyt kohdat eivät edellytä H2 kaiteen käyttöä niiden kohdalla, H2 kaiteen takana riittää joustovaraksi $N2W_N$.

5.2 Kaidetyypin valinta tien keskellä

Kaiteen valintaa tien reunassa koskevat ohjeet koskevat soveltuvin osin myös tien keskelle sijoitettavia kaiteita.

Leveä keskialue

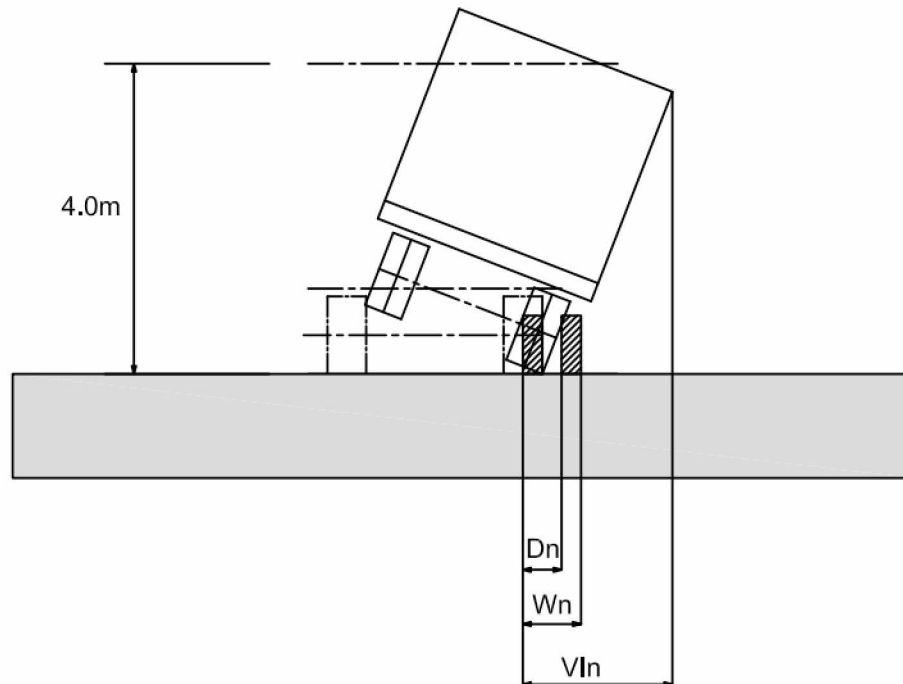
- Tavallisesti tehdään kaksi yksipuolisesti toimivaa teräspalkki- tai kaksiputki-kaidetta, joilla estetään suistuminen toiselle ajoradalle ja joiden väliin mahdolliset valaisinpylväät ja siltapilarit sijoitetaan.
- Jos valaisinpylväitä ja siltapilareita ei ole eikä niihin varauduta, voidaan tehdä yksi kaksipuolinen kaide, joka sijoitetaan ensisijaisesti sisäkaarteeseen puoleisen ajoradan puolelle keskialuetta. Kaide tulisi lisäksi valita ja sijoittaa niin, että se saa jäädä paikalleen, jos tielle tehdään myöhemmin valaistus. Myös siltojen kaiteiden sijainti tulisi ottaa huomioon. Mutkittelua vältetään.
- Törmäyskestävyysluokan vaatimuksena on N2. Kun ajoratojen väli on 2...6 metriä ja KVL yli 36 000 autoa/vrk ja nopeus vähintään 100 km/h, voidaan ta-pauskohtaisesti vaatia H2.
- Jos keskialueella on kaksi kaidetta ja välissä on niitettävä alue, tulee järjestää kulkuaukko niittokoneelle. Esimerkkejä on tämän ohjeen lopussa.
- Jos kaide sijoitetaan keskialueelle, luiskakaltevuus rajoittaa kaidetyypin valintaa. Sallitut luiskakaltevuudet on esitetty kohdassa "*5.4 Muita vaatimuksia ja valintaperusteita*".
- Leveillä keskialueilla ei käytetä betonikaidetta, koska suistumiskulma voi kasvaa liian suureksi, jos etäisyys tien reunasta on yli 3 metriä, sisäkaarteessa yli 4 metriä.
- Jos ajoradat on porrastettu, kaide tulee ylempään ajoradan puolelle.
- Lisäksi noudatetaan kaikkia reunakaidetta koskevia vaatimuksia (törmäyskestävyysluokan valinta esteen kohdalla ja ennen siltaa, toimintaleveys, ulkonäkö, auraukkestävyys, ym.)

Keskikaiteellinen tie tai tie, jolla on kapea keskialue (ajoratojen väli enintään 2 m)

- Tavallisesti käytetään putkipalkkikaidetta, koska siinä pylväiden päät saadaan piiloon, mikä on ulkonäön ja moottoripyöräilijöiden turvallisuuden kannalta hyvä. Putkipalkkikaide vaatii pienemmän joustovaran kuin useat muut kaidetyypit eikä kaidetta tarvitse korjata jokaisen törmäyksen jälkeen. Putkipalkkikaiteeseen voidaan asentaa liikennemerkki.
- Putkipalkkikaiteeksi valitaan symmetrinen tyyppi, jonka törmäyskestävyysluokka on vähintään H1. Kun ajoratojen väli on 1,5 m, ja kaide on keskellä, luokan H1 toimintaleveys saa olla enintään 1,7 metriä ja TB11 toimintaleveys enintään 0,8 m. Kun ajoratojen väli on 2,0 m, ja kaide on keskellä, luokan H1 toimintaleveys saa olla enintään 2,1 m ja TB11 toimintaleveys enintään 1,0 m. Auraukkestävyysluokan tulee olla vähintään 4.
- Keskikaide aloitetaan kohdan 2.1 mukaisesti.
- Keskikaiteeseen tehdään avattavia kohtia pelastusajoneuvoille erillisen ohjeen mukaan.

-
- Teräskaitteen pylväät voidaan asentaa myös holkkiin, josta pylväs voidaan poistaa ja johon se voidaan palauttaa helposti. Holkkiasennus vaaditaan 1+1-kaistaisilla keskikaiteellisilla teillä koko pituudella. Ohituskaistateillä holkkiasennus toteutetaan noin 20 m matkalla noin 700 metrin välein. Tämä helpottaa mm. uudelleen päällystämisen massakuljetuksia.
 - Ohituskaistateillä kaiteeseen tehdään lisäksi avattavia kohtia ohjeen **Tien poikkileikkauksen suunnittelu** mukaisesti.
 - Tienpitöviranomaisen erikseen sallimissa kohteissa (lähinnä vähälumisella länsirannikolla) tulee kysymykseen myös vaijerikaide, jonka törmäyskestävyysluokka H1 tai N2 valitaan tapauskohtaisesti. Ruotsissa saatujen kokemusten mukaan vaijereista ei ole ollut moottoripyöräilijöille merkittävää vaaraa. Vaijerikaidetta on korjattava lähes kaikkien kolhaisujen jälkeen. Vaijerikaitteen pylväät asennetaan holkkeihin, josta pylväs voidaan poistaa kaiteenkorjauksen tai tilapäisen poistamisen ajaksi.
 - Kaksipuolinen teräspalkkikaide tulee kysymykseen silloin, kun tien keski- tai välialue kapenee lyhyellä (enintään 200 m) matkalla ja kaksi erillistä teräspalkkikaidetta liittyy toisiinsa. Teräspalkkikaide on ulkonäön, korjaustarpeen ja moottoripyöräilijöiden turvallisuuden kannalta huonompi kuin putkipalkkikaide.
 - Jos valaistus halutaan tien keskelle kapealle keskialueelle tai kapealla keskialueella on siltapilareita, käytetään betonikaidetta, johon pylväät voidaan asentaa, tai kahta normaalia jäykempää teräskaidetta. Törmäysturvallisenkin valaisinpylvään kohdalla vaaditaan uusilla teillä TB11W_N, jotta pylväs ei kaadu vastaantulevien ajoradalle. Muuten betonikaidetta ei normaalisti hyväksytä taajamien ulkopuolella kinostamisen vuoksi. Päällysteeseen upotettu betonikaide on päällysteen päälle asennettua kestävämpi, eikä sitä tarvitse siirtää uudelleen päällystämisen yhteydessä.
 - Taajamien sisään tuloteillä, siltojen keskellä ja muutenkin, kun kaidetta on siirrettävä, tulee kysymykseen myös päällysteen päälle asetetuista siirrettävistä betonielementeistä koottu kaide tai teräsarkkukaide, kun valaisinpylväät eivät ole keskellä. Jos KVL ylittää 36 000 autoa/vrk tai nopeus on vähintään 100 km/h, törmäyskestävyysluokka on kuitenkin vähintään H2, muuten riittää törmäyskestävyysluokka N2.

5.3 Tilantarve kaiteen ja esteen välissä



Kuva 10: Sivuttaisia siirtymiä koskevat mitat:

- Toimintaleveys (Normalised working width) W_N kuvaa sitä, kuinka kaukana kaide uloimmillaan käy törmäyksen aikana.
- Sivusiirtymä (Normalised dynamic deflection) D_N , kuinka kaukana kaiteen etureuna käy. Yleensä = W_N – kaiteen paksuus.
- Ajoneuvon ulottuma (Vehicle intrusion) VI_N , kuinka kaukana raskas ajoneuvo olisi käynyt, jos sen korkeus olisi 4 m.

Sivusiirtymät mitataan kaiteen alkuperäisestä etureunasta. Betonikaiteilla W_N on sama kuin kaiteen paksuus, jos kaide ei liiku. Eri kaiteiden toimintaleveyksiä vertailtaessa on varmistettava, että verrataan samassa törmäyskestävyysluokassa (esim. N2) mitattuja toimintaleveyksiä.

Kaiteelle määritetään aina törmäyskestävyysluokan (esim. H2) mukainen toimintaleveys ja pienen henkilöauton aiheuttama TB11-toimintaleveys. Esimerkiksi H2-luokan kaiteelle ei normaalisti tehdä luokan N2 törmäyskoetta, jolloin luokan N2 toimintaleveys jää määrittämättä.

Jos luokan N2 törmäyskoetta tai simulointia ei ole tehty, voidaan käyttää seuraavia otaksuvia: toimintaleveys $N2W_N = (TB11W_N + H1W_N)/2$; $(2TB11W_N + H2W_N)/3$ tai $(4TB11W_N + HW_N)/5$. Vastaavasti $H2W_N = (2TB11W_N + 3H4W_N)/5$ ja $N1W_N = TB11W_N$. $TB11W_N$ saadaan TB11 D_N arvosta lisäämällä tähän johteen tai betonikaiteessa kaiteen paksuus.

Ennen vuotta 2010 toimintaleveys ilmoitettiin tunnuksen W avulla. Siinä ei otettu huomioon toteutuneen törmäysnopeuden poikkeamaa standardin mukaisesta törmäysnopeudesta ja -kulmasta. Lisäksi osassa W -arvoja on mukana korkean ajoneuvon ulottuma. Kaiteen valmistajan edustajan tulee ilmoittaa normalisoimattomien toimintaleveyksien W tilalle W_N ja VI_N arvot sekä TB11 kokeen D_N arvo. Yleensä W_N on pienempi kuin W .

Joustovaran tarve on käsitelty tarkemmin kohdassa 5.1 *Kaidetyypin valinta tien reu-
nassa*. Suunnitelmissa tulisi käyttää taulukon 2 merkintätapoja.

*Taulukko 2. Yksinkertaistettu yhteenvedo törmäyskestävyyssuokan valinnasta ja jous-
tovaran tarpeesta. H2 kaiteen vähimmäiskorkeus on 1 m.*

Käyttökohde	Törmäyskestävyys- luokka vähintään/ joustovara vähintään	Poikkeus	Riski- taso
Vähäliikenteinen tie			
Penger 1:1,5	N2/0,5 m tasanne	N2/0,3 m ¹⁾	A
Normaali este	N2/TB11W _N		A
Vilkasliikenteinen tie (> 3000 autoa/vrk ja ≥ 80 km/h)			
Penger 1:1,5	N2/0,5 m tasanne	N2/0,3 m ¹⁾	A
Normaali este	N2/N2W _N	N2/TB11W _N ²⁾	A
Portaali tai pilari, normaalisti	N2W _N ⁵⁾		A
Portaali tai pilari, ahdas paikka	H2/N2W _N ⁵⁾		B, C
Betoninen melukaide	H2/N2W _N		B, C
Pohjaveden suojaus	H2/N2W _N	H4/N2W _N ³⁾	B, C
Vilkasliikenteinen tie (>6000 autoa/vrk ja ≥ 80 km/h)			
Heikko siltapilari	H2/H2W _N ja VI _N	H3-4/ ^{3, 4)}	B, C
Sillankaiteen pidennys	H2/N2W _N		B, C
Siltapilari, linja-auton suojaus	H2/H2W _N ja VI _N ⁴⁾	H2/N2W _N ⁵⁾	B, C
≥ 110 kV johdon pylväk tms.	H2/H2W _N ja VI _N	H3-4/ ³⁾	B, C

1) Nykyistä tietä parannettaessa, kun sitä ei levennetä.

2) Joskus mahdollinen toissijainen arvo, josta tarjouspyynnön tulisi edellyttää arvonvähennys

3) Jos H3 tai H4:ä on helppo toteuttaa, tai riski on suuri

4) KVL ≥ 36 000 ajon/d

5) Kun alkuperäinen törmäyskestävyysvaatimus on N2.

Merkintä N2/TB11W_N tarkoittaa sitä, että vaaditaan vähintään kaideluokka N2 ja kai-
teen etureunan ja esteen etureunan välissä tarvitaan tilaa TB11 testissä mitatun toi-
mintaleveyden verran.

Merkintä H2/H2W_N ja VI_N tarkoittaa, että vaaditaan vähintään kaideluokka H2 ja kai-
teen etureunan ja esteen välissä tarvitaan tilaa linja-autotörmäyksessä mitatun toi-
mintaleveyden ja ajoneuvon ulottuman verran.

Maahan ankkuroidun teräskaiteen tasanteen leveys lasketaan kaiteen etureunasta ja
betonikaiteen tasanteen leveys kaiteen takareunasta.

Törmäyskokeissa täyskorkean kaiteen pituus on tavallisesti 28...100 metriä. Auto
törmää tavallisesti ensimmäiseen kolmannespisteeseen kaiteen alusta ja suurin sivu-
siirtymä havaitaan tavallisesti toisen kolmannespisteen kohdalla. Testipituutta olen-
naisesti lyhyempien kaiteiden toimintaleveys voi olla suurempi kuin törmäyskokees-
sa. Sama koskee kaiteita, joissa kaiteen päätyankkuri on korvattu liitoksella jous-
vampaan kaidetyyppiin. Valmistaja voi selvittää toimintaleveyden muutoksen tör-
mäyskoesimuloinneilla.

Taulukko 3. Suositeltava tilanvaraus kaiteen etureunan ja vaarallisen esteen välissä. Suluissa oleva tila riittää ehkä vain yhdelle kaidetyypin kaidetuotteelle auraskestävyysluokassa 4, mikä voi rajoittaa kilpailua. Osalla tuotteista toimintaleveys ja tilantarve on suurempi. Keski-kaiteen toimintaleveysvaatimus on kohdassa 4.2.

Kaidetyyppi ja testipituus	Pylväsväli	Ulottuma V_{IN} (m)		Toimintaleveys W_N (m)				
		H3	H2	H3	H2	H1	N2	TB11
Teräspalkkikaide tai kaksiputkikaide	3...5 m						2,1	1,3
	1...1,5 m						1,0	0,8 (0,6)
Putkipalkkikaide						1,7	1,3	0,8
Sillankaide maassa		2,5	2,1	1,7	1,3		0,3	0,6 (0,3)
Sillankaide betonissa			1,7		1,3		0,3	0,3
Liukuvalettu tai ankkuroitu betonik.			1,4		0,8		0,6	0,6
Ankkuroimaton betonielementtik.					2,1			0,8

Valmistajien sertifikaattien liitteistä, CE-merkeistä ja Liikenneviraston oppaasta **Markkinoilla olevia kaidetuotteita** saa tarkempaa tietoa markkinoilla olevista tuotteista ja niiden toimintaleveyksistä ja testipituuksista.

Jos valmistaja ilmoittaa toimintaleveyden sijasta vain toimintaleveysluokan, luokat muutetaan toimintaleveyksiksi seuraavasti: W1: $W_N = 0,6$ m; W2: $W_N = 0,8$ m; W3: $W_N = 1,0$ m; W4: $W_N = 1,3$ m; W5: $W_N = 1,7$ m; W6: $W_N = 2,1$ m; W7: $W_N = 2,5$ m; W8: $W_N = 3,5$ m.

Ankkuroimattoman liukuvaletun betonikaiteen tai Ty3/84 mukaisesti ankkuroidun betonikaiteen H2 ulottumaa $H2V_{IN}$ voidaan pienentää tekemällä kaide korkeammaksi. Kun kaiteen laen paksuus on vähintään 200 mm, voidaan käyttää seuraavia otaksuimia: $H2V_{IN} = 1,2$ m, kun $h = 1,4$ m ja $H2V_{IN} = 0,7$ m, kun $h = 2,0$ m.

5.4 Muita vaatimuksia ja valintaperusteita

Kaiteen kovuus henkilöautotörmäyksessä. Törmäyskestävyysluokan N2 ja H1 kaiteiden tulee olla riskitasoa A (paras). Törmäyskestävyysluokassa H2...H4 ja vaadittaessa N2 luokan kaiteelta enintään 1,3 m toimintaleveys, sallitaan taso B tai betoni-kaiteella taso C. On kuitenkin vältettävä sellaisia luokan C kaiteita, joiden törmäyskokeissa mitattu ASI-arvo ylittää 1,6. Matkustajan törmäyksessä kokemaa kiihtyvyyttä kuvaavan ASI-arvon saa valmistajalta.

Luiska. Luiskassa hyväksyttävästi testattu vaijerikaide ja kaksiputkikaide voidaan asentaa luiskaan 1 metrin etäisyydelle tien reunasta, kun luiskan kaltevuus on 1:4 (1:3). Muuten enimmäiskaltevuus on vaijeri- ja kaksiputkikaiteilla 1:6 (1:4). Normaali-johteisella (≥ 230) teräspalkkikaiteella suurin luiskakaltevuus on 1:8 (1:6); kapeajohteisemmalla teräspalkkikaiteella ja putkipalkkikaiteella 1:10 (1:6). Suluissa olevia arvoja voidaan käyttää lyhyellä matkalla sekä silloin, kun kaiteen etäisyys tien reunasta on enintään 0,25 metriä. Jyrkemmässä luiskassa auto pääsee normaalikorkuisen kaiteen yli tai auto pääsee korotetun kaiteen johteen ali.

Näkemät. Erityisesti rombisissa eritasoliittymissä sillan kaide ja tiekaide rajoittavat näkemää liittyttäessä rampilta sillan päällä olevalle tielle. Silloin sillankaiteen läpinäkyvyys arvioidaan ohjeen **Siltojen kaiteet** mukaan ja valitaan vaaditusta törmäyskestävyysluokasta mahdollisimman läpinäkyvä tyyppi ja tiekaiteena käytetään kaksiputkikaidetta. Näin menetellään muissakin paikoissa, joissa halutaan tarjota näkymä tieltä alaviistoon ympäristöön. Tien sisäkaarteessa kaide muodostaa näkemäesteen kaidetyypistä riippumatta, kun esteen korkeus on alle 0,8 metriä.

Kinostuminen. Järven rannalla ja laajan pellon reunalla tavanomainen teräspalkki-kaide kinostaa enemmän kuin kaksiputkikaide tai vaijerikaide. Ero on merkittävä. Betonikaide kinostaa enemmän kuin muut kaidetyypit.

Ulkonäkö. Taajamien sisääntuloteillä voidaan haluta, että kaide antaa tielle erityisen ilmeen tai toisaalta erottuu mahdollisimman vähän. Silloin voidaan valita normaalia kalliimpi testattu ulkonäöltään paremmin sopiva kaide; tai toissijaisesti voidaan muunnella jotakin hyväksyttyä kaidetyypistä. Liikennevirasto arvioi mahdolliset muunnokset. Jos valittavana on ulkonäöltään samanarvoiset kaiteet, on valittava ensisijaisesti EN1317-2 mukaisesti testattu ja hyväksytty kaideversio eikä testatusta kaiteesta merkittävästi muunnettua versiota. Samalla on varmistettava, että kaide säilyttää ulkonäkönsä aurauksesta ja kolhuista huolimatta. Jos jalankulkijoita on paljon, kannattaa kiinnittää huomiota myös yksityiskohtiin. Museoteillä voidaan käyttää luokan N1 tai N2 puuverhoiltua kaidetta.

Varaosat. Samaan kohteeseen ei saa sijoittaa tarpeettomasti monenlaisia kaiteita, koska se lisää varaosien varastointitarvetta ja kunnossapitäjien koulutustarvetta tai vaihtoehtoisesti korjausten viipymistä. Kaidetyypin valmistajan on osoitettava, että varaosia on nopeasti saatavissa ja sitouduttava toimittamaan varaosia ja korjausohjeita kohtuuhintaan kaikille kaiteiden korjaajille.

Teräs ja korroosion esto. Osat kastosinkitään. Teräsjohteissa ja -pylväissä sinkin paksuus on SFS-EN 1461 mukainen, auraukekestävyysluokassa 4 kuitenkin paikallisesti vähintään 0,075 mm. Johteissa teräs on SFS-EN 10025 luokkaa J2. Liikennevirasto voi hyväksyä muunkin kylmässä iskutkeysominaisuuksiltaan, ulkonäöltään ja säänkestävyydeltään vastaavan suojauksen ja teräslaadun.

Teräsarkkukaiteen yleiset laatuvaatimukset. Teräsarkkukaidetta käytetään kuten betonielementtikaidetta päällysteen päällä kelluvana tai teräspylväillä sillan reunapalkissa tai maassa oleviin pylväisiin kiinnitettynä. Liikenteen puoleisissa pinnoissa ainepaksuus määrittää auraukekestävyyden.

Aurauskestävyys. Kaiteet luokitellaan aurauskestävyyden osalta luokkiin taulukon 4 mukaisesti. Maanteillä vaaditaan luokka 4. Porvoo - Vaasa -välin 30 km levyisellä rannikkoalueella ja taajamissa sekä luiskakaiteissa tieviranomaisen voi hyväksyä myös luokan 2 tai 3. Aurauskestävyyksivaatimus ei koske kokoon painuvia kaiteen päitä 12 m matkalla eikä törmäysvaimentimia. Luokitus on kuvattu tarkemmin standardissa SFS-EN 1317-5/A2.

Taulukko 4. Metallikaiteiden aurauskestävyysluokat.

Auraus- kestävyys- luokka	Johteen lujuuskorjattu ainepaksuus ¹⁾		Taivutusvastus vaakasuoraan voi- maa vastaan (cm ³) ¹⁾		Pylvään ja johteen välinen ruuvi ²⁾
	Avoprofiili	Putki	Johde	Pylväs	
4	≥ 4 mm	≥ 2,9 mm	≥10	≥12	M10 4.X
3	≥ 3 mm	≥ 2,2 mm	≥5	≥9	M10 4.X
2	Vaijerikaide				
1	Muu				

1) = ainepaksuus x $[f_{yd}/(235 \text{ N/mm}^2/1,1)]^{0,5}$.

2) tai kiinnitys, jolla on vähintään sama leikkauslujuus pystykuormia vastaan

Aurauskestävyysluokissa 3 ja 4 johteen etureunan on ulotuttava vähintään 40 mm pylvään etupuolelle, eikä johteen (tai betonikaiteen) ja auran kosketuspinnassa saa olla ruuveja tai rosoja, jotka estävät auran liukumisen. Kapean (< 120 mm) johteen taivutusvastus saa olla 50 % pienempi, jos aura ei osu siihen.

Monoliittiset betonikaiteet kuuluvat luokkaan 4. Aurauskestävyysluokkaan 4 ja 3 voidaan tuotekohtaisesti hyväksyä aurauskokeiden ja kenttäkokemusten perusteella muitakin kaiteita.

Sähköradan läheisyydessä, sähköradan ylittävällä sillalla ja sähköradan sillan alla kaide varustetaan tyyppiinirustuksen Ty 3/54 mukaisella eristeellä tai muulla viranomaisen hyväksymällä tavalla. Eristystä ei saa toteuttaa tekemällä kaiteeseen aukko, koska aukko tekee kaiteesta törmäyksessä hengenvaarallisen.

Eriste tehdään johteen jatkokseen ja sen ruuveihin 12 m ja 36 m (± 6 m) etäisyydellä ylittävän rautatiesillan reunapalkista, tasoristeyksessä tai tien vieressä olevan reunimmaisena raiteen keskilinjasta tai radan ylittävän tiesillan päästä. Sähköradan suunnittelija arvioi eristeen tarpeen, jos kaide ulottuu alle 50 m päähän edellä mainituista rakenteista.

Sähköradan sillan alla oleva tai alle 5 m päässä sähköistetyn raiteen keskilinjasta olevat kaiteen osat maadoitetaan kuparijohtimella **RATO 5:n** mukaisesti.

Sillan kaiteen asentaminen maahan. Sillan kaiteena testattu kaide asennetaan maahan jollakin seuraavista tavoista:

- 1) Sillankaiteen pylväs upotetaan piirustuksen R15/DK H2-22 mukaisesti maahan asennettuun putkeen. Pylvään alapää kiilataan vedellä tiivistetyllä kivituhkalla, yläpää kivituhkalla tai teräskiiloin. Asennustapa sallii pylvään vaihtamisen sulan maan aikana törmäyksen jälkeen ja kaiteen korottamisen, jos maa painuu sillan jatkeella. Vaihtoehtoiset putkipaalut ja upotussyvyudet ovat:
 - 1) D 170x10 (6), S355, $L \geq 1,6$ m murskeessa ja 1,4 m louheessa
 - 2) D 140x8 (5), S355, $L \geq 1,7$ m murskeessa ja 1,5 m louheessa
 - 3) D 140x8 (5), S355, $L \geq 1,2$ m murskeessa ja 1,0 m louheessa, kun putkeen on hitsattu 0,6 matkalla säteittäin kolme 150 mm levyistä 8 (6) mm teräslevystä valmistettua siivekettä. (Suluissa olevat arvot koskevat kuumasinkittyä putkea ja siivekettä.)
- 2) Pylväs kiinnitetään ruuvein maahan asennettuun sillan reunapalkkia jäljittelevään elementtiin piirustuksen R15/DK H2-21 periaatteiden mukaan.

Jos sillan kaide on testattu törmäyskokeessa korkean reunapalkin päällä, on simuloitunein osoitettava, että kaide toimii turvallisesti myös ilman reunapalkkia. Esimerkiksi sillankaidetyyppiin TIEH H2 hyväksytään seuraavat vaihtoehdot:

1. Pylväät asennetaan sillan reunapalkkia jäljittelevään elementtiin R15/DK H2-21 mukaisesti. Tätä käytetään uudella tai levennettävällä penkereellä, kun sillankaide aloitetaan 20...40 m ennen siltaa.
2. Kaiteeseen lisätään reunapalkkia jäljittelevä 160x80 teräsputki R15/DK H2-44 mukaisesti. Tämä soveltuu yhtenä vaihtoehtona, kun sillankaidetta jatketaan nykyiselle penkereelle.
3. Sillankaiteen alempi putkijohde sijoitetaan 210 mm normaalia alemmaksi R15/DK H2-22 mukaisesti. Tämä on suositeltavin muihin kuin sillalla olevan kaiteiden jatkeisiin. Jatkeeksi tulee kaksiputkikaide, jossa noudatetaan siirtymärakennetta koskevia sääntöjä.
4. Sillankaiteeseen lisätään alempi törmäysjohde RK/DK H2-6 mukaisesti. Tätä käytetään, kun sillallakin on lisätty samanlainen johde.

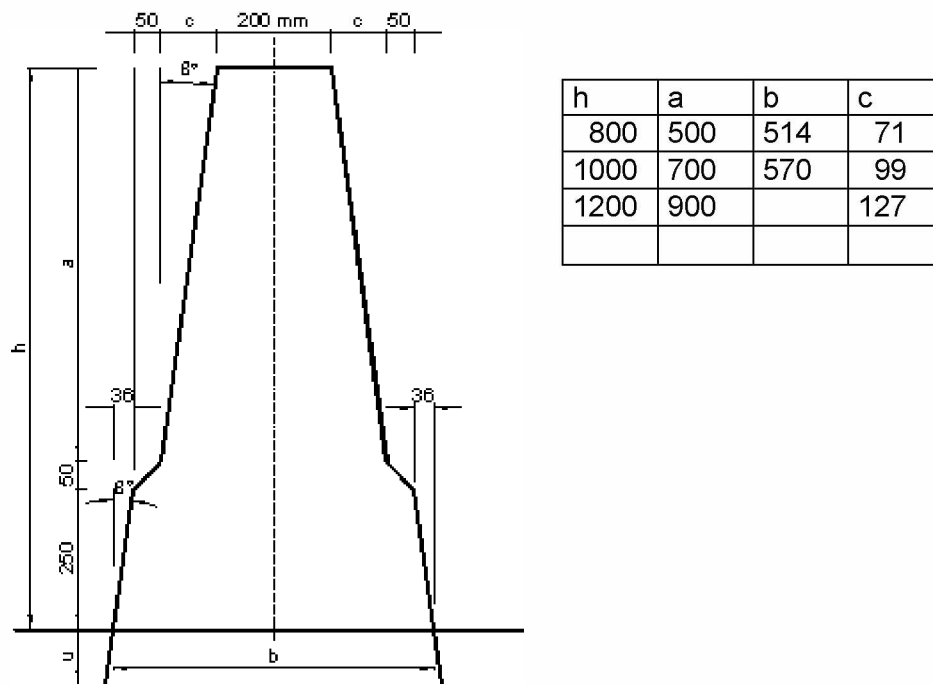
Kaiteen portit, ja avattavat ja irrotettavat kaidejaksot mitoitetaan periaatteessa samaan törmäyskestävyysluokkaan ja auraskestävyysluokkaan kuin kaide kyseisessä paikassa, mutta törmäyskoetta ei vaadita, jos seuraavat asiat voidaan todeta törmäyskoesimuloinnilla, koekuormituksella tai yksinkertaisella laskelmalla.. Rakenteen ja varsinaisen kaiteen liitoskohtiin ei saa jäädä kohtia, jotka voisivat tunkeutua autoon tai joihin auto voisi takertua. Kuormituskokeella tai laskelmalla on osoitettava, että avattavat liitokset ja kahden kaidetyypin liitokset kestävät suljettuna ollessaan saman taivutusmomentin ja pituussuuntaisen vedon kuin varsinainen kaide, ja että kohdan 2.6 ehdot täyttyvät. Avattavana kaiteena voidaan käyttää myös työmaille tarkoitettuja kaidetuotteita, jotka voidaan liittää pysyvään kaiteeseen. Tarvittaessa avattavan kaidetuotteen auraskestävyyttä parannetaan vahvistamalla auraukselle alttiin kohdan rakennetta. Irrotettava kaide toteutetaan tavallisesti asentamalla kaiteen pylväät holkkiin, johon irrotetut pylväät voidaan painaa takaisin. Tieviranomaisen voi tapauskohtaisesti alentaa törmäyskestävyyttä ja auraskestävyyttä koskevaa vaatimusta, jos sopivaa ratkaisua ei muuten saada.

Porttien, avattavien ja irrotettavien kaiteiden tarve ja tavoitteelliset avaamisajat on määritelty ohjeessa **Tien poikkileikkauksen suunnittelu**.

Betonikaiteen yleiset laatuvaatimukset. Kun betonikaidetta käytetään melukaiteena, pohjavesisuojausena, sillankaiteen jatkeena tai siltapilarien tai vastaavien pysyvänä suojana, tai halutaan liikkumaton keskikaide, betonikaide upotetaan noin 100 mm päällysteen pintaa alemmas. Tällöin ei hyväksytä kaidetyyppejä, joiden etupinnan alaosassa selvästi loivemman osuuden alapuolella on alle 200 mm korkuinen lähes pystysuora osa, koska uudelleenpäällystys tai jääkerros muuttaa liikaa kaiteen toimintatapaa. Betonikaiteessa voidaan varautua 40 mm uudelleenpäällystykseen. Betonin kestävyysvaatimus on InfraRYL:n kohdan *Kiinteät betonikaide-elementit ja Paikalla valettava* mukainen (K45-1, P50, XF4, XC4, XD3, 30 vuotta). Betonikaiteen etupintaan saa tehdä vain matalan urituksen tai harjauksen. Elementtien saumat viistetään.

Kun betonikaide toteutetaan korkeampana kuin törmäyskokeessa, on varmistettava laskelmin, että kaiteen yläreuna ei murru törmäyksessä. Kun betonielementtikaide toteutetaan korkeampana kuin törmäyskokeissa, jatkoksen on ulotuttava yhtä lähelle elementin lakea kuin törmäyskokeessa.

Kun betonikaiteesta halutaan liikutettava, betonikaide-elementit asetetaan päällysteen päälle ja paksujen uudelleenpäällystysten yhteydessä nostetaan uuden päällysteen päälle. Törmäyskestävyysluokan H2...4 kaiteiden kestävyysvaatimus on sama kuin edellä, mutta N2 kaiteiden InfraRYL kohdan *Siirrettävät betonikaide-elementit* mukainen. Elementtien nurkat viistetään.



Kuva 11. Suositeltavin betonikaidetyyppi on STEP-barrier. Kaiteen laen leveys on tavallisesti 200 mm, jolloin saadaan taulukon mukainen b-mitta. Maanpinnan alapuolella ja yli 1000 mm korkeudella pinta voi olla vaihtoehtoisesti pystysuora. Upotussyvyys u on tavallisesti 100 mm.

6 Erityiskysymyksiä

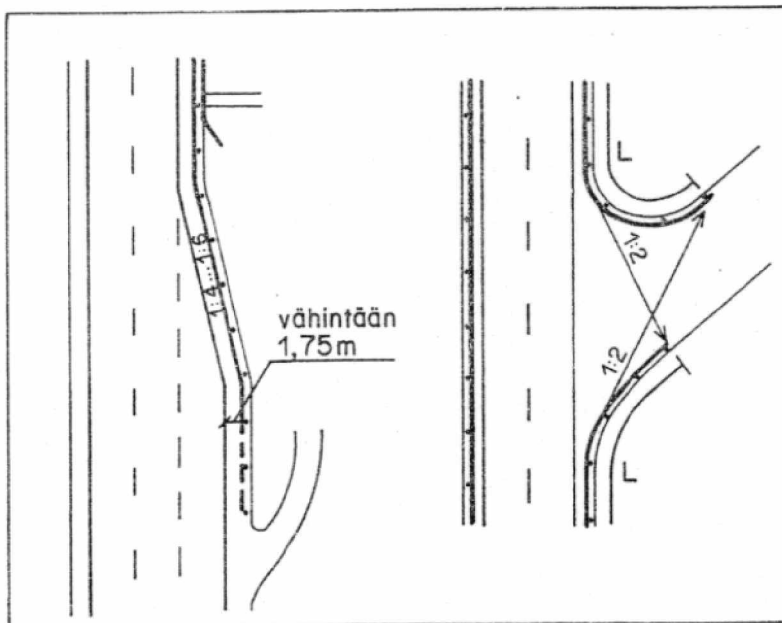
6.1 Liittymät ja linja-autopysäkit

Liittymää ei pitäisi tarpeettomasti sijoittaa kaiteelliselle penkereelle. Liittymän kaarella oleva joustava kaide ei estä suistumista kaiteen läpi kunnolla. Kaiteen takana ei siksi saisi olla vaarakohtia. Liittymän kaarella oleva jäykkä kaide (esim. betonikaide) estäisi suistumisen, mutta kohtisuora törmäys siihen olisi liian vaarallista.

Kaide voi olla näkemäeste liittymässä. Tarvittaessa käytetään läpinäkyvämpää kaide-tyyppiä tai piennarta levennetään.

Törmäystä liittymän saarekkeilla oleviin esteisiin on vaikea torjua kaiteella. Kaide jää yleensä ainakin toisessa suunnassa liian lyhyeksi, eikä joustotila sivusuunnassa riitä. Kaiteiden väliin jää lunta, joka sulaa keväällä tielle ja jäätyy. Törmäminen keskisaa-
rekkeelle tuettuun portaaliin estetään ohjeessa **Tien poikkileikkauksen suunnittelu** esitetyillä muilla keinoilla.

Pysäkkiä ei pitäisi tarpeettomasti sijoittaa kaiteelliselle kohdalle, jos se edellyttää aukon tekemistä kaiteeseen. Tien liikennemäärä tai nopeustaso määrää, miten kaide alkaa aukon jälkeen. Pysäkki voidaan sijoittaa kaiteen alkuun kuvan 12 mukaisesti. Jos pysäkin odotustila jää kaiteen ja ajoradan väliin, odotustila pitää korottaa.



Kuva 12. Kaiteen aloittaminen pysäkin kohdalla ja kaiteen päiden kääntäminen vähäliikenteiselle sivutielle. Kirjaimen L kohdalla kaiteessa tarvitaan joissakin kaidetyypeissä vetotanko tai vaijeri, jolla johteeseen syntyneet vetojännitykset välitetään maahan, kun auto törmää kaiteen suoraan osuuteen. Voima välitetään maahan sitomalla vetotangon alapää suoran osuuden viimeisen kaidepylvään tyveen tai erilliseen ankkurointiperustukseen.

6.3 Nykyisten kaiteiden kelpoisuuden arviointi parannettaessa tietä

Kun parannetaan tietä leventämällä, muuttamalla tien geometriaa tai nostamalla merkittävästi tien nopeustasoa tai liikennemäärää, suunnittelun lähtökohtana on:

- a) Tien leventämisen tai muun syyn takia siirrettävät maahan asennetut kaiteet korvataan uudella tämän ohjeen laatuvaatimukset ja hankekohtaiset laatuvaatimukset täyttävällä kaiteella.
- b) Entiselle paikalleen jäävät tämän ohjeen ja hankekohtaiset laatuvaatimukset täyttävät kaiteet jätetään ennalleen.
- c) Entiselle paikalleen jäävät kunnostuskelpoiset kaiteet hyödynnetään ja kunnostetaan tässä esitettyjen ohjeiden mukaisesti.
- d) Purettavia kaiteenosia voidaan hyödyntää pysyvissä rakenteissa tieviranomaisen luvalla. Kysymykseen tulee esimerkiksi hyväkuntoisten betonikaiteiden käyttö, vaikka kaide ei täyttäisikään kaikkia tässä esitettyjä laatuvaatimuksia (nykysääntöjen mukaisia törmäyskokeita)
- e) Nykyisten kaiteiden puutteelliset toimintaleveydet korjataan lisäämällä pylväitä, jolloin voidaan soveltaa kaiteen tai sen uudemman version törmäyskokeissa todettuja toimintaleveyksiä.
- f) Nykyisten kaiteiden pituus muutetaan tämän ohjeen mukaiseksi.
- g) Nykyisten kaiteiden päät muutetaan nykyisten laatuvaatimusten mukaisiksi. Tienpitäjä voi kuitenkin päättää, että liikennemääräraja kokoonpainuvan kaiteen pään käytölle on kaksi kertaa niin suuri kuin tässä ohjeessa uudella tiellä vaaditaan tai että 8 m viistettä ei korvata 12 m viisteellä, kun kaidetta ei tarvitse jatkaa.

Edellä kohdassa c tarkoitettu kunnostamiskelpoinen kaide on esimerkiksi tyyppipiirustuksen Ty 3/51 mukainen kaide.

- Jos ainoa puute on korkeus, kaide voidaan vetää maasta oikeaan korkeuteen.
- Jos kaiteen etupinnan takana on joustotilaa vähemmän kuin tämä ohje edellyttää, lisätään pylväitä tarvittava määrä. Ulkonäkösystä U-160 pylväiden väliin saa lisätä U-100 pylväitä vain tienpitäjän luvalla.
- Jos kaiteen johteessa tai jatkoksissa on hitsauksia tai lovia, jotka voivat heikentää johteen tai jatkosten vetolujuutta, osa korvataan kaidetyypin uudemman version varaosalla.
- Jos kaide on liian lyhyt, kaidetta voidaan pidentää kaidetuotteella, jonka varaosat soveltuvat nykyiseenkin kaiteeseen, ja uuden ja nykyisen kaiteen liitoksesta on helppo tehdä kohdan 2.6 mukainen.
- Jos kaiteen aloitustapa ei täytä kohdassa 2 esitettyjä vaatimuksia, aloitustapa muutetaan kohdan 2 mukaiseksi. Tienpitäjä voi kuitenkin päättää, että kokoonpainuvia kaiteen päitä koskeva liikennemäärä on kaksi kertaa niin suuri kuin kohdassa 2.

- Jos nykyisessä kaiteessa on U-160 pylväät, kaide on kunnostettava Infra RYL:n mukaisesti. Kunnostus sisältää kaiteen korkeuden korjaamisen, pylväiden tyven heikentämisen, pylväsruuvien vaihdon heikommaksi (M12 4.6) ja johteen jatkosten vahventamisen 2+2 lisäruuvilla (M16 8.8). Tällainen kunnostus on erityisen tärkeä, kun kaidetta jatketaan, koska heikentämättömillä U-160 pylväillä varustetun ja uusilla U-100 pylväillä varustetun kaiteen liitoskohta voi katketa törmäyksessä, jos kunnostuksen kaikkia vaiheita ei tehdä. Tienpitäjä harkitsee tällaisen kunnostuksen tarpeellisuuden tapauskohtaisesti, kun kaidetta ei jatketa, ja tien nopeustaso on enintään 60 km/h. Tällä nopeudella myös U-160 pylväin varustettu kaide toimii tyydyttävästi tai jopa uutta kaidetta paremmin, jos kaiteen takana ei ole jyrkkäluiskaisella penkereellä 0,5 m tasannetta.
- Jos kaiteen pylväinä on betonipylväs tai ratakiskopylväs, kaide korvataan uudella. Jos pylväinä on I-profiili tai U-120 pylväs, tienpitäjä voi tapauskohtaisesti päättää, että pylvästä ei tarvitse heikentää.
- Jos kaiteen johde on pitkältä matkalta kolhiintunut tai kaide kallistuu maan pettäessä pylväiden juuressa, kaide korvataan uudella.

6.4 Kevyen liikenteen vaikutus kaiteisiin

Erillisellä kevyen liikenteen väylällä ja muilla kevyen liikenteen suosimilla ajoväylillä tulee kiinnittää huomiota varsinkin pyöräilijöiden turvallisuuteen erityisesti sellaisten alamäkien jälkeen, joissa nopeus kasvaa suureksi. Tällaisessa paikassa kevyen liikenteen kaide ei ole yleensä turvallisin tapa estää suistuminen vaaralliseen paikkaan. Kevyen liikenteen tietä voidaan leventää ja este, jyrkänne tai syvä vesi tulisi saada riittävän etäälle (2...3 m) pensaiden, vallin tai sivuojan ulkoluiskan taakse. Pengerluiskiin istutetaan runsaasti pensaita. Verkkoaitakin on alamäen jälkeen pyöräilijälle turvallisempi kuin kaide, mutta se ei kestä voimakasta aurausta, ja on ehkä sijoitettava kauemmas väylän reunasta. Jos edellä kuvattuja keinoja ei voi käyttää, käytetään auraukestävyysluokan 4 tiekaidetta, jossa on 1,1 m korkeuteen ulottuva kevyen liikenteen korotusosa (yhdistetty tie- ja kevytkaide). Jyrkkäluiskaisella (1:1,5), korkealla (yli 3 m) penkereellä tai vaarallisen vesistön (rannassa yli 1 m vesisyvyys) vieressä käytetään samanlaista kaidetta muutenkin, kuin alamäkin jälkeen. Kun autoliikenteen tie on etäällä tai nopeustaso on enintään 40 km/h, hyväksytään muukin auraukestävyysluokan 4 kaide, jonka korkeus on vähintään 1,1 m. Tieviranomaisen voi hyväksyä maisemallisten syiden perusteella huonommin aurausta kestävä kaiteen.

Maantien reunassa oleva autoliikenteen edellyttämä tiekaide varustetaan korotusosalla, kun kevyttä liikennettä on runsaasti ja kaiteen takana on korkea penger tai vaarallinen vesistö. Joissakin tilanteissa korotusosan sijasta voidaan käyttää pensasistutuksia ja verkkoaitaa, mutta niitä käytettäessä ongelmaksi jää se, että pyöräilijä katu törmätessään tiekaiteeseen.

Tiekaide varustetaan korotusosalla myös silloin, kun kevyen liikenteen tie tehdään erottamalla autoliikenteen tilasta tiekaiteella. Korotusosa estää kaiteeseen törmäystä pyöräilijää kaatumasta tiekaiteen yli ajoradalle. Vilkasliikenteisillä teillä 0,8 m korkuinen betonikaide tai 1,2 m korkuinen sillankaide on ajoneuvoliikenteen kannalta korotusosalla korotettua teräspalkkikaidetta turvallisempi, jos korotusosan toimintaa ei auton törmäyksessä tunneta kunnolla.

Sillan reunassa ja tukimuurien päällä käytetään sillan kaidetta. Pieniaukkoisissa putkisilloissa voi riittää tiekaide, jossa on korotusosa. Tarkempia ohjeita on ohjeessa **Siltojen kaiteet**.

Tiekaiteen korotusosa kiinnitetään tiekaiteen pylväisiin, johteeseen tai muuhun runkoon niin, että korotusosan johde kestää 1 kN suuruisen vaakasuoran ja 1 kN suuruisen pystysuoran eriaikaisen voiman ilman pysyviä muodonmuutoksia. Esimerkkirakenteita yhdistetyistä tie- ja kevytkaideista ja muista kevyen liikenteen kaiteista on julkaisussa **InfraRYL**.

Kun kaiteen etäisyys vilkasliikenteisen (KVL > 3000 ja nopeus vähintään 80 km/h) tien reunasta on enintään 3 m, tiekaiteen korotusosassa ei saa olla pistäviä johteen päitä ja johteiden jatkokset on varmistettava katkeamiselta. Taivuttamaton johteen pää tai katkennut johde voisi tunkeutua kaiteeseen törmänneeseen autoon tai moottoripyöräilijään. Korotusosa ei saa muutenkaan vaikuttaa haitallisesti kaiteen toimintaan: Korotusosa ei saa estää kaidepylväitä kaatumasta törmäyskokeissa osoitetulla tavalla.

Korotusosan johteen jatkosta pidetään katkeamattomana, jos se kestää murtumatta 20 kN vetoa ja se kestää murtumatta taivutusta 0,7...2,0 kertaa niin paljon kuin johde samassa suunnassa. Taivutustarkastelu tehdään erikseen vaaka- ja pystysuuntaiselle kuormalle. Kuorma on onnettomuuskuorma, jonka kuorman osavarmuusluku on 1,0. Esimerkiksi sopivalla U-profiililla jatkettu C-profiili tai sopivalla materiaalilla päällystetty teräsköysi saadaan helposti täyttämään kuvatut ehdot.

7 Suunnittelun vaiheet ja hankintamenettely

7.1 Tie- ja yleissuunnitelma

Kaiteet vaikuttavat tien poikkileikkauksen suunnitteluun lähinnä ohjeessa **Tien poikkileikkauksen suunnittelu** esitetyllä tavalla. Tämä ohje vaikuttaa tien poikkileikkauksen suunnitteluun ahtaissa paikoissa kuten levennettäessä tietä nykyisen sillan alla tai suojattavan rakenteen vieressä. Tilantarve vaikuttaa valittavaan kaidetyyppiin. Tärkeintä on varmistaa, että markkinoilla on ainakin yksi tai kaksi sellaista kohtuu-hintaista kaidetyyppiä, joiden toimintaleveys on riittävän pieni.

Normaalia kalliimpia kaiteita (H2 kaide penkereellä tai sillan alla, törmäysvaimennin) edellyttävät kohdat on syytä tunnistaa jo tiesuunnitelmassa. Ne vaikuttavat tien kustannusarvioon. Suunnitelman perusteella niihin osataan kiinnittää riittävää huomiota myös hankintavaiheessa.

7.2 Laatuvaatimuksen muoto suuressa kohteessa

Suurissa hankkeissa tieviranomaisen ei tavallisesti määrää, mitä kaidetuotetta käytetään. Sen sijaan tieviranomaisen tulisi osoittaa tilaajana suunnitelmassaan ja hankekohtaisessa laatuvaatimuksessaan:

- eri osuuksilla sallitut kaidetyypit ja luokat (esim. keskikaiteena H1 putkipalkkikaide, reunakaiteena ja leveillä keskialueilla N2 teräspalkkikaide tai N2 kaksiputkikaide)
- erityiskaiteiden tarve osuuksittain (esim. kinostumisen takia N2 kaksiputkikaide, meluntorjunnan takia H2 betonikaide, pohjavesisuojauksen takia H2 tai H4 betonikaide, ylideiden erikoiskuljetusten takia luiskaan sijoitettu kaide)
- osuudet, joilla vaaditaan H2 kaide siltapilarin ja portaalin kohdalla linja-automatkestäjien suojaamiseksi, heikot siltapilarit, joiden kohdalla vaaditaan H2 tai H4 kaide, sillat, joissa kaide alkaa tulosuunnissa penkereeltä, sekä muut kohdat, joissa vaaditaan normaalia korkeampi
- kohdat, joissa tarvitaan törmäysvaimennin tilaajan suunnitelman mukaisessa tilanteessa
- poikkeukselliset osuudet, joissa on ulkonäköä koskevia erityisvaatimuksia (väri tai kaidetyyppi tai jompikumpi kahdesta nimetystä tuotteesta)
- mahdolliset poikkeamat tämän ohjeen vaatimuksista (sallitaan aerauskestävyysluokka 3 tai vaijerikaide)
- nykyisten kaiteiden hyödyntämistavat parannettavilla tieosuuksilla.

Vaatimukset valitaan niin, että useamman kuin yhden valmistajan tuotteita voidaan käyttää.

7.3 Pienet kohteet ja nykyisten kaiteiden täydentäminen

Tieviranomainen määrää pieniin kaidekohteisiin kyseisellä tiellä aikaisemmin käytetty kaidetyypin nykyaikaisimman version, jos se täyttää tämän ohjeen vaatimukset. Tarkoituksena on, että uuden version varaosat sopivat myös vanhaan kaiteeseen, ja jatkettavien kaiteiden siirtymärakenteista tulee yksinkertaisia ja turvallisia. Vaatimus voi olla esimerkiksi muotoa: "Reunakaiteen pidennyksissä ja uusissa reunakaiteissa käytetään törmäyskestävyysluokan N2 auraskestävyysluokan 4 teräspalkkikaidetta, jonka varaosat soveltuvat nykyisen kaiteen (Ty 3/51) varaosiksi. Nykyiset kaiteet kunnostetaan julkaisun InfraRYL mukaisesti korkeuden, pylväiden, ruuvien ja pylväsvälin osalta."

Pienissäkin kohteissa voi kuitenkin olla myös tarvetta muiden kaidetuotteiden käyttöön, jos tarvitaan erityisen pieni toimintaleveys, korkeampi törmäyskestävyysluokka, kinostumista ehkäisevä kaide tms. Näillä perusteilla valittu kaidetyyppi voidaan hyväksyä vaihtoehtona muissakin tieosuuden kaiteissa, jos kaide on kokonaiskustannuksiltaan edullinen ja varaosien saatavuus on riittävän hyvä.

7.4 Tilaajan suunnitelman sitovuus, tarjousvertailu ja arvonmuutokset

Kun urakkaan kuuluu suunnittelu, tilaajan suunnitelmalla osoitetaan keskikaiteen tarve ja tiettyjä kaideosuuksia koskevat erityiset suunnitteluperusteet (meluntorjunta, pohjaveden suojaus, heikot siltapilarit, kinostumisvaara, jne.). Jos suunnitelmaan on merkitty jokin kaidetuote, jotta on voitu varmistua joustovarojen toteutettavuudesta ja laskea kustannukset, tarjouspyynnössä on todettava, että hyväksytään muutkin tämän ohjeen ja hankekohtaisen laatuvaatimuksen mukaiset kaiteet, joissa on otettu huomioon tilaajan suunnitelmassa esitetyt erityiset suunnitteluperusteet.

Kun urakan tarjouspyynnössä on valmis rakennussuunnitelma, joka perustuu yhden tuotteen käyttöön, tarjouspyynnössä on todettava, miltä osin tämä tuotevalinta on sitova. Jos painavat varaosahuoltoon tai ulkonäköön liittyvät perustelut eivät edellytä vain yhden tuotteen sallimista, tarjouspyynnössä on perusteet, joilla muut kaidetuotteet voidaan hyväksyä.

Jos erityiskohteiden suojauksessa ja pohjavesisuojausbetonikaiteessa sallitaan useampia törmäyskestävyysluokkia, on mainittava, miten tämä otetaan huomioon tarjousvertailussa tai toteutusvaiheen arvonmuutoksissa.

Jos auraskestävyysluokan 4 lisäksi sallitaan erityisestä syystä vaihtoehtona auraskestävyysluokka 3, tulisi todeta tarjouspyynnössä, että luokan 3 kaiteelta peritään arvonmuutos, jonka suuruus on valittu seuraavin perustein: Selvitysten mukaan auraskestävyysluokan 4 kaide kestää tien leveydestä ja liikennemäärästä riippuen kolhiintumatta 30...40 vuotta. Auraskestävyysluokan 3 kaiteessa joudutaan oikomaan kolhuja ulkonäkösyistä jo 10...15 vuoden kuluttua ja kaiteen käyttöikä jää 10 vuotta auraskestävyysluokan 4 kaidetta lyhyemmäksi. Auraskestävyysluokan 3 kaiteen valinta aiheuttaa tien ylläpitäjälle silloin nykyarvoltaan 4...7 euron lisäkustannukset

kaidemetriä kohti, missä alaraja koskee Porvoon ja Vaasan välistä 30 km levyistä rannikkoaluetta.

7.5 Törmäysvaimentimet ja muut erityistuotteet

Pienissä ja joskus suurissakin hankkeissa voidaan tarvita pieniä määriä vähämenekkiisiä uusia tuotteita, kuten erikoiskaiteita, kokoon painuvia kaiteen päitä ja törmäysvaimentimia. Varaosatarpeen pienentämiseksi usean hankkeen törmäysvaimentimet voidaan hankkia yhdessä urakassa, jolloin seudulla tarvittavien erilaisten varaosien tarve pienenee.

Standardin SFS EN 1317 osien 2 ja 3 luokat

Kaiteisiin sovellettavat standardin SFS-EN 1317-2 mukaiset hyväksymiskriteerit ovat: Auto ei saa kaatua, mennä läpi eikä yli. Auto ei saa ponnahtaa kaiteesta liian jyrkästi eikä henkilöautossa olijoihin saa kohdistua ylisuuria hidastuvuuksia (riskitaso A on paras) eivätkä suuret kaiteen osat saa tunkeutua autoon tai lentää ympäristöön. Ylemmässä törmäyskoeluokassa hyväksytyt kaidetyypit täyttävät automaattisesti alemman luokan vaatimukset. Törmäyskokeita tarvitaan yleensä kaksi. Törmäyskestävyysluokat ovat:

Törmäys-kestävyysluokka	Törmäyskoe				Törmäyskoe TB11 (pieni auto)			
	auto	Paino (tonnia)	Nopeus (km/h)	Kulma (astetta)	Auto	paino (tonnia)	nopeus (km/h)	kulma (astetta)
N1	ha	1,5	80	20	ei vaadita			
N2	ha	1,5	110	20	ha	0,9	100	20
H1	ka	10	70	15	ha	0,9	100	20
H2	la	13	70	20	ha	0,9	100	20
H3	ka	16	80	20	ha	0,9	100	20
H4	ka	30/38	65	20	ha	0,9	100	20

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

Törmäysvaimentimiin sovellettavat standardin SFS-EN 1317-3 mukaiset hyväksymiskriteerit ovat periaatteessa samat kuin kaiteilla. Törmäyskokeita tarvitaan vähintään 2...6. Törmäyskestävyysluokat ovat:

Törmäys-kestävyysluokka	Suoraan edestä (Auton paino tonneina x nopeus km/h)	Epäkeskeinen edestä	15° päähän	15° kylkeen	165° kylkeen (vain 2-suunt.)
50	0,9x50			1,3x50	
80/1		1,3x80	0,9x80	1,3x80	
80	0,9x80	1,3x80	0,9x80	1,3x80	1,3x80
100	0,9x100	1,3x100	0,9x100	1,3x100	1,3x100
110	0,9x110	1,3x100	0,9x100	1,5x110	1,5x110

