



TERÄSKAIDETYYPPIEN SELVITYS SUOMEN SILLOISSA

Mauri Tommiska

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2014
Rakennustekniikka
Rakennustuotanto

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakennustuotannon suuntautumisvaihtoehto

MAURI TOMMISKA:
Teräskaidetyyppien selvitys Suomen silloissa

Opinnäytetyö 33 sivua, joista liitteitä 6 sivua
Huhtikuu 2014

Siltojen korjausrakentamisen tarpeen jatkuva lisääntyminen ja markkinoiden kasvaminen tuovat merkittäviä haasteita työmenetelmien kehittämiseen, ajallisesti tehokkaampaan työskentelyyn ja kustannustehokkaampaan toimintaan. Myös kaidetyypit ovat muuttuneet vuosien aikana ja tuoneet haasteita siltojen huolto-, ylläpito- ja korjaustöihin. Suomen valtion omistamista noin 15 000 sillasta suurin osa on rakennettu 1960–1980-luvuilla. Kyseiset sillat saavuttavat parhaillaan ensimmäisen koko sillan kattavan peruskorjauksen.

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa viimeisen 60 vuoden aikana käytettyjä teräskaidetyyppejä teräsbetonisilla maantiesilloilla. Kartoituksen tarkoitus on edesauttaa sillankorjausrakentamisessa vastaan tulevien purku- ja työmenetelmien kehittämistä. Kartoituksen ohella kerrotaan myös yleisimmistä teräskaiteiden vaurioista, korjausmarkkinoista ja -tarpeista.

Työn tuloksena saadaan selvyys käytetyistä teräskaidetyypeistä sekä ajanjaksoista, jolloin kutakin kaidetyyppiä on käytetty. Tuloksista ilmenee myös pystytäänkö olemassa olevaa siltakantaa korjaamaan riittävää tahtia, ettei huonokuntoisten siltojen ja kaiteiden määrä kasvaisi. Teräskaiteisiin kohdistuvat ongelmat ja tärkeimmät korjaustarpeet sekä vauriot esitellään tehdyssä työssä.

Siltojen korjausrakentamisen työmenetelmien kehittäminen tulee tuskin koskaan loppumaan. Silloissa käytettävien uusien kaidetyyppien ominaisuudet tulevat tulevaisuudessa määrääntymään törmäysturvallisuusvaatimusten mukaisesti. Uusien kaidetyyppien käyttö vanhoissa silloissa tuo lisähaasteita, sillä niiden asennus tulee aina suunnitella tapauskohtaisesti.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in Construction Engineering
Option of Building Production

MAURI TOMMISKA:
Surveying of steel railing types in bridges in Finland

Bachelor's thesis 33 pages, appendices 6 pages
April 2014

Continuously increasing need for renovation in bridges and market growth will create significant challenges for the development of working methods, more time-efficient and more cost-effective work activities. Steel railing types have also changed over the years and have brought challenges to the maintenance and renovation works of bridges. The Finland state owns about 15 000 bridges and the most of them have been built during 1960–1980 decades. These bridges need now first time to be renovated.

Purpose of this bachelor's thesis is to survey what kind of steel railing types have been used in reinforced concrete bridges in public roads. This survey is meant to help incoming demolition- and work methods development. In addition the survey also describes the most common damage-, repair- and market needs of steel railings.

This report contains information about used steel railing types, as well as the periods when each steel railing types has been used. The results also shows is it possible to renovate existing bridge enough that the amount of poor condition bridges would not grow. There is also information about problems of steel railings and the most important needs for renovation.

Development of bridge renovation related working methods will probably never end. Features of the new steel railing types in bridges in the future will be dictated by crash safety requirements. Using the new steel railing types in the old bridges will bring additional challenges, because their installation should always be designed case by case.

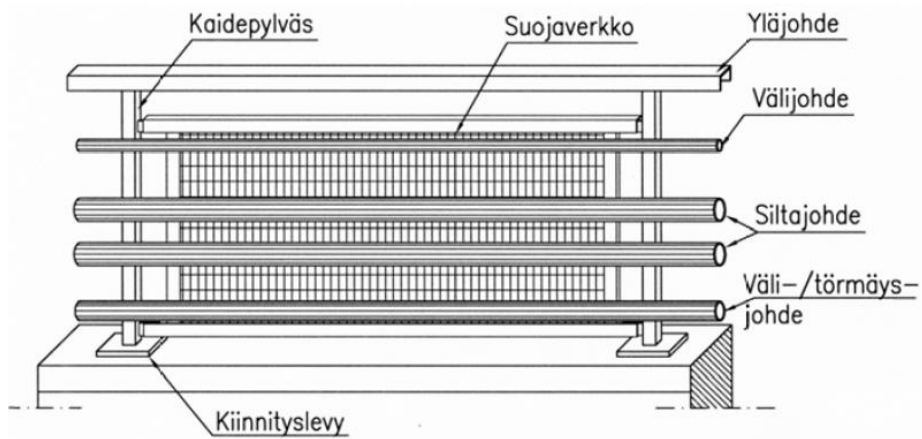
Key words: steel railing, survey, bridges.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Tausta.....	6
1.2	Tavoitteet	6
1.3	Menetelmät	7
1.4	Rajaukset.....	7
2	MENETELMÄT	8
2.1	Kyselytutkimus	8
2.2	Kirjallisuustutkimus.....	8
2.3	Haastattelututkimus	9
3	SILTOJEN TERÄSKAITEET	10
3.1	Määrät	10
3.2	Tyypit ja materiaalit.....	12
3.3	BE-kaide	13
3.4	DK-kaide.....	13
3.5	DK H2 -kaide.....	14
3.6	Korjaustarve ja yleisimmät vauriot.....	16
3.7	Korjausmarkkinat.....	22
4	TULOSTEN ARVIOINTI.....	23
4.1	Tulokset	23
4.2	Menetelmien oikeellisuus	23
4.3	Tulosten luotettavuus	24
5	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	25
5.1	Tulosten yhteenveto	25
5.2	Johtopäätökset.....	26
5.3	Jatkotutkimus ehdotukset.....	26
	LÄHTEET.....	27
	LIITTEET	28
	Liite 1. BE-kaide. Teräksinen ajotiekaide vuodelta 1953.	29
	Liite 2. DK-kaide. Sillan sälekaide vuodelta 1978.....	30
	Liite 3. DK H2 -kaide. Teräksinen tiheä sillankaide, 2004.....	31
	Liite 4. DK-kaide. Kaiteen sijoitus korkeaan reunapalkkiin. 1978	32
	Liite 5. DK H2 -kaide. Pulttiryhmän kiinnitys korkeaan reunapalkkiin, 2004	33

ERITYISSANASTO

Kaideosien nimet ja sijainti kaiteessa:



(Lähde: Liikenneviraston ohjeita 25/2012, Siltojen kaiteet, 10.)

Reunapalkki	Teräsbetoninen palkki sillankannen reunoilla
BE-kaide	Vuosina 1945–1958 käytetty tyyppiirustustunnus
DK-kaide	Vuodesta 1958 käytetty tyyppiirustustunnus
DK H2 -kaide	Tyyppiirustustunnus nykyisille törmäysturvallisuusvaatimusten mukaisille teräskaidetyypeille

1 JOHDANTO

Luvussa kerrotaan taustat opinnäytetyön tekemiselle ja lähtökohdat työn pohjalle. Kerrotaan tavoitteet ja mitä eri menetelmiä kartoituksen aikaansaamiseksi käytettiin. Rajataan eli pois suljetaan opinnäytetyön aihealueeseen kuulumattomat asiat.

1.1 Tausta

Opinnäytetyön tilaajayrityksen eli asiakkaan markkina-alue on valtion ja kuntien omistamien siltojen ja maanteiden rakentaminen, peruskorjaaminen ja muu infrastruktuuri rakentaminen. Yrityksellä on osaamista ja kokemusta suurista ja vaativista hankkeista, jotka sisältävät rakentamisen lisäksi myös suunnittelua. Juuri suunnittelun ja korjaustekniikoiden parantaminen sekä kustannuslähtöinen näkökulma ovat tausta selvityksen tekemiselle. Yritys pyrkii myös jatkuvasti kehittämään siltojen rakentamisessa ja korjaamisessa käytettyjä työmenetelmiä. Työmenetelmien kehittämisen kannalta pitää olla tietoa olemassa olevista rakenteista. Opinnäytetyön tapauksessa selvitetään teräskaiteita.

Teräskaiteiden korjaaminen on osa siltojen peruskorjausta. Korjauksia joudutaan tekemään liikennetapaturmien, kuten törmäyksien, luonnonilmiöiden tai korroosion aiheuttamien syiden takia. Myös pelkät teräskaiteet voidaan tai joudutaan vaihtamaan edellä mainittujen ulkoisten syiden takia. Kyseisestä aihealueesta löytyy hyvin vähän tutkimus- ja kirjallisuusmateriaalia. Tämä on yksi niistä syistä, minkä takia opinnäytetyötä lähdettiin tekemään ja selvittämään Suomessa käytettäviä teräskaiteita.

1.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön päätavoite on selvittää sillankorjausrakentamisessa vastaan tulevia teräskaiteita ja kaidetyyppejä. Selvityksen avulla pystytään kehittämään erilaisia purku- ja korjausmenetelmiä ja helpottamaan työmenetelmien suunnittelua ja toteuttamista.

Konkreettisina alatavoitteina kartoituksen ohessa on saada selville arvio teräskaiteiden määristä Suomen silloilla, korjausmarkkinoiden osuus siltarakentamisessa, yleisimpien

kaidevaurioiden, korjaustarpeiden ja -tekniikoiden esitleminen. Nykypäivänä korjausrakentamisessa saattaa tulla vastaan erilaisia teräskaidetyyppejä, jotka voivat olla jopa 50 vuotta vanhoja. Yksi alatavoitteista onkin esitellä ja käydä läpi eri kaidetyyppejä tyyppikuvineen mainitulta ajanjaksolta. Tavoitteiden ohessa saatetaan helpottaa siltojen uudisrakentamista ja korjausrakentamista suunnittelijan näkökulmasta, antamalla suunnittelijalle kootun teoksen aiheesta.

1.3 Menetelmät

Opinnäytetyössä käytettiin pääsääntöisesti kolmea eri tutkimusmenetelmää, jotka ovat kysely- ja kirjallisuustutkimus sekä haastattelu. Näillä menetelmillä pyrittiin saamaan riittävän hyvä tieto selvityksen tekemiseksi.

1.4 Rajaukset

Opinnäytetyön tarkoituksena ei ole tutkia tai käsitellä siltoja kokonaisuutena, reunapalkkeja, päällysteitä tai muita siltojen rakenneosia tai varusteita, ainoastaan teräsbetonisen sillan ajoradan teräskaitteita viimeisen 60 vuoden ajalta. Kevyenliikenteen kaitteet, tiejohteet ja kaikki varsinaisen sillankannen ulkopuolella olevat osat eivät kuulu opinnäytetyön selvitysalueeseen.

Yleisimmät kaidevauriot ja korjaustekniikat esitellään puuttumatta oikean korjaustekniikan valintaan tai työselostuksiin. Korjaustarpeet esitellään yhdessä kaidevaurioiden kanssa. Korjausmarkkinat käydään läpi tutkimusmenetelmillä saatujen tietojen perusteella. Teräskaitteiden määrien lopputulos on vain tutkimusmenetelmien avulla saatuja arvioita. Kaikkia kaidetyyppejä ei tulla esittelemään opinnäytetyössä, vain kirjoittajan valitsemat teräskaidetyypit, kuitenkin puuttumatta niiden rakenteellisiin virheisiin tai parannuskeinoihin. Puu- ja betonikaidetyypit eivät kuulu selvitysalueeseen.

2 MENETELMÄT

Luvun tarkoituksena on kertoa mitä kolmea eri tutkimusmenetelmää käytettiin opinnäytetyössä. Tutkimusmenetelmien avulla yritettiin saada selville kokonaiskuva teräskaitaiden tilanteesta alan kirjallisuuden ja ammattilaisten näkökulmista. Kunkin menetelmän materiaalia, tuloksia, luotettavuutta ja opinnäytetyön kirjoittajan henkilökohtaisia mielipiteitä tullaan käsittelemään myöhemmässä vaiheessa.

2.1 Kyselytutkimus

Kyselytutkimuksessa tutkija esitti vastaajille kysymyksiä kyselylomakkeen välityksellä. Opinnäytetyössä käytettiin sähköpostia ja haastattelua kyselyjen välittämiseen. Kyselytutkimuksen kyselylomakkeella kysymykset pyrittiin esittämään mahdollisimman yksiselitteisesti, helposti vastattaviksi ja tutkijalle mahdollisuus antaa vastausta tukevaa oheismateriaalia. Kyselytutkimuksessa kerättiin monelta eri ihmiseltä mielipidettä kysytyyn asiaan. Vastausvaihtoehtoja oli annettu myös valmiiksi.

2.2 Kirjallisuustutkimus

Tarvittavaa aineistoa ja materiaalia ei aina tarvitse etsiä yksilöiltä eli henkilöiltä, vaan mahdollinen käyttökelpoinen materiaali saattaa löytyä jo olemassa olevasta kirjallisuudesta tai opuksesta. Opinnäytetyössä käytettiin olemassa olevaa kirjallisuutta tukemaan muita tutkimusmenetelmiä. Aihealueen aineistoa etsittiin kirjastoista ja nettijulkaisuista. Tekstissä viitataan aina tekstin alkuperään ja työssä käytetty kirjallisuus ilmenee lopussa olevasta lähdeluettelosta. Kirjallisuustutkimuksen pohjalta etsittiin mahdollisia tilastoja, taulukoita ja kuvia teräskaitaista. Edellä mainitut asiat yhdessä kirjallisuuden kanssa havainnollistavatkin kokonais kuvaa paremmin kuin pelkkä teksti.

2.3 Haastattelututkimus

Haastattelu on toimintaa ja tapahtuma, jossa haastattelija ja haastateltava kommunikoi-
vat. Opinnäytetyössä käytetään konkreettista henkilöiden välistä kanssakäymistä eli
kasvotusten haastattelua, puhelimitse suoritettua haastattelua ja sähköpostin välityksellä
käytyjä haastattelua.

Haastattelun aikaansaamiseksi tarvitaan seuraavat asiat:

- Haastattelija.
- Haastateltava henkilö.
- Haastattelutilanne tai -paikka.
- Kysymykset.
- Saadut vastaukset kirjataan muistiin.

Edellä mainittujen asioiden täytyttyä, opinnäytetyöhön on saatu onnistunut haastattelu.
Haastattelussa esille tulleita asioita tullaan käyttämään kartoituksen tekemisessä.

3 SILTOJEN TERÄSKAITEET

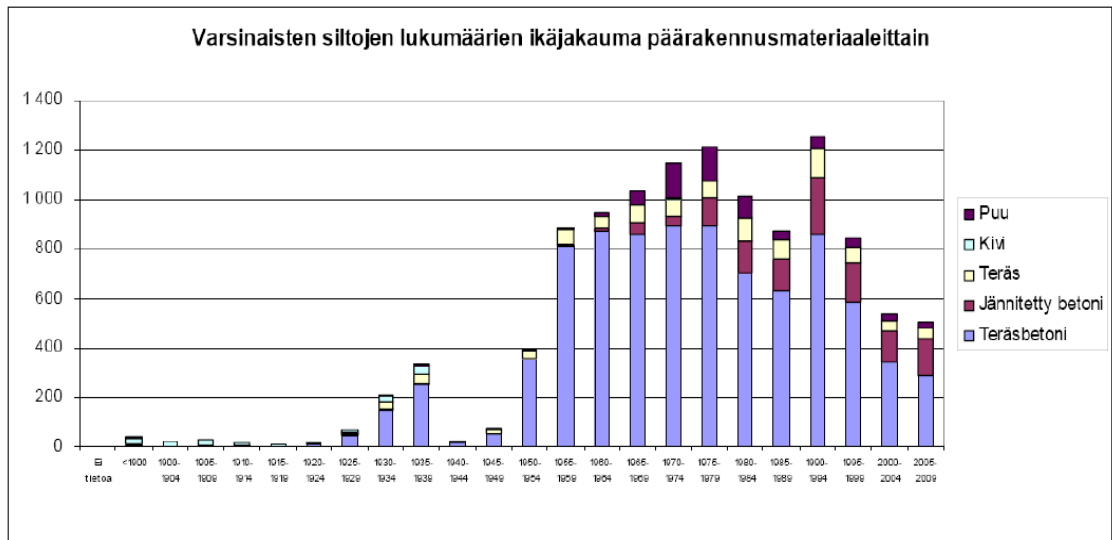
Luvussa käsitellään Suomessa käytettyjä ja hyväksytyjä ajoradan teräskaitteita. Tutustutaan tyyppikuviin viimeisen 60 vuoden ajalta, ja selostetaan niiden perusominaisuuksia. Käsitellään kyseisten kaiteiden materiaaleja, ja kerrotaan yleisesti milloin kutakin silta-tyyppiä on rakennettu Suomen maanteille. Arvio teräskaitteiden määrästä saadaan siltojen määrän ja korjaustarpeiden perusteella.

Tutkimusmenetelmiä apuna käyttäen selvitetään ja tuodaan esille teräsbetoni siltojen kaidevauriot, korjaustarpeet ja samalla myös saadaan selville suuntaa-antava arvio teräskaitteiden nykyisestä kunnosta. Korjausmarkkinat liittyvät suurelta osin juuri korjaustarpeen kasvamiseen.

3.1 Määrät

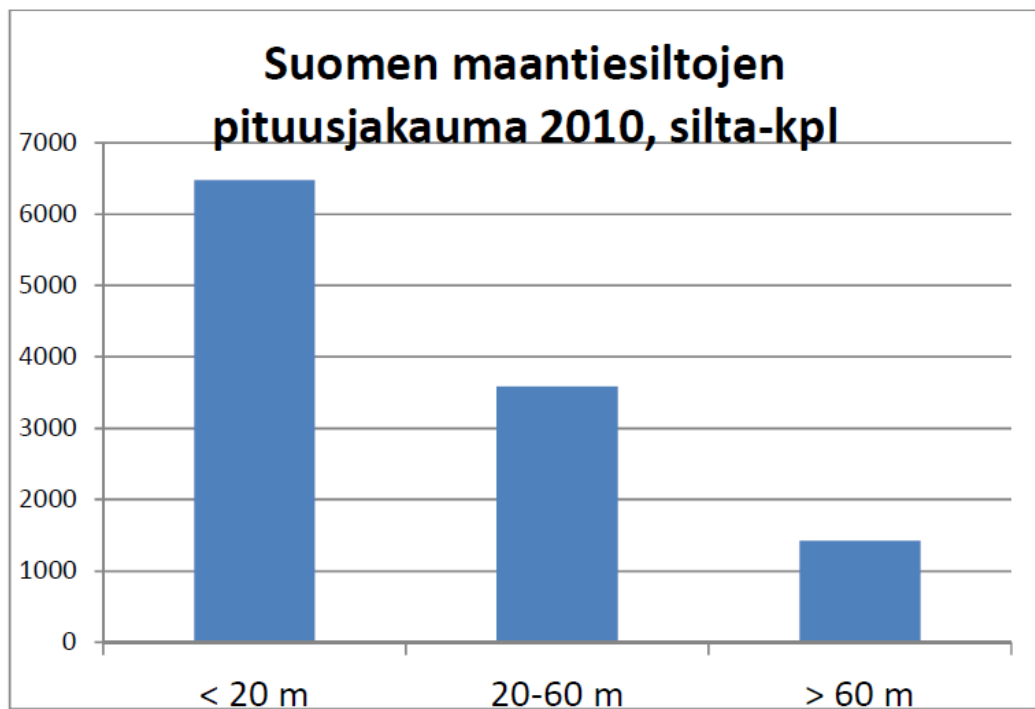
Liikenneviraston vuonna 2010 tekemän tutkimuksen tiesillat 1.1.2010 mukaan Suomessa on yhteensä 14 625 siltaa, joista 9815 on teräsbetoni- tai jännitettyjä betonisiltoja.

Kuvasta 1 saadaan selville tietyn ajanjakson eri päärakennusmateriaaleista rakennettujen varsinaisten siltojen määrät. Kuvassa esitettyjen siltojen pituus on kaksi metriä tai enemmän. Putkisillat (<2m) ja tierummut eivät siis kuulu selvitykseen mukaan. Kuvasta voidaan tarkastella materiaalien mukaan siltojen lukumääriä ja samalla myös silloilla olevien kaiteiden lukumäärä saadaan selville.



KUVA 1. Siltojen ikäjakauma päärakennusmateriaaleittain (Liikennevirasto, tiesillat 1.1.2010, 34)

Suomen maantiesiltojen pituusjakauma on esitetty kuvassa 2. Alareunassa on esitetty siltojen pituudet ja vasemmassa reunassa siltojen määrä. Alle 20 metrisiä siltoja 6 475, 20–60 metrisiä siltoja 3 597, yli 60 metrisiä siltoja 1 425 ja 25 siltaa joiden pituutta ei ole tiedossa.

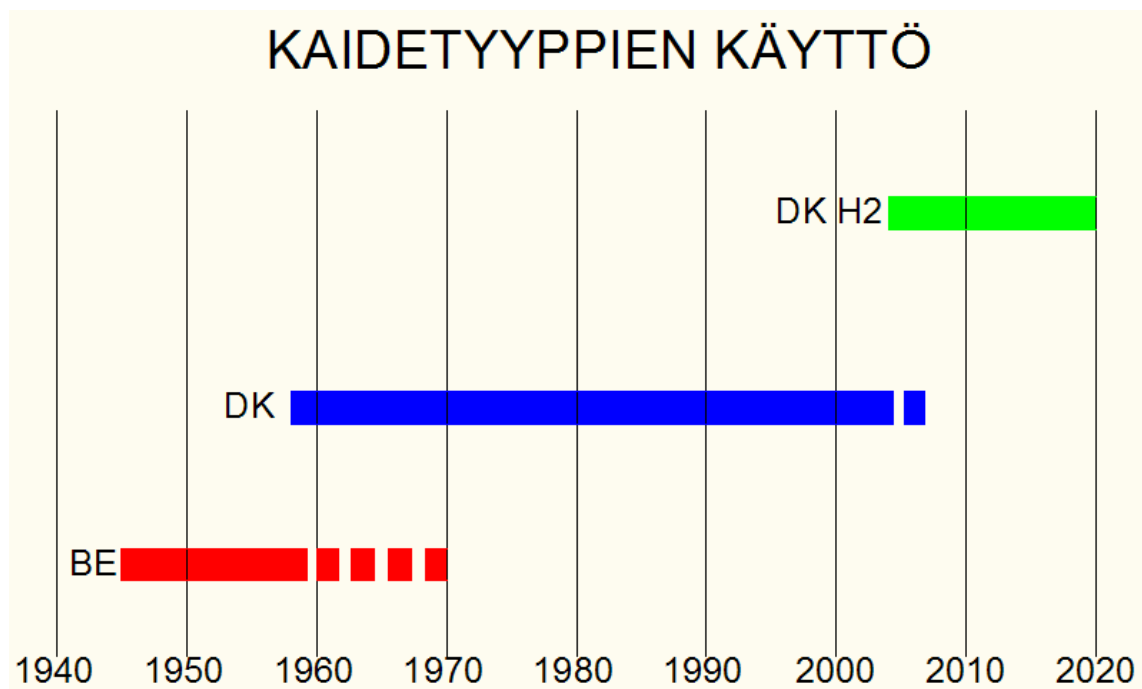


KUVA 2. Siltojen pituusjakauma (Liikennevirasto, tiesillat 1.1.2010, 39, muokattu)

3.2 Tyypit ja materiaalit

Liikenneviraston silta-asiantuntija Jani Meriläisen mukaan kulmateräskaitteita on silta-rekisterin mukaan 424 sillalla yhteensä 28 715,2 kaidemetriä. Kulmateräskaitteet kuuluvat kaidetyyppi BE-luokkaan (liite 1), jotka eivät täytä nykyisin törmäysturvallisuusvaatimuksia ja ne on vaihdettava aina korjauksen yhteydessä uusiin. (Meriläinen 2014.)

Suomen silloilla ajoradan teräskaitteina on käytetty pääsääntöisesti kolme eri tyyppiinrustustunnusta omaavaa kaidetta; BE (liite 1), DK (liite 2) ja DK H2 -kaide (liite 3). Kaidetyypit on otettu käyttöön tyyppiinrustuksien hyväksymispäivämäärällä ja pääsääntöisesti uusi kaide korvaa vastaavan käyttötarkoitukseen tarkoitettua vanhaa kaitteita. Vanhoja ja uusia kaitteita on käytetty kuitenkin sekaisin joitakin vuosia ja näin ollen ei pystytä tarkkaan sanomaan milloin jonkin kaidetyypin käyttö on oikeasti loppunut (kuva 3). (Meriläinen 2014.)



KUVA 3. Kaidetyypin käyttö teräsbetonisilla silloilla

Siltakaiteet valmistettiin L-teräsprofiileista 1960-luvun puoliväliin asti. Siitä lähtien kaidepylväät on valmistettu kuumasinkitystä putkipalkista (tuotemerkki RHS). Viime vuosina on siirrytty noudattamaan eurooppalaista standardia SFS-EN 1317, jolloin edel-

lä mainitut kaidetyypit ovat jääneet pois käytöstä, koska ne eivät täytä uuden standardin vaatimuksia. (Silko 2.311, Tiehallinto, 2004, 1.)

3.3 BE-kaide

BE-kaide (liite 1) on ensimmäisiä liikenneviraston arkistoista löytyviä valtion maantiesilloilla käytettyjä teräskaiteita. BE-tyyppiinustunnusta on käytetty pääsääntöisesti vuosien 1945–1958 välillä. (Liikenneviraston arkisto 2014.) Kyseisen tunnuksen omaavia kaiteita tulee edelleen vastaan siltojen peruskorjauksissa, vaikka ensimmäisiä tämän tyyppin kaiteita on tehty jo yli 60 vuotta sitten. Vastaantulevat kaiteet löytyvät kuitenkin suurimmaksi osaksi syrjäisemmiltä ja liikennemääriltä vähäisemmiltä tieosuuksilta.

Sihvon mukaan BE-tyyppitunnuksen kaiteille on tehty tarvittavat huolto- ja ylläpitotoimet ja näin ollen ne ovat säilyneet alkuperäisinä vuosikymmeniä. Nykyisin siltojen peruskorjauksien yhteydessä kyseiset kaiteet tulee kuitenkin vaihtaa törmäysturvallisuusvaatimusten täyttäviin H2-kaiteisiin. (Sihvo 2014.) Liitteessä 1 on esitetty tyyppiinustus teräksisestä ajotiekaiteesta teräsbetonikantisessa sillassa. Tyypillisimpiä tunnusmerkkejä kyseisestä kaidetyypistä on L-teräksinen kaidepylväs ja käsijohde, pystysäleet kiinnitettiin niiteillä, kaidepylväs upotettiin tai kiinnitettiin L-teräksellä reunapalkkiin ja kaiteet maalattiin korroosion estämiseksi.

3.4 DK-kaide

DK-tyyppiinustunnuksen omaavia kaiteita (liite 2) on käytetty vuodesta 1958 alkaen (Meriläinen J. 2014).

Destia Oy:n toimihenkilöiden kanssa käytyjen puhelinkeskustelujen mukaan DK-mallin kaide on niin sanottu muutosvaiheen kaidetyyppi. Kaidetyypissä siirryttiin L-teräksisestä kaidepylvästä suorakaiteen muotoiseen kaidepylvääseen, ja reunapalkkiin upotettavasta kaidepylvästä pulttiryhmillä kiinnitettävään malliin noin 1980-luvun alussa. Kaiteen pintakäsittelyssäkin tapahtui muutoksia, joka johti teräsosien kuumasin-

kitykseen maalaamisen sijaan. (Sihvo, Tapanainen & Väisänen 2014.) Tyypin kuva kaiteesta on liitteessä 2.

Muutokset toivat osakseen ongelmia kaidepylvään sisään mahdollisesti kondensoituvan veden kanssa. Veden poistaminen toteutettiin reunapalkin läpi menevällä putkella, joka useasti saattoi mennä helposti myös tukkoon. Kyseinen vaurio on erittäin yleinen kyseisen kaidetyypin kaidepylväissä. Vauriota käsitellään lisää alaluvussa 3.6 ja piirustus upotetusta kaidepylvästä on esitetty liitteessä 4.

Pulttiryhmillinen kaidepylväs

Kiinnitystapa oli suotuisa ja vähemmän työllistävä, kun kaiteen osia jouduttiin vaihtamaan mahdollisten kaidevaurioiden sattuessa. Kaidetta uusittaessa ei välttämättä jouduttu korjaamaan, purkamaan tai muutenkaan koskemaan sillan reunapalkkiin pulttiryhmillisen kiinnitystavan vuoksi. Nykyisin DK-kaidetyyppi vaihdetaan peruskorjauksien yhteydessä uuteen DK H2 -kaidetyyppiin, mikäli kaiteelle asetetut törmäysturvallisuusvaatimukset eivät täyty (Meriläinen 2014).

3.5 DK H2 -kaide

Nykyisessä siltarakentamiskulttuurissa käytetään teräskaidetyyppejä DK H2, joka täyttää nykyiset törmäyskestävyysvaatimukset (liite 3). Teräskaiteiden rakenteeseen kuuluu kaiteen runko ja varusteluosat. Teräskaiteiden varustelu voi olla harva, tiheä, säle tai verkko. Ajoneuvoliikenteelle tarkoitettulla sillalla käytetään yleensä teräksistä kuumasinkittyä sillankaidetta. (Liikenneviraston ohjeita 25/2012, 10.)

Harva sillankaide (kuva 4, ylhäällä vasen)

Käytetään silloilla, joilla kevyt liikenne on kielletty (esim. moottoritie- tai moottoriliikennetie). Harva sillankaide koostuu kaiderungosta: kaidepylväistä, yläjohteesta, siltajohteesta sekä mahdollisesta alemmasta törmäysjohteesta. Alempaa törmäysjohdetta käytetään H2 sillankaiteella kaiteen liittyessä matalaan reunapalkkiin, tai myös korkean reunapalkin yhteydessä, mikäli siltajohteena käytetään 240/5-avoprofilia. (Siltojen kaiteet, Tiehallinto, 2006, 16.)

Tiheä sillankaide (kuva 4, ylhäällä oikea)

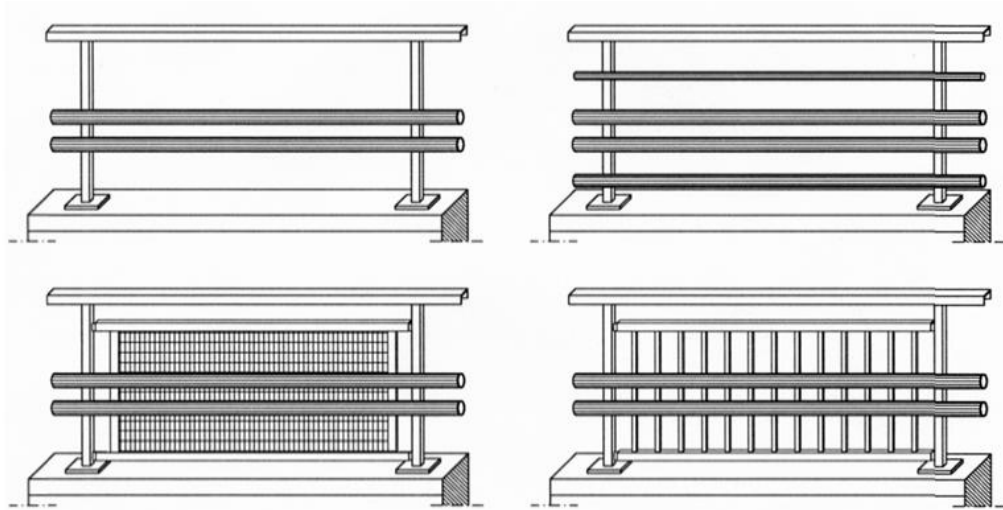
Käytetään silloilla, joilla kevyt liikenne on sallittu. Tiheä sillankaide koostuu välijohteilla varustellusta kaiderungosta. (Siltojen kaiteet, Tiehallinto, 2006, 16.) Pelkästään välijohteilla varustettu tiheä sillankaide kuitenkin helpottaa kaiteen yli kiipeämistä, joten tiheää sillankaidetta ei saa käyttää kevyen liikenteen kaistan ulkoreunalla (Liikenneviraston ohjeita 25/2012, 10).

Verkkokaide (kuva 4, alhaalla vasen)

Käytetään auraslumen putoamisen esteenä alittavan tien kohdalla. Suojaverkkoa käytetään myös kevyen liikenteen kaistan ulkoreunalla suojaamassa kevyttä liikennettä. (Liikenneviraston ohjeita 25/2012, 10.) Verkkokaiteessa on kaiderunko varustettu korkealla suojaverkolla. Verkon kohdalla ei tarvitse käyttää välijohteita, mutta kylläkin tarvittaessa alemmaa törmäysjohdetta. Välijohteiden käyttö yhdessä verkon kanssa on kuitenkin mahdollistettu H2 sillankaiteissa. (Siltojen kaiteet, Tiehallinto, 2006, 16.)

Sälekaide (kuva 4, alhaalla oikea)

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 näkemästeen, kuten on esim. rombisissa eritasoliittymissä liityttäessä rampilta sillan päällä olevalle tielle. Sälekaide koostuu säleiköllä varustetusta kaiderungosta. (Liikenneviraston ohjeita 25/2012, 10.)



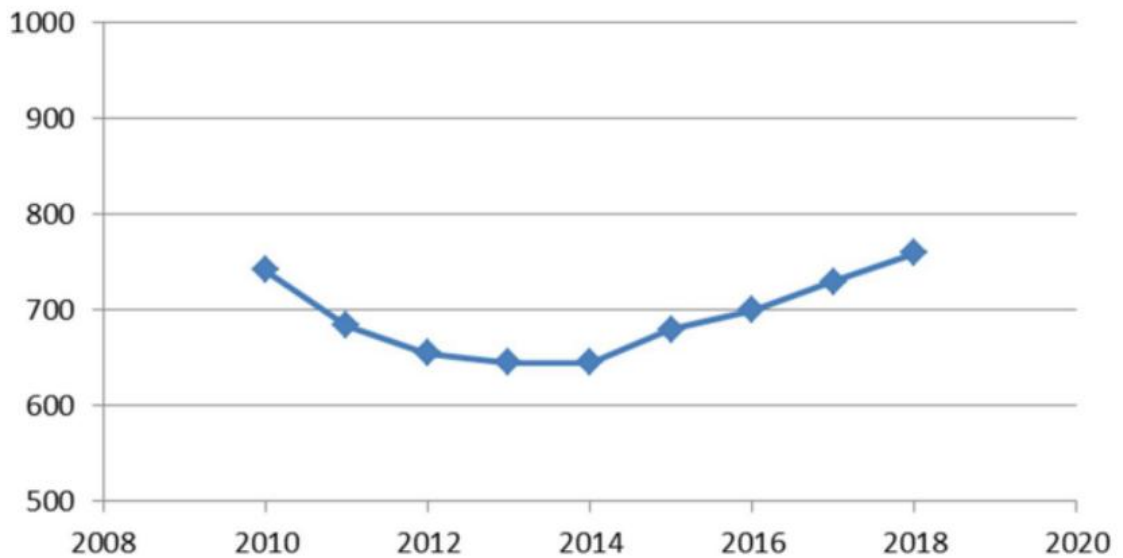
KUVA 4. Periaatteellisia esimerkkejä teräksisistä sillankaiteista eri varusteluilla: harva kaide (yllä vas.), tiheä kaide (yllä oik.), verkkokaide (alla vas.) ja sälekaide (alla oik.) (Liikenneviraston ohjeita 25/2012, 10).

H2-kaiteen kiinnitys reunapalkkiin tehdään kaidepylvään ja reunapalkin välisellä pultti-ryhmällä (liite 5). Upotettavasta kaidepylvään kiinnityksestä on luovuttu, koska pultti-ryhmällä kiinnitetyt kaiteita on helpompi huoltaa, ylläpitää ja korjata. Edellä mainittujen asioiden tärkeys tulee vastaan, kun yleisimpiä vaurioita ryhdytään korjaamaan tai määritetään siltojen korjaustarvetta.

3.6 Korjaustarve ja yleisimmät vauriot

Selvityksessä käytettävien menetelmien myötä kävi ilmi, että yleisesti ottaen korjattavien siltojen ja näin ollen myös kaiteiden korjaustarve on suurempi, kuin nykyvauhdilla pystytään korjaamaan. Toisin sanoen siltoja ja kaiteita ei pystytä korjaamaan samaa vauhtia, mitä niiden kanta huononee. (Meriläinen, Sihvo & Väisänen 2014) Osasyynä tähän ilmiöön on todennäköisesti korjaukseen käytettävissä olevat määrärahat ja pahimpien vaurioiden priorisointi, joihin kuluu iso osuus budjetista. Mahdollisesti myös vaurikorjauksia on laiminlyöty. Kuvassa 5 on ennustettu huonokuntoisten siltojen määriä tulevina vuosina.

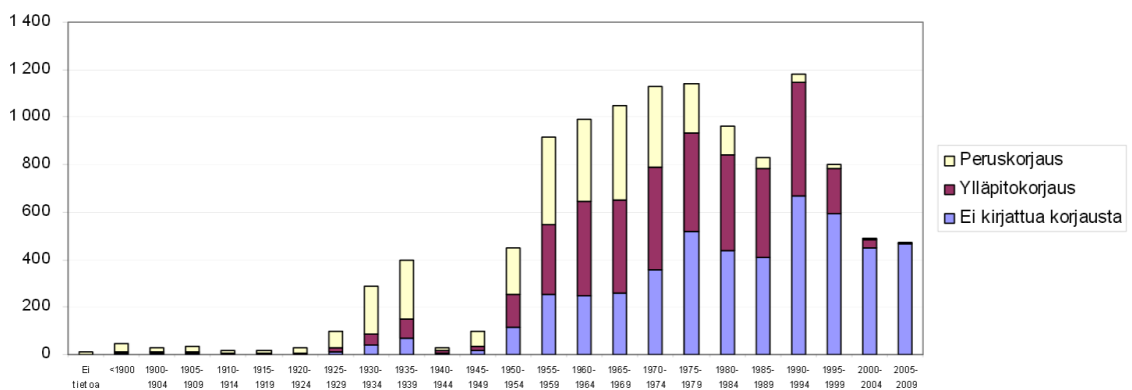
Huonokuntoiset sillat



KUVA 5. Ennuste huonokuntoisten siltojen määrästä (Meriläinen 2014)

Varsinaisten siltojen korjaustilanne on esitetty kuvassa 6. Kuvaa tulkiten voidaankin olettaa nykypäivänä peruskorjattavien siltojen olevan 1970 luvun molemmilta puolin sillan kunnosta riippuen. Sillan teräskateet ovat yleisesti osa peruskorjausta. Ylläpito- korjauksia tehdään kaikille yli 10 vuotta vanhoille silloille. Seuraavien 10 vuoden aikana peruskorjauksen tarve tulee olemaan 1970 luvulla valmistuneilla silloilla.

Varsinaisten siltojen lukumäärien ikäjakauma korjaustilanteen mukaan 1.1.2010



KUVA 6. Siltojen korjaustilanne vuonna 2010 (Liikennevirasto, tiesillat 1.1.2010, 84)

Korjaustarpeesta puhuttaessa tarkoitetaan sillan teräskateen korjaamista tai mahdollisesti kokonaan sen uusimista peruskorjauksen yhteydessä. Kaiteiden uusimisen ja kor-

jauksen välistä vaihtoehtoa määritetään seuraavissa kappaleissa yleisimpien vaurioiden hahmottaessa kokonaiskuva.

Yleisesti ottaen teräskaide uusitaan korjaamisen sijaan jos

- a) se on niin pahoin vaurioitunut, että kaide vaarantaa liikenneturvallisuutta (kaide on korjattava tai uusittava välittömästi),
- b) siirtyminen uuteen sillankaidetyyppiin eri luokan teillä vaikuttaa kaiteiden uusimistarpeeseen seuraavan kappaleen mukaan,
- c) sillan reunapalkki uusitaan peruskorjauksen yhteydessä,
- d) kaide on pahoin ruostunut ja siinä on runsaasti pistemäistä tai viivamaista korroosiota ja kaidepylvään teräsprofiilin ainepaksuus on pienentynyt paikallisesti yli 10 %,
- e) ulkonäkösytyt vaativat,
- f) matala kaide on muutettava korkeaksi,
- g) muissa tapauksissa on selvítettävä uusimisen ja korjaamisen välinen suhde kustannusvertailulla (korjaamisen kustannus saa olla korkeintaan puolet uusimisen kustannuksesta) (Silko 2.311, Tiehallinto, 2004, 1).

Sillan kaide uusitaan tai korjataan edellisen kappaleen mukaan aina, jos kaide vaarantaa liikenneturvallisuutta. Sillan peruskorjauksen ja reunapalkin uusimisen yhteydessä menetellään kaiteiden osalta seuraavasti:

- L-teräsprofiilista valmistettu kaide uusitaan.
 - Putkipalkkipylväin varustettu kaide uusitaan tai muutetaan kaiteen rakenne tyyppiin vastavaksi tieluokasta riippuen seuraavasti:
 - o Moottoriteillä, valtateillä ja kauttakulkuliikenteelle tarkoitetuilla tärkeillä väylillä päätös tehdään ELY-keskuksittain.
 - o Seudullisilla teillä, kun kaiteen kunnossapitomaalaus uusintamaalauksena on tarpeen. Kuumasinkityn kaiteen kunnossapitomaalaus tehdään kuitenkin uudis- tai uusintamaalauksena.
 - o Yhdysteillä siltapaikan tieolosuhteiden mukaan (paha kaarre, huonot näkemäolosuhteet jne.).
 - o Vanhoissa kaiteissa, joissa yhtenäinen siltajohde on näkemäeste, on suositeltavaa vaihtaa johde kaksoisputkijohteeksi.
- (Silko 2.311, Tiehallinto, 2004, 2.)

Kaiteiden yleisin vaurio on ruostuminen, koska kaiteisiin kohdistuu voimakas suola- ja kosteusrasitus. Ruostuminen pahenee, jos kunnossapitomaalausta ei tehdä ajoissa. Korroosiota on havaittu myös kaidepylväiden sisällä.

Muita vaurioita tai toiminnallisia puutteita ovat:

- Ajoneuvojen, etenkin kunnossapitokaluston aiheuttaman törmäysvauriot. Pahimmassa törmäysvauriossa kaidepylväät leikkautuvat irti.
- Kaide ei täytä nykyisiä liikenneturvallisuusvaatimuksia.

(Silko 2.311, Tiehallinto, 2004, 1.)

Teräskaiteiden vauriot

Edellä mainitut ajoneuvojen törmäykset esimerkiksi onnettomuustilanteissa saattavat vaurioittaa teräskaiteita (kuva 7). Teräskaide voi estää ajoneuvon putoamisen sillalta ja useimmissa onnettomuuksissa teräskaide on niin pahoin vaurioitunut, että se joudutaan uusimaan kokonaan liikenneturvallisuuden vuoksi.



KUVA 7. Törmäyksessä vaurioitunut teräskaide (Silko 2.311, Tiehallinto, 2004, 1)

Suurimpia ongelmia on kaidepylvään halkeaminen (varsinkin DK-mallin kaiteissa). Profiililtaan suorakaiteenmuotoinen kaidepylväs on varustettu kaiteen sisältä lähtevällä ja reunapalkin läpimenevällä kondenssiveden poistoputkella. Kalkin, ruosteen tai muun aineen tukkiessa tämän putken, yleisimmäksi ongelmaksi muodostuu, että kondenssive-

si jää kaiteen sisään. Putken sisällä oleva vesi jäätyy ulkoilmassa vallitsevan pakkasen takia, ja laajentuessaan suurella voimalla saattaa tehdä putkeen halkeaman (kuva 8).



KUVA 8. Kaidepylväs, jossa pystyhalkeama juuressa (Kuva: Mauri Tommiska 2013)

Kaiteiden juuret saattavat vaurioitua tai irrota kokonaan reunapalkista, kun aurauskalusto auraa talvisin siltoja. Kuvista 9 ja 10 nähdään tyypillisimpiä vaurioita, joita joudutaan korjaamaan siltojen kunnossapitoyksiköissä eri puolella Suomea. Juurivalujen rikkoutuessa ja irrotessa kaiteen sekä reunapalkin väliset kierrepultit tulevat esille ja ovat herkemmin alttiita korroosiolle.



KUVA 9. Aura-auton vaurioittama juurivalu (Kuva: Mauri Tommiska 2013)

Juurivalujen vaurioiden lisäksi myös kaiteiden kaidepylväät saattavat vaurioitua aura-auton auratessa siltoja. Aura-auton vaurioittama L-teräksinen kaidepylväs saattaa irrota kokonaan kiinnityspulteista (kuva 10). Kyseiset vauriot tulee korjata pikimmiten.



KUVA 10. Kaidepylväs on irronnut reunapalkista (Kuva: Mauri Tommiska 2013)

Kunnossapitomaalaus on tärkeä tekijä kaiteen pitkäikäisyyteen, etenkin vanhoissa kaiteissa joita ei ole kuumasinkitty. Säännöllisen huollon laiminlyönti, UV-säteily, kosteus ja tiesuola syövät teräskaitteen maalipintaa (kuva 11).

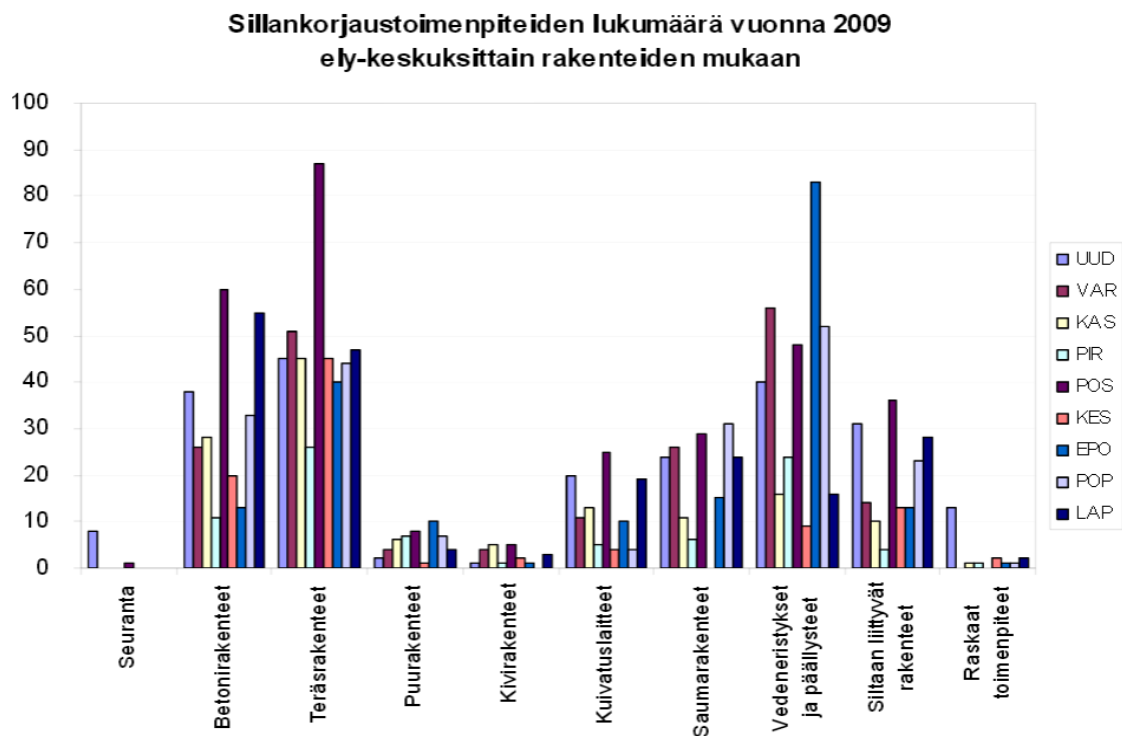


KUVA 11. Teräskaitteessa on pahoja ruostevaurioita (Kuva: Mauri Tommiska 2013)

3.7 Korjausmarkkinat

Meriläisen mukaan vuosittain tiesiltojen korjauksiin käytetään noin 40–50 miljoonaa euroa ja tällä määrällä huonokuntoisten siltojen määrä lisääntyy, joten korjattavia siltoja on enemmän kuin mitä korjataan. Meriläinen toteaa myös, että yleensä kaiteet uusitaan peruskorjauksen yhteydessä, jos ne eivät täytä nykyisiä törmäysturvallisuusvaatimuksia. Kulmateräskaiteiden törmäysturvallisuus huolestuttaa eniten ja ne on vaihdettava aina korjauksen yhteydessä. (Meriläinen 2014.)

Huonokuntoisiin siltoihin joudutaankin tekemään korjaustoimenpiteitä, jotta niiden kuntoluokkaa saadaan nostettua. Seuraavassa kuvassa on esitetty sillankorjaustoimenpiteet ELY-keskuksittain vuonna 2009 (kuva 12). Teräskaiteet kuuluvat osioon teräsrakenteet. Kuva havainnollistaa hyvin kuinka suuri osa korjaustoimenpiteistä kohdistuu juuri teräskaiteisiin ja näin ollen kaiteet ovatkin hyvin keskeinen osa korjausmarkkinoita yhdessä pintarakenteiden uusimisen kanssa.



KUVA 12. Korjaustoimenpiteiden lukumääriä (Liikennevirasto, tiesillat 1.1.2010, 77)

4 TULOSTEN ARVIOINTI

Luvussa kerrotaan kartoituksen tuloksista, ja olivatko valitut menetelmät kartoituksen tekemiseksi oikeita sekä voidaanko saatuja tietoja ja tuloksia pitää oikeina. Osa tuloksista on tullut esille jo teoriaosuudessa kyseisen asian yhteydessä. Tuloksia ei tule yhdistää suoranaisesti kaikkiin sillankorjausrakentamisen osa-alueisiin, ainoastaan teoriaosuudessa käsiteltyihin teräskaidetyyppeihin.

4.1 Tulokset

Kaidetyypit esiteltiin kirjallisuudesta, arkistoista ja haastatteluista ilmenneiden tietojen perusteella. Tuloksena voidaankin sanoa, että vaikka kaidetyypit ovat muuttuneet Suomen maanteillä viimeisten vuosikymmenien aikana, tulee yhä edelleen olla perustietoa mitä kaidetyyppejä on ollut ja mitkä ovat olleet niiden perusominaisuudet. Nämä tiedot ovat erittäin tärkeitä, kun kaiteita ryhdytään huoltamaan, korjaamaan tai uusimaan.

Yleisimmät kaidevauriot esiteltiin teoriaosuudessa ja käsiteltiin kaiteiden korjaustarpeiden kasvua Suomen silloilla. Haastattelujen ja tilastojen pohjalta voidaankin olettaa, että Suomen teräsbetonisten maantiesiltojen teräskaitteita ei aivan pystytä korjaamaan korjaustarpeena olevaa vauhtia. Kyseinen korjaustarve johtuukin osaksi juuri käytettävissä olevien määrärahojen riittämättömyyden takia, sekä suuresta peruskorjausikäen tulevien siltojen määrästä.

4.2 Menetelmien oikeellisuus

Valittujen tutkimusmenetelmien avulla saatiin hyvät tulokset selvitykseen. Kirjallisuustutkimus oli oikea valinta haluttujen tyyppikuvien ja jo olemassa olevan materiaalin käyttämiseksi kartoituksessa. Tuloksena saatiin kartoituksen kannalta tärkeää materiaalia selville ja esille. Kirjallisuutta löytyy niukasti, kuitenkin saatavissa oleva materiaali oli riittävän kattava. Kirjallisuudesta saatujen tilastojen tulokset selvensivät hyvin olemassa olevaa teräskaidkantaa, niiden yleisimpiä vaurioita ja korjaustarpeita.

Haastattelututkimus oli oikea valinta kokeneiden ja asiaan perehtyneiden tai kaiteiden kanssa osaksi työtään joutuvien henkilöiden kokemusperäisten tietojen saamiseksi. Tuloksena saatiin tietoa, milloin kutakin kaidetyyppiä on käytetty ja mitkä ovat niiden ominaispiirteet. Haastattelututkimuksen perusteella pystyttiin myös arvioimaan minä ajanjaksona suurimpia muutoksia on tapahtunut ja saatiin tietoa nykyisten korjausmarkkinoiden kasvusta.

Kyselymenetelmällä saatiin tietoa olemassa olevasta kirjallisesta materiaalista ja mistä sitä on saatavilla kartoituksen pohjaksi. Tieto oli todella tärkeää ja lopputulos olisi ollut aivan toisenlainen ilman näitä kyselyillä saatuja ohjeistuksia. Samoja kysymyksiä esittämällä useille henkilöille oli keinona toimiva, kokonaiskuvan hahmottamiseksi.

Kokonaisuudessaan jokainen menetelmä oli hyödyllinen opinnäytetyössä ja selvitystä tehtäessä. Selvitys olisi ollut huomattavasti suppeampi, ilman jotakin käytössä ollutta menetelmää.

4.3 Tulosten luotettavuus

Tuloksia voidaan pitää luotettavina niiden lähteiden takia. Hajonta, jota ilmeni kyselytutkimuksissa ja haastatteluissa esitetyissä kysymyksissä oli hyvinkin vähäistä. Tilastojen avulla saadut tulokset ovat tarkoin tutkittujen ja vuosien ajan kirjattujen asioiden pohjalta ja näin ollen niitä voidaankin pitää luotettavina. Haastateltavat henkilöt ovat ammattitaitoisia ja toimineet pitkän aikaa kyseisellä alalla, näin ollen haastatteluista saatuja tietoja voidaan pitää luotettavina.

5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Luvussa on tuotu esille opinnäytetyöntekijän ideat mahdollisista jatkotutkimus ehdotuksista entistä tehokkaampaan työskentelyyn ja kustannustehokkaampaan toimintaan. Kerrotaan tärkeimmät kohdat ja tehdään johtopäätökset kartoituksesta sekä saaduista tuloksista. Tulosten yhteenvedossa käsitellään opinnäytetyössä esiintyneitä tuloksia, kerrotaan niiden tärkeys tavoitteisiin nähden sekä päästiinkö asetettuihin tavoitteisiin.

5.1 Tulosten yhteenveto

Teräskaidetyyppien teoriaosuutta ja tuloksia tarkasteltaessa, voidaan todeta, että teräskaideteiden kartoituksessa päästiin haluttuun päätavoitteeseen ja näin ollen tuloksia voidaan käyttää työmenetelmien kehittämisessä. Alatavoitteena ollut teräskaideteiden määrät, korjausmarkkinat, -tarpeet ja yleisimmät vauriot esiteltiin teoriaosuudessa ja teoriaosuuden pohjalta saatiin tavoitellut tulokset. Tavoitteena ollut käytettyjen teräskaidetyyppien esittely oli teoriaosuudessa ja niihin liittyvät liitteet esitettiin liitteissä.

Siltojen korjaustarve on nykyisiä korjausmarkkinoita suurempi. Näin ollen vuosittain käytettävä noin 40–50 miljoonan euron rahasumma ei riitä huonokuntoisten siltojen korjaamiseen. Kyseinen summa on koko Suomessa siltojen korjausrakentamiseen käytetty rahasumma ja teräskaideteiden osuus on vain murto-osa siitä. Peruskorjausikäen tulevien siltojen määrä tulee kasvamaan entisestään, joten korjausmarkkinat tulevat myös kasvamaan sen myötä.

Törmäysturvallisuusvaatimuksiltaan vähäisimmät eli L-teräskaidetyypin kaiteita oli valtion omistamilla maantiesilloilla yhteensä 28 715,2 kaidemetriä vuonna 2010. Kyseiset kaiteet tulisi laittaa korjauslistan kärkeen, juuri niiden kunnon ja turvallisuuden takia. Huonokuntoisten siltojen määrän uskotaan kasvavan noin 650:stä 750:ään siltaan seuraavan neljän vuoden aikana. Vuonna 2010 olleista 14 625 sillasta 9 815 oli teräsbetonisia tai jännitettyjä betonisilloja, joista suurimmassa osassa oli teräskaide.

5.2 Johtopäätökset

Esitettyjen tietojen ja tulosten perusteella saadaan käsitys käytetyistä ja nykyisin käytössä olevista kaidetyypeistä. Opinnäytetyön selvitystä teräskaidetyyppeihin lähdettiin tekemään mahdollisten purku- ja korjaustyömenetelmien kehittämisen takia. Työssä esitetyt tiedot kertovat eritellysti halutut asiat ja näin ollen selvitys on onnistunut ja työtä voidaan käyttää työmenetelmien kehittämiseen. Kasvava kaiteiden korjaustarve edellyttääkin entistä tehokkaampia ja sujuvampia työvaiheita ja -menetelmiä.

5.3 Jatkotutkimus ehdotukset

Opinnäytetyön pohjalta pystyisi jatkojalostamaan teräs-, puu- ja betonikaiteiden selvitystä muillekin siltatyypeille ja erilaisille variaatioille. Samassa jatkotutkimuksessa voisi käsitellä teräskaiteiden ja teräsbetonisten reunapalkkien yhteistoimintaa, sekä kuinka teräskaiteita pystytään korjaamaan ja huoltamaan kustannustehokkaasti. Kustannustehokkaampaa toimintaa pystyisi myös kehittämään tutkimalla ulkomaan työmenetelmiä ja käytäntöjä.

Toinen jatkotutkimusmahdollisuus liittyisi yleisesti talvikuukausien hiljaisempiin aikoihin, ja voisiko näiden talvikuukausien aikana korjata tai huoltaa siltojen kaiteita sekä reunapalkkeja. Tutkimuksen yksi tavoitteista liittyisi työn jatkuvuuden saamiseen läpi vuoden ja mahdollisten hiljaisempien kuukausien aikana voitaisiin hoitaa yleisiä huolto- ja kunnostustöitä kaiteille. Kausiluontoisessa työssä ei vietäisi pois tehokasta aikaa kansirakenteiden uusimiselta.

LÄHTEET

Liikennevirasto. 2010. Tiesillat 1.1.2010. Liikenneviraston tilastoja 03/2010. Luettu 2.4.2014.

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lti_2010-03_tiesillat_1.1.2010_web.pdf

Liikennevirasto. 2012. Siltojen kaiteet. Liikenneviraston ohjeita 25/2012. Luettu 2.4.2014.

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2012-25_siltojen_kaiteet_web.pdf

Liikennevirasto kotisivut. 2014. Tyypipiirustukset arkisto. Luettu 7.3.2014.

http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/urakoitsijat_suunnittelijat/vaylanpidon_ohjeet/arkisto/tyypipiirustukset

Meriläinen, J. silta-asiantuntija, Liikennevirasto. 2014. Opinnäytetyöhön liittyvä kysely. Sähköpostiviesti. jani.merilainen@liikennevirasto.fi. Luettu 9.4.2014.

Sihvo, J. työmaapäällikkö, Destia Oy. 2014. Puhelinhaastattelu 4.4.2014. Haastattelija Tommiska, M. Tampere.

Tapanainen, T. työpäällikkö, Destia Oy. 2014. Puhelinhaastattelu 3.4.2014. Haastattelija Tommiska, M. Tampere.

Tiehallinto. 2004. SILKO-ohjeet, 2.311 Sillankaiteen uusiminen. Luettu 2.4.2014.

<http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio2/s2311.pdf>

Tiehallinto. 2006. Siltojen kaiteet. Suunnitteluvaiheen ohjaus. Luettu 2.4.2014.

http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/kaiteet_2006.pdf

Väisänen, E. työpäällikkö, Destia Oy. 2014. Puhelinhaastattelu 4.4.2014. Haastattelija Tommiska, M. Tampere.

LIITTEET

Liite 1. BE-kaide. Teräksinen ajotiekaide, 1953. (Liikennevirasto. Arkisto 2014)

Liite 2. DK-kaide. Sillan sälekaide, 1978. (Liikennevirasto. Arkisto 2014)

Liite 3. DK H2 -kaide. Teräksinen tiheä sillankaide. 2004 (Liikennevirasto. Arkisto 2014)

Liite 4. DK-kaide. Kaiteen sijoitus korkeaan reunapalkkiin. 1978. (Liikennevirasto. Arkisto 2014)

Liite 5. DK H2 -kaide. Pulttiryhmän kiinnitys korkeaan reunapalkkiin. 2004 (Liikennevirasto. Arkisto 2014)

Liite 4. DK-kaide. Kaiteen sijoitus korkeaan reunapalkkiin. 1978

