

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Teknillinen tiedekunta

Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Pekka Hartikka

SILTOJEN KORJAUSKUSTANNUKSET JA NIIHIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Työn tarkastajat: Professori Risto Soukka
 Professori Lassi Linnanen

Työn ohjaaja: DI Pasi Hukkanen

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Teknillinen tiedekunta
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Pekka Hartikka

Siltojen korjauskustannukset ja niihin vaikuttavat tekijät

Diplomityö

2013

104 sivua, 18 kuvaa, 8 taulukkoa ja 3 liitettä

Tarkastajat: Professori Risto Soukka
Professori Lassi Linnanen

Hakusanat: sillat, sillankorjaus, yksikköhintaluettelo, haastattelu

Työn tavoitteena oli tunnistaa merkittävimmät sillankorjauskustannuksiin vaikuttavat tekijät, ja selvittää niiden vaikutusten suuruus asiantuntijahaastattelujen ja ELY-keskuksista saatavien kustannustietojen yksikköhintaluetteloiden avulla.

Kaakkois-Suomen, Pirkanmaan, Pohjois-Savon, Varsinais-Suomen ja Uudenmaan ELY-keskuksista saatiin yhteensä 37 sillankorjausurakan kustannustiedot. Lisäksi käytössä oli Vt6 Lappeenranta-Imatra ja Vt7 Haminan ohikulkutie –valtatiehankkeiden kustannustiedot. Urakoissa korjattiin yhteensä 131 siltaa.

Kustannustietojen ja asiantuntijahaastatteluiden perusteella tunnistettiin merkittävimmät kustannuksiin vaikuttavat tekijät, ja saatiin luotua arvio niiden vaikutuksille eri tapauksissa. Lisäksi saatiin selvitettyä mahdollisuuksia alentaa korjauskustannuksia, ja luotiin toimintamalli jolla saadaan toteutettua korjausurakka mahdollisimman alhaisilla kustannuksilla.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology
Faculty of Technology
Degree Programme in Environmental Engineering

Pekka Hartikka

Bridge repair costs and the factors affecting them

Master's Thesis

2013

104 pages, 18 figures, 8 tables and 3 appendices

Examiners: Professor Risto Soukka
Professor Lassi Linnanen

Keywords: bridge, bridge repairs, unit prices, interview

The aim of the study was to recognize the major factors affecting bridge repair costs in Finland, and to find out the amount of their impact based on expert interviews and financial data acquired from Centers for Economic Development, Transport and the Environment across Finland.

Costs from a total of 37 repair projects, which included a total of 131 bridges, were used in the study. In addition to cost data from traditional bridge repair projects, costs from two different major highway projects that also included bridge repair were used.

The most important factors that cause cost-increase in bridge repair projects were successfully identified. An estimate of their effect in different situations was created based on the information gathered from the cost data and expert interviews. During the study some possible methods to avoid high costs in the different phases of bridge repair were also identified, and a model for performing the bridge renovation project with minimized costs was created.

ALKUSANAT

Haluan kiittää työni ohjaajaa Pasi Hukkasta, jonka apu niin työn aiheen valinnassa, rahoituksen järjestämisessä, yhteystietojen ja materiaalien hankkimisessa kuin sisällöllisessä ohjauksessa oli korvaamatonta. Suuret kiitokset myös professori Risto Soukalle sekä kaikille työtä varten haastatelluille asiantuntijoille ja tietoja luovuttaneille henkilöille antamastanne avusta ja neuvoista.

Erityiskiitokset Haminan ohitustiehankkeen tilaajaorganisaatiolle, teistä on ollut valtaisa apu sekä diplomityön sisällön suhteen, että opiskelun ja työelämän yhteensovituksessa. Kiitokset myös opiskelun ja harrastusten myötä tapaamilleni hienoille ihmisille kaikista mukavista hetkistä.

Suurimmat kiitokset vaimolleni Kirsille tuesta ja kärsivällisyydestä. Sitä tarvitaan jatkossakin.

Lappeenrannassa 13.9.2013

Pekka Hartikka

SISÄLLYSLUETTELO

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO	3
MÄÄRITELMÄT	4
1 JOHDANTO	6
1.1 Työn tausta.....	6
1.2 Työn tavoitteet	7
1.3 Työn rakenne ja rajaus	7
2 SILTAMÄÄRÄT JA SILTATYYPIT ELY-KESKUSTEN ALUEILLA.....	9
2.1 Etelä- Pohjanmaan ja Pohjanmaan ELY-keskusten alue	15
2.2 Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen alue	16
2.3 Keski-Suomen ELY-keskuksen alue	17
2.4 Lapin ELY-keskuksen alue.....	17
2.5 Pirkanmaan ELY-keskuksen alue	18
2.6 Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun ELY-keskusten alue	19
2.7 Pohjois- ja Etelä-Savon sekä Pohjois-Karjalan ELY-keskusten alue	19
2.8 Uudenmaan ja Etelä-Hämeen ELY-keskusten alue.....	20
2.9 Varsinais-Suomen ja Satakunnan ELY-keskusten alue.....	21
3 SILTOJEN KORJAUSKUSTANNUKSIIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT.....	22
3.1 Sillankorjausten nykytilanne.....	22
3.2 Teräsrakenteiden vaurioituminen	25
3.3 Betoni- ja teräsbetonirakenteiden vaurioituminen	29
3.4 Puurakenteiden vaurioituminen	33
3.5 Laakerit ja vedeneristys	35
3.6 Kunnossapidon vaikutus korjausmääriin ja kustannuksiin.....	36
4 ERI TEKIJÖIDEN VAIKUTUS KORJAUKSEN YKSIKKÖHINTOIHIN	39
4.1 Korjausurakan kustannusten jaottelu korjaushankkeen eri vaiheisiin	40
4.2 Siltojen määrä urakassa.....	43
4.3 Sillan koko	44
4.4 Maantieteellinen sijainti.....	44
4.5 Työtilanne ja taloudellinen suhdanne	45
4.6 Liikennemäärä korjattavalla sillalla.....	45

4.7 Korjaus osana isompaa rakennushanketta	48
5 TOTEUTUNEET KORJAUKSET	49
5.1 Toteutuneiden korjausrakoiden analysointi	50
5.2 Urakkalaskijoiden haastattelu korjaushankkeen hinnoitteluun vaikuttavista tekijöistä	59
6 TOIMINTAMALLIN LUOMINEN KORJAUSHANKKEEN TOTEUTTAMISEKSI MAHDOLLISIMMAN ALHAISILLA KUSTANNUKSILLA.....	67
7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO	70
LÄHTEET	73

LIITTEET

- Liite I. Vuoden 2012 kustannustasoon indeksikorjatut yksikköhinnat
- Liite II. Sillan kannen pinta-alan vaikutus yksikköhintoihin
- Liite III. Urakkalaskijoiden haastattelulomake

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Symbolit

A_k	kevyiden ajoneuvojen viivästysajan yksikkökustannus	[€/h]
A_r	raskaiden ajoneuvojen viivästysajan yksikkökustannus	[€/h]
K_{kier}	kiertotien aiheuttamat aika- ja matkakustannukset	[€]
K_{nop}	työmaan nopeusrajoituksen aiheuttama aikakustannus	[€]
K_{valo}	valo-ohjauksen aiheuttama aikakustannus	[€]
L_k	kiertotien pituus	[km]
L_n	nopeusrajoitusalueen pituus	[km]
L_v	valo-ohjatun alueen pituus	[km]
Q_k	kevyiden ajoneuvojen määrä	[ajoneuvoa/vrk]
Q_r	raskaiden ajoneuvojen määrä	[ajoneuvoa/vrk]
T_k	kiertotien kokonaiskesto aika	[vrk]
T_n	nopeusrajoituksen kokonaiskesto aika	[vrk]
T_v	valo-ohjauksen kokonaiskesto aika	[vrk]
t_n	nopeusrajoituksen kesto aika päivittäin	[h/vrk]
t_o	odotusaika	[h]
t_v	valo-ohjauksen kesto aika päivittäin	[h/vrk]
V	tien sallittu nopeus	[km/h]
V_k	kiertotien sallittu nopeus	[km/h]
V_n	rajoitettu nopeus	[km/h]
V_v	valo-ohjatulla alueella rajoitettu nopeus	[km/h]

Lyhenteet

$\text{Ca}(\text{OH})_2$	kalsiumhydroksidi
CO_2	hiilidioksidi
CaCO_3	kalsiumkarbonaatti
$\text{Fe}(\text{OH})_2$	rautahydroksidi
FeOOH	rautaoksidi
Fe_3O_4	magnetiitti
H_2O	vesi

MÄÄRITELMÄT

Alusrakenne	Sillan alusrakenteella tarkoitetaan sivusta katsottuna kaikkia kannen alapuolisia rakenteita, kuten maatukia ja välitukia.
Erikoistarkastus	Sillan tai yksittäisten rakenneosien perusteellinen tarkastus erikoislaitteilla ja erikoistutkimuksilla.
Korjausvelka	Huonokuntoisen, korjaustarpeessa olevan omaisuuden korjauskustannusten summa.
Käyttöikä	Ajanjakso, jonka ajan rakenteen ominaisuudet säilyvät rakenteelta vaadittavalla tasolla edellyttäen, että sitä pidetään asianmukaisesti kunnossa.
Liikuntasaumalaite	Sillan alus- ja päällysrakenteen rajakohtaan tai päällysrakenteen osien väliin lämpöliikkeiden ja muodonmuutosten mahdollistamiseksi rakennettu laite, joka estää liikuntasamaan kohdistuvien voimien siirtymisen rakenneosasta toiseen ja sallii rakenneosien liikkeen.
Ohjelmointi	Korjaukseen ja kunnossapitoon liittyvien toimenpiteiden suunnittelu ja toimenpideohjelman laatiminen
Peruskorjaus	Kokonaiskorjaus, jossa kaikki vaurioituneet ja kuluneet rakenneosat kunnostetaan tai uusitaan ja sillan rakenteellinen ja toiminnallinen kunto palautetaan jäljellä olevan käyttöiän edellyttämälle tasolle.
Päällysrakenne	Sillan päällysrakenteella tarkoitetaan sillan kantta ja siihen kuuluvia rakenteita, kuten päällyste ja kaiteet.

Vauriopistesumma	Kuvaa sillan vaurioitumisen astetta ja määrää ottaen huomioon myös sillan koon. Vauriopistesummaa voidaan käyttää sekä yksittäisen sillan että koko sillaston kunnon kuvaajana.
Yksikköhintaluettelo	Urakkasopimuksen liitteenä olevassa yksikköhintaluettelossa luetteloidaan urakkaan sisältyvät työmenetelmät sekä esitetään korjausmenetelmän kustannus yhdelle korjausyksikölle kuten kappale, m ² tai m ³ .

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Suomessa on noin 14 600 maantiesiltaa ja noin 2000 rautatiesiltaa. Voimakkaampi siltarakentaminen alkoi Suomessa 1960-luvulla, ja kesti 1990-luvun loppuun saakka. Silta tulee peruskorjausikänsä noin 30–40 vuoden iässä, joten merkittävä osa silloista joko on jo tai tulee lähivuosina peruskorjausikänsä. Rahoituksen niukkuuden vuoksi kaikkia tarpeellisia korjauksia ei ole kuitenkaan voitu tehdä. Ongelmaan herättiin joitakin vuosia sitten, ja ylläpito- ja korjausrahoitus on pyritty nostamaan riittävälle tasolle, jotta huonokuntoisten siltojen määrä ei lisääntyisi. Siltarakentamisen korjausvelka kasvoi Suomessa vuoteen 2006 saakka.

Liikenneviraston tieosaston siltojen kuntoa seurataan noin viiden vuoden välein tehtävillä yleistarkastuksilla. Vuodesta 1990 alkaen tarkastustiedot on tallennettu Siltarekisteriin. Siltojen määrä ja kunto onkin varsin hyvin tiedossa. Sen sijaan siltojen korjauksiin käytetty rahamäärä tiedetään paljon huonommin. Käytetty kokonaisrahmäärä tiedetään, mutta ei ole olemassa koottua tietoa siitä, mitä samankaltainen korjaus on maksanut erilaisissa urakoissa eri puolilla Suomea. Korjauskustannuksiin vaikuttavista tekijöistä ei ole tutkittua tietoa, joten korjaushankkeiden kustannusten arviointi ennakkoon perustuu pitkälti henkilökohtaiseen kokemukseen vertaillun tiedon sijasta. Tunnistamalla merkittävimmät kustannuksiin vaikuttavat tekijät ja mahdollisuudet kustannuksia kohottavien tekijöiden välttämiseen voidaan korjausurakat toteuttaa edullisemmin. Kohdentamalla budjetoidut rahat oikein ja järkevällä kustannusten ennakoinnilla niukat varat saadaan tehokkaimmin kohdistettua.

1.2 Työn tavoitteet

Työssä selvitetään, mikä on eri tekijöiden vaikutus sillankorjauksen kustannuksiin ja mitkä ovat merkittävimmät kustannuksiin vaikuttavat tekijät. Tehtyjen korjausten kustannuksista laaditaan yhteenveto. Kussakin urakassa yksikköhintoihin vaikuttaneet tekijät ja niiden vaikutus hintoihin pyritään tunnistamaan. Työn tuloksen avulla sillankorjauksen ohjelmoijat voivat laatia realistisempia kustannusarvioita korjausurakoille eri olosuhteissa. Kun korjauskustannukset osataan arvioida paremmin, Liikennevirasto voi jakaa alueellisille ELY-keskuksille tarkemmin niiden tuleviin korjauksiin tarvitseman määrän rahaa.

Tulosten perusteella korjausurakoita voidaan myös pyrkiä aikatauluttamaan isompien hankkeiden yhteyteen ja suuremmiksi kokonaisuuksiksi niissä tapauksissa, joissa se osoittautuu edulliseksi, sekä pyrkiä hoitamaan liikennejärjestelyt tehokkaammin, mikäli niillä arvellaan saatavan merkittäviä kustannussäästöjä. Työn tulosten perusteella merkittävästi kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä voidaan pyrkiä välttämään ja minimoimaan urakoita suunniteltaessa. Työssä laaditaan toimintamalli korjausurakan toteuttamiseksi mahdollisimman alhaisilla kustannuksilla.

1.3 Työn rakenne ja rajaus

Työssä kartoitetaan erityyppisten siltojen määrä Suomessa. ELY-keskukset vastaavat siltojen ylläpidosta ja korjauksista, joten siltojen sijainti on luonnollista jaotella ELY-keskusten vastuualueiden mukaisesti. Lisäksi työssä esitetään siltojen erityyppisten sillanrakennusmateriaalien vaurioitumismekanismit ja vaurioitumisen yleisimmät syyt.

Korjausurakan merkittävät kustannustekijät tunnistetaan ja jaotellaan korjausurakan elinkaaren eri vaiheisiin. Tyypillinen korjausurakka koostuu työmaan perustamisesta, työn toteutuksesta ja työmaan purusta. Tunnistamalla kunkin vaiheen tärkeät kustannuksiin vaikuttavat tekijät voidaan varmistua siitä, että työssä käsitellään kaikki

urakkakokonaisuuden kannalta olennaiset kustannustekijät ja niiden vaikutus yksikköhintoihin.

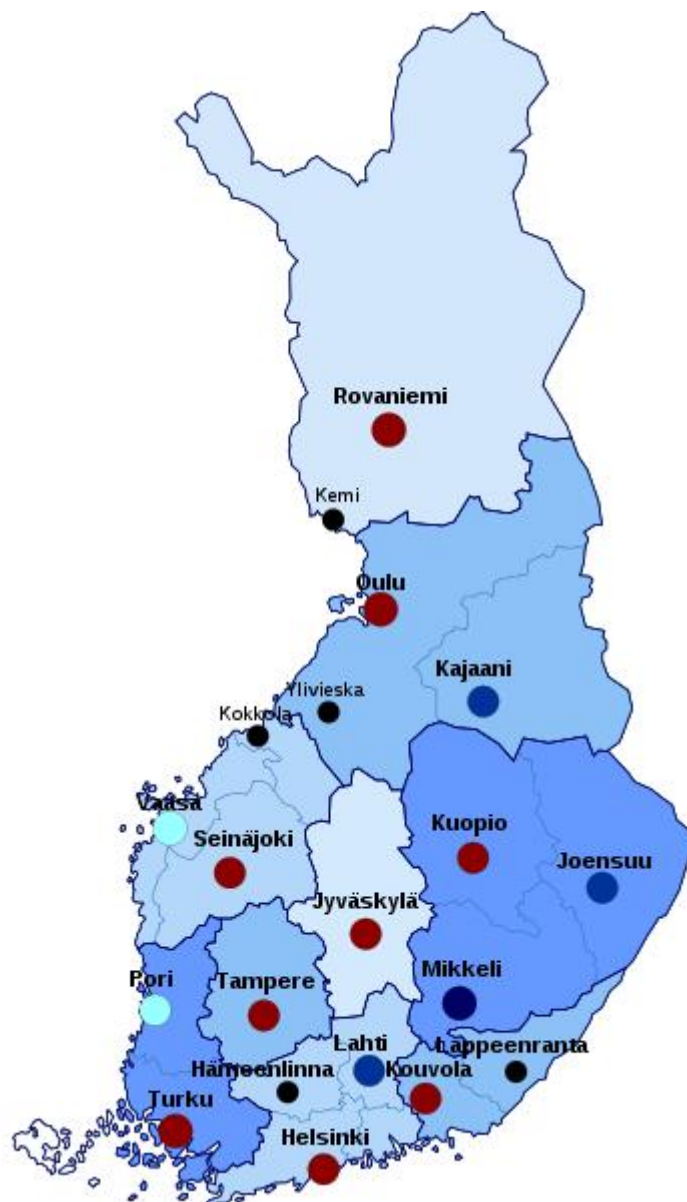
Työssä tarvittava kustannustieto hankitaan ELY-keskusten arkistoista sähköisinä kopioina ja arkistoissa vierailemalla. Kustannustietojen maantieteellinen kattavuus varmistetaan hankkimalla kustannustiedot mahdollisimman monesta ELY-keskuksesta. Suurella kustannustietojen määrällä parannetaan myös tulosten tarkkuutta satunnaisvaihtelun vähentyessä. Työssä myös haastatellaan kokeneita sillankorjausurakoiden tarjouten laskijoita heidän mielestään kustannuksiin merkittävästi vaikuttavista tekijöistä. Haastatteluista saatua tietoa verrataan teorian tietoon ja urakoiden yksikköhintoista tunnistettuihin kustannustekijöihin.

Eri urakoiden kustannuksia vertaillaan yksikköhintaluetteloissa esitettyjen kustannusten osalta. Yksikköhintaluettelossa on esitetty hinta kunkin työvaiheen tai –menetelmän yhtä korjausyksikkö kuten m, m² tai m³ kohden. Koska sillankorjausurakoiden sisältö ja työmäärät vaihtelevat suuresti eri urakoiden välillä, ainoa mahdollisuus vertailla kustannuksia luotettavasti on yksikköhintojen perusteella. Yksikköhintaluetteloissa on urakasta riippuen kymmeniä tai satoja nimikkeitä, joten kaikkien kustannusnimikkeiden käsittely ja vertailu ei ole käytännöllistä. Luetteloista tunnistetaan kustannukset, jotka muodostavat merkittävimmän osan kustannuksista sillan kunkin rakenneosan korjauksessa, ja näitä kustannuksia ja niihin vaikuttavia tekijöitä vertaillaan eri korjausurakoiden välillä. Monissa urakoissa kilpailutusvaiheessa yksikköhintaluettelossa esitetyille hinnoille on annettu esimerkiksi 10 %:n painoarvo edullisinta tarjousta valittaessa, joten tästäkin syystä yksikköhintojen vertailu on järkevää.

Kaikkia kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä on mahdoton tunnistaa, myös niiden vaikutusten suuruuden arviointi tarkasti on hankalaa. Yhdistämällä urakoiden yksikköhintaluetteloista saatu tieto haastatteluista saatuihin vastauksiin tarkkuutta saadaan parannettua. Ajallisesti työ rajataan käsittelemään kustannuksia vuodesta 2005 alkaen mahdollisimman ajantasaisen tiedon saamiseksi.

2 SILTAMÄÄRÄT JA SILTATYYPIT ELY-KESKUSTEN ALUEILLA

Vuoden 2010 alussa perustettiin Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset. ELY-keskuksia on yhteensä 15, joista yhdeksässä on kaikki kolme vastuualuetta, neljässä kaksi ja kahdessa yksi vastuualue. ELY-keskuksiin yhdistettiin myös Tiehallinnon tiepiirit. Kuvana 1 olevassa kartassa näkyvät ELY-keskusten vastuualueet.



Kuva 1. ELY-keskusten vastuualueet

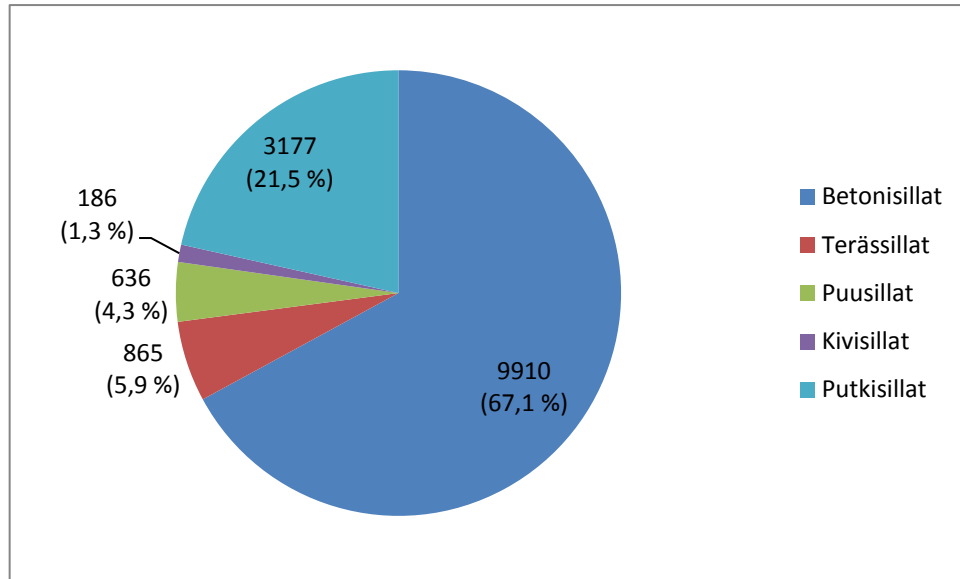
Taulukossa 1 on lueteltu ELY-keskukset ja niiden päätoimipaikat. Tähdellä merkittyjen keskusten liikenne ja infrastruktuuri –vastualueet hoitaa taulukossa edellisellä mainittu ELY-keskus. Kussakin yhdeksässä tiehankkeista vastaavassa ELY-keskuksessa on yhdestä kahteen silta-asiantuntijaa. Lisäksi Liikennevirastossa on 15 silta-asiantuntijaa. Liikennevirasto ohjeistaa ja tarkastaa mahdollisuuksien mukaan siltojen rakennussuunnitelmat, ELY-keskukset puolestaan toteuttavat siltojen korjauksen ohjelmoinnin, tarkastukset, hoidon, korjaamisen sekä uusimiset. (Siitonen 2013, 7-8.)

Taulukko 1. Liikenne- ja infrastruktuurihankkeista vastaavat ELY-keskukset

ELY-keskus	päätoimipaikka
Etelä-Pohjanmaan ely	Seinäjoki
* Pohjanmaan ely	Vaasa
Kaakkois-Suomen ely	Kouvola
Keski-Suomen ely	Jyväskylä
Lapin ely	Rovaniemi
Pirkanmaan ely	Tampere
Pohjois-Pohjanmaan ely	Oulu
* Kainuun ely	Kajaani
Pohjois-Savon ely	Kuopio
* Etelä-Savon ely	Mikkeli
* Pohjois-Karjalan ely	Joensuu
Uudenmaan ely	Helsinki
* Etelä-Hämeen ely	Lahti
Varsinais-Suomen ely	Turku
* Satakunnan ely	Pori

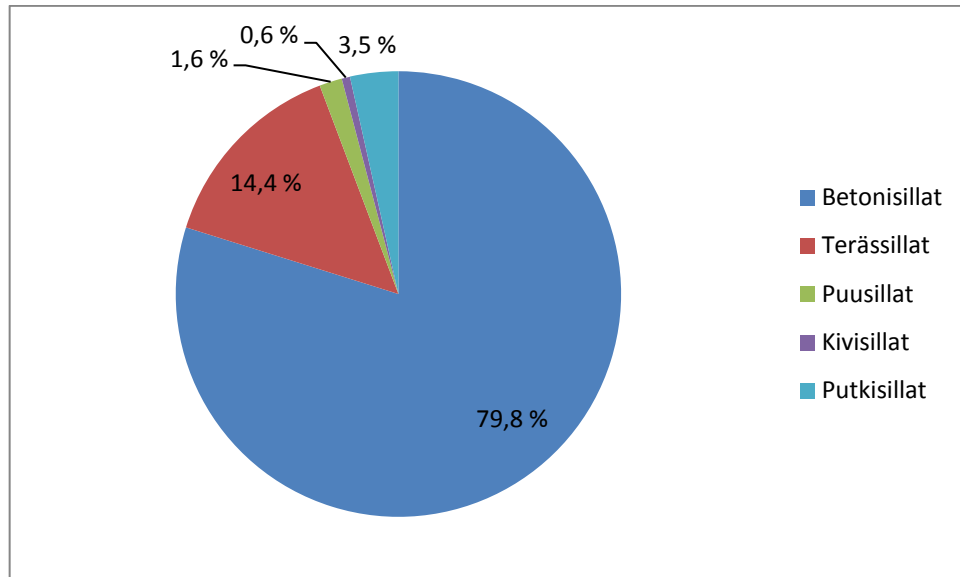
Sillaksi määritellään liikennettä välittävä esteen ylittävä rakenne, jonka vapaa-aukko on $\geq 2,0$ metriä. Yleisin siltojen rakennusmateriaali on teräsbetoni. Elokuussa 2012 siltarekisterin mukaan Suomessa oli 14 776 siltaa yleisillä teillä. Lisäksi kaupungeilla sekä yksityis- ja metsäautoteillä on noin 40 000 siltaa. (Siitonen 2013, 7)

Kuvassa 2 on esitetty siltojen lukumäärä Suomessa pääsiltatyypin mukaan luokiteltuna. Kuvasta nähdään, että ylivoimaisesti suurin osa silloista on betonirakenteisia. Myös putkisiltojen määrä on suuri, mutta muista silloista poikkeavan rakenteensa vuoksi niiden korjausten kustannuksia ei käsitellä tässä työssä. Terässiltoihin on laskettu myös teräsrakenteiset sillat, joiden kansimateriaali on puuta tai teräsbetonia.



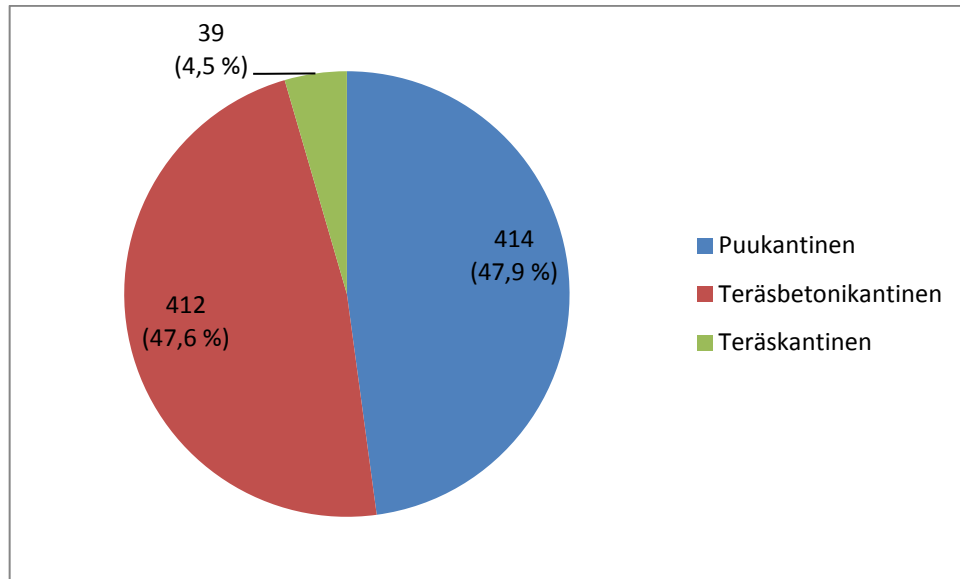
Kuva 2. Siltojen lukumäärä Suomessa pääsiltatyyppin mukaan jaoteltuna

Kuvassa 3 on esitetty siltatyyppien pinta-alojen osuus kaikkien siltojen kokonaispinta-alasta. Betoni- ja terässiltojen pinta-alojen osuus on huomattavasti näiden siltatyyppien lukumääräistä osuutta suurempi. Uudet suuret sillat rakennetaan lähes poikkeuksetta betoni- tai teräsrakenteisina näiden materiaalien rakennusteknisten etujen vuoksi. Puu- ja kivisiltojen pinta-alojen osuus on jonkin verran niiden lukumääräistä osuutta pienempi. Putkisiltojen yhteispinta-alojen osuus sen sijaan on erittäin pieni verrattuna siihen, että määrällisesti niitä on 21,5 % silloista. Putkisiltojen rakenne, korjausmenetelmät ja käyttökohteet poikkeavat muista silloista, joten niitä ei käsitellä työn kustannusosuudessa.



Kuva 3. Erityyppisten siltojen pinta-alojen osuus siltojen kokonaispinta-alasta

Siltarekisteristä löytyvistä 636 puusillasta kuudessa on teräsbetonikansi, muut ovat puukantisia. Terässilloja Suomessa on 865 kappaletta. Niistä kuitenkin valtaosassa sillan kansi on tehty muusta materiaalista kuin teräksestä. Kuvassa 4 on esitetty terässiltojen kansimateriaalit. Kuvasta nähdään, että puukantisten ja teräsbetonikantisten terässiltojen määrä on lähes yhtä suuri, ja teräskantisia siltoja on alle viisi prosenttia terässilloista. Puu ja teräsbetoni soveltuvat terästä paremmin sillan kansirakenteiden materiaaliksi. Puuta käytetään pienempien ja vanhempien siltojen kansimateriaalina, kun puolestaan uudet ja suuret terässillat on yleensä varustettu teräsbetonista valmistetuilla kansilla.



Kuva 4. Teräsiltojen kansimateriaali

Taulukossa 2 on esitetty siltojen pinta-alat siltatyypeittäin ELY-keskusten alueilla. Taulukosta nähdään Varsinais-Suomen kivisiltojen suuri pinta-ala muihin alueisiin verrattuna sekä teräsiltojen pinta-alojen osuuden kasvu pohjoista kohti mentäessä. Syynä tähän on muun muassa teiden vähäisempi suolaus pohjoisessa, joten teräsrakenteelle saadaan pidempiä käyttöikä etelään verrattuna. Tarkemmin kunkin ELY-keskuksen vastualueen siltamääriin perehdytään seuraavissa luvuissa.

Taulukko 2. Siltojen pinta-alat [m²] ELY-keskusten alueilla siltatyypeittäin (Siltarekisteri)

	UUD	VAR	KAS	PIR	POS	KES	EPO	POP	LAP	yhteensä
Betonisillat	989905	369637	189819	261154	355115	164886	183986	329847	213273	3057622
Terässillat	92373	76024	45576	26322	85048	33413	51772	46672	94957	552156
Putkisillat	32921	14215	7411	14258	19404	14333	13758	8014	9567	133880
Puusillat	6016	10519	2915	5106	16707	3951	2694	9107	6038	63053
Kivisillat	2604	9331	1979	3633	1820	1459	1130	874	246	23074
Yhteensä	1123818	479725	247699	310472	478094	218042	253340	394513	324082	3829785

Merkittävä betoni- ja teräsrakenteisia siltoja kuluttava tekijä on suola. Taulukossa 3 on esitetty suolattujen ja suolaamattomien betoni- ja teräsiltojen lukumäärät ja osuudet kyseisen siltatyypin silloista. Terässillat sisältävät sekä teräskantiset että teräsbetonikantiset sillat. Taulukosta nähdään, että betonisilloista suolataan yli kaksinkertainen osuus teräsiltoihin verrattuna. Vaikka suolaus kiihdyttää sekä betoni- että

teräsrakenteiden vaurioitumista, erityisen nopeasti suolaus vaurioittaa siltojen teräsrakenteita. Asia on huomioitu materiaalivalinnoissa siltoja suunniteltaessa. Uusia terässilloja ei juuri rakenneta suolatuille teille.

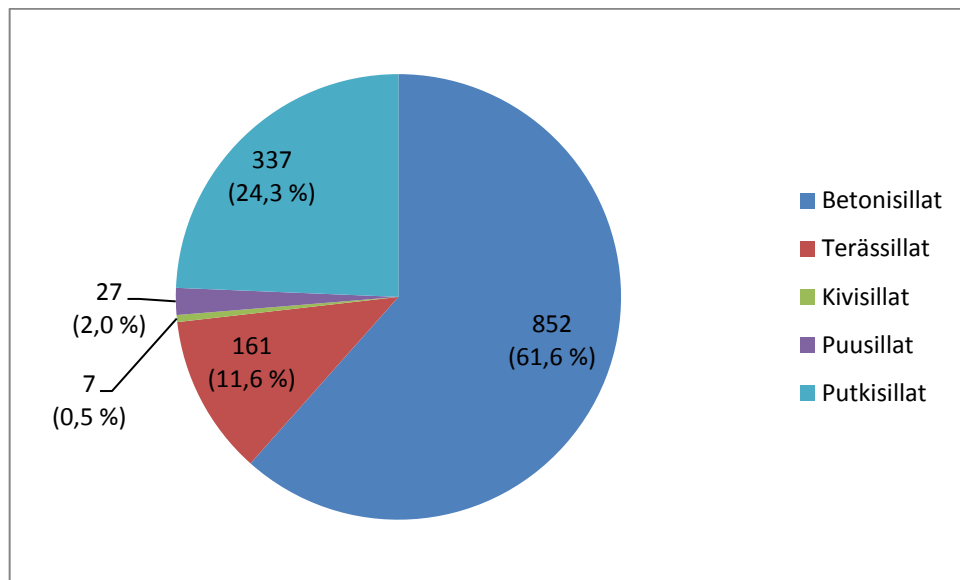
Taulukko 3. Suolattujen ja suolaamattomien siltojen lukumäärät ja osuudet (Siltarekisteri)

	Suolattu [kpl]	[%]	Ei-suolattu [kpl]	[%]	Yhteensä [kpl]
Betonisillat	4011	40,5	5899	59,5	9910
Terässillat	77	17,1	374	82,9	451

Pääosa silloista on rakennettu 1950-luvulla tai myöhemmin. Yli kolmasosa silloista on rakennettu 1960- ja 1970-luvuilla. Ensimmäinen peruskorjaus on yleensä tarpeen 30–40 vuoden kuluttua sillan rakentamisesta, joten korjaustarve on lähivuosina erittäin suuri. Seuraava piikki korjausmäärissä ajoittuu 2020-luvun puoliväliin, kun 1990-luvulla rakennetut suuret siltamäärät tulevat peruskorjausikänsä ja vanhemmille silloille aletaan tehdä toista peruskorjausta.

2.1 Etelä- Pohjanmaan ja Pohjanmaan ELY-keskusten alue

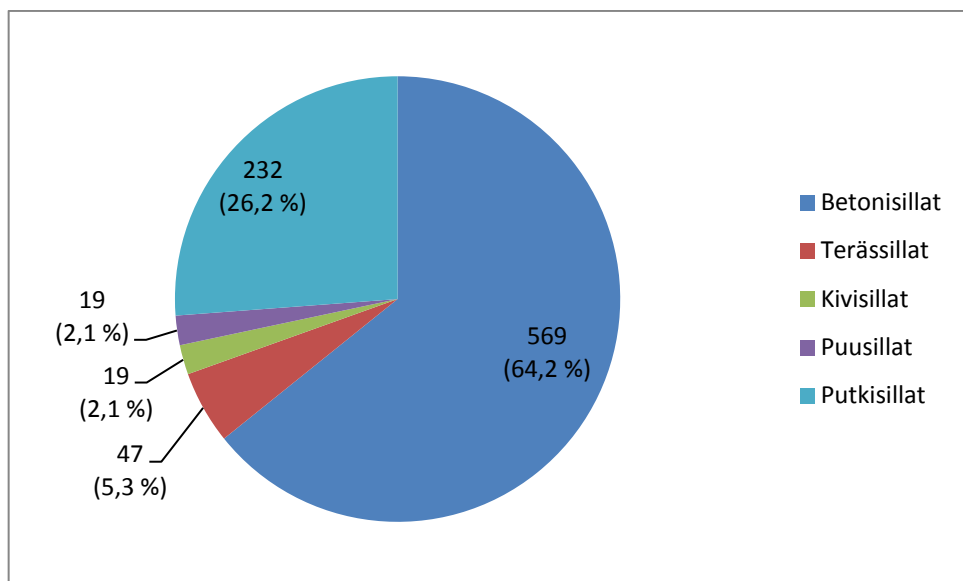
Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus vastaa myös Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen liikenne- ja infrastruktuurivastuualueesta. Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan ELY-keskusten vastuualueella on yhteensä 1384 siltaa. Kuvassa 5 näkyy vastuualueen siltojen määrä pääsiltatyypin mukaan jaoteltuna. Alueen erityispiirre on terässiltojen suuri määrä. Suomessa silloista 5,9 % on terässiltoja, mutta Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan alueella terässiltoja on 11,6 % kaikista silloista. Pohjanmaalla suolataan teitä Etelä-Suomea vähemmän, joten terässillat kestävät pidempään. Lisäksi alueella on runsaasti metalliteollisuutta, joten rakenteita ei tarvitse kuljettaa pitkiä etäisyyksiä siltaa rakennettaessa.



Kuva 5. Siltojen lukumäärä Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan ELY-keskusten alueella pääsiltatyypin mukaan jaoteltuna

2.2 Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen alue

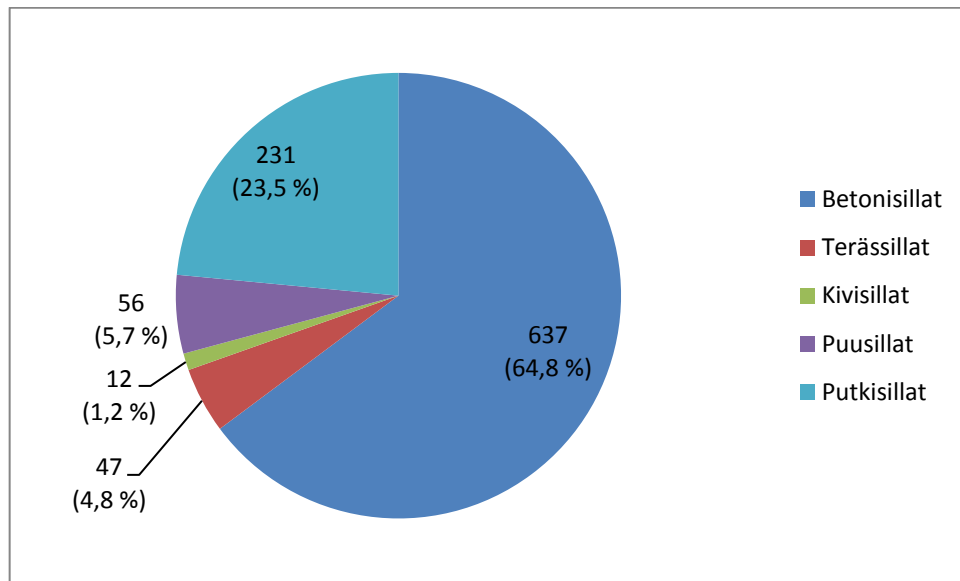
Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen vastuualueella on yhteensä 886 siltaa, määrä on pienin Suomen ELY-keskusten vastuualueista. Kuvassa 6 näkyvä alueen siltajakauma vastaa melko hyvin valtakunnallista jakaumaa. Eniten valtakunnallisesta jakaumasta poikkeaa putkisiltojen ja puusiltojen osuus. Voidaan olettaa, että Kaakkois-Suomessa suositaan pienten puusiltojen sijasta putkisiltoja ojien ja purojen ylittämiseen.



Kuva 6. Siltojen lukumäärä Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen alueella pääsiltatyyppin mukaan jaoteltuna

2.3 Keski-Suomen ELY-keskuksen alue

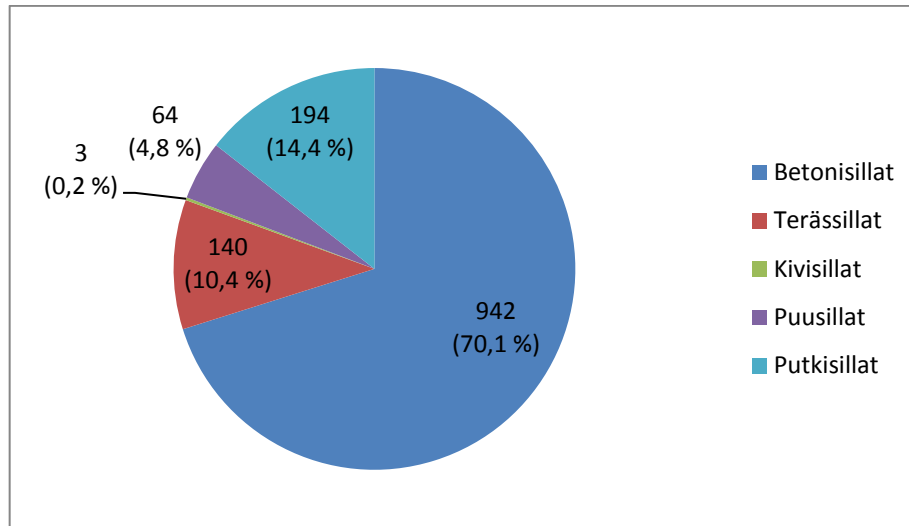
Keski-Suomen ELY-keskuksen vastuualueella on yhteensä 983 siltaa. Alueen siltajakauma pääsiltatyypin mukaan on esitetty kuvassa 7. Jakauma vastaa erittäin täsmällisesti valtakunnallista jakaumaa. Betonisiltojen osuus poikkeaa ainoana siltatyypinä yli 2,0 prosenttiyksikköä valtakunnallisesta osuudesta.



Kuva 7. Siltojen lukumäärä Keski-Suomen ELY-keskuksen alueella pääsiltatyypin mukaan jaoteltuna

2.4 Lapin ELY-keskuksen alue

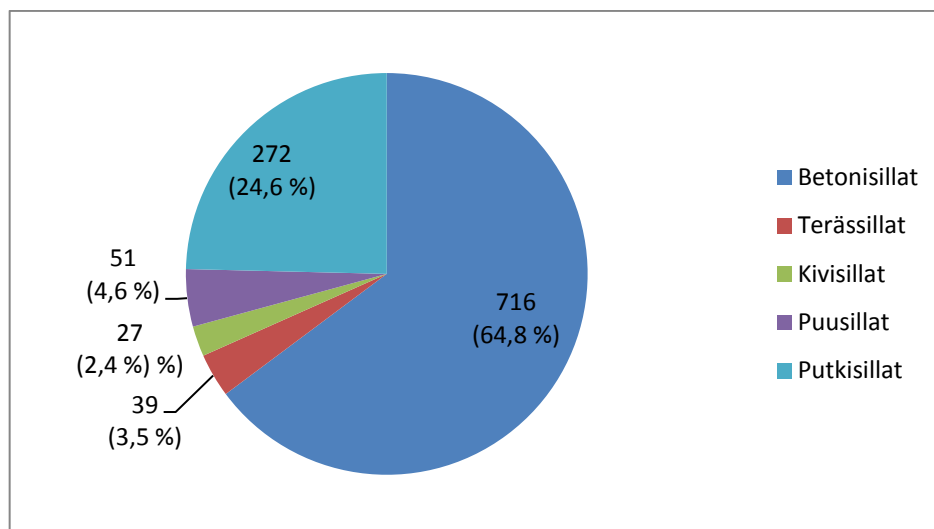
Lapin ELY-keskuksen vastuualueella on yhteensä 1343 siltaa. Alueen siltajakauma pääsiltatyypin mukaan on esitetty kuvassa 8. Alueelle erityistä on terässiltojen suuri osuus. Valtakunnallisesti terässiltoja on 5,9 % kaikista silloista, kun Lapissa niitä on 10,4 %. Kivisiltoja Lapissa on erittäin vähän, vain kolme kappaletta eli 0,2 % alueen silloista. Valtakunnallisesti kivisiltoja on 1,3 % silloista. Putkisiltojen osuus Lapissa on noin kuusi prosenttiyksikköä niiden valtakunnallista osuutta vähemmän.



Kuva 8. Siltojen lukumäärä Lapin ELY-keskuksen alueella pääsiltatyyppin mukaan jaoteltuna

2.5 Pirkanmaan ELY-keskuksen alue

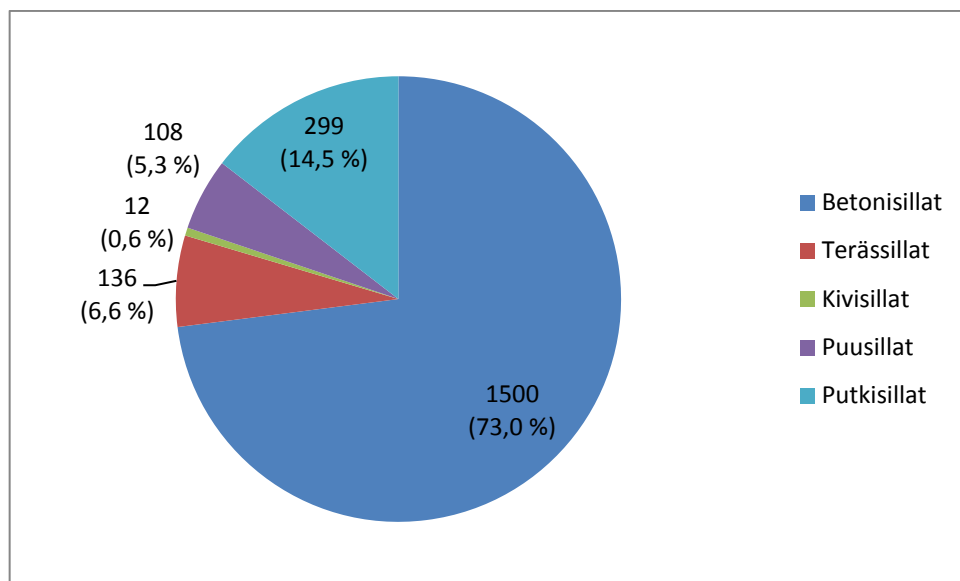
Pirkanmaan ELY-keskuksen vastuualueella on yhteensä 1105 siltaa. Alueen siltajakauma pääsiltatyyppin mukaan on esitetty kuvassa 9. Pirkanmaalla terässilloja valtakunnallista osuutta vähemmän, vain 3,5 % valtakunnallisen osuuden ollessa 5,9 %. Kivisilloja sen sijaan on lähes kaksinkertaisesti valtakunnalliseen osuuteen nähden, 2,4 % kun valtakunnallinen osuus silloista on 1,3 %. Kokonaisuutena Pirkanmaan siltajakauma vastaa kuitenkin melko hyvin valtakunnallista jakaumaa.



Kuva 9. Siltojen lukumäärä Pirkanmaan ELY-keskuksen alueella pääsiltatyyppin mukaan jaoteltuna

2.6 Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun ELY-keskusten alue

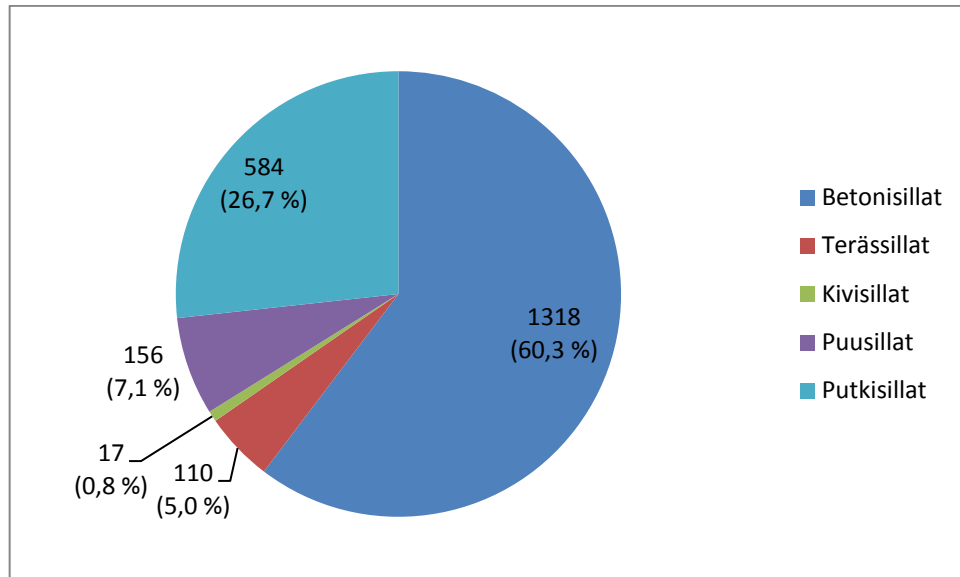
Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun ELY-keskusten vastuualueilla on yhteensä 2055 siltaa. Alueen siltajakauma pääsiltatyypin mukaan on esitetty kuvassa 10. Kivisiltoja on vain 0,6 % alueen silloista, kun valtakunnallisesti kivisiltojen osuus on 1,3 %. Kivisiltoja lukuunottamatta jakauma vastaa varsin hyvin valtakunnallista jakaumaa. Betonisiltoja on noin kuusi prosenttiyksikköä enemmän, ja putkisiltoja vastaava määrä vähemmän valtakunnalliseen jakaumaan verrattuna.



Kuva 10. Siltojen lukumäärä Pohjois- Pohjanmaan ja Kainuun ELY-keskusten alueilla pääsiltatyypin mukaan jaoteltuna

2.7 Pohjois- ja Etelä-Savon sekä Pohjois-Karjalan ELY-keskusten alue

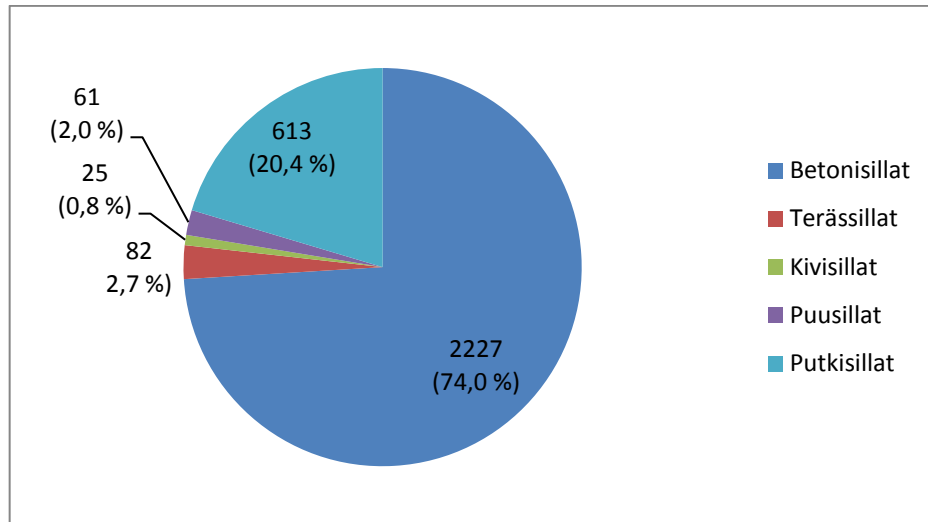
Pohjois- ja Etelä-Savon sekä Pohjois-Karjalan ELY-keskusten vastuualueilla on yhteensä 2185 siltaa. Alueen siltajakauma pääsiltatyypin mukaan on esitetty kuvassa 11. Alueella on puusiltoja 7,1 % kaikista silloista, kun valtakunnallinen osuus on 4,3 %. Kivisiltojen osuus puolestaan on pieni, vain 0,8 % kun valtakunnallinen osuus on 1,3 %. Betonisiltojen osuus on jonkin verran valtakunnallista osuutta pienempi, ja putkisiltojen osuus vastaavasti suurempi.



Kuva 11. Siltojen lukumäärä Pohjois- ja Etelä-Savon sekä Pohjois-Karjalan ELY-keskusten alueilla pääsiltatyyppin mukaan jaoteltuna

2.8 Uudenmaan ja Etelä-Hämeen ELY-keskusten alue

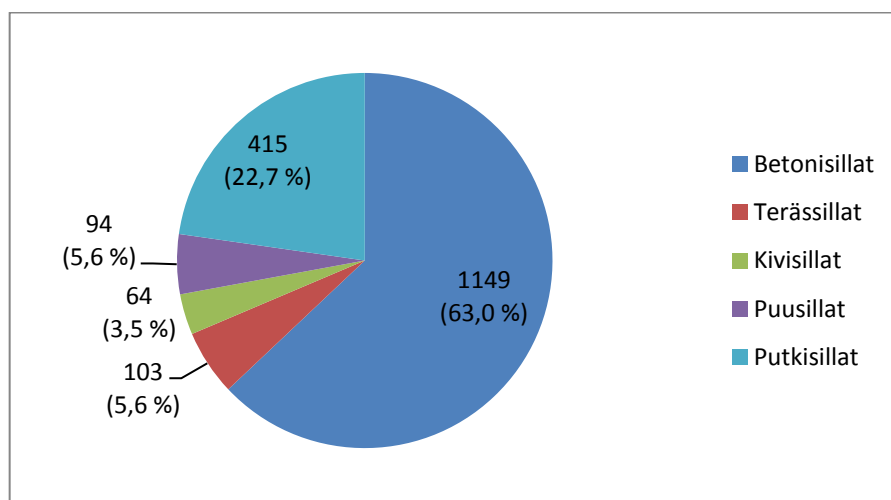
Uudenmaan ja Etelä-Hämeen ELY-keskusten vastuualueilla on yhteensä 3008 siltaa, tämä on suurin siltamäärä ELY-keskusten vastuualueilla Suomessa. Alueen siltajakauma pääsiltatyyppin mukaan on esitetty kuvassa 12. Uudenmaan ja Etelä-Hämeen alueella siltarakentaminen on painottunut betonisiltoihin. Niitä on 74,0 % kaikista silloista, 6,9 prosenttiyksikköä valtakunnallista osuutta enemmän. Vastaavasti puusiltoja on 2,0 % valtakunnallisen osuuden ollessa 4,3 %, ja terässiltoja 2,7 % valtakunnallisen osuuden ollessa 5,9 %. Myös kivisiltojen osuus on valtakunnallista osuutta pienempi, putkisiltoja puolestaan on lähes valtakunnallisen osuuden verran.



Kuva 12. Siltojen lukumäärä Uudenmaan ja Etelä-Hämeen ELY-keskusten alueilla pääsiltatyyppin mukaan jaoteltuna

2.9 Varsinais-Suomen ja Satakunnan ELY-keskusten alue

Varsinais-Suomen ja Satakunnan ELY-keskusten vastuualueilla on yhteensä 1825 siltaa. Alueen siltajakauma pääsiltatyyppin mukaan on esitetty kuvassa 13. Kivisiltoja alueella on 3,5 %, lähes kolminkertaisesti valtakunnalliseen 1,3 % osuuteen verrattuna. Muilta osin alueen siltajakauma on lähellä valtakunnallista jakaumaa.



Kuva 13. Siltojen lukumäärä Varsinais-Suomen ja Satakunnan ELY-keskusten alueilla pääsiltatyyppin mukaan jaoteltuna

3 SILTOJEN KORJAUSKUSTANNUKSIIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

3.1 Sillankorjausten nykytilanne

Sillan elinkaareen kuuluu sen valmistumisen jälkeen hoito, ylläpito ja korjaukset. Kaikkia siltoja on korjattava jossakin vaiheessa, jotta ne olisivat käyttökelpoisia ja tarkoituksenmukaisia koko suunnitellun käyttöaikansa. Suomen olosuhteissa silta tulee peruskorjausikään noin 30–40 vuoden kuluttua rakentamisesta. Siltojen kuntoa tarkkaillaan vuosittaisilla tarkastuksilla, sekä viiden vuoden välein tehtävillä yleistarkastuksilla. Sillan korjaustarve voi aiheutua myös muusta syystä kuin rakenteiden kulumisesta. Korjaus voi tulla ajankohtaiseksi muun muassa, jos liikennemäärän sillalla oletetaan kasvavan, sillan kantavuutta täytyy parantaa kuljetuksia varten, sillan käyttötarkoitus muuttuu tai siltaa täytyy leventää.

Merkittävimmät siltavaurioiden aiheuttajat Suomen olosuhteissa ovat vesi eri olomuodoissaan, pakkasen, tiesuolan käyttö sekä kasvavat liikennekuormat. Tukien siirtymät ja painumat aiheuttavat myös vaurioita siltaan. Alteimpia vaurioille ovat ne sillan osat, jotka joutuvat tiesuolan sekä kosteina ollessaan pakkasen vaikutuksen alaisiksi ja ne rakenteet, joihin kohdistuu liikenteen suora kuluttava vaikutus. Näitä osia ovat sillan päällysteet ja eristeet, reunapalkit sekä vesistösiltojen vedenrajassa olevat rakenteet.

Siltojen ylläpito- ja korjaustoimenpiteet voidaan jakaa vaurio- ja peruskorjauksiin. Vauriokorjauksilla sillasta poistetaan nimensä mukaisesti jokin vaurio, kun puolestaan peruskorjauksessa koko silta korjataan asianmukaiseen kuntoon. Vaurio- ja ylläpitokorjaukset tehdään sillan kuntoluokasta riippumatta. Korjauksia vaativat vauriot johtuvat usein hoidon puutteista tai laiminlyönneistä. Ylläpitokorjauksia voidaan tehdä ilman erikoistarkastusta, ja ne kohdistuvat yleensä vain tietyille rakenneosille. (Siitonen 2013, 13, 15–16.)

Peruskorjaus sillalle tehdään, kun sillan kuntoluokka on muuttunut huonoksi. Mikäli kuntoluokka on erittäin huono, joudutaan peruskorjaus tekemään kiireellisenä.

Peruskorjauksessa korjataan tai uusitaan kaikki vaurioituneet tai kuluneet sillan ja siltapaikan rakenteet alkuperäisen veroiseksi. Korjausta varten sillalle tehdään erikoistarkastus ja laaditaan korjaussuunnitelma. Korjaussuunnitelman laatimisen yhteydessä selvitetään sillan toiminnalliset puutteet, ja mahdollisuudet niiden poistamiseksi. Toiminnallisia puutteita ovat muun muassa liian pieni leveys, kantavuus tai kulkukorkeus. (Siitonen 2013, 16.)

Nykyisten siltojen odotetaan kestävän käyttökunnossa aiempia kauemmin. Käytettävät materiaalit kuten betonilaadut ovat kehittyneet paremmiksi. Uudet betonilaadut kestävät paremmin suolojen ja pakkasen aiheuttamaa rasitusta. Betonipinnoitteet ja muoteissa käytettävät suoja-kankaat parantavat pinnan laatua ja kestävyyttä rasitusta vastaan. Suolaisen veden ja pakkasen aiheuttamien vaurioiden ohella suurin kunnossapitokustannuksia kasvattava tekijä silloilla on puutteellinen kuivatus. Siltoja suunniteltaessa lähtökohtana tulee olla, että vesi poistuu silloilta mahdollisimman nopeasti ja hallitusti erilliseen sadevesiviemäriin tai avo-ojaan kosteusvaurioiden ehkäisemiseksi. (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y. 1989, 105.)

Uusien siltojen suunnittelussa suunnittelukäyttöikä on betoni- ja terässilloille sata vuotta, ja puusilloille sekä teräsputkisilloille viisikymmentä vuotta. Suunnittelukäyttöiän saavuttaminen edellyttää kantavien päärakenneosien laatuvaatimusten mukaista rakentamista, ja riittävällä hoidolla ja ylläpidolla varmistettua säilyvyyttä. Muita sillan rakenneosia voidaan uusia useitakin kertoja sillan käyttöiän aikana. Vanhojen siltojen osalta ei päästä samoihin käyttöikiin kuin uusilla silloilla. Vanhojen siltojen käyttöikää alentaa muun muassa suunnittelun ja rakennusmateriaalien kehittyminen, heikompi suojauskäsittely sekä puutteellinen hoito. (Tiehallinto 2009, 19.)

Rakenneosien korjaus- ja uusimistarve vaihtelee rakenneosan sijainnin, materiaaliominaisuuksien, suojakäsittelyiden sekä käytön ja ympäristön aiheuttamien rasitusten mukaan. Käytännön kokemusten ja tuotteiden valmistajien suositusten perusteella rakenneosille on asetettu seuraavat tavoiteikäkäyttöiät:

- reunapalkit suolattavilla teillä 25 vuotta
- reunapalkit suolaamattomilla teillä 40 vuotta
- vedeneristys 35 vuotta
- liikuntasaumalaitteet 25 vuotta
- päällystämätön puukansi 25 vuotta
- teräsrakenteen pintakäsittely 25 vuotta
- betonirakenteen pinnoitteet 15 vuotta

Tavoitekäyttöikä käytetään yleisiä ja siltakohtaisia laatuvaatimuksia laadittaessa ja tuotteita hyväksyttäessä. (Tiehallinto 2009, 19).

Vasta viime vuosina on siltojen suunnittelussa osattu huomioida sillan huollon ja ylläpidon aiheuttamat kustannukset koko elinkaaren aikana. Materiaalivalinnoilla ja teknisillä ratkaisuilla sillan ylläpitokustannuksia saadaan pienennettyä, ja tämä voi osoittautua kannattavaksi suuremmista rakennuskustannuksista huolimatta. Siltavaurioihin ja niihin liittyviin korjauskustannuksiin sekä sillan käyttöikään voidaan vaikuttaa oikeilla suunnitteluratkaisulla ja materiaalivalinnoilla, laatuksiteerien mukaisella rakentamisella sekä oikeilla ja oikein ajoitetuilla kunnossapitotoimilla. (Vähä-Pietilä 2011, 18.)

Yleisten teiden siltojen jälleenhankinta-arvo on kuusi miljardia euroa. Sillat muodostavat noin viidenneksen valtion hallinnassa olevan väyläomaisuuden arvosta. Siltojen ikärakenne huomioon ottaen vuosittainen rahoitustarve sillaston ylläpitoon olisi noin yksi prosentti jälleenhankinta-arvosta, eli kuusikymmentä miljoonaa euroa. Rahoitustarve tulee kasvamaan siltakannan keskimääräisen iän kasvaessa tulevina vuosina. (Siitonen 2011, 13.)

Nykyinen sillankorjauksen rahanjakomalli perustuu yli 30-vuotiaiden siltojen kansineliöiden määrään. Malli ei huomioi riittävän hyvin korjaustarpeessa olevien siltojen määrää eikä tehtyjä korjauksia. Malliin tulisi ottaa huomioon myös huonokuntoisten putkisiltojen lukumäärä sekä muiden huonokuntoisten siltojen pinta-ala. Vuonna 2005 laadituissa Siltojen ylläpidon toimintalinjoissa on tavoitteeksi esitetty siltojen vauriopistesumman kasvun pysäyttäminen ja huono- sekä erittäin huonokuntoisten siltojen

määrän vähentäminen. Tavoitteena olevan kuntotason saavuttaminen ja säilyttäminen edellyttää vuotuisen ylläpitorahoituksen kasvattamista 50 miljoonasta eurosta 80 miljoonaan euroon. (Siitonen 2011, 36, 39.)

Nykyinen 50 miljoonan euron vuosittainen ylläpitorahoitus jakautuu eri toimenpiteille suunnilleen seuraavasti (Siitonen 2011, 40):

- peruskorjaukset 35 miljoonaa euroa
- ylläpitokorjaukset 10 miljoonaa euroa
- tarkastukset ja korjaussuunnittelu 5 miljoonaa euroa

Erityyppisten siltojen tarvitseman korjausrahoituksen tarve on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Siltojen keskimääräiset korjauskustannukset siltatyypin perusteella (Siitonen 2011, 40.)

sillan tyyppi	lukumäärä [kpl]	korjausväli [a]	kustannus
suolaamaton silta	7500	40	600 €/m ²
suolattu silta	3500	35	700 €/m ²
suuri silta	500	40	1000 €/m ²
vesistöputkisilta	2000	35	110 000 € / silta
muu putkisilta	1000	50	110 000 € / silta

3.2 Teräsrakenteiden vaurioituminen

Teräs on ollut lujuutensa ja suhteellisen keveytensä vuoksi suurten siltojen rakennusmateriaali jo 1800-luvun lopulta lähtien. Terästä käytetään myös pienten ja keskisuurten siltojen pääkannattajissa, jolloin kansi tehdään yleensä muusta materiaalista. Suurin osa avattavista silloista on tehty teräksestä. Nykyään terästä käytetään teräsputkisiltojen lisäksi lähinnä liittopalkki- ja vinoköysisiltojen kantavissa rakenteissa. Terästä käytetään paljon myös sillan varusteissa ja laitteissa. Niitä ovat muun muassa kaiteet, laakerit, avattavien siltojen koneistot, liikuntasaumalaitteet, kuivatuslaitteet sekä erilaiset kiinnikkeet. Teräsrakenteiden ongelma on ruostuminen, jota ehkäistään pinnoittamalla rakenne. Yleisin pintakäsittelymenetelmä on maalaus, mutta pienempiä

rakenneosia kuten kaiteita ja johteita voidaan kuumasinkitä. (LIVI, sillanrakentamisyksikkö 2010, 4-5).

Teräksen etuja ovat suuri veto- ja taivutuslujuus sekä sitkeys. Teräsrakenteen oma paino on pieni verrattuna betonirakenteisiin. Suurin osa teräsrakenteista voidaan valmistaa ennakkoon tehtailla ja konepajoissa, joten rakennusaika työmailla on lyhyt. Asennustyö ei myöskään ole riippuvainen vuodenaikasta tai sääolosuhteista. Koska teräsrakenteiden asennus ei tarvitse muotteja eikä välttämättä telineitä, korjauksesta ja asentamisesta aiheutuva liikennehaitta sillan ali kulkevalle liikenteelle ei ole yhtä suuri kuin betonisia siltoja korjattaessa. Teräs on suosittu rakennemateriaali etenkin vesistösilloissa. (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y. 1989, 146.)

Korroosio on yleisin vaurio terässilloissa, ja aiheuttaa merkittävimpiä kunnossapitokustannuksia. Jalostettu metalli pyrkii muuttumaan metallioksidiksi. Korroosioprosessi vaatii lämpöä ja kosteutta. Pinnalla ei tarvitse olla vettä, ilman kosteus riittää korroosion syntymiseen. Korroosion käynnistymiseen vaaditaan vähintään 70–80 % suhteellinen kosteus. Sopivat olosuhteet voivat syntyä kontaktista ilmaan tai veteen, tai paikallisesti lika- tai ruostekerroksen alla. Puhtaassa ilmastorasituksessa on tavallisten terästen keskimääräinen syöpymisnopeus suojaamattomana Etelä-Suomessa noin 10–25 µm vuodessa. Jos teräs joutuu alttiiksi tiesuolalle ja kosteudelle, saattaa suojaamattoman teräksen syöpymisnopeus nousta jopa kymmenkertaiseksi. (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y. 1989, 346.)

Yksinkertaistettu kemiallinen prosessi teräksen korroosiolle on seuraava:

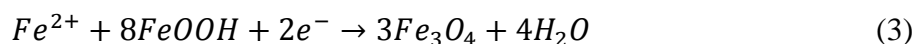
katodireaktio



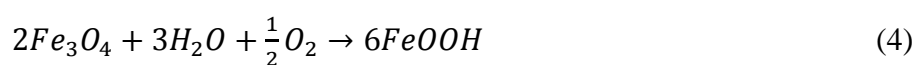
anodireaktio



Rautaionit muodostavat rautahydroksidia $Fe(OH)_2$. Rautahydroksidi hapettuu edelleen rautaoksidiksi muotoon $FeOOH$. Lähellä teräksen pintaa, jossa hapetta on niukasti saatavilla, muodostuu magnetiittia:



Kosteuden ja hapen vaikutuksesta magnetiitti hapettuu edelleen rautaoksidiksi $FeOOH$.



Erilaiset ilman ja veden epäpuhtaudet muuttavat yksinkertaistettua korroosioprosessia. Lämpötilan nousu 10 K:lla kaksinkertaistaa reaktionopeuden. (Kytö 2011, 49–50.)

Kloridit vaikuttavat suuresti teräsrakenteiden korroosionopeuteen. Rakenteen pinnalla oleva kloridi sekä nopeuttaa yleistä korroosiota että aiheuttaa pistekorroosiota. Ongelmia esiintyy etenkin merien läheisyydessä ja suolatuilla teillä. Suolat muuttavat teräksen potentiaalia negatiivisemmaksi, muuttavat ruosteen rakennetta haitallisempaan kiteiseen muotoon ja sitovat kosteutta itseensä lisäten siten pinnan kosteusaltistusta. Kloridipitoisessa ympäristössä teräsosa ruostuu nopeammin. Tästä syystä siltojen teräsosat, etenkin vaakapinnat, tulisi puhdistaa säännöllisesti. (Kytö 2011, 52.)

Mikäli teräsrakenne altistuu ympäristörasituksille, täytyy se aina pintakäsittellä korroosion estämiseksi ja käyttöiän pidentämiseksi. Hiiliteräksille yleisin pintakäsittelymenetelmä on maalaaminen. Maaleja on erilaisia, käytettävä laatu riippuu olosuhteista. Sinkkiä sisältävällä maalilla saadaan kosteuseristyksen lisäksi pinnalle katodinen suojaus. Pintakäsittelyn vaurioituessa maalin sinkki ruostuu ennen teräsrakennetta. Pienikokoisia osia voidaan kuumagalvanoida, ja joskus teräsrakenne epoksoidaan. Galvanoinnissa käsiteltävä osa upotetaan sulaan sinkkiin. Näin osalle saadaan sinkkipitoisen maalin tapaan kaksinkertainen suoja; sekä kosteuseriste että katodisuojaus. Epoksointia puolestaan käytetään lähinnä betoniraidoiteiden pinnoituksessa ruostetta vastaan. Epoksinnoite suojaa terästä sekä galvaaniselta korroosiolta että veden ja kloridien vaikutukselta.

Menetelmä ei kuitenkaan ole erityisen kustannustehokas, eikä siksi laajalti käytetty. Pintakäsittelyjen kestoikä on rajallinen, ja sen kuntoa tuleekin tarkkailla sillantarkastusten yhteydessä. (Kytö 2011, 55–59.)

Mikäli pintakäsittely on vaurioitunut tai puutteellinen, tulee teräsrakenteisiin ensin pistekorroosiota. Pistekorrosio etenee kuoppamaisen syöpymän kautta puhki ruostumiseen. Suolaisen veden valuminen rakenteen pinnalle ja rakenteen sijainti maan sisässä altistavat pistekorroosiolle. Suunnittelu-, materiaali- ja työvirheet, ylikuormitus, väsyminen sekä kylmähaaraus puolestaan aiheuttavat halkeilua ja säröilyä rakenteisiin. Tavallisesti säröt johtuvat toistuvan kuormituksen aiheuttamasta materiaalin väsymisestä. Hitsausaumoissa on monesti mikroskooppisia alkusäröjä, joista väsymissärö voi saada alkunsa. Toistuvan kuormituksen aiheuttaman jännitysvaihtelun seurauksen säröt voivat kasvaa näkyviksi halkeamiksi ja repeämiksi. Rakenneosien voimakas värähtely voi lisätä merkittävästi väsyttävää kuormitusta. Suunnittelu- ja työvirheet, sillan alusrakenteiden vaurioituminen ja ylikuormitus aiheuttavat myös muodonmuutoksia teräsrakenteisiin. Tukien painumat, ajoneuvojen törmäykset ja tieltä suistumiset sekä rakenneosien murtumiset ja liitosten liukumiset ovat merkittäviä muodonmuutosten aiheuttajia. (LIVI, sillanrakentamisyksikkö 2010, 9, 29–30.)

Törmäysvaurioita esiintyy siltojen kaiteissa sekä risteyssiltojen ja ylikulkukäytävien teräspalkeissa. Myös kunnossapitokalustolla saatetaan vaurioittaa teräspalkkeja ja liikuntasaumalaitteiden metalliosia. Jäätymisvaurioita esiintyy syöksytorvissa ja muissa ontoissa rakenteissa, joihin vesi pääsee sisälle. Kupariputkien tai muiden metallien käyttö voi aikaansaada korroosioparin, joka alkaa kuluttaa rakenteita. (LIVI, sillanrakentamisyksikkö 2010, 9.)

Lisääntyneet liikennemäärät ja kuormien kasvu asettavat yhä korkeampia vaatimuksia silloille. Toistuva kuormitus aiheuttaa materiaaleissa väsymisilmiötä. Teräsrakenteisissa silloissa ilmiötä voimistavat epäjatkuvuuskohdat liitosten alueilla. Vaurio rakenteissa tai sisäinen jännityshuippu alentaa rakenteen kestoja toistuvasti kuormitettuna. Väsyminen pyritään ottamaan huomioon oikealla yksityiskohtien suunnittelulla terässilloja

suunniteltaessa. Tarvittaessa hitsiliitokset viimeistellään hiomalla ja tarkistamalla liitoksen laatu. (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y. 1989, 102.)

3.3 Betoni- ja teräsbetonirakenteiden vaurioituminen

Betoni on yleisin sillanrakennusmateriaali, 67 % Suomen silloista on betonirakenteisia. Betonirakenteita löytyy myös monista teräs- ja puusilloista. Terässilloista noin puolessa on betoninen kansi, lisäksi betonia käytetään monesti teräs- ja puusilloissa muun muassa perustuksissa ja tuissa. Lähes kaikki sillan osat voidaan valmistaa betonista. Yksinään betoni ei yleensä ole kyllin vahvaa, vaan sitä vahvistetaan monesti raudotteilla. Betonirakenteiden käyttöiän pidentämisessä raudoituksen suojaaminen korroosiolta onkin merkittävässä roolissa. Raudoitusta voidaan suojata paremmin luvussa 3.2 mainituilla menetelmillä tai parantamalla raudoitusta ympäröivän betonin suojausvaikutusta. Raudoituksen korroosiotuotteiden tilavuus on huomattavasti alkuperäistä raudoitusta suurempi, joten raudoituksen korroosioprosessi rikkoo monesti ympäröivän betonirakenteen.

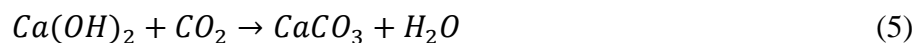
Betonin suosio perustuu sen moniin hyviin ominaisuuksiin. Se voidaan valaa lähes mihin muotoon tahansa muottien ja raudotteiden asettamissa rajoitteissa. Betonin lujuus kasvaa ajan myötä, se ei siten heikkene kuten teräs ja puu. Betonirakenne on myös erittäin jäykkää, jonka ansiosta se ei juuri värähtele ja siinä on siten vain vähän värähtelystä tai taipumisesta johtuvia vaurioita. Betoni on myös helppohoitoista ja vaatii vain vähän kunnossapitoa. Yleensä betonisilloilla riittää reunapalkkien ja liikuntasaumalaitteiden puhdistus, itse betonipinta kaipaa harvoin kunnostustoimenpiteitä. Massiivisuutensa vuoksi betonirakenne kestää muita materiaaleja paremmin törmäyksiä vaurioitumatta. Pienet törmäykset eivät saa painavaa siltakantta liikkeelle, ja oikein muotoillussa rakenteessa myös törmäyksen aiheuttamat pintavauriot jäävät vähäisiksi. Betonisillat kestävät myös hyvin ylikuormia muihin materiaaleihin verrattuna, koska rakenteen oma paino on suuri sillalla liikkuvaan kuormaan verrattuna. Betonirakenne sitoo suuret määrät lämpöä, joten syksyisin lämpötilan laskiessa nopeasti, rakenteeseen varautunut lämpöenergia riittää pitämään tien pinnan sulana. (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y. 1989, 119.)

Betonilla on myös huonoja puolia muihin materiaaleihin verrattuna. Se tarvitsee aina valutelineet ja muotin, joten joskus hankalien olosuhteiden vuoksi betonirakenteen teko on vaikeaa. Talviaikaan valaminen on kesää vaikeampaa, yleisesti pakkasrajana valamiseen pidetään -15 °C betonipumpun jäätymisriskin vuoksi. Kylmässä ympäristössä betonimassa voidaan tarvittaessa toimittaa kohteeseen lämmitettynä riittävän sitoutumislämpötilan varmistamiseksi. Betonirakenteita on myös muita materiaaleja vaikeampi korjata. Korjausmassan liittäminen vanhaan betoniin voi olla hankalaa. Korjaamiseen liittyvä purkutyö tai sillan käytöstäpoisto on muita siltoja monimutkaisempaa osien suuren painon vuoksi. Purkujätettä syntyy suuria massoja, ja purkaessa syntyy mahdollisesti myös suuria kappaleita joita täytyy voida pilkkoa kuljetusta varten. (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y. 1989, 120.)

Suomen ilmasto-olosuhteet ovat siltojen betonirakenteiden kannalta ankarat. Kosteuden lisäksi reunapalkit altistuvat jäätymis- ja sulamisrasitukselle. Suolatuilla teillä jäänsulamissuolat voimistavat jäätymis-sulamisrasituksen vaikutusta merkittävästi, koska jäätymis- ja sulamiskerrat lisääntyvät suolaamattomaan tiehen verrattuna. Suola- ja pakkasvauriot reunapalkeissa ovatkin betonisiltojen yleisimpiä vaurioita. Etenkin suolatuilla teillä ja merisilloilla välitukia rapauttaa betonin karbonisoitumisen ja suolojen tunkeutumisen aiheuttama teräskorroosio. Lisäksi ilmansaasteet altistavat betonia korroosiolle. (Huura ja Räsänen 2005, 36.)

Hiilidioksidi reagoi kemiallisesti sementtikiven vapaan kalsiumhydroksidin kanssa muodostaen kalsiumkarbonaattia. Kalsiumkarbonaatti sakkautuu betonin pintakerrosten avonaisiin kapilaarihuokosiin ja tukkii ne. Seurauksena on hitaasti paksuneva tiivis betonikerros, joka parantaa rakenteen säilymisominaisuuksia. Hyvälaatuisessa tiiviissä betonissa karbonisoituminen etenee noin 10 mm sadassa vuodessa. Karbonisoituminen kuitenkin myös alentaa betonin emäksisyyttä. Ajan myötä sen emäksisyys alenee niin paljon, että teräksiä ruostumiselta suojaava vaikutus katoaa. Pakkas- ja teräskorroosiovaurioita nopeuttaa sillan kannen vesieristyksen vuodot sekä rakenteiden halkeilu. Halkeilleessa betonissa karbonisoitumisen etenemisnopeus voi olla moninkertaista ehjään verrattuna. Betonipeitteen paksuudella ja laadulla on ratkaiseva

merkitys raudoituksen korroosionopeuteen. Betonilaadun valinnoilla ja pinnan suojauksella voidaan karbonisoitumista hidastaa, ja siten pidentää rakenteen elinikää. Kalsiumkarbonaatin muodostuminen on esitetty yhtälössä 5. (Huura ja Räsänen 2005, 36.)



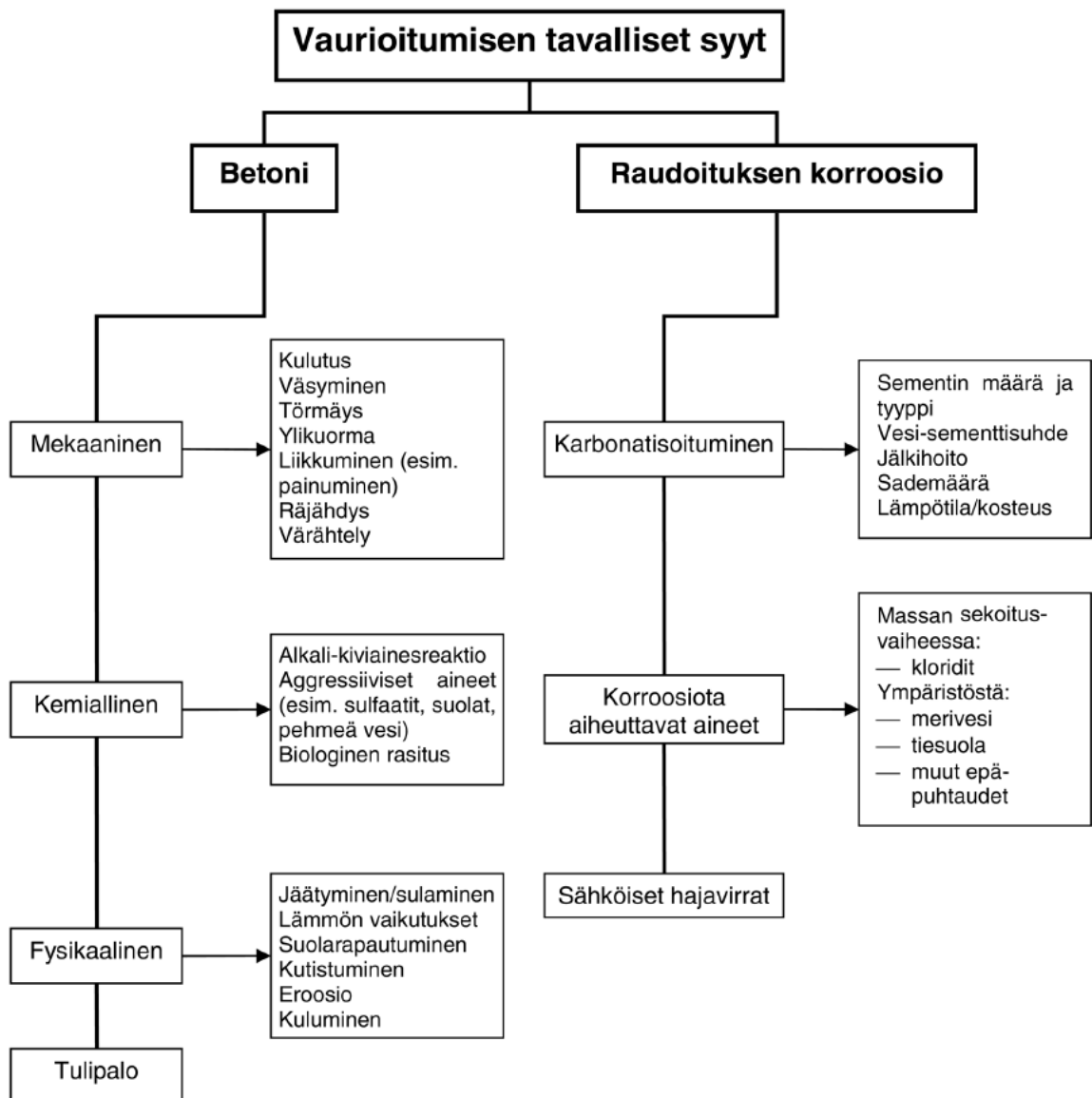
Tien kunnossapidossa suolaa käytetään sekä ajoradalla syntyneen jääpeitteen poistamiseen, että jääpeitteen synnyn estämiseen. Tien talvihoitoluokka määrittelee suolan käyttötarpeen. Suolaa käytetään pääasiassa lähellä nollaa olevissa lämpötiloissa, joten pohjoisessa suolaa käytetään Etelä-Suomea vähemmän. (Tiehallinto 2007, 6.)

Liikenne aiheuttaa kantavien rakenteiden halkeilua ja muodonmuutoksia, sekä yhdessä talvihoidon kanssa rasittaa liikuntasaumalaitteita. Rikkonaisista tai avoimista liikuntasaumalaitteista vesi pääsee valumaan rakenteisiin vaurioittaen niitä, ja voimistaen jäätymis-sulamisrasitusta. (Huura ja Räsänen 2005, 36.)

Pakkasen aiheuttama rapautuminen syntyy, kun betonin huokosissa jäätyvä vesi murtaa laajentuessaan ympäröivän betonin. Tien suolaus lisää jäätyriskertoja, ja siten voimistaa rapautumista. Pakkasvaurio voidaan jakaa sisäiseen pakkasvaurioon ja pinnan rapautumiseen. Sisäinen pakkasvaurio vaurioittaa rakenteessa koko poikkileikkausta, ja huonontaa betonin ominaisuuksia heikentäen näin raudoituksen tartuntaa betoniin. Betonin pinnalla tapahtuva suolapakkasrapautuminen ei yleensä aiheuta sisäisiä vaurioita betoniin, vaan vaurioittaa rakenteen pintaosia aiheuttaen rapautumista ja lohkeilua. Betonirakenteen poikkileikkauspinta-ala pienenee, ja lopulta saavuttaessaan raudoituksen tason suolapakkasrapautuminen kiihdyttää raudoituksen korroosiota. Korroosion seurauksena raudoitustankojen pinta-ala pienenee, ja mekaaniset ominaisuudet heikkenevät. Raudoituksen tartunta heikkenee, ja betonin halkeilu kiihtyy. Raudoitustankojen pinta-alan pieneneminen heikentää rakenteen kantavuutta. Korroosio myös heikentää raudoitustankojen venymäominaisuuksia, ja laskee siten rakenteen sitkeyttä. (Tiehallinto 2007, 6.)

Siltarakenteissa betoni voi rapautua joko suorilla tai epäsuorilla mekanismeilla. Merkittävin epäsuoran rapautumisen tekijä on terästen korroosio. Kun suunnittelu, betonin valmistus ja betonointityö tehdään huolella, ongelmilta vältytään. Pidempiä rakenteiden kestoikiä tavoiteltaessa betonin valmistuksen ja työn merkitys kuitenkin korostuu. Lujemmissa betonilaaduissa käytetään yleensä matalampaa vesi-sementti-suhdetta, jolloin sementin suurempi määrä voi aiheuttaa kutistumishalkeamia jos betoni kuivuu liian nopeasti. Betonilaatujen kehittyessä betonointityöhön ja pinnan käsittelyyn jälkihoitoaineella betonoitaessa tulee kiinnittää yhä suurempaa huomiota. (Kytö 2011, 62.)

Betonirakenteiden vaurioiden yleisimmät syyt standardin SFS-EN 1504-9 mukaisesti on esitetty kuvassa 14. Betonirakenteiden kuntoa arvioitaessa myös vaurioiden laajuus ja todennäköinen lisääntymisnopeus tulee selvittää. Lisäksi on laadittava arvio siitä, koska rakenne tai rakenneosa tulisi suunnitellun käyttöikänsä loppuun ilman suojaus- tai korjaustoimenpiteitä. (Tiehallinto 2007, 14.)



Kuva 14. Betonirakenteiden vaurioiden yleisimmät syyt (SFS-EN 1504-9)

3.4 Puurakenteiden vaurioituminen

Puu on yhdessä kiven kanssa vanhin yhä käytössä oleva siltojen kantavien rakenteiden materiaali. Hieman yli 4 % Suomen nykyisistä silloista on puusta rakennettuja. Yli kaksi kolmannesta siltarekisteriin syötetyistä puusilloista on rakennettu 60-luvun puolivälistä 80-luvun puoliväliin mennessä. Teräksestä ja betonista poiketen puu on orgaaninen rakennusmateriaali, ja siten vaurioituu myös niistä poikkeavalla tavalla. Fyysisen vaurioitumisen lisäksi puussa tapahtuu biologisia vaurioitumisprosesseja. Puu on kuitenkin

hyvin vastustuskykyinen kemiallisille tekijöille. Terästä ja betonia vaurioittavat kloridit ja hapot eivät ole yhtä haitallisia puisille rakenteille. Kestopuusta valmistetut kantavat rakenteet suunnitellaan noin 40 vuoden kestoajalle. (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y. 1989, 102.)

Puusiltoja voidaan käyttää ajoneuvoliikenteen siltoina noin 20 metrin jännemittaan asti, ja kevyen liikenteen siltoina noin 30 metrin jännemittaan asti. Puusiltoja käytetään vähäliikenteisillä teillä kuten paikallisteillä, metsäautoteillä ja yksityisteillä. Puusillan korjaus ja rakentaminen eivät ole sääolosuhteista riippuvia, vaan niitä voidaan tehdä myös talvella. Tarvittava välineistö on yleensä teräs- ja betonirakenteiden korjausta kevyempää ja helpommin liikuteltävissä. Puista sillankantta ei voi korjata, vaan se on uusittava kokonaisuudessaan. (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y. 1989; 152, 154.)

Kosteus, auringonvalo ja lämpötila ovat merkittävimmät puurakenteille fyysistä vaurioitumista aiheuttavat ympäristöolosuhteet. Puun kosteuspitoisuuden vaihdellessa sen tilavuus vaihtelee suuresti, ja kastumis-kuivumis-vaihtelut aiheuttavat puuhun halkeamia. Halkeamien kautta kosteus pääsee helpommin imeytymään puurakenteen sisään. Kosteuden imeytyminen rakenteeseen kiihdyttää sekä fyysistä että biologista vaurioitumista. Lämpötilan vaihteluilla on vastaava vaikutus. Puun lämmitessä epätasaisesti myös sen sisältämä kosteus jakaantuu rakenteeseen epätasaisesti, ja puuhun muodostuu halkeamia. Halkeamiin valunut vesi jäätyy talvisin laajentaen halkeamia. Auringonvalo puolestaan käynnistää puussa ensin ligniinin ja myöhemmin selluloosan hajoamisen vaurioittaen siten puun rakennetta. Rakenteen sijainnilla on suuri vaikutus auringonvalon rasittavuuteen. Etelänpuoleisella pinnalla rasitus on suhteessa 100, itäisellä ja läntisellä pinnalla noin 57 ja pohjoisella pinnalla noin 17. (Kytö 2011, 68.)

Biologinen vaurioituminen on yleensä fyysistä vaurioitumista merkittävämpää puisille siltarakenteille. Merkittävimmät biologisen vaurioitumisen aiheuttajat ovat hyönteiset ja sienet. Myös bakteerit ja merieliöt vaurioittavat puuta. Hyönteisten toukat aiheuttavat vaurioita syömällä puuhun reikiä. Erilaiset sienet puolestaan vaurioittavat puuta lahottamalla sitä. Erityisen alttiita lahoamiselle ovat maanvastaiset ja vedenpinnan vaikutuksesta kastuvat rakenteet sekä vuotavan kannen alla olevat kannattimet. Hyönteiset

vaativat puulle vähintään 10 % kosteussisältöä selvitäkseen, sienet noin 20 %:a. Tehokkain tapa ehkäistä hyönteisten ja sienten kasvua onkin eristää puurakenne suorasta vesikontaktista. (Kytö 2011, 69.)

Puuta voidaan suojata sekä rakenteellisilla että kemiallisilla ratkaisuilla. Rakenteellisilla ratkaisuilla vähennetään puun suoraa altistusta vedelle ja auringonvalolle. Suunnittelun aikana rakenteet tulisi miettiä sellaisiksi, että vesi valuu pois puupinnoilta eikä vettä tai likaa pääse kertymään puisen rakenteen päälle. Rakenteen tulee olla hyvin tuulettuva, siihen ei saa muodostua huonosti tuulettuvia taskuja. Kemiallisilla ratkaisuilla puu käsitellään kestäväksi vaurioittavia tekijöitä pidempään. Veden imeytymistä puuhun voidaan pyrkiä vähentämään, kosteusvaihtelujen aiheuttamia tilavuusmuutoksia pienentää ja puun suojausta UV-valoa vastaan parantaa. Käsitteily tehdään yleensä kreosiitillä tai painekyllästämällä. Kreosiitti hidastaa myös puun kosteuden vaihtelua ja vähentää siten halkeilua. Käsitelty puu on yleensä ongelmajätettä, ja aiheuttaa lisäkustannuksia ja hankaluuksia siltaa korjattaessa. Sillan puukannen yleisin vika kulumisen lisäksi on harvuus, jolloin kosteus pääsee kastelemaan alapuolisia rakenteita ja kiihdyttää osaltaan niiden vaurioitumista. (Kytö 2011, 71.)

3.5 Laakerit ja vedeneristys

Aiemmissa luvuissa mainittujen rakennemateriaalien ja rakenneosien lisäksi silloilla yleisimmin korjattavia ja osaltaan merkittävästi kustannuksiin vaikuttavia rakenneosia ovat laakerit ja vedeneristys. Siltalaakereiden tehtävä on siirtää tukireaktiot tukipisteissä päällysrakenteesta alusrakenteelle ja mahdollistaa päällysrakenteen edellyttämät liikkeet. Päällysrakenteen liike aiheutuu sillan pituus- ja poikkisuuntaisista lämpötilanvaihteluista, maatukien liikkumisesta, jännitystyön aiheuttamasta kokoonpuristumisesta ja taipumasta aiheutuvasta tukipisteiden kiertymästä. Siltaa suunniteltaessa tulee huomioida soveltuvien laakereiden valinnan lisäksi laakereiden toiminnan ja kunnan tarkkailu sekä kunnossapidon vaatimat toimenpiteet. Laakerit tulee suunnitella vaihtokelpoisiksi. Laakereiden kestoikäksi oletetaan 50 vuotta. Joskus tukien liike on niin suuri, että laakeri joutuu liikemahdollisuuksiensa ääriarjoille. Laakeri voi liikkeen suuruuden johdosta jopa särkyä.

Ainevika tai väsymisilmiö voi vaurioittaa tai halkaista laakerin. (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y. 1989; 170, 350.)

Vedeneristyksen tarkoituksena on estää kosteuden kulkeutuminen paineen ja kapillaarisen virtauksen myötä kansirakenteen sisään. Eristyksessä käytetään kumibitumipohjaisia tuotteita, sekä muovipohjaisia tuotteita kuten epoksia. Pääteiden silloilla eristysalustan epoksitiivistys on nykyisin yleisin ratkaisu. Kermieristyksen etuna on toimintavarmuus myös alhaisissa lämpötiloissa, kunhan eristyksen saumat ovat tiiviit. Eristyksen päälle saatetaan valaa suojabetonikerros, jonka päälle tulevat päällystekerrokset. Suojabetonin lisäksi eristyskermin ja –massan suojaukseen voidaan käyttää esimerkiksi toista kermiä, hiekka-asfalttisuojakerrosta tai mastiksieristystä. Suojabetonin käytöstä luovuttiin eristysmateriaalien parantumisen myötä vuosituhannen vaihteen aikoihin. Vedeneristyksen kupliminen on alkanut kuitenkin aiheuttaa lisääntyvässä määrin päällystevaurioita, ja tämän välttämiseksi viime vuosina suojabetoni on otettu uudelleen käyttöön etenkin suolaamattomilla teillä sijaitsevilla silloilla. Suojabetoni vaurioituu luvussa 3.1.2 esitettyjen betonirakenteen vaurioitumisperiaatteiden ja syiden mukaisesti, joten sen käyttö ei ole järkevää suolatuilla teillä. (Liikennevirasto 2010, 72.)

Suomen ilmasto-olosuhteet asettavat myös vedeneristyksen erittäin suuren rasituksen kohteeksi. Siltarakenteen lämpötilavaihtelut aiheuttavat liikettä kansilaatassa, ja liikkeet kohdistuvat myös vedeneristykseen. Talvisuolaus lisää vedeneristykseen kohdistuvaa rasitusta. Jos eristys on vaurioitunut laajalta alueelta tai pääsee kuplimaan, muodostuu asfalttipäällystykseen pyöreitä halkeamia ja reikiä. Vesi voi pursuta halkeamien raoista. (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y. 1989; 175, 351.)

3.6 Kunnossapidon vaikutus korjausmääriin ja kustannuksiin

Siltojen asianmukaisella kunnossapidolla voidaan vaikuttaa merkittävästi rakenteiden vaurioitumisnopeuteen. Ajoittamalla kunnossapito ja korjaukset oikein, voidaan vaurioituminen pitää mahdollisimman hitaana ja korjattavat määrät pieninä. Mikäli kunnossapito ei ole riittävää, pääsevät pienet vauriot laajenemaan ja korjattava määrä alkaa

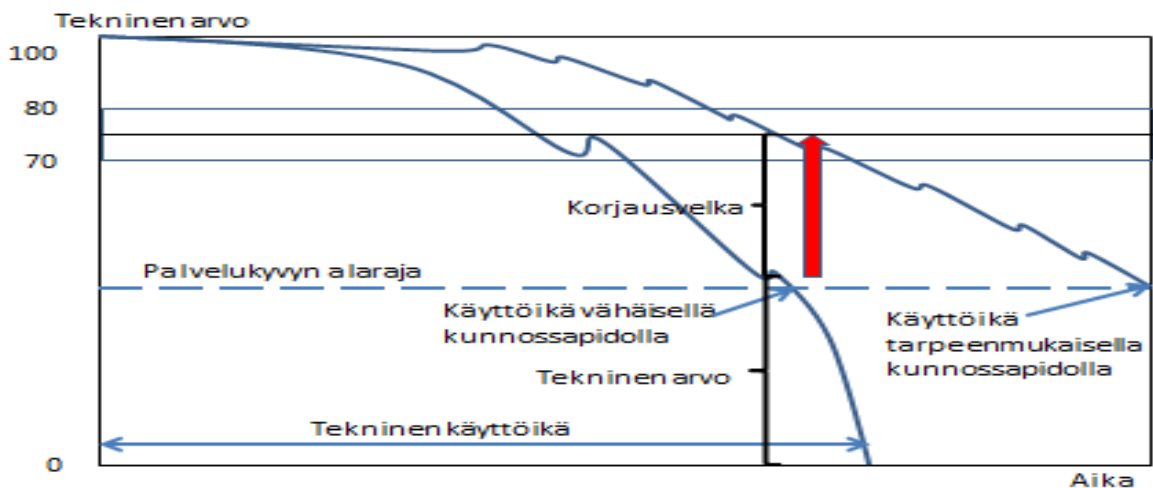
lisääntyä nopeasti. Etenkin veden pääsy rakenteisiin aiheuttaa nopeasti lisävaurioita ja siten kustannuksia.

Siltojen kannet tulisi puhdistaa vähintään kerran vuodessa. Puhdistus tulisi suorittaa ainakin keväisin lumien ja jäiden sulamisen jälkeen. Tällöin saadaan poistettua kannelta hiekka, suola ja muut epäpuhtaudet jotka kannelle kerääntyessään ajan mittaan aiheuttavat betonin rapautumista, teräksen korroosiota ja puun kulumista. Suolatuilla tieosuuksilla sillat on puhdistettava vesipesua käyttäen, vaikka hiekka ja lika poistettaisiinkin mekaanisilla välineillä. Rakenteiden koloihin ja huokosiin painuneet suolat ja muut rapautumista edistävät aineet eivät irtoa tehokkaasti kuivaharjauksella. Sillan kaiteet pestään aina kannen pesun yhteydessä. Pesun jälkeen tarkastetaan kaiteiden maalaus. Naarmuuntuneet kohdat tulee paikkausmaalata mahdollisimman pian. (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y. 1989, 330.)

Liikuntasaumalaitteet tulisi puhdistaa vähintään kerran vuodessa, mutta olisi suositeltavaa puhdistaa ne sekä keväällä että syksyllä. Puhdistuksessa poistetaan liikuntasaumalaitteisiin kertynyt hiekka ja muu irtonainen aines harjaamalla tai pesemällä laite vedellä. Mikäli puhdistuksia ei tehdä säännöllisesti, hiekka ja pienet kivet rikkovat vesitiiviin liikuntasaumalaitteen kumit, ja vesi pääsee valumaan sillan rakenteisiin. Liikuntasaumalaitteet eivät pääsääntöisesti tarvitse puhdistuksen lisäksi muuta huoltoa, mikäli kumit eivät ole päässeet rikkoutumaan. Sillan kannen pintavesiputket puhdistetaan kannen pesun yhteydessä, ja samalla varmistetaan että vesi virtaa oikein kannelta pintavesiputken ritilään. Samalla pestään tai puhdistetaan kannen vesikourut, ja varmistetaan niiden liitokset ja ehjyys. (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y. 1989, 330–331.)

Siltojen asfalttipäällysteiden halkeamat ja vauriot on korjattava mahdollisimman pikaisesti, vaikka päällyste olisi kulunut ja uudelleen päällystäminen tieosuudelle suunnitelmassa. Etenkin päällysteessä olevat reiät ovat vaarallisia sillan rakenteiden lisäksi myös liikenteelle, joten reiät on paikattava erityisen nopeasti. Mikäli alus- ja päällysrakenteen välinen sauma reunapalkin kohdalla on rikkonainen, tulee se korjata, etteivät alapuoliset betonirakenteet pääse vaurioitumaan sauman kautta rakenteisiin pääsevystä vedestä.

Oikein ajoitetuilla korjauksilla voidaan vaikuttaa merkittävästi sillan tekniseen käyttöikään. Mikäli rakennetta ei kunnossapidetä asianmukaisesti, tekninen käyttöikä alenee huomattavasti. Tekninen käyttöikä päättyy, kun rakenne ei enää palvele suunnitellulla tavalla, ja sitä ei voida käyttää alkuperäiseen tarkoitukseen. Silloilla teknisen käyttöiän päättymisen näkyy muun muassa painorajoituksina. Yleisesti sillan teknisenä käyttöikä teräs- ja betonisilloille Suomessa pidetään sataa vuotta. Pitkä käyttöikä asettaa lisähaasteita kun pohditaan korjausinvestoinneilla saatavaa hyötyä, pitkälle tulevaisuuteen tehtävät laskelmat ovat aina epävarmempia. Esimerkiksi sillan liikennemäärien arvioiminen kymmenien vuosien päähän tulevaisuuteen on hyvin vaikeaa. Kuvassa 15 on esitetty sillan teknisen käyttöiän vanheneminen ja tarpeenmukaisella kunnossapidolla saavutettava käyttöiän piteneminen. (Kytö 2011, 19.)



Kuva 15. Kunnossapidon vaikutus tekniseen käyttöikään (Siitonen 2011, 41.)

4 ERI TEKIJÖIDEN VAIKUTUS KORJAUKSEN YKSIKÖHINTOIHIN

Sillan kunnossapidosta vastaava, yleensä ELY-keskus tai kaupunki, tilaa korjausurakan. Urakan kilpailuttaminen edellyttää, että sillan kunto on tutkittu, sillan korjaamisen tavoitteet ovat tiedossa, korjaussuunnitelma on laadittu sekä päätös korjauksesta on tehty ja rahoitus varmistettu. Usein sillalle tehdään ennen korjaussuunnittelua erikoistarkastus.

Siltahankkeiden kilpailuttamisessa voidaan käyttää avointa menettelyä. Avoimessa menettelyssä siltahanke tulee julkisesti kaikkien nähtäville, ja yritykset voivat vapaasti jättää tarjouksen urakasta. Vaativammassa korjauskohteissa kilpailuttamisessa käytetään rajoitettua menettelyä. Rajoitetussa menettelyssä hankintayksikkö julkaisee ilmoituksen, johon yritykset voivat pyytää saada osallistua. Osallistumishakemuksen jättäneiden joukosta työn tilaaja valitsee ne yritykset, joiden se arvelee olevan kyvykkäitä ja luotettavia suorittamaan kyseisen hankkeen, ja joiden oletetaan olevan valmiita tekemään kilpailukykyisen tarjouksen. Tarjouspyynnöt lähetetään vain valituille yrityksille, ja siten vain ne voivat tehdä tarjouksen urakasta. Hankintailmoituksessa kerrotaan urakassa vaadittavat pätevyudet, joten kilpailutuksen voi voittaa vain yritys jolla on kyseiseen urakkaan riittävät valmiudet.

Valtaosa siltojen korjausurakoista Suomessa toteutetaan kokonaisurakoina. Kokonaisurakassa työn tilaaja määrittelee ensin työn sisällön ja sallitun kokonaiskeston, laatii suunnitelmat työlle ja ilmoittaa millä perusteilla voittava tarjous valitaan. Yleensä tarjous valitaan suoraan halvimman hinnan tai halvimman kokonaishinnan ja edullisimpien yksikköhintojen perusteella. Toisinaan urakan suoritusajalle tai urakoitsijan lupaamalle työturvallisuuden tasolle voidaan antaa tietty painoarvo kilpailutuksessa. Urakoitsija puolestaan esittää tarjouksessaan yhden kokonaishinnan työn toteuttamiselle. Kokonaisurakka saattaa kuitenkin olla rakennuttajalle epäedullinen jos hanke sisältää työmääriltään epävarmoja vaiheita. Mikäli suunnitelmat on tehty huolellisesti, voidaan näiden työvaiheiden arvioidut määrät ilmoittaa tarjousvaiheessa. Määrien ylittyessä urakoitsija voi laskuttaa lisääntyneestä työstä eikä siten joudu hinnoittelemaan riskiä tarjoukseen.

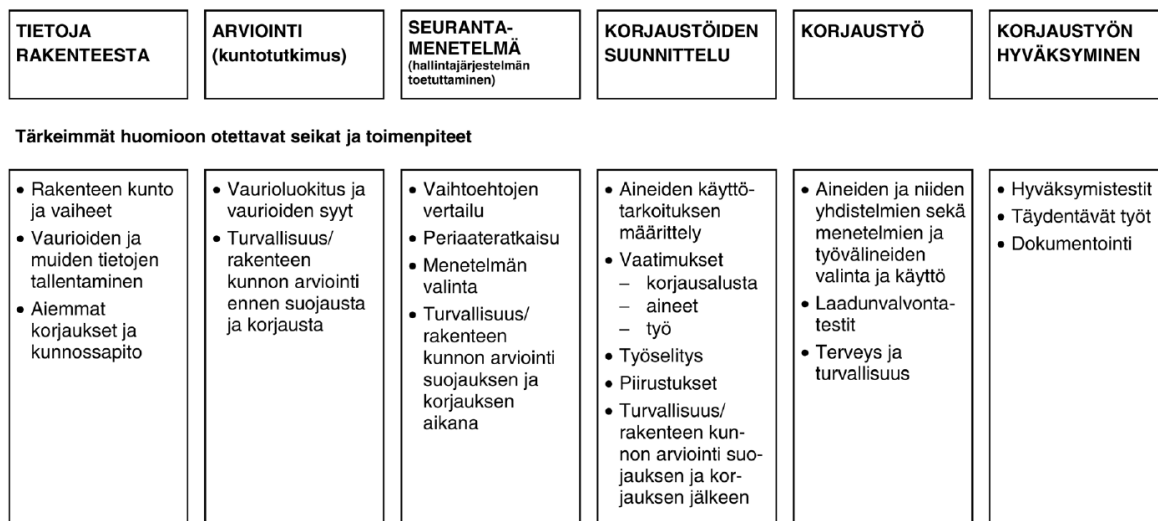
Tarjouksen liitteeksi pyydetään yksikköhintaluettelo mahdollisia lisä- ja muutostöitä varten. Kokonaisurakoiden kilpailutuksessa yksikköhinnoille ei välttämättä anneta painoarvoa urakoitsijaa valittaessa, mutta urakoitsija pyrkii laskemaan ne kohtuullisella tarkkuudella kuhunkin urakkaan mahdollisten muutos- ja lisätöiden vuoksi. Yksikköhintaluetteloa sovelletaan myös urakan kokonaishintaisen osan määrämuutoksiin. Tarjouspyyntöjen mukaan yksikköhintoja sovelletaan niihin määrämuutoksiin, jotka ovat korkeintaan 25 % määräluettelossa ilmoitetuista määristä. Mikäli muutos on tätä suurempi, neuvotellaan yksikköhinta tapauskohtaisesti. Joissakin tarjouspyynnöissä lisäksi ilmoitetaan, että luetteloiden tarkkuus on 5 %, joten tätä pienemmistä poikkeamista ei makseta lisähintaa eikä vaadita hyvityksiä. (Holopainen et al. 2009, 3.)

Yksikköhintataulukkaan lisätään yleensä maininta ”Kaikkiin alla mainittuihin hintoihin sisältyvät yleisten laatuvaatimusten ja ohjeiden vaatimat työvaiheet. Hintoihin sisältyy myös tarvittavat koneet ja laitteet, työmaatilat, materiaalit ja tarvikkeet, sähkö, vesi, polttoaineet, työnjohto, ammattimiestyöt, aputyöt, jälkihoitotyöt, suojaukset, siivoukset, pesut, jätteiden kuljetukset ja jätemaksut sekä kaikki kuljetukset. Hintojen tulee sisältää myös yleiskustannukset.”

4.1 Korjausurakan kustannusten jaottelu korjaushankkeen eri vaiheisiin

Siltojen korjaushanke voidaan jakaa kuuteen vaiheeseen. Seurantavaiheessa rakenteen kuntoa arvioidaan sopivin välein, ja tulokset tallennetaan hallintajärjestelmään. Arviointivaiheessa havaittujen vaurioiden perusteella sillalle tehdään erikoistarkastus. Vaurioiden laajuus ja syyt selvitetään, yleensä apuna käytetään laboratoriotestejä. Sillan korjaamisen kannalta on oleellista, että vaurion syy saadaan mahdollisuuksien mukaan poistettua. Yleissuunnitteluvaiheessa valitaan sopivat korjausperiaatteet. Kunkin korjaustyön periaateratkaisu tehdään vaihtoehtoja vertaillen. Korjaustyön suunnittelu -vaiheessa valituille korjausperiaatteille määritellään sopivat korjausmenetelmät laatuvaatimuksineen. Käytettävien korjausmateriaalien osalta tarkistetaan määritysten- ja vaatimustenmukaisuus. Korjaustyövaiheessa suoritetaan nimen mukaisesti varsinainen

korjaustyö ja työn laadunvalvonta. Korjaustyön hyväksymisvaiheessa varmistetaan laatuvaatimusten täyttyminen ja oikeiden korjausmenetelmien käyttö. Korjaustyötä koskevat dokumentit tallennetaan sillan laaturaporttiin. Periaatekaavio korjaustyön vaiheista on esitetty kuvassa 16. (Tiehallinto 2007, 13)



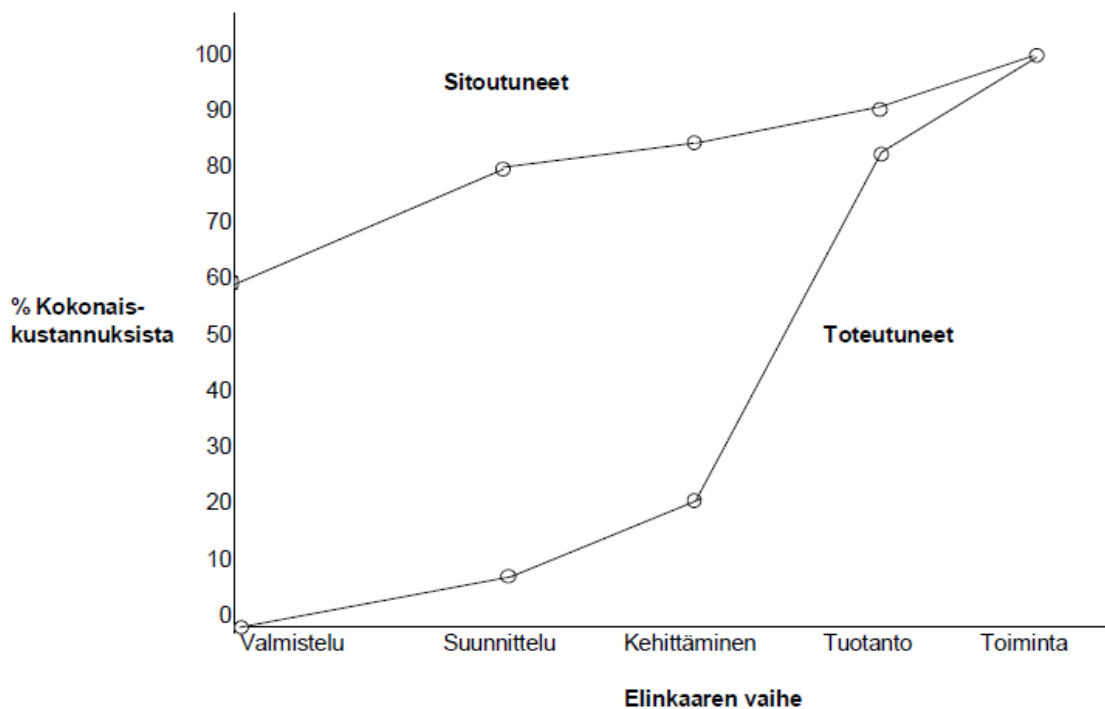
Kuva 16. Siltojen korjaushankkeen vaiheet (SFS-EN 1504-9)

Korjausurakoitsijan työlle esittämä hinta perustuu kuvan 16 kolmeen viimeiseen vaiheeseen, eli korjaustyön suunnitteluun, korjaustyöhön ja korjaustyön hyväksymiseen. Aiemmat vaiheet seuranta, arviointi ja yleissuunnittelu aiheuttavat kustannuksia sillan omistajalle, mutta eivät vaikuta urakkatarjoukseen ja sen yksikköhintoihin. Siten ne voidaan rajata tarkastelun ulkopuolelle tulosten tarkkuuden kärsimättä. Varsinaisen korjaustyön suunnittelu tehdään suurelta osin ennen urakan kilpailutusta. Korjausurakoitsija voi vaikuttaa korjaustyön suunnittelu –vaiheen kustannuksiin vain omia työtapojaan ja aikataulujaan optimoimalla. Käytännössä urakoitsijan näkökulmasta korjausurakka voidaan jakaa vaiheisiin työmaan suunnittelu ja perustaminen, korjaustyön suoritus ja työmaan purku.

Työtä varten tunnistettiin kussakin kolmessa vaiheessa kustannuksiin merkittävästi vaikuttavat tekijät. Huomioimalla kunkin vaiheen merkittävimmät kustannuksiin vaikuttavat tekijät voidaan varmistua siitä, että urakkakokonaisuuden kannalta merkittävimmät kustannuksiin vaikuttavat tekijät tulevat huomioiduksi. Tekijöiden

tunnistaminen perustui kokoneiden sillanrakentajien ja -suunnittelijoiden kanssa käytyihin keskusteluihin. (Hukkanen & Siitonen 2013).

Elinkaarilaskennan teoriassa on havaittu, että noin 80 % kustannuksista aiheutuu suunnittelun aikaisista ratkaisuista. Kuvassa 17 on esitetty elinkaarilaskennan teorian mukainen periaate kustannusten muodostumisesta tuotteen elinkaaren aikana. Sillankorjaushankkeissa pätee sama nyrkkisääntö, valtaosa kustannuksiin vaikuttavista tekijöistä määräytyy jo ennen hankkeen kilpailutusta. Työn tilaaja määrittelee muun muassa urakassa korjattavat kohteet, sen mitä kohteissa korjataan, liikennejärjestelyjen rajoitteet ja koska korjaus tullaan toteuttamaan. Siten merkittävä osa kustannuksista on sitoutunut jo ennen hankkeen kilpailutusta.



Kuva 17. Elinkaarikustannusten sitoutuminen ja toteutuminen (Booth 1994, 10)

Merkittävimmät korjauskustannuksiin vaikuttavat tekijät ovat tiedossa, niiden vaikutusta kustannuksiin on käsitelty teoriatasolla seuraavissa alaotsikoissa. Eri tekijöiden vaikutusten suuruutta ei kuitenkaan ole aikaisemmin tutkittu. Tässä työssä tekijöiden vaikutusten suuruutta selvitettiin kahdella lähestymistavalla, toteutuneiden urakoiden yksikköhintoja

analysoimalla, ja kokeneita urakkatarjousten laskijoita haastattelemalla. Toteutuneita urakoita analysoimalla eri tekijöiden vaikutusta kustannuksiin on käsitelty luvussa 5.1, ja urakkalaskijoita haastattelemalla saadun tiedon perusteella kustannusvaikutuksia käsitellään luvussa 5.2. Tavoitteena oli saada teorian pohjalta tehdyille oletuksille vahvistus sekä kustannustietojen että haastattelujen kautta mikäli tarkastelu molemmista lähtökohdista on mahdollista.

Kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä tarkastellaan sekä työn tilaajan että urakoitsijan näkökulmasta. Tilaajan tekemät valinnat määrittävät ne rajoitteet, joiden puitteissa urakoitsija työn suorittaa, ja vaikuttavat siten suoraan työstä tarjottuun hintaan. Tarjouksen jättävien urakoitsijoiden kyky järjestää ennalta määriteltyjen urakan ominaisuuksien ja tehtyjen valintojen puitteissa muun muassa aikataulut, materiaalihankinnat, liikennejärjestelyt ja alihankinnat vaikuttavat omalta osaltaan tarjottuun hintaan.

4.2 Siltojen määrä urakassa

Siltojen määrä urakassa vaikuttaa urakan kaikissa kolmessa korjausurakan vaiheessa kustannuksiin. Mikäli korjausurakka sisältää useita siltoja, yksikköhinnat ovat pääsääntöisesti yhden sillan korjauksesta edullisemmat. Työ voidaan mahdollisesti suorittaa vain yhtä varastoaluetta ja työmaatukikohtaa käyttäen jos sillat sijaitsevat riittävän lähellä toisiaan. Siten voidaan pienentää yhteen siltaan kohdistuvia rahdeista, varastoinnista, sosiaalituloista ja työmaatoimistoista aiheutuvia kiinteitä kustannuksia. Tämä pienentää kustannuksia niin työmaan perustamisessa, työn suorittamisessa kuin työmaata purkaessakin.

Urakoitsija säästää materiaalikustannuksissa, kun pystyy tilaamaan suuremman määrän tavaraa kerralla usealla lähekkäin sijaitsevalla sillalla työskenneltäessä. Myös työvoimakustannuksissa kertyy säästöä, kun työresurssit voidaan kohdistaa paremmin usealle sillalle ja työvaiheista johtuva odotusaika saadaan minimoitua. Sopivasti aikatauluttamalla työvoima saadaan optimaalisesti kohdistettua oikeaan siltakohteeseen, ja näin vältetään resurssikapeikoilta kiivaissa työvaiheissa sekä ylimääräisestä työvoimasta

aiheutuvista kustannuksista työkohteen hiljaisemmassa vaiheessa. Rajoittavaksi tekijäksi voi kuitenkin muodostua työnjohdon saatavuus. Mikäli urakan siltakohteet sijaitsevat kaukana toisistaan, on työnjohdon vaikea osallistua kylliksi kunkin kohteen työskentelyyn. Pätevää työnjohtoa on tarjolla niukemmin kuin työntekijöitä, joten työkohteiden välisten etäisyyksien ollessa pitkiä työnjohdon resursseihin tulee kiinnittää erityistä huomiota.

4.3 Sillan koko

Sillan koko vaikuttaa lähinnä työmaan perustaminen- ja korjaustyön suoritus –vaiheiden kustannuksiin. Kiinteät kustannukset kuten kaluston siirto ovat sitä pienemmät korjattavaa yksikköä kohden, mitä suurempi silta on. Materiaalihankinta tehostuu, kun voidaan kuljettaa täysiä kuormia ja tilata isompia eriä. Mikäli työvaiheen merkittävimmät kustannukset muodostuvat kaluston siirrosta kohteeseen, korjauksen yksikkökustannukset pienenevät sillan koon kasvaessa. Sen sijaan jos korjaustyö ei vaadi raskaita koneita tai runsaita materiaaleja kohteeseen, sillan koolla ei ole merkittävää vaikutusta yksikköhintaan.

Sillan koon vaikutus hintoihin on riippuvainen myös siltojen määrästä urakassa. Mikäli pienistä, sopivalla etäisyydellä toisistaan sijaitsevista silloista saadaan kasattua järkevä korjauspaketti, saavutetaan sillä samat säästöt yleiskuluissa, kuin mitä suurta siltaa korjattaessa saadaan. Suurista silloista voi olla haastavampaa laatia sopivaa pakettia kilpailutukseen, ja näin koon tuoma säästö osaltaan heikkenee.

4.4 Maantieteellinen sijainti

Sillan maantieteellinen sijainti vaikuttaa kaikkien kolmen korjausurakan vaiheen kustannuksiin. Pitkät etäisyydet nostavat kustannuksia niin työmaan perustamisessa, korjaustyön suorituksessa kuin työmaan purkamisvaiheessakin kuljetuskustannusten nousun vuoksi. Myös maantieteellisen sijainnin vaikutus yksikköhintoihin riippuu

työvaiheista. Mikäli materiaalikuljetuksia on vähän eikä suuria koneita tarvita, vaikutus ei ole niin suuri kuin raskasta konetyötä tehtäessä.

Maantieteellistä sijaintia voi tarkastella sekä sijaintina tietyn ELY-keskuksen alueella että etäisyytenä kaupunkeihin. Pitkät etäisyydet nostavat kuljetuskustannuksia. Toisaalta sijainti kaupunkien ulkopuolella voi myös laskea kustannuksia, koska vähäliikenteisemmällä teillä liikennejärjestelyt voi olla helpompi toteuttaa, ja työajat voivat olla väljempiä vähäisemmän häiriintyvän asutuksen johdosta.

4.5 Työtilanne ja taloudellinen suhdanne

Työtilanne ja taloudellinen suhdanne vaikuttavat kaikkien kolmen korjausurakan vaiheen kustannuksiin. Heikommassa taloudellisessa suhdanteessa ja työtilanteessa tarjolla on enemmän työvoimaresursseja, joten työn tilaaja saa useampia ja edullisempia urakkatarjouksia. Urakoitsijalla on myös käytettävissään enemmän aliurakoitsijoita, joten työvoimakustannukset kaikissa kolmessa korjausurakan vaiheessa ovat korkeasuhdannetta matalammat.

Heikossa taloudellisessa suhdanteessa valtio saattaa budjetoida enemmän rahaa rakentamiseen taloudellisen elvytyksen vuoksi. Mikäli urakoita tulee paljon laskettavaksi pienen ajan sisällä, niistä on vähemmän kilpailua ja hinnat nousevat.

4.6 Liikennemäärä korjattavalla sillalla

Sillankorjausurakoiden haasteena on liikennemäärä korjattavalla sillalla. Tierakentamisessa voidaan usein rakentaa kohtuullisin kustannuksin kiertotie korjauskohteen ohi, mutta uuden sillan rakentaminen korjattavan viereen ei yleensä ole taloudellisesti järkevää. Sillankorjauksen liikennejärjestelyille on käytössä kaksi vaihtoehtoa. Joko liikenne ohjataan toiselle reitille kiertämään korjattava kohde, tai silta

korjataan ajorata kerrallaan ja toinen ajorata jää liikenteen käyttöön. Liikennemäärä korjattavalla sillalla vaikuttaa kaikkien korjausurakan kolmen vaiheen kustannuksiin.

Mikäli liikenne voidaan siirtää vaihtoehtoiselle reitille, työturvallisuus paranee ja tehokkuus kasvaa kun tielläliikkujat eivät häiritse korjaustoimenpiteitä. Tällöin myös työskentely ja varastointi onnistuvat laajemmalla alueella, ja tarvittaessa sillan kansi voidaan vaihtaa kokonaan. Toisaalta jos työskentely katkaisee sillan käytön, myös työmaan sisäinen liikenne sillan puolelta toiselle vaikeutuu. Työn tilaaja kiinnittää liikennejärjestelyjä valittaessa huomiota myös liikenteen sujuvuuteen, pitkä kiertotie aiheuttaa kielteistä palautetta tien käyttäjiltä. Liikennejärjestelyjen aiheuttamia taloudellisia haittoja ja kustannuksia on vaikea arvioida. Taloudellisten haittojen laskentaan laaditut laskukaavat painottavat liikenteen hidastumisen ja odotusajan aiheuttamia kustannuksia, mutta antavat yleensä urakan kokoon nähden merkittömän pieniä tuloksia. Eri vaihtoehtojen vertailu taloudelliselta kantilta ei ole monesti käytännössä mielekästä. Liikennejärjestelyjen vaikutuksia arvioitaessa onkin pyrittävä miettimään sekä taloudellisia vaikutuksia että käyttäjille järjestelyistä aiheutuvaa hankaluutta, ja tämä tekee tarkan arvottamisen vaikeaksi. Liikennejärjestelyjen kustannuksia arvioitaessa tulee selvittää sekä henkilöautoliikenteelle, raskaalle liikenteelle että kevyelle liikenteelle aiheutuva haitta.

Sillan korjauksen liikennejärjestelyjen taloudellisia vaikutuksia arvioitaessa huomioidaan seuraavat tekijät (Tiehallinto 2008, 52.):

- tien sallittu nopeus
- rajoitettu nopeus tai kiertotien sallittu nopeus
- rajoitetun alueen tai kiertotien pituus
- valo-ohjauksen keskimääräinen odotusaika
- rajoituksen kesto aika päivittäin
- rajoituksen tai kiertotien kokonaiskesto aika
- liikennemäärä ja erityisesti raskaan liikenteen määrä

Työmaan nopeusrajoituksen aiheuttama aikakustannus K_{nop} saadaan laskettua yhtälöllä 6,

$$K_{nop} = \left(\frac{L_n}{V_n} - \frac{L_n}{V} \right) * \frac{t_n}{24} * (Q_k * A_k + Q_r * A_r) * T_n \quad (6)$$

jossa

V on tien sallittu nopeus (km/h)

V_n on rajoitettu nopeus (km/h)

L_n on nopeusrajoitusalueen pituus (km)

t_n on nopeusrajoituksen kesto aika päivittäin (h/vrk)

T_n on nopeusrajoituksen kokonaiskesto aika (vrk)

Q_k on kevyiden ajoneuvojen määrä (ajoneuvoa/vrk)

Q_r on raskaiden ajoneuvojen määrä (ajoneuvoa/vrk)

A_k on kevyiden ajoneuvojen viivästysajan yksikkökustannus (€/h)

A_r on raskaiden ajoneuvojen viivästysajan yksikkökustannus (€/h)

Valo-ohjauksen aiheuttama aikakustannus K_{valo} saadaan laskettua yhtälöllä 7,

$$K_{valo} = \left\{ \left(\frac{L_v}{V_v} - \frac{L_v}{V} \right) + t_o \right\} * \frac{t_v}{24} * (Q_k * A_k + Q_r * A_r) * T_v \quad (7)$$

jossa

V on tien sallittu nopeus (km/h)

V_v on valo-ohjatulla alueella rajoitettu nopeus (km/h)

t_o on odotusaika (h)

L_v on valo-ohjatun alueen pituus (km)

t_v on valo-ohjauksen kesto aika päivittäin (h/vrk)

T_v on valo-ohjauksen kokonaiskesto aika (vrk)

Q_k on kevyiden ajoneuvojen määrä (ajoneuvoa/vrk)

Q_r on raskaiden ajoneuvojen määrä (ajoneuvoa/vrk)

A_k on kevyiden ajoneuvojen viivästysajan yksikkökustannus (€/h)

A_r on raskaiden ajoneuvojen viivästysajan yksikkökustannus (€/h)

Kiertotien aiheuttamat aika- ja matkakustannukset K_{kier} saadaan laskettua yhtälöllä 8,

$$K_{kier} = \left\{ \left(\frac{L_k}{V_k} - \frac{L_k}{V} \right) * (Q_k * A_k + Q_r * A_r) + L_k * (Q_k * C_k + Q_r * C_r) \right\} * T_k \quad (8)$$

jossa

V on tien sallittu nopeus (km/h)

V_k on kiertotien sallittu nopeus (km/h)

L_k on kiertotien pituus (km)

T_k on kiertotien kokonaiskesto-aika (vrk)

Q_k on kevyiden ajoneuvojen määrä (ajoneuvoa/vrk)

Q_r on raskaiden ajoneuvojen määrä (ajoneuvoa/vrk)

A_k on kevyiden ajoneuvojen viivästysajan yksikkökustannus (€/h)

A_r on raskaiden ajoneuvojen viivästysajan yksikkökustannus (€/h)

C_k on kevyiden ajoneuvojen matkan yksikkökustannus (€/km)

C_r on raskaiden ajoneuvojen matkan yksikkökustannus (€/km)

Yksikkökustannuksille A_k , A_r , C_k ja C_r käytetään vakiohintoja, jotka tarkistetaan valtakunnallisesti aika-ajoin. Vuonna 2008 A_k oli 20 €/h, A_r 60 €/h, C_k 0,10 €/km ja C_r 0,40 €/km (Tiehallinto 2008, 54.)

Tilaja miettii rajoitukset liikennekatkoille tai kiertotien käytölle, ja liittää ne urakan tarjouspyyntöasiakirjoihin. Urakoitsija itse miettii kuinka liikennejärjestelyt toteutetaan esitettyjen rajoitteiden puitteissa. Esitetyillä yhtälöillä saadut kustannukset liikennehaitalle ovat yleensä varsin pieniä, mutta liikennejärjestelyjen ja niiden rajoitusten vaikutus saataviin tarjouksiin on erittäin suuri.

4.7 Korjaus osana isompaa rakennushanketta

Korjaus osana isompaa rakennushanketta on yleensä pelkkää korjausurakkaa edullisempaa. Isoista rakennushankkeista kilpailtaessa yksikkökustannukset saadaan matalammiksi suuresta työmäärästä johtuen. Henkilöstö, tilat ja kalusto ovat työmaalla jo valmiina, joten niitä ei täydy erikseen hankkia korjausurakkaa varten, ja siten korjausurakan osuus kustannuksista on pieni. Myös materiaalikustannuksissa säästetään suurempia määriä hankittaessa. Korjaus osana isompaa rakennushanketta vaikuttaakin korjausurakan kaikkien kolmen vaiheen kustannuksiin alentavasti, kustannuksia nostavaa vaikutusta sillä ei ole.

5 TOTEUTUNEET KORJAUKSET

Työtä varten käyttöön saatujen voittaneiden tarjousten yksikköhintojen vaihtelu on suurta kaikissa nimikkeissä. Yksikköhintataulukoon sisällytetyt nimikkeet vaihtelevat hankkeittain korjattavan sillan tyyppin ja korjaussuunnitelman perusteella. Siten edes samantyyppisten urakoiden yksikköhintaluetteloja ei voi aina vertailla kokonaisuudessaan toisiinsa, koska luettelot sisältävät eri nimikkeitä. Syynä tähän on muun muassa olosuhde-, laajuus- ja laatutekijöiden poikkeavuus eri urakoiden välillä.

Nimikkeiden sisältö eli nimikkeen tarkoittamat työvaiheet vaihtelevat myös eri urakoiden välillä. Toisinaan nimikkeitä on yhdistelty. Joissakin hankkeissa teline- ja muottitöille on omat hinnat, toisissa ne on yhdistetty. Samoin toisinaan pintarakenteiden, suojabetonin ja vedeneristysten poistoille on omat hintansa, toisinaan taas kaksi tai kolme työvaihetta on yhdistetty saman nimikkeen alle. Nimikkeen tarkka sisältö selviää yksikköhintaluettelon lisäksi muista urakka-asiakirjoista kuten työselostuksista, suunnitelmista ja laatuvaatimuksista. Urakoitsijat käyttävät jossakin määrin samoja yksikköhintoja eri urakoissaan, joten kaikkia yksikköhintoja ei aina ole laskettu urakkakohtaisesti vaan aiemmin lasketut hinnat oletetaan riittävän tarkoiksi uuteen urakkaan.

Mikäli jokin yksikköhintaluettelon nimike puuttuu kokonaan urakan varsinaisesta sisällöstä, saattaa urakoitsija määrittää sille hinnan ilman tarkempaa pohtimista. Koska mahdollisen lisä- tai muutostyön ilmetessä urakan aikana nimikkeen määrä muuttuu yli 25 % tarjouspyynnön määrästä, määritellään yksikköhinta nimikkeelle uudestaan. Arviohinta ei siten muodosta urakoitsijalle taloudellista riskiä. Toisaalta yksikköhinnan tarkempi määrittäminen olisi joka tapauksessa ajanhukkaa, koska mahdollisen lisätyön ilmaantuessa hinta joudutaan sopimustekstin perusteella määrittelemään uudestaan. Osassa urakoita yksikköhintoja ei olekaan ilmoitettu niille nimikkeille, joille ei ollut määriä varsinaisessa urakassa.

Nimikkeiden sisällön lisäksi myös varsinaiset nimikkeet ja niiden ryhmittely poikkeavat eri urakoiden välillä. Kokonaisuutena yksikköhintaluettelon nimikkeistöt ovat lähellä toisiaan, mutta muun muassa väliotsikointi vaihtelee hankkeen työvaiheiden perusteella. Sama

nimike, kuten maankaivu, saattaa olla jossakin urakassa purkutöissä ja toisessa tietöissä. Samoin esimerkiksi ajoratamerkintöjä ja nurmetusta esiintyy niin siltapaikan rakenteiden kuin tietöidenkin väliotsikon alla urakasta riippuen. Nimikkeiden yksiköissäkin on vaihtelua, paikkaus ilman muotteja on hinnoiteltu osassa urakoita yksiköllä €/dm³ ja osassa €/m². Vertailu eri yksiköiden välillä on mahdotonta.

5.1 Toteutuneiden korjausurakoiden analysointi

Toteutuneiden korjausurakoiden kustannusten analysointia varten tietoja hankittiin ELY-keskusten arkistoista ympäri Suomea. Työtä varten saatiin sähköisenä tai paperisena kopiona urakkakilpailutusten voittaneiden tarjousten kokonaishintoja ja yksikköhintaluetteloja sekä muita tietoja urakoiden luonteesta, kuten liikennejärjestelyille annetut rajoitukset ja tarkempia tietoja korjattavista kohteista. Tietoja saatiin käyttöön Kaakkois-Suomen, Pirkanmaan, Pohjois-Savon, Uudenmaan ja Varsinais-Suomen ELY-keskuksista. Yhteensä käytössä oli 37 urakan kustannustiedot vuosilta 2005–2013. Urakat käsittivät 131 siltaa, joista betonisiltoja oli 121, terässiltoja 5, puusiltoja 4 ja kivisiltoja 1 kappale.

Yksikköhintaluetteloiden kustannukset vuosilta 2005–2011 muutettiin vuoden 2012 kustannustasoon Tilastokeskuksen ilmoittamaa sillanrakennustöiden vuosittaista kustannusindeksiä käyttäen. Vuodelle 2013 vuosikeskiarvoa ei vielä ole saatavilla, joten hintoja ei voitu muuttaa. Tämä aiheuttaa pienen epävarmuuden vuoden 2013 korjausohjelmassa olevien siltojen kustannuksien vertailussa vanhempiin urakoihin. Näitä siltoja on työssä yhteensä viisi, joten epävarmuus ei aiheuta merkittävää vääristymää tuloksiin. Taulukossa 5 on esitetty vuosittainen indeksi, perusvuoden 2005 kustannukset ovat 100.

Taulukko 5. Maarakennuskustannusindeksi, indeksiehtoindeksi S, vuosikeskiarvot, peruspisteluku 2005 ka (Suomen virallinen tilasto (SVT))

vuosi	pisteluku
2012	133,2
2011	127,3
2010	117,6
2009	112,5
2008	124,6
2007	115,3
2006	103,8
2005	100

Työtä varten yksikköhintaluetteloista poimittiin kunkin sillan rakenneosan ja korjausurakan kokonaisuuden kannalta merkittävimmät nimikkeet. Valitut nimikkeet muodostavat valtaosan työmääristä ja kustannuksista tyypillisessä sillankorjauskohteessa. Työssä tarkasteltavat nimikkeet valittiin yhteistyössä Liikenneviraston silta-asiantuntija Pekka Siitosen kanssa. Työtä varten kerätyistä kustannustiedoista poimittiin valittujen nimikkeiden kustannukset excel-tilukkaan tarkempaa analyysia varten. (Hukkanen & Siitonen 2013)

Työssä käsiteltäväksi valitut yksikköhinnat yhden mahdollisen nimikeluokittelun mukaisesti:

Purkutyöt

- jyrshintä [m²]
- mekaaninen piikkaus [m³]
- pintarakenteen purku [m²]
- suojabetonin purku [m² tai m³]
- vesieristyksen purku [m²]
- vesipiikkaus [m³]

Teline- ja muottityöt

- reunapalkin muotti [m²]

Raudoitustyöt

- ankkurointi [kpl]
- betoniteräs A500HW [kg]

Betonointityöt ja betonirakenteet

- betoni K45 ja betoni P50 [m³]
- betonipinnan impregnointi [m²]
- kannen halkeamien epoksi-injektointi [m]
- paikkaus ilman muotteja [m² tai dm³]

Eristystyöt

- betonikannen epoksitiivistys [m²]
- kumibitumikermieristys, kaksinkertainen [m²]
- kumibitumisively [m²]
- sääsuoja [m²]

Päällystetyöt

- AB 5/50 tai 6/50 tai AA 6/50 [m²]
- AB 16/100 [m²]
- AB 16/120 [m²]

Kaiteet

- kaide H2 [m]
- kaiteen uusiminen [m]
- pengerkaiteiden uusiminen [m]
- vanhan sillankaiteen poisto [m]
- vanhojen pengerkaiteiden purkaminen [m]

Muut varusteet ja laitteet

- tippuputken teko [kpl]
- pintavesiputket [kpl]

Siltapaikan rakenteet

- pintavesiputki tai -kouru luiskassa [m]

Henkilöstö

- rakennusmies [h]

Tietöiden yksikköhinnat

- ajoratamerkinnot maali [m²]
- ajoratamerkinnot massa [m²]

Teräsrakenteet

- teräsrakenteen paikkamaalaus [m²]
- teräsrakenteen uusintamaalaus [m²]

Puurakenteet

- puukannen halkeamien injektointi epoksilla [m]
- syrjälankkukansi h=150 mm [m²]

Yhteenveto työtä varten kerätyistä kustannuksista vuoden 2012 kustannustasoon indeksillä korjattuna on esitetty liitteessä I. Osa käsiteltäväksi valituista kustannuksista esiintyi vain pienessä osassa yksikköhintaluetteloita. Kaikkien valittujen nimikkeiden kustannukset on esitetty liitteen I taulukossa, mutta työssä tarkemmin käsitellään vain niitä kustannuksia, joita oli lukumääräisesti kyllin monessa yksikköhintaluettelossa. Hinnat, joita esiintyi alle 30 sillan yksikköhintaluetteloissa, jätettiin tarkastelun ulkopuolelle. Koska kustannuksia tarkasteltiin aina osana isompaa samantyyppistä siltajoukkoa, ei vain harvoissa luetteloissa esiintyviä hintoja olisi kyetty vertaamaan riittävällä tarkkuudella muihin tarkasteltuihin kustannuksiin nähden. (Hukkanen & Siitonen 2013.)

Sillan koon vaikutusta hintoihin arvioitaessa sillat jaettiin kannen koon perusteella kolmeen ryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä olivat pienehköt, alle 200 kansineliön kokoiset sillat. Toisessa ryhmässä olivat 200–800 m² kantiset sillat, ja kolmannessa ryhmässä suuret, yli 800 m² kantiset sillat. Laskemalla kunkin ryhmän silloille keskiarvohinnat tarkasteltaville työvaiheille tuli kannen koon mahdollinen vaikutus hintoihin ilmi. Teoriaosiossa pohditun mukaisesti kannen koon vaikutus näkyy erityisesti työvaiheissa, joiden kustannuksiin työmaan perustamis- ja purkamisvaiheiden kuljetuskustannuksilla on suuri vaikutus. Liitteessä 2 on esitetty työvaiheiden keskiarvohinnat erikokoisille silloille.

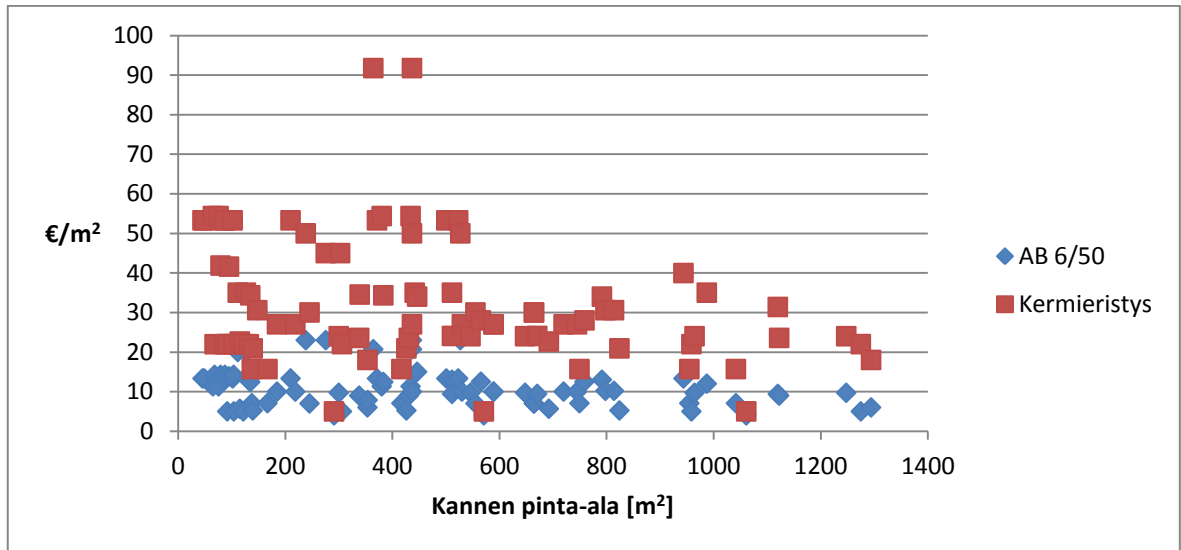
Työmaalla käytettävän raudoitusteräksen muuttuvista kustannuksista kuljetuksella on merkittävä osuus. Tästä syystä suurien siltojen korjaushankkeissa raudoituksen kilohinta

oli selvästi pieniä siltoja edullisempaa. Sama asia on havaittavissa myös betonoinnin yksikköhinnassa, myös betonoinnin kustannuksissa rahdilla on merkittävä osuus. Asfaltoinnissa ja ajoratamerkintöjen teossa koneiden kuljetus työmaalle ja sieltä pois tuo kustannuksia. Yksikköhinta halpeneekin johdonmukaisesti sillan koon kasvaessa kummassakin työvaiheessa. Sen sijaan pengerkaiteita uusittaessa työn luonteesta johtuen keskiarvohinta on lähes sama kaiken kokoisille silloille. Sillan koon kasvu ei nosta suoraan työmäärää ja siten vähennä työsuoritteeseen kohdistuvia kiinteitä kustannuksia. Taulukossa 6 on esitetty joitakin työvaiheita, joissa kannen koolla oli selkeä vaikutus yksikköhintoihin.

Taulukko 6. Työvaiheiden keskiarvohintoja erikokoisille silloille

	<200 m ² (n=44)	200-800m ² (n=64)	>800m ² (n=23)
teräs A500HW [kg]	2,69	2,54	1,84
kumibitumisively [m ²]	22,26	19,79	17,99
paikkaus ilman muotteja [dm ³]	27,68	15,02	14,26
asfaltointi AB 16/120 [m ²]	16,38	15,32	13,40
eristysalustan epoksiivistys [m ²]	28,23	27,91	22,70
pengerkaiteiden uusiminen [m]	45,06	48,68	44,25
ajoratamerkinnät massalla [m ²]	51,40	39,04	36,49
tippuputken teko [kpl]	150,59	92,95	55,05
pintavesiputki [kpl]	393,39	338,78	281,53
betoni P50 [m ³]	598,25	369,68	270,12
vesipiikkaus [m ³]	2311,21	1936,53	1872,79

Kuvasta 18 nähdään, että kannen eristystöihin kuuluvien kermieristyksen ja suoja-asfaltoinnin yksikköhinnat laskevat hieman kannen pinta-alan kasvaessa. Yksikköhintojen vaihtelu on kuitenkin näille työvaiheille hyvin voimakasta. Kannen koko moninkertaistuu kuvassa x-akselia liikuttaessa. Kustannukset pienenevät kannen koon kasvaessa, mutta etenkin suoja-asfaltoinnin hinta muuttuu vain vähän ja liikkuu koko vaihteluvälillä 10 €/m² tuntumassa.



Kuva 18. Kannen pinta-alan vaikutus suoja-asfaltin ja kermieristyksen yksikköhintoihin

Työssä haluttiin myös selvittää järkevin siltamäärä yhteen korjausurakkaan. Asian selvittämiseksi korjausurakat, joista kustannustiedot oli kerätty, jaoteltiin niiden sisältämien siltamäärien perusteella. Seitsemässä urakassa oli korjattu kaksi siltaa, kahdeksassa urakassa kolme siltaa, viidessä urakassa neljä siltaa, kolmessa viisi, kahdessa kuusi ja kolmessa useampi kuin kuusi.

Saman siltamäärän sisältäneille urakoille laskettiin hintojen keskiarvo kullekin työssä käsiteltävälle yksikköhintaluettelon nimikkeelle, samoin yksi keskiarvo laskettiin yli kuusi siltaa sisältäneiden urakoiden työnimikkeille. Samalla saatiin verrattua suurten tiehankkeiden yhteydessä toteutettujen sillankorjausten kustannuksia erikokoisten urakkipakettien yksikköhintoihin. Käytössä oli yksikköhintaluettelo ja lisäyötarjouksia 2008–2011 toteutetusta Valtatie 6:n parantamisesta Lappeenrannan ja Imatran välillä. Hankkeen arvonnäveroiton kustannusarvio oli noin 177 miljoonaa euroa. Lisäksi käytössä oli yksikköhintaluettelo Valtatie 7 Haminan ohitustiehankeelta, kyseisen hankkeen arvonnäveroiton kustannusarvio on noin 120 miljoonaa euroa.

Kustannuksista on laadittu yhteenveto taulukkoon 7. Taulukossa kunkin työnimikkeen kallein hinta on punaisella värillä merkityssä solussa, ja halvin hinta vihreällä merkityssä solussa. Mikäli halvin hinta on valtatiehankkeen hinnastossa, edullisin pelkän sillankorjausurakan hinta on merkitty keltaisella.

Taulukko 7. Urakan siltämäärän vaikutus korjaustyön yksikköhintoihin [€]

	2 (n=7)	3 (n=8)	4 (n=5)	5 (n=3)	6 (n=2)	>7 (n=3)	Vt7	Vt6
teräs A500HW [kg]	3,0	2,1	1,8	1,6	1,5	3,3	1,1	1,1
pengerkaiteiden purku [m]	7,2	6,2	15,2	4,8	11,3	7,5		
vanhan sillankaiteen poisto [m]	19,3	17,2	17,3	11,8	11,3	9,3		
kumibitumisively [m ²]	26,9	20,8	21,8	16,1	18,6	19,2	2,0	
AB 6/50 tai AA 6/50 [m ²]	14,0	12,2	10,9	12,0	6,0	11,7	6,0	4,5
paikkaus ilman muotteja [dm ³]	20,7	10,8	13,4	52,3	17,3			
kermieristys [m ²]	41,8	29,0	38,0	25,0	18,8	40,1	18,0	
AB 16/120 [m ²]	18,3	15,3	15,3	16,2	12,6	13,5	9,0	7,9
eristysalustan epoksitiivistys [m ²]	34,3	29,9	23,4	26,9	10,8	33,4	20,0	
vesieristyksen purku [m ²]	5,9	4,2	10,9		10,5	9,3		
ajoratamerkinnot maali [m ²]	58,6	22,7	13,2		7,6	20,3		2,5
ajoratamerkinnot massa [m ²]	95,2	40,1	35,5	19,5	47,6	35,6	9,5	13,4
impregnointi [m ²]	37,6	36,5	45,9	21,5	43,7	16,1	20,0	62,8
eristysalustan jyräntä [m ²]	23,4	54,9	19,5	20,9	14,2	33,1		
pintavesiputki/kouru luiskassa [m]	111,9	96,4	64,0		84,4	95,8		81,6
raudoituksen ankkurointi [kpl]	42,4	41,8	43,1	16,8	33,6	36,6		
pintarakenteen purku [m ²]	32,5	32,6	14,3	20,9	15,0			
tippuputken teko [kpl]	83,8	73,6	113,5	49,6	35,5	164,6	31,0	25,1
reunapalkin muotit [m ²]	133,9	136,2	103,8	87,9	58,8	123,9	60,0	
pengerkaiteiden uusiminen [m]	51,1	49,0	49,5	40,6	40,9		31,0	36,8
rakennusmies [h]	54,6	50,7	46,8		49,5	46,6		43,9
pintavesiputket [kpl]	511,4	327,8	291,6	366,2	203,6	427,7	198,0	355,8
betoni K45 [m ³]	265,2	332,5	243,8	494,6	202,0		110,5	376,3
betoni P50 [m ³]	264,9	290,7	233,9	496,7	195,2	684,7		
sillan kaide H2 [m]	244,2	283,1	188,0	191,2	188,1	333,2	203,0	
mekaaninen piikkaus [m ³]	1260,4	1627,3	618,4	466,0	668,5			
vesipiikkaus [m ³]	2074,1	1992,5	1348,5	3885,0	1175,8	2825,1		

Taulukosta nähdään, että lähes poikkeuksetta edullisin yksikköhinta on suurten valtatiehankkeiden yhteydessä toteutetuilla sillankorjaustoimenpiteillä. Hintaero korjaushankkeiden ja suurten tiehankkeiden välillä on merkittävä, ja on ilmeistä että korjaustyöt kannattaa pyrkiä yhdistämään suuriin tiehankkeisiin mahdollisuuksien mukaan. Kymmenien tai satojen miljoonien hintaiset tiehankkeet ovat kuitenkin harvinaisia, eikä alueellista siltojen korjausta voida suunnitella niiden varaan. Taulukossa korkein

impregnoinnin hinta on Vt6-hankkeella. Syy korkeaan hintaan selviää kustannusasiakirjoista. Hintaa impregnoinnille ei oltu kysytty urakan tarjousvaiheessa, vaan se määriteltiin erikseen muutamaa pieneen kohteeseen lisätoita tehtäessä.

Siltojen määrä korjaushankkeessa vaikuttaa selvästi yksikköhintoihin. Kaksi tai kolme siltaa sisältävien korjausurakoiden keskiarvohinta oli lähes kaikissa työvaiheissa kallein. Vastaavasti edullisimmat kustannukset löytyvät viisi ja kuusi siltaa sisältävistä hankkeista. Tuloksista voidaan päätellä, että korjauspakettiin kannattaa pyrkiä kasaamaan kylliksi siltoja yksikköhintojen madaltamiseksi. Tarkasteltavien korjauspakettien määrän lisääminen parantaisi tulosten luotettavuutta, mutta erot tarkasteltavissa yksikköhinnoissa ovat niin merkittäviä, että 5-7 sillan paketteja voidaan pitää 2-4 siltaa sisältäviä edullisempina.

Sillan liikennemäärän kustannusvaikutuksen selvittämiseksi sillat jaoteltiin kolmeen ryhmään keskimääräisen vuorokausiliikenteen (KVL) mukaan. Ryhmien jako perustui Tiehallinnon teiden talvikunnossapitoluokkien määrittelyyn. Kun KVL on alle 3000, tien hoitoluokka on Ib. KVL:n ollessa 3000–6000 hoitoluokka on I, ja yli 6000 ajoneuvon keskimääräinen vuorokausiliikenne nostaa tien hoitoluokan Is:ksi. Todellisuudessa tien talvikunnossapitoluokkaan vaikuttavat muutkin asiat, joten jako ei mene yhtä karkeasti pelkän liikennemäärän perusteella. Jako soveltui kuitenkin työhön varsin hyvin, kustannusaineiston sillat jakautuivat melko tasaisesti kaikkeen kolmeen ryhmään. KVL:n perusteella määritetyn hoitoluokka Ib siltoja oli kustannusaineistossa 52 kappaletta, hoitoluokan I siltoja 29 kappaletta ja hoitoluokan Is siltoja 44 kappaletta. Kunkin ryhmän siltojen yksikköhinnoista laskettiin keskiarvot. Saadut tulokset on esitetty taulukossa 8. Samoin kuin taulukossa 7, myös taulukossa 8 on halvin yksikköhinta merkitty vihreällä värillä ja kallein punaisella. (Tiehallinto 2009b, 23.)

Taulukko 8. Liikennemäärän vaikutus yksikköhintoihin [€]

	Ib: <3000 (n=52)	I: 3000– 6000 (n=29)	Is: >6000 (n=44)
teräs A500HW [kg]	2,76	2,25	2,36
vanhojen pengerkaiteiden purkaminen [m]	7,81	9,46	7,49
vanhan sillankaiteen poisto [m]	12,96	15,93	14,57
kumibitumisively [m ²]	21,17	20,97	18,98
AB 6/50 tai AA 6/50 [m ²]	10,82	12,62	11,29
paikkaus ilman muotteja [dm ³]	24,41	15,98	13,86
kermieristys [m ²]	35,16	32,76	32,26
AB 16/120 [m ²]	15,20	15,77	15,15
eristysalustan epoksiivistys [m ²]	28,89	25,73	27,67
vesieristyksen purku [m ²]	11,05	8,71	5,74
ajoratamerkinnet maali [m ²]	19,66	30,44	19,12
ajoratamerkinnet massa [m ²]	40,47	60,53	28,98
impregnointi [m ²]	22,49	38,07	31,96
jyrsintä [m ²]	28,71	23,69	38,00
pintavesiputki / kouru luiskassa [m]	83,19	81,87	91,91
kannen halkeamien epoksi-injektointi [m]	198,63	142,57	136,46
raudoituksen ankkurointi [d20-25] [kpl]	37,88	39,26	38,85
pintarakenteen purku [m ²]	23,85	22,43	29,65
tippuputken teko [kpl]	153,55	69,93	82,57
reunapalkin muotit [m ²]	99,42	104,69	123,87
pengerkaiteiden uusiminen [m]	49,16	45,50	46,03
rakennusmies [h]	50,12	49,88	47,45
pintavesiputket [kpl]	392,23	319,74	325,00
betoni K45 [m ³]	255,07	274,64	326,22
betoni P50 [m ³]	587,73	316,25	342,48
sillan kaide H2 [m]	298,36	234,68	259,92
mekaaninen piikkaus [m ³]	851,61	1080,02	1172,83
vesipiikkaus [m ³]	2294,96	1863,01	1968,11
halvimmat hinnat	7	11	10
kalleimmat hinnat	14	8	6

Liikennemäärien vaikutusta hintoihin on vaikea määrittää tarkasti. Is-luokan tiellä oli vähiten kalleimpia hintoja, ja lähes yhtä paljon halvimpia hintoja kuin I-luokan tiellä. Hinnat ovat kuitenkin jakautuneet varsin tasaisesti, missään ryhmistä kustannukset eivät ole selkeästi muita edullisempia. Yksikköhinnoista ei myöskään ole havaittavissa, että

tietyn tyyppiset työvaiheet olisivat edullisempia tietyllä liikennemäärällä. Ib-luokan silloilla on kaikista halvin K45-luokan betonin yksikköhinta, mutta vastaavasti selvästi kallein P50-luokan betonihinta. Pelkkien liikennemäärien perusteella on mahdoton arvioida liikenteen vaikutusta tarjousten yksikköhintoihin. Jotta asiasta voisi tehdä täsmällisiä arvioita, tulisi perehtyä kullakin työmaalla toteutettuihin liikennejärjestelyihin ja selvittää järjestelyjen kesto, niistä aiheutuneet suorat kustannukset ja järjestelyjen aikana suoritettu työmäärä.

Ib-luokan siltojen kalliita korjauskustannuksia voi osittain selittää muun muassa pieni työmäärä. Vähäliikenteiset sillat sijaitsevat usein paikallisteiden varsilla ja ovat kooltaan valtateiden siltoja pienempiä. Pieniä siltoja korjattaessa työmaan perustamisesta ja purkamisesta aiheutuvat kustannukset syövät liikennejärjestelyistä mahdollisesti saavutettavat kustannussäästöt.

5.2 Urakkalaskijoiden haastattelu korjaushankkeen hinnoitteluun vaikuttavista tekijöistä

Työtä varten haastateltiin neljää kokenutta urakkalaskijaa. Haastatteluissa saatuja tietoja verrattiin aiempaan teoretietoon ja korjausrakoiden yksikköhintaluetteloiden avulla saatuun tietoon. Vertaamalla haastattelutietoja muuhun työhön kerättyyn ja analysoituun tietoon saatiin syy-seuraussuhteita täydennettyä sekä lisävahvistus oikeaksi oletetulle tiedolle. YIT:n projektipäällikköä Jarmo Lahtista sekä Kesälahden maansiirron työmaapäälliköitä Jari Ala-Outista ja Petteri Rantalaista haastateltiin tapaamisen yhteydessä 17.5.2013. Destian työpäällikköä Jari Lievosta haastateltiin puhelimitse 1.7.2013. Pitkän kokemuksen infrarakentamisesta ja sen kustannuspuolesta omaava Jarmo Lahtinen on laskenut oman arvionsa mukaan noin kymmenen sillankorjausrakan tarjousta. Kesälahden maansiirron Petteri Rantalainen on laskenut samoin noin kymmenen siltaurakkatarjousta, ja Jari Ala-Outinen yli 30 tarjousta. Jari Lievosella on siltarakentamisesta ja korjaamisesta 13 vuoden kokemus työpäällikkönä. Oman arvionsa mukaan Lievonen on ollut osallisena muutaman sadan sillan urakoinnissa vuodesta 2005 lähtien. Haastattelujen runkona käytetty kysymyslomake on esitetty liitteessä III.

Urakkalaskijoiden haastatteluissa kertomat arviot kustannuksiin vaikuttavista tekijöistä ja niiden suuruuksista täsmäävät melko hyvin kustannusaineistosta saatuihin tietoihin. Haastateltujen urakkalaskijoiden mukaan useampi silta urakassa laskee monia yksikköhintoja. Yleiskustannukset muodostavat karkeasti arvioituna 10 % korjaustyön kustannuksista, ja useamman sillan yhtäaikainen korjaaminen säästää niissä. Kaikissa työvaiheissa muutosta ei tapahdu, esimerkiksi vesipiikkaus on lähes samanhintaista riippumatta tehtävästä metrimäärästä. Erikoistyövaiheita kuten eristyksiä, pinnoituksia ja asfaltointeja tehtäessä suurin kustannus tulee työn kiinteistä kustannuksista. Siltamäärän kasvaessa kiinteät kustannukset pienenevät tehtävää yksikköä kohden.

Mikäli urakkaan kuuluvat sillat sijaitsevat sopivasti, voidaan työskentelyyn käyttää yksiä liikennejärjestelyjä. Liikennejärjestelyt muodostavat urakkalaskijoiden mukaan merkittävän kuluerän, joten useamman sillan yhtäaikaisessa korjauksessa voidaan saada säästöjä myös liikennejärjestelyjen kautta. Yksi mestari ehtii hyvin huolehtimaan kahdesta – kolmesta lähekkäin sijaitsevasta siltatyömaasta. Määrän kasvaessa suuremmaksi yleiskustannukset alkavat nousta. Ehdottomana maksimikokona järkevälle korjaushankkeelle pidettiin viittä siltaa, yhtäaikaisten kohteiden lisääntyessä tuota suuremmaksi resurssipula alkaa nostaa voimakkaasti hintoja. Kustannusaineistosta saadun tiedon perusteella viisi siltaa vaikuttaa järkevältä koolta siltapaketille, mutta myös kuuden sillan paketti oli hyvin kustannustehokas. (Ala-Outinen & Rantalainen 2013, Lahtinen 2013, Lievonen 2013.)

Pienempiä korjauskohteita kannattaisi luultavasti niputtaa esimerkiksi puhtaasti yksikköhintapohjaiseksi urakaksi. Suuret kohteet, noin 1000–3000 kansineliötä ja 1-2 miljoonan euron arvosta työtä ovat riittävän isoja yksinään kilpailutettaviksi. Tätä pienemmät kohteet on yleensä halvempaa korjauttaa yhdessä muiden kohteiden kanssa. Suomessa etäisyydet voivat olla pitkiä, jolloin kasaamalla siltoja korjauspaketiksi osa hyödyistä katoaa joka tapauksessa pitkiin etäisyyksiin. (Lievonen 2013.)

Haastateltujen urakkalaskijoiden mukaan keskikokoisen tai suuren sillan korjaus on yksikköhinnoiltaan pientä edullisempaa, mutta koon vaikutus kustannuksiin ei ole

välttämättä yhtä merkittävä kuin muiden työssä esitettyjen tekijöiden. Pienillä silloilla korjauksen yksikkökustannukset ovat selvästi kalliimmat, mutta esimerkiksi kannen kokovälillä 300–1000 m² yksikköhinnat eivät juuri muutu useimmissa työvaiheissa. Asfaltointi on ainoita merkittäviä työvaiheita joissa saadaan kustannussäästöjä sillan koon kasvaessa keskikokoisesta erittäin suureksi. Suuremmilla silloilla kustannussäästöjä voidaan saada liikennejärjestelyjen kautta. Mikäli silta on suurikokoinen ja käytössä on useita ajokaistoja, työlle on helpompi rajata tilaa sillalta liikenteen häiriintymättä merkittävästi. (Ala-Outinen & Rantalainen 2013, Lahtinen 2013.)

Lievosen mukaan esimerkiksi reunapalkin uusiminen halpenee suoraan sillan koon kasvaessa. Sillan pituuden kasvaminen noin 20–30 metrillä 60 metriin puolittaa yksikköhinnan, samoin hinta puolittuu pituuden kasvaessa edelleen 60 metrillä 120 metriin. Säästö tulee työmaan aloitus-, lopetus- ja yleiskulujen pienentyessä yhtä korjausyksikköä kohden. (Lievonen 2013.)

Haastatellut urakkalaskijat eivät pitäneet maantieteellisen sijainnin vaikutusta merkittävänä korjauskustannuksien kannalta. Kohteen sijainti kaukana asutuksesta nostaa hintoja muun muassa kohonneiden rahtikulujen vuoksi, mutta vaikutusta voidaan pienentää kilpailuttamalla useita siltoja yhtenä kokonaisuutena yksittäisen korvessa sijaitsevan sillan sijasta. Paikallistietämyksestä on apua urakan järjestelyjen toteutuksessa, mutta korjausrakentaminen on lähes aina matkatyötä työntekijöiden kannalta. Osa yrityksistä toimii valtakunnallisesti ja osallistuu korjaushankkeisiin ympäri maata. Lisäksi markkinoilla on lukuisia pienempiä yrityksiä, jotka ovat kiinnostuneet lähinnä oman alueen urakoista. Pienemmät yritykset eivät välttämättä edes jätä tarjouksia toisella puolella maata sijaitsevista urakoista, koska kaluston siirrosta ja muusta järjestelystä aiheutuvat kustannukset muodostuisivat liian suuriksi. Alueellisella tasolla toimivia yrityksiä löytyy kuitenkin kattavasti koko maasta, joten laskijoiden mielestä sijainnilla ei ole kustannuksiin suurta vaikutusta. (Ala-Outinen & Rantalainen 2013, Lahtinen 2013, Lievonen 2013.)

Yritysten työtilanteen vaikutusta tarjoushintoihin laskijat pitivät erittäin suurena. Vaikutus tarjoushintaan voi olla jopa kymmenen prosenttia. Laskijat pitivät parhaana tilanteena sekä urakoitsijoiden että tilaajan kannalta sitä, että urakoita kilpailutetaan suhteellisen tasaisena

virtana. Mikäli Liikenneviraston ja ELY-keskusten keskinäinen viestintä ei ole sujuvaa, saattaa korjausurakoita tulla tarpeettoman paljon laskettavaksi samana vuonna. Sillankorjauksen resurssit Suomessa ovat rajalliset, joten huonosti ajoitetuilla hankinnoilla saadaan kalliita tarjouksia. Urakoitsijoidenkin kannalta tasainen työtilanne on optimaalinen, ja takaa hintojen vakaan käyttäytymisen. (Ala-Outinen & Rantalainen 2013, Lahtinen 2013, Lievonen 2013.)

Korjausurakoita tarjoavilla yrityksillä on monesti karkea aavistus kunkin urakkahankinnan kilpailutilanteesta, koska alalla toimivat tuntevat toisensa ja toisten yritysten työtilanteen. Joskus kilpailu urakasta tiedetään hieman helpommaksi, ja hintoja ei tarvitse laskea aivan kannattavuusrajalta. Toisinaan yrityksen resurssit ovat jo pitkälle sidotut muihin urakoihin, mutta tarjolle tulee kiinnostava kohde tai sellaisen tilaajan urakka, jolle urakoitsija tulevien kilpailutusten vuoksi ei halua olla jättämättä kokonaan tarjousta. Tällöin hinnat lasketaan reilummalla katteella, ja aina ajoittain yritys voittaa tällaisenkin urakan. Tilaaja voi vaikuttaa urakkakilpailun ajoituksella tarjousten hintatasoon. Mikäli korjausurakka on tarjolla vasta loppukesästä, yritysten resurssit ja aikataulut on jo suunniteltu ja saatavat tarjoukset ovat kauttaaltaan alkuvuotta korkeampia. (Ala-Outinen & Rantalainen 2013, Lahtinen 2013.)

Alalla on kuitenkin runsaasti yrityksiä, ja kilpailu kiristyy jatkuvasti. Yleensä tarjouksen jättää useampi kuin yksi yritys, joten turhan korkean tarjouksen jättö ei ole järkevää. On hyvin harvinaista, että hintoihin voi jättää runsaasti ylimääräistä. Pidemmän päälle minkään yrityksen toiminta ei voi perustua korkeisiin tarjouksiin, koska töitä tarvitaan tasaisena virtana ja rahastusyrietykset pilaavat helposti yrityksen maineen. (Ala-Outinen & Rantalainen 2013, Lahtinen 2013)

Sillan liikennemäärän ja sallittujen liikennejärjestelyjen vaikutus yksikköhintoihin on urakkalaskijoiden mukaan melko suuri, mahdollisesti joitakin prosentteja ja pääkaupunkiseudulla tätäkin suurempi. Mikäli liikenne saadaan siirrettyä kiertotielle, ja silta pelkästään työmaan käyttöön, saavutetaan korjausurakassa monia etuja ja kustannussäästöjä. Työmaa ja liikenne eivät aiheuta toisilleen turvallisuusriskejä, ja tien kunnossapitäjän kannalta on selkeämpää jos siltakohde on kokonaan suljettu liikenteeltä.

Tiedottaminen tielläliikkuville on helpompaa, halvempaa ja varmempaa silloin kun liikennejärjestelyt pysyvät samanlaisina pidemmän aikaa. Myös erikoiskuljetusten järjestely on helpompaa liikenteen ollessa kiertotiellä. Kuljetusten on monesti vaikea mahtua työmaan vuoksi kaventuneesta väylästä, ja liikenteenohjauslaitteiden vaurioituminen törmäyksistä aiheuttaa työmaalle turhia kustannuksia ja riskejä sekä ylimääräistä vaivaa. (Ala-Outinen & Rantalainen 2013, Lahtinen 2013)

Etelä-Suomessa ja erittäin vilkasliikenteisillä teillä liikennemäärät aiheuttavat onnettomuusrisikin, joka täytyy huomioida hinnoittelussa. Erityisen hankalaksi ja kalliiksi liikennejärjestelyjen toteutus menee silloin, kun liikenne on siltaan nähden monessa tasossa. Liikenne sillan kannella ja sillan ali hidastaa työntekoa ja kasvattaa riskejä. Siten suurempi liikennemäärä korjattavalla sillalla näkyy suurempina korjauskustannuksina. Pienillä silloilla liikennejärjestelyjen vaikutus yksikköhintoihin voi olla suhteessa suurempi, koska sillan koon kasvu ei välttämättä tarkoita tarvittavien liikenteenohjauslaitteiden määrän kasvua tai suurta muutosta liikennejärjestelyjen toteutuksessa. (Ala-Outinen & Rantalainen 2013, Lahtinen 2013)

Liikenteen siirto kiertotielle tuottaa työlle myös parhaan laadullisen lopputuloksen. Kun työt voidaan toteuttaa suunnitellun aikataulun mukaisesti ilman liikenteen haittoja, lopputulos paranee. Mikäli sillasta vain osa saadaan suljettua työmaaksi, esimerkiksi sääsuojien käyttö hankaloituu, ja sillan kantta on vaikea saada riittävän kuivaksi seuraavia työvaiheita varten. Mikäli liikenne kulkee työmaan vieressä, myös likaantuminen ja pölyntyminen aiheuttavat työmaalle lisähaittaa. Liikenne aiheuttaa korjattavan kohteen likaantumista, ja liikenneväylän pitäminen kyllin puhtaana muodostaa työmaalle lisätyötä verrattuna kiertotievaihtoehtoon. Liasta ja pölystä aiheutuvat työn lisääntyminen vaikuttaa osaltaan liikennejärjestelyjen aiheuttamaan kustannusvaikutukseen. (Ala-Outinen & Rantalainen 2013, Lahtinen 2013)

Lievosen mukaan moottoritieillä tehtävissä korjauksissa liikennejärjestelyjen toteutus voi maksaa urakoitsijalle enemmän kuin itse korjaustyö. Liikenteen aiheuttamiin kustannuksiin vaikuttaa tien tyyppi ja luokka sekä se, onko kyseessä esimerkiksi rautatie- tai vesistösilta tai kohde jossa liikennejärjestelyjen toteutus on muusta syystä hankalaa. Mikäli liikenne

saadaan ohjattua työkohteen ohi olemassa olevia teitä myöten, on korjaustyön toteutus edullista. Kiertotie lisää kuitenkin tienkäyttäjille aiheutuvaa haittaa. Kiertotie on yleensä taajamien ulkopuolella käyttökelpoinen ratkaisu jos se on pituudeltaan enintään 5-10 kilometriä. Tätä pidemmät kiertotiet eivät ole yleensä mielekkäitä tien käyttäjän eivätkä työn tilaajan kannalta. (Lievonon 2013.)

Urakalaskijoiden mukaan suunnittelun laatu vaikuttaa niin korjauskustannuksiin, laatuun kuin työn mielekkyyteenkin. Mikäli suunnitelmat havaitaan heikkotasoisiksi, niihin sisältyvät puutteet aiheuttavat urakoitsijalle työnaikaisten ongelmien lisäksi riskin hankaluuksista urakan takuun aikana. Riskit pyritään hinnoittelemaan tarjoukseen, joten epävarmuus suunnitelmien laadusta nostaa korjauskustannuksia. Suunnittelun puutteita pidetäänkin ongelmana. Toisinaan suunnitelma on monta vuotta vanha eikä suunnittelija ole käynyt lainkaan kohteessa. Kun työn aikana ilmenee puutteita ja urakoitsija yrittää tavoittaa suunnittelijaa, hän voi olla vaihtanut työpaikkaa eikä yrityksessä kukaan muu tiedä suunnitelmasta. Työn ollessa käynnissä vastauksia pitäisi kuitenkin saada pikaisella aikataululla. Korjaustöitä tehdään paljon kesäisin, joten suunnittelijoiden kesälomat hankaloittavat tilannetta lisää. (Ala-Outinen & Rantalainen 2013, Lahtinen 2013)

Tietyn suunnittelutoimiston tai suunnittelijan laatima suunnitelma ei nosta automaattisesti hintaa. Mikäli suunnitelmasta näkee kuitenkin heti, että siinä on puutteita, täytyy hinta laskea korkeammaksi. Tarjouspyyntöön ja suunnitelmiin kuulumattomia osia urakoitsija voi tarjoutua tekemään lisätöinä. Suunnitelmapuutteisiin liittyy kuitenkin epävarmuutta, ei ole selvää kuinka paljon niistä aiheutuu lisätöitä ja minkälaisella hinnalla mahdollinen työ toteutuu. Tilauskannan ollessa keho urakoitsija voi esittää tarjouksen suunnitelmiin kuuluvista töistä ja toivoa lisätöiden toteutuvan, mutta tällainen tilanne ei ole toivottu urakoitsijan eikä tilaajan kannalta. Lisätöistä aiheutuu urakoitsijalle myös kustannuksia, eikä niistä jäävän katteen varaan voi suunnitella toimintaansa. Urakoitsijan kannalta olisi mielekkäämpää tehdä työ hyvien suunnitelmien perusteella, jolloin kustannukset on helpompi ennakoita ja esittää tarkemmin jo tarjousvaiheessa. Lisätöiden käsittelyprosessi aiheuttaa ylimääräistä työtä sekä tilaajalle että urakoitsijalle. (Ala-Outinen & Rantalainen 2013, Lahtinen 2013)

Urakkalaskijat arvelevat suunnittelutoimistojen toisinaan pitävän korjausurakoita vähäpätöisinä töinä, joita annetaan kesätyöntekijöille tai kokemattomille suunnittelijoille. Liian vaativan kohteen antaminen suunnittelijalle näkyy suunnitelmapuutteina. Mikäli samalle hankkeelle sattuu kokematon suunnittelija ja kokematon urakoitsija, aiheutuu tästä helposti hankaluuksia kummallekin osapuolelle. (Ala-Outinen & Rantalainen 2013)

Toisinaan tarjouspyynnössä on vain sillan nimi ja muutaman rivin tekstikuvaus tehtävästä korjauksesta. Työmääriä ei ole ilmoitettu, eikä tarjouspyynnön mukana tule välttämättä laisinkaan suunnitelmakuvia. Niukkojen tietojen perusteella solmittu urakkasopimus johtaa monesti hankaluuksiin. Muun muassa työn sisällöstä voi syntyä kiistaa. Urakoitsijan mielestä sopimus saattaa koskea vain tarjouspyynnössä mainittuja töitä, ja tilaajan mielestä myös kaikkia niihin liittyviä töitä. Huonosti valmisteltuja urakoita kilpailutetaan etenkin loppukesästä, kun tilaaja havaitsee muista urakoista jäävän rahaa yli, ja tahtoo käyttää sen vielä korjaukseen muualla. Jossakin kohteessa on näkyvissä vaurioita, ja urakoitsijoilta kysytään mitä vaurion korjaus maksaa. Huonosti valmisteltu kohde on usein huolella suunniteltua kalliimpi, ja ongelmat ja erimielisyydet hankaloittavat työskentelyä. (Ala-Outinen & Rantalainen 2013)

Mikäli korjattavassa kohteessa tehdyistä tarkastuksista ei käy varmuudella ilmi korjaustyön määrä, voisi tilaajan kannalta olla järkevää ilmoittaa arvioitua työmäärästä kustannusriskiä aiheuttaville työvaiheille. Tarjousvaiheessa urakoitsija esittää muutoshinnan työvaiheelle. Mikäli todellinen työmäärä on arvioitua suurempi, laskuttaa urakoitsija ylimääräisestä työstä ennakkoon sovitulla hinnalla, ja määrän jäädessä pienemmäksi tilaaja saa samalla yksikköhinnalla hyvityksen työmäärien erotuksesta. (Lievonon 2013.)

Urakkalaskijat vahvistavat havainnon korjausten edullisuudesta suurten hankkeiden yhteydessä. Etenkin suurissa tiehankkeissa yksikköhinnat on saatu painettua niin alas, ettei varsinkaan pienten siltojen korjauksia kannattaisi lainkaan lähteä erikseen tekemään sillä hinnoittelulla. Urakoitsijan kannalta suurten hankkeiden yhteydessä toteutettavia korjauksia ei ole laisinkaan mielekästä verrata pelkkiin korjausurakoihin. Kate tehdään hankekokonaisuudesta, joten kokonaisuuteen nähden hyvin pienen työn ei tarvitse tuottaa voittoa. Tilaaja puolestaan saa teetettyä korjaustyön hyvin edullisesti, joten korjauksia

kannattaa yhdistää mahdollisuuksien mukaan tiehankkeisiin. Korjauskohteiden sijainti on kuitenkin merkittävässä roolissa suurempaan hankkeeseen yhdistettäessä. Korjauskohteen tulee sijaita isomman hankkeen alueella tai välittömässä läheisyydessä. Mikäli välimatka on suuri, häviää myös saavutettu synergiaetu. (Ala-Outinen & Rantalainen 2013, Lahtinen 2013)

Urakkalaskijoiden mukaan tietyt työvaiheet kuten vesipiikkaus, pinnoitus sekä liikuntasaumalaitteiden ja laakereiden asennus voivat olla korjausurakoissa pullonkauloina. Työt ostetaan aliurakoitsijoilta, ja aikataulun ollessa tiukka aliurakoinnin saatavuus kesäkaudella voi nostaa hintoja merkittävästi koska aloilla on niukalti toimijoita. Tässäkin asiassa urakoiden kilpailutus ja tiedon kulku riittävästi ennakkoon auttaa välttämään ongelmilta. Tulevaisuudessa myös ammattitaitoisen työvoiman saatavuus voi muodostua ongelmaksi ja nostaa hintoja. Lähivuosina on tulossa suuri määrä siltoja korjausikään, mutta samaan aikaan nykyisiä ammattiosajia siirtyy runsaasti eläkkeelle. Muun muassa kirvesmiesten sekä pätevien betoni- ja siltatyönjohtajien riittävyys voikin muodostua kustannuksia nostavaksi ja rajoittavaksi tekijäksi. (Lievonon 2013.)

Ratasiltojen korjausurakoissa junaliikenteeltä saatavien työrajoitusten vaikutus kustannuksiin on erittäin suuri. Lyhyet työrajoitukset nostavat työkustannuksia ja tarjoushintoja. Mikäli urakoitsijan työkanta on normaali ja urakan työrajoitukset vaikuttavat liian tiukilta, ei tarjousta välttämättä jätetä laisinkaan. (Lahtinen 2013)

Kokonaisurakoissa mahdollisuus tehdä tilaajan suunnitelman pohjalta tehdyn tarjouksen lisäksi vaihtoehtoisia tarjouksia voisi tuoda kustannussäästöjä. Monesti vaihtoehtotarjouksia ei sallita lainkaan. Urakoitsija saattaa kuitenkin heti tarjouspyynnön suunnitelmat nähdessään miettiä miksi jotakin asiaa ei ole suunniteltu vaihtoehtoisella, edullisemmalla tavalla. Vaihtoehtoisten ratkaisujen toteuttaminen voisi alentaa korjausurakoiden kokonaiskustannuksia. (Lahtinen 2013)

Urakoitsijan tarjouslaskijat pitävät hoitourakkaa järkevänä hankintamuotona työn sujumuuden ja suunnitelmallisuuden kannalta. Hoitourakassa rahoitus on tiedossa riittävästi ennakkoon, ja tilaaja miettii yhdessä urakoitsijan kanssa kunakin vuonna toteutettavat

kohteet. Urakoitsijan ohjatessa itse suunnittelun keskusteluyhteys suunnittelijan kanssa on yksittäisiä hankkeita toimivampi. Hoitourakkasopimus kestää useita vuosia, joten osapuolet ovat asennoituneet pitkään yhteistyöhön. Työskentely on helpompaa ja miellyttävämpää kaikille. Hoitourakka sopii luonteensa vuoksi laskijoiden mukaan maaseudulle kaupunkeja ja suuria kohteita paremmin. (Ala-Outinen & Rantalainen 2013)

Erityisesti puusiltoja korjattaessa jätteestä voi aiheutua merkittäviä lisäkustannuksia. Kyllästetty puu on ongelmajätettä, joten sen käsittely ja hävittäminen on kallista. Käsiteltävästä ongelmajätteestä tulisi olla aina sitova määrä ilmoitettuna urakkaa kilpailutettaessa. Siten riski määrän lisääntymisestä ei jäisi urakoitsijalle, vaan tarjous voitaisiin tehdä ilman riskin aiheuttamaa lisähintaa. Silloista korjauksen yhteydessä purettava puhdas betoni voidaan monesti hyötykäyttää luiskissa ja muissa rakenteissa sellaisenaan, kunhan se on ensin pienitty sopivan kokoisiksi kappaleiksi. Sen sijaan teräsbetonia, asfalttia ja vedeneristyksiä purettaessa muodostuvaa jätettä ei voida hyötykäyttää kohteessa, vaan se täytyy kuljettaa muualle, yleensä kaatopaikalle. Ongelmajätettä syntyy myös terässilloista vanhaa maalia poistettaessa. Myös maalijätteen käsittely on kallista, ja aiheuttaa työntekijöille terveydellisiä riskejä jotka tulee huomioida työn suunnittelussa. (Lievonon 2013.)

6 TOIMINTAMALLIN LUOMINEN KORJAUSHANKKEEN TOTEUTTAMISEKSI MAHDOLLISIMMAN ALHAISILLA KUSTANNUKSILLA

Korjaushankkeen toteuttamiseksi mahdollisimman alhaisilla kustannuksilla laaditaan toimintamalli. Toimintamallin avulla korjaustyön tilaaja kuten ELY-keskus voi huomioida tässä työssä havaitut kustannuksiin vaikuttavat tekijät, ja pyrkiä minimoimaan kustannukset korjaushankkeen olosuhteiden mahdollistamissa rajoissa. Korjauskustannusten paremmalla ennakkoinnilla ja turhien kustannuksia kohottavien tekijöiden välttämällä varojen kohdistaminen Liikennevirastolta eri ELY-keskuksille ja näiden eri hankkeille saadaan tehokkaammaksi. Korjaushankkeiden sisällön suuren vaihtelevuuden vuoksi ei ole mahdollista luoda yhtä oikeaa toimintamallia. Sen sijaan

laaditussa kronologisessa mallissa esitetään ne tekijät, jotka tulee huomioida korjaushankkeen suunnittelun kussakin vaiheessa ja ne ratkaisut, joilla kyseisen tekijän aiheuttamat kustannukset saadaan pidettyä mahdollisimman alhaisina jos se korjaushankkeen luonne huomioiden on mahdollista.

Tarkastamalla korjattava kohde huolella ennakkoon, ja laatimalla asianmukaiset suunnitelmat tilaaja saa pidettyä kustannuksia kurissa. Ne työvaiheet, joiden suorittamisesta ja hinnoista ei ole sovittu urakkasopimusta tehtäessä, tulevat yleensä kalliiksi. Työmäärien ja aikataulujen poiketessa alkuperäisestä suunnitelmasta yleensä sekä työn tilaaja että urakoitsija saavat turhaa lisätyötä ja ylimääräisiä kustannuksia osakseen.

Korjauspakettia kasattaessa kilpailutuksen ajoituksella voi vaikuttaa kustannuksiin. Sen sijaan että korjattaisiin kymmenen siltaa tänä vuonna, voi olla edullisempaa korjauttaa viisi tänä vuonna ja loput viisi seuraavana jos työvaiheet ovat sellaisia, että urakoitsijoilla voi olla hankaluuksia järjestää kylliksi resursseja. Urakkalaskijoiden haastattelujen perusteella urakat kannattaa kilpailuttaa riittävän paljon ennakkoon, jotta urakoitsijoilla on mahdollisuus suunnitella työnsä ja varata resursseja urakkaan. Mikäli korjaus ei ole kiireellinen, kannattaa kilpailutusta suunniteltaessa varmistua myös muista samaan aikaan tehtävistä korjauksista. Mikäli alueella on paljon muita korjauskohteita käynnistymässä eikä uutta kohdetta saa yhdistettyä niihin järkevästi, saattaa urakan siirto seuraavaan vuoteen olla kannattavaa. Tällöin työresursseja voi olla paremmin saatavilla, ja hinta jää näin alhaisemmaksi.

Työn tulosten perusteella korjaustyön määrä näkyy odotetusti suoraan hinnoissa. Siltojen kokoon tilaaja ei voi vaikuttaa, mutta kasaamalla sopivan urakkakokonaisuuden kilpailutettavaksi saadaan aikaan kustannussäästöjä. Sopivaa urakkakokonaisuutta kasattaessa tulee siltojen lukumäärän lisäksi huomioida myös kullakin sillalla suoritettavan työn määrä ja luonne. Mikäli suoritettavaa työtä on paljon ja työvaiheet ovat kalliita, järkevään pakettiin riittää pienempi lukumäärä siltoja kuin pieniä määriä ja nopeita työvaiheita tehtäessä. Samoin tulee huomioida siltojen välinen etäisyys, yksittäistä etäällä sijaitsevaa siltaa ei kannata lisätä pienellä alueella sijaitsevien siltojen lisäksi kilpailutukseen pelkästään siltojen lukumäärän kasvattamiseksi.

Korjauspakettia kasattaessa tulisi huomioida työn oletettu rahallinen arvo. Halpa ja pieni urakka ei välttämättä kiinnosta yrityksiä, ja arviohinnan ja työmäärän kasvu liian suureksi puolestaan karsii mahdollisia tarjoajia joukosta. Suuret sillat on mahdollista kilpailuttaa myös omana urakkanaan ilman että kustannukset nousisivat turhan korkeiksi. Korjauskohteissa tehtävän työn luonne on myös hyvä huomioida korjauspakettia mietittäessä. Samankaltaisia työvaiheita sisältävät kohteet kannattaa luultavasti kilpailuttaa yhdessä, kun taas täysin erityyppistä työtä vaativissa kohteissa isommasta siltamäärästä voi olla vaikeampi saada kustannussäästöjä. Työn tulosten perusteella korjaaminen on yleensä edullisinta toteuttaa 4-6 sillan kokoisessa paketissa, mikäli korjausta ei ole mahdollista teettää suuremman hankkeen yhteydessä.

Toimintamallin perusteella korjaustyötä suunniteltaessa tulisi laatia riittävän täsmälliset suunnitelmat, jotta tehtävät työvaiheet ja työn aikataulu on tarkasti selvillä jo kilpailutusvaiheessa. Korjaustyön ajoitusta mietittäessä kilpailutus tulee tehdä riittävän paljon ennakkoon, ja muut alueella toteutettavat urakat huomioiden, jotta resursseja olisi saatavilla kohtuullisilla kustannuksilla. Korjauspaketin kokoa mietittäessä tulee huomioida korjauskohteiden koko, sijainti sekä tehtävän työn luonne ja määrä. Sopivan korjauspaketin koko riippuu kaikista mainituista tekijöistä, joten on mahdotonta osoittaa vain parasta mahdollista siltojen lukumäärää muita tekijöitä huomioimatta. Kaikkein edullisinta korjaustyö on suurten tiehankkeiden yhteydessä.

Liikennejärjestelyjen vaikutuksen selvitys jäi tämän työn puitteissa vajavaiseksi. Järjestelyjen todellisen vaikutuksen selvittäminen vaatisi niin runsaasti paneutumista, että diplomityön työmäärä kertyisi helposti pelkästä käytettyjen liikennejärjestelyjen, niistä aiheutuneiden kustannusten ja tielläliikkuville aiheutuneen haitan, liikennejärjestelyjen aikana tehtyjen työsuoritteiden ja eri työmaiden keskinäisestä vertailusta.

Toinen mahdollinen mielenkiintoinen lisätutkimisen aihe olisi yksikköhintojen riippuvuus korjausurakan kokonaishinnasta ja kutakin nimikettä kohden tehtävästä työmäärästä. Tässä työssä korjausurakan suuruuden vaikutusta hintoihin lähestyttiin sillan kannen pinta-alan ja urakkaan kuuluvien siltojen määrän kautta, mutta myös suora urakkahinnan vertaaminen voisi tuottaa mielenkiintoisia tuloksia. Arvioitujen ja toteutuneiden työmäärien vertailu

yksikköhintoihin voisi myös tuoda lisää ymmärrystä hintojen muodostumiseen, mutta liikennejärjestelyjen tavoin määrien selvittelyssä olisi joidenkin urakoiden kohdalla runsaasti työtä muun muassa tarkoitukseen nähden vajavaisen dokumentoinnin vuoksi.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli selvittää, mikä on eri tekijöiden vaikutus sillankorjausten kustannuksiin ja mitkä ovat merkittävimmät kustannuksiin vaikuttavat tekijät. Asiantuntijahaastattelujen ja kustannustietojen perusteella tärkeimmät kustannuksiin vaikuttavat tekijät saatiin onnistuneesti tunnistettua. Työtä varten kerätystä kustannustiedosta koottiin laaja yhteenveto. Eri tekijöiden vaikutuksen suuruuden tunnistaminen pelkästään kustannuksista ei ollut niin yksinkertaista kuin työn alussa oletettiin.

Työlle oli selkeästi tilausta, aikaisemmin eri urakoiden kustannuksista ei ole tehty yhtä laajaa yhteenvetoa ja vertailua. Niin kustannustietoja luovuttaneet ELY-keskukset kuin työtä varten haastatellut urakkalaskijat ja asiantuntijat olivat kiinnostuneita työn sisällöstä ja innostuneita saamaan lopullisen version nähtäväkseen.

Urakassa tehtävän työn määrä vaikuttaa yksikköhintaan, joten urakkaolosuhteiden vaikutuksen tunnistaminen on haasteellista. Monessa hankkeessa korjattavia siltoja toisistaan poikkeavissa olosuhteissa on useita. Tämä hankaloittaa entisestään olosuhteiden vaikutuksen arvioimista. Tarkasteltavan siltamäärän kasvattaminen lisää kustannustarkastelun tarkkuutta, suuremmassa joukossa satunnaisvaihtelujen vaikutus tuloksiin on pienempi. Yksittäisiä siltakohteita ei olekaan järkevää verrata keskenään, vaan vertailu kannattaa tehdä suuremmille siltajoukoille ja –määrille luotettavampien tulosten saamiseksi.

Vaikka urakoiden kustannustietoja onnistuttiin keräämään suuri määrä, yksikköhintaluetteloiden nimikkeistön ja nimikkeiden sisältö vaihtelee jonkin verran eri urakoiden välillä. Samoin nimikkeistön yksiköissä oli vaihtelua eri alueiden ja urakoiden

välillä, tämä teki osan kustannusten vertailusta mahdottomaksi. Eroavaisuudet yksikköhintaluetteloiden nimikkeissä hankaloittavat kustannusvertailua niin yksittäisessä ELY-keskuksessa eri hankkeiden välillä, eri ELY- keskusten välillä kuin diplomityötä tehdessäkin.

Työn aikana nousi yhä selkeämmin esiin ajatus siitä, että yhtenäisempi yksikköhintaluettelokäytäntö palvelisi kaikkia osapuolia. Pyrkimällä samoihin käytäntöihin maanlaajuisesti välttyttäisiin keskustelulta siitä, mitä työvaiheita mikäkin nimike sisältää tässä kyseisessä urakassa tai miten määrät tulee mitata. Laadittavan luettelon tulisi olla riittävän kattava nimikkeistöltään. Urakkaa kilpailutettaessa tai tarjousta laadittaessa turhat nimikkeet voi tarvittaessa karsia luettelosta pois. Vähintäänkin yksikköhintaluetteloihin tulee aina lisätä maininta siitä, mitkä työvaiheet ja yleiskustannukset sisältyvät automaattisesti kaikkiin nimikkeisiin. Yhteisen nimikkeistön kehittäminen kansallisella tasolla helpottaisi kustannustietojen vertailua ja hallintaa. Samojen yksiköiden ja nimikkeiden käyttö olisi kaikkien toimijoiden etu.

Urakkatietojen hallinnointi ei ole vielä täysin siirtynyt sähköiseen muotoon ELY-keskuksissa. Hankkeiden tiedot olivat saatavilla vain paperisessa arkistossa, ja tiedon siirto paperilta sähköiseen muotoon aiheuttaa runsaasti lisätyötä suuria tietomääriä käsiteltäessä. Myös pitkien välimatkojen vuoksi sähköinen muoto olisi hyvä lisä paperisen rinnalla, nyt pohjoisen Suomen tiedot jätettiin työn ulkopuolelle koska joukkoliikennevälineillä kulku Ouluun tai Rovaniemelle paperiarkistoa selaamaan olisi vaatinut yli yhden työpäivän suuntaansa.

Korjaustöiden määrittelyt puuttuvat suurelta osin InfraRYLLin yleisistä määrämittaushjeista. Hankinnoissa kysytyjen yksikköhintojen panokset määräytyvät siksi kohdekohtaisesti työselityksen ja muun korjaustyön ohjeistuksen mukaan. Yleisten määrittelyjen puutteen vuoksi eri toimijoilla ja urakoitsijoilla voi olla toisistaan poikkeavat käsitteet nimikkeiden sisällöistä. Nimikkeen sisällön vaihtelu heikensi työn tulosten luotettavuutta. Työn kustannukset kasattiin kuitenkin realistisesta näkökulmasta; jos oli epävarmaa vastaavatko kahden eri nimikkeen sisällöt toisiaan, niitä ei käsitelty työssä samansisältöisinä.

Työssä havaittiin korjauskustannusten olevan selvästi riippuvaisia urakassa korjattavien siltojen määrästä. Kustannuksia analysoimalla ja haastatteluista saadun tiedon avulla voidaan arvioida optimaalinen koko urakkapaketille. Liian pieni urakka ei herätä kylliksi kiinnostusta, ja turhan suuri urakka puolestaan karsii tarjoajia pois resurssipulan vuoksi.

Työn tulosten perusteella tulevien korjausurakoiden kustannusten ennustaminen voi olla helpompaa. Työssä myös tuodaan esille keinoja madaltaa korjauskustannuksia, ja seikkoja jotka välttämällä voidaan hillitä kustannusten kasvua hankkeen aikana. Aiheen laajuuden vuoksi työssä ei kyetty tarkasti arvioimaan kaikkien tunnistettujen tekijöiden vaikutusta kustannuksiin, mutta työ antoi vastaukset keskeisimpiin kysymyksiin. Työssä luodun toimintamallin avulla hankekokonaisuus saadaan toteutettua mahdollisimman alhaisilla kustannuksilla, joten huomioimalla toimintamallissa mainitut seikat ELY-keskukset säästävät korjauskustannuksista, ja Liikennevirasto saa siten kohdennettua budjettivarat tehokkaammin.

LÄHTEET

Ala-Outinen, Jari. Rantalainen, Petteri. 2013. Työmaapäällikkö, Kesälahden maansiirto. Hamina. Haastattelu 17.5.2013.

Booth, R. (1994) Life-cycle costing. Management accounting 72, 6, s. 10

Holopainen, Ville. Kunnari, Ulla. Laitinen, Ilkka. Lauttia, Jukka. Tiehallinto, Turun Tiepiiri. Sillankorjauksen kustannustiedot. 2009. Loppuraportti. 9 sivua.

Hukkanen, Pasi. DI; toimialapäällikkö, Pöyry CM Oy. Siitonen, Pekka. Insinööri (ylempi AMK); silta-asiantuntija, Liikennevirasto. 2013. Kouvola. Haastattelu 15.7.2013.

Huura, Jorma. Räsänen, Ossi. 2005. Siltojen betonirakenteiden korjaaminen. Betoni, 2005:3. Sivut 36–41.

Lahtinen, Jarmo. 2013. Projektipäällikkö, YIT. Hamina. Haastattelu 17.5.2013.

Lievonen, Jari. 2013. Työpäällikkö, Destia. Puhelinhaastattelu 1.7.2013.

Liikennevirasto. 2010. Liikenneviraston ohjeita 23/2010. Eurokoodin sovellusohje Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet – NCCI 1. Helsinki. 104 sivua. ISBN 978-952-255-578-6.

LIVI, Sillanrakentamisyksikkö. 2010. Silko 1.301

SFS-EN 1504-9

Siitonen, Pekka. 2013. Vuosittaisten määrärahojen muutosten vaikutukset sillaston kuntoon Kaakkois-Suomessa. Opinnäytetyö (ylempi AMK). Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, teknologiaosaamisen johtaminen. 76 sivua.

Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y. 1989. RIL 179 Sillat. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y. 390 sivua. ISBN 951-758-196-3.

Suomen virallinen tilasto (SVT). Maarakennuskustannusindeksi [verkkajulkaisu]. ISSN=1799-4063. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 24.7.2013]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/maku/index.html>

Tiehallinto. 2007. SILKO 1.201. TIEH2230095

Tiehallinto. 2008. Sillan peruskorjauksen nopeuttaminen. Tiehallinnon selvityksiä 11/2008. Helsinki. 99 sivua. ISBN 978-952-221-044-9.

Tiehallinto. 2009a. Siltojen ylläpito. Toimintalinjat. Helsinki. 46 sivua. ISBN 978-952-221-164-4.

Tiehallinto. 2009b. Talvihoidon toimintalinjat. Helsinki. 50 sivua. ISBN 978-952-221-098-2

Vähä-Pietilä, Perttu. 2011. Yksiaukkoisen vesistö sillan peruskorjausprosessin vaiheet. Opinnäytetyö. Tampereen ammatikorkeakoulu, rakennustekniikan koulutusohjelma. 46 sivua.

Sillan numero	Siltapaketti	Korjausvuosi	Siltatyyppi	Pinta-ala	KVL	reunapalkin muotit [m ²]
SK-2223	IV POS 11-13	2011-2013	TB	51,66	292	
SK-2227	IV POS 11-13	2011-2013	TB	53,24	4038	
SK-2230	IV POS 11-13	2011-2013	TB	60,82	275	
SK-2231	IV POS 11-13	2011-2013	TB	43,18	418	
SK-2246	IV POS 11-13	2011-2013	TB	154,4	1269	
SK-2257	IV POS 11-13	2011-2013	TB	91	1163	
SK-2269	IV POS 11-13	2011-2013	TB	86,63	716	
SK-2306	IV POS 11-13	2011-2013	TB	69,57	225	
SK-2314	IV POS 11-13	2011-2013	TB	92,61	512	
SK-2336	IV POS 11-13	2011-2013	TB	75,35	177	
SK-2346	IV POS 11-13	2011-2013	TB	52,5	410	
SK-2377	IV POS 11-13	2011-2013	TB	74,73	108	
SK-2381	IV POS 11-13	2011-2013	PS	247,8	92	
SK-2387	IV POS 11-13	2011-2013	PS	92,43	497	
SK-2411	IV POS 11-13	2011-2013	TB	163,8	128	
SK-2465	IV POS 11-13	2011-2013	PS	151,52	67	
KaS-197	KAS 1 09	2009	TB	364,5	5127	177,60
KaS-698	KAS 1 09	2009	TB	436,8	1772	177,60
KaS-288	KAS1 05	2005	KS	101,84	695	74,59
KaS-403	KAS1 05	2005	TB	87,36	2396	74,59
KaS-45	KAS1 05	2005	TB	45,56	1655	74,59
KaS-580	KAS1 05	2005	TB	48,95	51	74,59
KaS-6	KAS1 05	2005	TB	500,94	5838	74,59
KaS-7	KAS1 05	2005	TB	371,46	6382	74,59
KaS-710	KAS1 05	2005	TS	523,02	695	74,59
KaS-79	KAS1 05	2005	TB	210	3589	74,59
KaS-791	KAS1 05	2005	TB	85,95	8030	74,59
KaS-1012	KAS1 06	2006	TB	588,8	676	173,24
KaS-741	KAS1 06	2006	TB	218,88	1782	173,24
KaS-742	KAS1 06	2006	TB	184,68	1783	173,24
KaS-764	KAS1 06	2006	TB	745	12201	173,24
KaS-767	KAS1 06	2006	TB	530	12201	173,24
KaS-768	KAS1 06	2006	TB	436,8	8010	173,24
KaS-769	KAS1 06	2006	TB	720	7145	173,24
KaS-833	KAS1 06	2006	TB	589,36	1871	173,24
KaS-766	KAS2 05	2005	TS	2545	15014	73,26
KaS-847	KAS2 05	2005	JB	2091,7	7658	73,26
KaS-850	KAS2 05	2005	JB	943,8	7658	73,26
KaS-1046	KAS2 07	2007	TB	94,95	7365	184,84
KaS-751 ja KaS-1751	KAS2 07	2007	JB	1646,88	13575	184,84
KaS-646	KASYP 07	2007	TB	106,05	4214	

Sillan numero	Siltapaketti	Korjausvuosi	Siltatyyppi	Pinta-ala	KVL	reunapalkin muotit [m ²]
KaS-72	KASYP 07	2007	TB	101,79	367	
KaS-722	KASYP 07	2007	TB	238,95	6510	
H-1396	PIR 1-11	2011	TB	670,65	12883	
H-700	PIR 1-11	2011	TB	511,5	9600	219,73
H-701	PIR 1-11	2011	TB	2212	12883	198,81
H-1102	PIR 1-12	2012	TB	987,39	7073	170,00
H-25	PIR 1-12	2012	TB	511,43	9048	170,00
H-755	PIR 1-12	2012	TB	441,88	6373	150,00
H-1115	PIR 1-13	2013	TB	275,77	8319	270,00
H-1142	PIR 1-13	2013	TB	302,51	8319	270,00
H-1176	PIR 1-13	2013	TB	1670,55	3801	270,00
H-1020	PIR 2-12	2012	TB	379,2	1958	140,00
H-1381	PIR 2-12	2012	TB	791,51	7986	90,00
H-960	PIR 2-12	2012	TB	446,4	649	90,00
H-1162	PIR 2-13	2013	TB	565,48	4341	165,00
H-1178	PIR 2-13	2013	TB	758,96	4341	165,00
SK-159	POS 1-11	2011	TB	501,208	8736	
SK-656	POS 1-11	2011	TB	293,475	2497	
SK-661	POS 1-11	2011	TB	293,39	1729	
SK-728	POS 1-11	2011	TB	589,6	5253	
SK-733	POS 1-11	2011	TB	581,88	1285	
SK-2397	POS 2-10	2010	TB	840,64	665	
SK-2400	POS 2-10	2010	TB	679,47	665	
SK YLP 09-10	SK YLP 09-10	2009-2010				
H-2876	T/H 1 09	2009	TB	134,68	1650	68,67
T-494	T/H 1 09	2009	TB	383,2	3081	68,67
T-1187	T1 10	2010	PS	115,2	49	47,57
T-664	T1 10	2010	TB	692,35	2846	47,57
U-1466	UUD 10-11	2010	TB	434,15	15891	84,95
U-2255	UUD 10-11	2010	TB	380,25	2005	84,95
U-467	UUD 10-11	2010	TB	75,6	564	84,95
U-468	UUD 10-11	2010	TB	65	564	84,95
U-1082	UUD 1-11	2011	TB	749,54	5129	57,55
U-1225	UUD 1-11	2011	TB	417	504	57,55
U-1543	UUD 1-11	2011	TB	954,75		57,55
U-3916	UUD 1-11	2011	TB	137,74		57,55
U-916	UUD 1-11	2011	TB	166,84		57,55
U-998	UUD 1-11	2011	TB	1041,71	5275	57,55
U-1181	UUD 2-11	2011	TB	514,8	16447	
U-1185	UUD 2-11	2011	TB	492,56	16447	
U-1257	UUD 2-11	2011	TB	314,5	4600	
U-3181	UUD 2-11	2011	TB	514,8	16447	

Sillan numero	Siltapaketti	Korjausvuosi	Siltatyyppi	Pinta-ala	KVL	reunapalkin muotit [m ²]
U-3185	UUD 2-11	2011	TB	492,56	16447	
U-598	UUD 2-11	2011	TB	220	3995	
U-2383	UUD1 12-13	2012-2013	TB	300	5487	
U-2497	UUD1 12-13	2012-2013	TB	964,55	12406	
U-2499	UUD1 12-13	2012-2013	TB	546,1	12406	
U-2500	UUD1 12-13	2012-2013	TB	1247,77	12406	
U-2832	UUD1 12-13	2012-2013	TS	648		
U-1214	UUD2 2012	2012	TB	1061,1	5525	25,00
U-201	UUD2 2012	2012	TB	291,2	2286	25,00
U-870	UUD2 2012	2012	TB	571	20827	25,00
U-1271	UUD3 11-12	2011	TB	5293,2	5959	68,01
U-2394	UUD3 11-12	2011	TB	824,2	6475	68,01
U-2554	UUD3 11-12	2011	TB	139,32	2566	68,01
U-2590	UUD3 11-12	2011	TB	426,3	5739	68,01
U-1235	UUD3 12	2012	TB	245,44	11974	100,00
U-2616	UUD3 12	2012	TB	664,58	27326	100,00
U-613	UUD3 12	2012	TB	555,3	2023	100,00
U-616	UUD3 12	2012	TB	664,58	27326	100,00
U-2266	UUD4 2011	2011	TB	180,7	956	296,12
U-2285	UUD4 2011	2011	TB	110	3370	
U-2286	UUD4 2011	2011	TB	354	3370	
U-44	UUD4 2011	2011	TB	339,15	7347	175,79
U-2279	UUD5 12	2012	TB	430,92	11945	80,15
U-2280	UUD5 12	2012	TB	338,13	11945	80,50
U-2385	UUD5 12	2012	TB	1122,53	5781	157,34
U-1052	UUD6 12-13	2012-2013	TB	436,8	8069	30,00
U-1162	UUD6 12-13	2012-2013	TS	2956,8	3863	30,00
U-3064	UUD6 12-13	2012-2013	TB	527,06	10249	30,00
U-530	UUD6 12-13	2012-2013	TB	238,36	4812	30,00
U-1121	UUD7 12-13	2012-2013	TB	306	1158	60,00
U-1147	UUD7 12-13	2012-2013	TB	958,65	5156	60,00
U-1155	UUD7 12-13	2012-2013	TB	91,7		60,00
U-1157	UUD7 12-13	2012-2013	TB	104		60,00
U-666	UUD7 12-13	2012-2013	TB	121,66	2922	60,00
U-959	UUD7 12-13	2012-2013	TB	1275	37153	60,00
T-1650	VAR 1 11	2011	TB	79,3	121	73,24
T-1770	VAR 1 11	2011	TB	132	705	62,78
T-1865	VAR 1 11	2011	TB	68,1	164	125,56
T-201	VAR 1 11	2011	JB	103,62	115	125,56
T-724	VAR 1 11	2011	TB	87,42	145	52,32
T-846	VAR 2 12	2012	TB	126,48	4853	160,00
T-847	VAR 2 12	2012	TB	111,43	4853	160,00

Sillan numero	Siltapaketti	Korjausvuosi	Siltatyyppi	Pinta-ala	KVL	reunapalkin muotit [m ²]
Vt6 A-M	Vt6 A-M	2011				
Vt6 LT	Vt6 LT	2011				
KaS-1048	Vt7 HOT	2012-2015	JB	1294,21	3927	60,00
KaS-1065 & 1265	Vt7 HOT	2012-2015	TB	2334,3	7371	60,00
KaS-943	Vt7 HOT	2012-2015	TB	353,6	13380	60,00
H-1079		2010	TB	814,08	3244	134,79
H-1140		2010	TB	798,06	8319	186,89
H-313		2010	TB	147,81	3500	134,79
T-665		2011	TS	1120	2846	83,71

Sillan numero	vesi- piikkaus [m ³]	piikkaus [m ³]	pinta- rakenteen purku [m ²]	suoja- betonin purku [m ³]	suoja- betonin purku [m ²]	vesi- eristyksen purku [m ²]	jyrsintä [m ²]
SK-2223	2825,14						31,39
SK-2227	2825,14						31,39
SK-2230	2825,14						31,39
SK-2231	2825,14						31,39
SK-2246	2825,14						31,39
SK-2257	2825,14						31,39
SK-2269	2825,14						31,39
SK-2306	2825,14						31,39
SK-2314	2825,14						31,39
SK-2336	2825,14						31,39
SK-2346	2825,14						31,39
SK-2377	2825,14						31,39
SK-2381	2825,14						31,39
SK-2387	2825,14						31,39
SK-2411	2825,14						31,39
SK-2465	2825,14						31,39
KaS-197				165,76		5,92	17,76
KaS-698				165,76		5,92	17,76
KaS-288					15,98	9,32	39,96
KaS-403					15,98	9,32	39,96
KaS-45					15,98	9,32	39,96
KaS-580					15,98	9,32	39,96
KaS-6					15,98	9,32	39,96
KaS-7					15,98	9,32	39,96
KaS-710					15,98	9,32	39,96
KaS-79					15,98	9,32	39,96
KaS-791					15,98	9,32	39,96
KaS-1012							28,00
KaS-741							28,00
KaS-742							28,00
KaS-764							28,00
KaS-767							28,00
KaS-768							28,00
KaS-769							28,00
KaS-833							28,00
KaS-766					26,64	1,33	159,84
KaS-847					26,64	1,33	159,84
KaS-850					26,64	1,33	159,84
KaS-1046							23,10
KaS-751 ja KaS-1751							20,00
KaS-646							

Sillan numero	vesi- piikkaus [m ³]	piikkaus [m ³]	pinta- rakenteen purku [m ²]	suoja- betonin purku [m ³]	suoja- betonin purku [m ²]	vesi- eristyksen purku [m ²]	jyrsintä [m ²]
KaS-72							
KaS-722							
H-1396		3139,04	52,32				12,56
H-700		3139,04	52,32				12,56
H-701		3139,04	52,32				12,56
H-1102	2000,00	1800,00					12,00
H-25	3500,00	1800,00		100,00			12,00
H-755	1000,00	1500,00	12,00				
H-1115					90,00	3,00	
H-1142	2200,00				90,00	3,00	
H-1176					90,00	2,00	
H-1020	4000,00	2000,00	60,00				80,00
H-1381	2000,00	2000,00	20,00				80,00
H-960	1450,00	1250,00	20,00				80,00
H-1162	1650,00	930,00	25,00	25,00			8,00
H-1178	2200,00	1650,00	25,00	25,00			8,00
SK-159							
SK-656							
SK-661							
SK-728							
SK-733							
SK-2397							
SK-2400							
SK YLP 09-10	4972,80						59,20
H-2876	3447,81	355,20					18,94
T-494	3447,81	355,20					18,94
T-1187	849,49	396,43					9,06
T-664	849,49	396,43					9,06
U-1466	2208,67	509,69				11,33	20,39
U-2255	2208,67	509,69				11,33	20,39
U-467	2208,67	509,69				11,33	20,39
U-468	2208,67	509,69				11,33	20,39
U-1082	1255,62	837,08		146,49		10,46	10,46
U-1225	1255,62	837,08		146,49		10,46	10,46
U-1543	1255,62	837,08		146,49		10,46	10,46
U-3916	1255,62	837,08		146,49		10,46	10,46
U-916	1255,62	837,08		146,49		10,46	10,46
U-998	1255,62	837,08		146,49		10,46	10,46
U-1181							
U-1185							
U-1257							
U-3181							

Sillan numero	vesi- piikkaus [m ³]	piikkaus [m ³]	pinta- rakenteen purku [m ²]	suoja- betonin purku [m ³]	suoja- betonin purku [m ²]	vesi- eristyksen purku [m ²]	jyrsintä [m ²]
U-3185							
U-598							
U-2383	3885,00	466,00					
U-2497	3885,00	466,00					
U-2499	3885,00	466,00					
U-2500	3885,00	466,00					
U-2832	3885,00	466,00					
U-1214	1200,00	800,00		60,00		10,00	10,00
U-201	1200,00	800,00		60,00		10,00	10,00
U-870	1200,00	800,00		60,00		10,00	10,00
U-1271	889,40	470,86				10,46	7,32
U-2394	889,40	470,86				10,46	7,32
U-2554	889,40	470,86				10,46	7,32
U-2590	889,40	470,86				10,46	7,32
U-1235	1096,00	600,00					18,00
U-2616	1096,00	600,00					18,00
U-613	1096,00	600,00					18,00
U-616	1096,00	600,00					18,00
U-2266							
U-2285			11,51				
U-2286			12,56				
U-44		711,52	18,83				41,85
U-2279	2070,00	747,51		121,90			
U-2280	1887,00	747,50		244,95		2,66	
U-2385	1779,80	747,51					
U-1052	1200,00	800,00					10,00
U-1162	1200,00	800,00					10,00
U-3064	1200,00	800,00					10,00
U-530	1200,00	800,00					10,00
U-1121	1096,00	500,00	15,00				18,00
U-1147	1096,00	500,00	15,00				18,00
U-1155	1096,00	500,00	15,00				18,00
U-1157	1096,00	500,00	15,00				18,00
U-666	1096,00	500,00	15,00				18,00
U-959	1096,00	500,00	15,00				18,00
T-1650			20,93				20,93
T-1770			20,93				20,93
T-1865			20,93				20,93
T-201			20,93				20,93
T-724			20,93				20,93
T-846		3000,00	40,00				65,00
T-847		3000,00	40,00				65,00

Sillan numero	vesi- piikkaus [m ³]	piikkaus [m ³]	pinta- rakenteen purku [m ²]	suoja- betonin purku [m ³]	suoja- betonin purku [m ²]	vesi- eristyksen purku [m ²]	jyrsintä [m ²]
Vt6 A-M							
Vt6 LT							
KaS-1048							
KaS-1065 & 1265							
KaS-943							
H-1079	3171,43	656,94	14,72				36,24
H-1140			14,38				36,24
H-313		2038,78	18,12				36,24
T-665	2615,87	3139,04		994,03		26,16	47,09

Sillan numero	ankku- rointi [d20-25] [kpl]	teräs A500HW [kg]	paikkaus ilman muotteja [m ²]	paikkaus ilman muotteja [dm ³]	kannen halkeamien epoksi- injektointi [m]	impreg- nointi [m ²]	eristys- alustan epoksi- tiivistys [m ²]
SK-2223	38,71	3,98			324,37	8,37	26,16
SK-2227	38,71	3,98			324,37	8,37	26,16
SK-2230	38,71	3,98			324,37	8,37	26,16
SK-2231	38,71	3,98			324,37	8,37	26,16
SK-2246	38,71	3,98			324,37	8,37	26,16
SK-2257	38,71	3,98			324,37	8,37	26,16
SK-2269	38,71	3,98			324,37	8,37	26,16
SK-2306	38,71	3,98			324,37	8,37	26,16
SK-2314	38,71	3,98			324,37	8,37	26,16
SK-2336	38,71	3,98			324,37	8,37	26,16
SK-2346	38,71	3,98			324,37	8,37	26,16
SK-2377	38,71	3,98			324,37	8,37	26,16
SK-2381	38,71	3,98			324,37	8,37	26,16
SK-2387	38,71	3,98			324,37	8,37	26,16
SK-2411	38,71	3,98			324,37	8,37	26,16
SK-2465	38,71	3,98			324,37	8,37	26,16
KaS-197	65,12	6,04		29,60	136,16	29,60	53,28
KaS-698	65,12	6,04		29,60	136,16	29,60	53,28
KaS-288	59,94	2,20			71,93	15,98	41,96
KaS-403	59,94	2,20			71,93	15,98	41,96
KaS-45	59,94	2,20			71,93	15,98	41,96
KaS-580	59,94	2,20			71,93	15,98	41,96
KaS-6	59,94	2,20			71,93	15,98	41,96
KaS-7	59,94	2,20			71,93	15,98	41,96
KaS-710	59,94	2,20			71,93	15,98	41,96
KaS-79	59,94	2,20			71,93	15,98	41,96
KaS-791	59,94	2,20			71,93	15,98	41,96
KaS-1012	11,00	3,70			130,00	24,00	32,00
KaS-741	11,00	3,70	250,00		130,00	24,00	32,00
KaS-742	11,00	3,70			130,00	24,00	32,00
KaS-764	11,00	3,70			130,00	24,00	32,00
KaS-767	11,00	3,70			130,00	24,00	32,00
KaS-768	11,00	3,70	250,00		130,00	24,00	32,00
KaS-769	11,00	3,70			130,00	24,00	32,00
KaS-833	11,00	3,70	320,00		130,00	24,00	32,00
KaS-766	79,92	2,00			213,12	13,32	33,30
KaS-847	79,92	2,00			213,12	13,32	33,30
KaS-850	79,92	2,00			213,12	13,32	33,30
KaS-1046	57,76	4,04			231,05	34,66	
KaS-751 ja KaS-1751	50,00	3,50			200,00	30,00	
KaS-646							

Sillan numero	ankku- rointi [d20-25] [kpl]	teräs A500HW [kg]	paikkaus ilman muotteja [m ²]	paikkaus ilman muotteja [dm ³]	kannen halkeamien epoksi- injektointi [m]	impreg- nointi [m ²]	eristys- alustan epoksi- tiivistys [m ²]
KaS-72							
KaS-722			297,71				
H-1396	31,39		837,08		115,10	20,93	33,48
H-700	31,39	1,36	837,08		115,10	20,93	33,48
H-701	31,39	1,36	837,08		115,10	20,93	33,48
H-1102		3,00					35,00
H-25	50,00	3,00				35,00	35,00
H-755	50,00	3,00	390,00		90,00	35,00	35,00
H-1115	32,00	2,70		20,00	50,00	45,00	35,00
H-1142	32,00	2,70		20,00	90,00	45,00	35,00
H-1176	20,00	2,60			45,00	43,00	31,00
H-1020		3,50	400,00		300,00		
H-1381	35,00	2,50	1200,00		300,00	42,00	35,00
H-960	35,00	2,50	900,00		300,00	45,00	
H-1162	40,00	3,50			160,00	40,00	
H-1178	45,00	4,00			160,00	30,00	30,00
SK-159							
SK-656							
SK-661							
SK-728					221,83		
SK-733							
SK-2397							28,32
SK-2400					113,27		
SK YLP 09-10	59,20	5,92			473,60	35,52	43,81
H-2876	19,77	1,18		21,31	171,68	26,05	24,86
T-494	18,94	1,18		21,31	171,68	26,05	24,86
T-1187	11,33	0,91		11,33	101,94		
T-664	11,33	0,91		11,33	101,94		
U-1466	70,22	1,70		7,93	43,04	36,24	43,04
U-2255	70,22	1,70		7,93	43,04	36,24	43,04
U-467	70,22	1,70		7,93	43,04	36,24	43,04
U-468	70,22	1,70		7,93	43,04	36,24	43,04
U-1082	29,30	1,26		15,70	156,95	52,32	12,56
U-1225	29,30	1,26		15,70	156,95	52,32	12,56
U-1543	29,30	1,26		15,70	156,95	52,32	12,56
U-3916	29,30	1,26		15,70	156,95	52,32	12,56
U-916	29,30	1,26		15,70	156,95	52,32	12,56
U-998	29,30	1,26		15,70	156,95	52,32	12,56
U-1181							
U-1185							
U-1257							
U-3181							

Sillan numero	ankku- rointi [d20-25] [kpl]	teräs A500HW [kg]	paikkaus ilman muotteja [m ²]	paikkaus ilman muotteja [dm ³]	kannen halkeamien epoksi- injektointi [m]	impreg- nointi [m ²]	eristys- alustan epoksi- tiivistys [m ²]
U-3185							
U-598							
U-2383	18,00					22,00	26,00
U-2497	18,00					22,00	26,00
U-2499	18,00					22,00	26,00
U-2500	18,00					22,00	26,00
U-2832	18,00					22,00	26,00
U-1214	28,00	1,15		5,00	150,00	50,00	8,00
U-201	28,00	1,15		5,00	150,00	50,00	8,00
U-870	28,00	1,15		5,00	150,00	50,00	8,00
U-1271	47,09	2,09		16,74	26,16	52,32	10,46
U-2394	47,09	2,09		16,74	26,16	52,32	10,46
U-2554	47,09	2,09		16,74	26,16	52,32	10,46
U-2590	47,09	2,09		16,74	26,16	52,32	10,46
U-1235	38,00	1,80		19,00	120,00	57,00	13,44
U-2616	38,00	1,80		19,00	120,00	57,00	13,44
U-613	38,00	1,80		19,00	120,00	57,00	13,44
U-616	38,00	1,80		19,00	120,00	57,00	13,44
U-2266	33,48	2,09			183,11	43,95	43,95
U-2285			444,70			37,67	
U-2286	29,30					47,09	36,62
U-44	33,48	1,67	659,20		183,11	47,09	
U-2279	40,25	1,89		2,64	161,00	48,30	
U-2280	40,25	1,89		11,90	161,00		28,75
U-2385	40,25	1,89	132,25		161,01	48,30	33,35
U-1052	28,00	1,50		10,00	140,00	40,00	10,00
U-1162	28,00	1,50		10,00	140,00	40,00	10,00
U-3064	28,00	1,50		10,00	140,00	40,00	10,00
U-530	28,00	1,50		10,00	140,00	40,00	10,00
U-1121	38,00	1,80		19,00	120,00	35,00	9,00
U-1147	38,00	1,80		19,00	120,00	35,00	9,00
U-1155	38,00	1,80		19,00	120,00	35,00	9,00
U-1157	38,00	1,80		19,00	120,00	35,00	9,00
U-666	38,00	1,80		19,00	120,00	35,00	9,00
U-959	38,00	1,80		19,00	120,00	35,00	9,00
T-1650	15,70	1,78		52,32	261,59	20,93	27,73
T-1770		1,36		52,32	261,59	20,93	27,73
T-1865	20,93	1,57		52,32	261,59	20,93	27,73
T-201	10,46	1,78		52,32	261,59	20,93	27,73
T-724		1,36		52,32	261,59	20,93	27,73
T-846	62,50	2,50	300,00		150,00	65,00	35,00
T-847	62,50	2,50	300,00		150,00	65,00	35,00

Sillan numero	ankku- rointi [d20-25] [kpl]	teräs A500HW [kg]	paikkaus ilman muotteja [m ²]	paikkaus ilman muotteja [dm ³]	kannen halkeamien epoksi- injektointi [m]	impreg- nointi [m ²]	eristys- alustan epoksi- tiivistys [m ²]
Vt6 A-M		1,01					
Vt6 LT		1,26				62,78	
KaS-1048		1,06				20,00	20,00
KaS-1065 & 1265		1,06				20,00	20,00
KaS-943		1,06				20,00	20,00
H-1079	33,98	1,59			198,21	29,45	32,85
H-1140	33,98	5,10				27,18	40,78
H-313	33,98	1,59	906,12		198,21	33,98	40,78
T-665	52,32	1,73		10,46	52,32	26,16	31,39

Sillan numero	kermieristys [m ²]	kumibitu- misively [m ²]	AB 6/50 tai AA 6/50 [m ²]	AB 16/100 [m ²]	AB 16/120 [m ²]	betoni K45 [m ³]	betoni P50 [m ³]	teräs- rakenteen uusinta- maalau- s [m ²]
U-3185								
U-598								
U-2383	24,00	14,00	9,70		14,00	780,00	780,00	
U-2497	24,00	14,00	9,70		14,00	780,00	780,00	
U-2499	24,00	14,00	9,70		14,00	780,00	780,00	
U-2500	24,00	14,00	9,70		14,00	780,00	780,00	
U-2832	24,00	14,00	9,70		14,00	780,00	780,00	
U-1214	5,00	20,00	4,00	10,00	7,00		150,00	
U-201	5,00	20,00	4,00	10,00	7,00		150,00	
U-870	5,00	20,00	4,00	10,00	7,00		150,00	
U-1271	20,93	15,70	5,23	8,37	8,89	198,81	198,81	
U-2394	20,93	15,70	5,23	8,37	8,89	198,81	198,81	
U-2554	20,93	15,70	5,23	8,37	8,89	198,81	198,81	
U-2590	20,93	15,70	5,23	8,37	8,89	198,81	198,81	
U-1235	30,00	21,50	7,00	10,30	11,50		220,00	
U-2616	30,00	21,50	7,00	10,30	11,50		220,00	
U-613	30,00	21,50	7,00	10,30	11,50		220,00	
U-616	30,00	21,50	7,00	10,30	11,50		220,00	
U-2266		30,34			13,60		313,90	
U-2285					16,11			
U-2286		29,30	7,85		13,08			
U-44	34,53				32,44	272,05	272,05	
U-2279	23,57	11,77	8,99		9,33	240,35	240,35	
U-2280	23,57	11,95	8,99				264,38	
U-2385	23,57	11,50	8,99	9,33	9,33	238,93	251,92	
U-1052	50,00	15,00	23,00	15,00	17,00		220,00	
U-1162	50,00	15,00	23,00	15,00	17,00		220,00	50,00
U-3064	50,00	15,00	23,00	15,00	17,00		220,00	
U-530	50,00	15,00	23,00	15,00	17,00		220,00	
U-1121	22,00	21,50	5,00	10,30	11,50	202,00	202,00	
U-1147	22,00	21,50	5,00	10,30	11,50	202,00	202,00	
U-1155	22,00	21,50	5,00	10,30	11,50	202,00	202,00	
U-1157	22,00	21,50	5,00	10,30	11,50	202,00	202,00	
U-666	22,00	21,50	5,00	10,30	11,50	202,00	202,00	
U-959	22,00	21,50	5,00	10,30	11,50	202,00	202,00	
T-1650	41,85	27,73	14,23		18,31	209,27	261,59	
T-1770	21,97	15,70	14,23		18,31	209,27	209,27	
T-1865	21,97	15,70	14,23		18,31	209,27	198,81	
T-201	21,97	15,70	14,23		18,31	209,27	198,81	
T-724	21,97	15,70	14,23		18,31	209,27	198,81	
T-846	35,00	35,00	20,00		26,00	400,00	400,00	
T-847	35,00	35,00	20,00		26,00	400,00	400,00	

Sillan numero	kermi- eristys [m ²]	kumibitu- misively [m ²]	AB 6/50 tai AA 6/50 [m ²]	AB 16/100 [m ²]	AB 16/120 [m ²]	betoni K45 [m ³]	betoni P50 [m ³]	teräs- rakenteen uusinta- maalauus [m ²]
Vt6 A-M			3,68		8,05	376,27		
Vt6 LT			5,23		7,85			
KaS-1048	18,00	2,00	6,00		9,00	110,50		
KaS-1065 & 1265	18,00	2,00	6,00		9,00	110,50		
KaS-943	18,00	2,00	6,00		9,00	110,50		
H-1079	30,58	27,18	10,19		13,59	113,27	124,59	
H-1140	30,58	27,18	10,19	12,46	13,59			
H-313	30,58	28,32	30,58		36,24	107,60	124,59	
T-665	31,39	23,02	9,42	12,77	16,95	230,20	230,20	115,10

Sillan numero	teräs- rakenteen paikka- maalauus [m ²]	ajorata- merkinnät massa [m ²]	ajorata- merkinnät maali [m ²]	sääsuoja [m ²]	vanhan sillan- kaiteen poisto [m]	kaide H2 [m]	penger- kaiteiden uusiminen [m]
SK-2223		35,58	15,70			387,15	
SK-2227		35,58	15,70			387,15	
SK-2230		35,58	15,70			387,15	
SK-2231		35,58	15,70			387,15	
SK-2246		35,58	15,70			387,15	
SK-2257		35,58	15,70			387,15	
SK-2269		35,58	15,70			387,15	
SK-2306		35,58	15,70			387,15	
SK-2314		35,58	15,70			387,15	
SK-2336		35,58	15,70			387,15	
SK-2346		35,58	15,70			387,15	
SK-2377		35,58	15,70			387,15	
SK-2381		35,58	15,70			387,15	
SK-2387		35,58	15,70			387,15	
SK-2411		35,58	15,70			387,15	
SK-2465		35,58	15,70			387,15	
KaS-197	236,80	29,60	17,76		8,88	367,04	71,04
KaS-698	236,80	29,60	17,76		8,88	367,04	71,04
KaS-288	122,54				9,32	319,68	
KaS-403	122,54				9,32	319,68	
KaS-45	122,54				9,32	319,68	
KaS-580	122,54				9,32	319,68	
KaS-6	122,54				9,32	319,68	
KaS-7	122,54				9,32	319,68	
KaS-710	122,54				9,32	319,68	
KaS-79	122,54				9,32	319,68	
KaS-791	122,54				9,32	319,68	
KaS-1012			25,00			280,00	
KaS-741						306,00	
KaS-742						306,00	
KaS-764						288,00	
KaS-767						294,00	
KaS-768						294,00	
KaS-769						294,00	
KaS-833			25,00			280,00	
KaS-766	133,20				26,64	333,00	
KaS-847	133,20				26,64	333,00	
KaS-850	133,20				26,64	333,00	
KaS-1046							
KaS-751 ja KaS-1751							
KaS-646						344,96	53,37

Sillan numero	teräs- rakenteen paikka- maalauus [m ²]	ajorata- merkinnät massa [m ²]	ajorata- merkinnät maali [m ²]	sääsuoja [m ²]	vanhan sillan- kaiteen poisto [m]	kaide H2 [m]	penger- kaiteiden uusiminen [m]
KaS-72						339,30	53,49
KaS-722						406,65	54,24
H-1396		27,21	20,93	29,30	8,37	292,98	47,09
H-700		27,21	20,93	29,30	8,37	292,98	47,09
H-701		27,21	20,93	29,30	8,37	292,98	47,09
H-1102						280,00	52,00
H-25		40,00			35,00	280,00	52,00
H-755		40,00			35,00	280,00	52,00
H-1115		50,00		70,00	18,00	260,00	46,00
H-1142		50,00		70,00	18,00	260,00	46,00
H-1176		30,00		70,00	16,00	240,00	46,00
H-1020			25,00		45,00	250,00	55,00
H-1381			15,00		15,00	260,00	55,00
H-960			30,00		15,00	250,00	55,00
H-1162		80,00		42,00	15,00	186,00	
H-1178		80,00		42,00	15,00	186,00	54,00
SK-159							
SK-656				12,56			41,85
SK-661				12,56			
SK-728							
SK-733				12,56			
SK-2397				33,98			56,63
SK-2400				33,98			
SK YLP 09-10		37,89	14,21			408,48	71,04
H-2876		71,04	44,99		8,29	233,25	52,69
T-494		71,04	71,04		8,29	233,25	52,69
T-1187						124,59	36,24
T-664						124,59	36,24
U-1466		50,97	16,99				73,62
U-2255		50,97	16,99				73,62
U-467		50,97	16,99				73,62
U-468		50,97	16,99				73,62
U-1082		83,71	5,23		15,70	196,19	41,85
U-1225		83,71	5,23		15,70	196,19	41,85
U-1543		83,71	5,23		15,70	196,19	41,85
U-3916		83,71	5,23		15,70	196,19	41,85
U-916		83,71	5,23		15,70	196,19	41,85
U-998		83,71	5,23		15,70	196,19	41,85
U-1181							
U-1185							
U-1257							
U-3181							

Sillan numero	teräs- rakenteen paikka- maalauus [m ²]	ajorata- merkinnät massa [m ²]	ajorata- merkinnät maali [m ²]	sääsuoja [m ²]	vanhan sillan- kaiteen poisto [m]	kaide H2 [m]	penger- kaiteiden uusiminen [m]
U-3185							
U-598							
U-2383		19,50			8,00	169,00	
U-2497		19,50			8,00	169,00	
U-2499		19,50			8,00	169,00	
U-2500		19,50			8,00	169,00	
U-2832		19,50			8,00	169,00	
U-1214		50,00	5,00	3,00	2,00		50,00
U-201		50,00	5,00	3,00	2,00		50,00
U-870		50,00	5,00	3,00	2,00		50,00
U-1271		26,16	20,93		20,93	130,79	47,09
U-2394		26,16	20,93		20,93	130,79	47,09
U-2554		26,16	20,93		20,93	130,79	47,09
U-2590		26,16	20,93		20,93	130,79	47,09
U-1235		11,50	10,00				40,00
U-2616		11,50	10,00				40,00
U-613		11,50	10,00				40,00
U-616		11,50	10,00				40,00
U-2266		52,32		36,62	12,56	238,57	41,85
U-2285		52,32				287,75	41,85
U-2286		41,85			15,70	209,27	
U-44					12,56		
U-2279			55,20	23,00	5,75	213,90	39,10
U-2280			60,95	23,01	5,75	213,92	39,10
U-2385			8,97	23,00		187,40	39,10
U-1052		40,00	5,00				45,00
U-1162	98,00	40,00	5,00				45,00
U-3064		40,00	5,00				45,00
U-530		40,00	5,00				45,00
U-1121		11,50	10,00		7,00	180,00	40,00
U-1147		11,50	10,00		7,00	180,00	40,00
U-1155		11,50	10,00		7,00	180,00	40,00
U-1157		11,50	10,00		7,00	180,00	40,00
U-666		11,50	10,00		7,00	180,00	40,00
U-959		11,50	10,00		7,00	180,00	40,00
T-1650						219,73	38,71
T-1770				10,46		219,73	38,71
T-1865					15,70	209,27	38,71
T-201						209,27	38,71
T-724				10,46		209,27	41,85
T-846		200,00	100,00	65,00	45,00	310,00	36,00
T-847		200,00	100,00	65,00	45,00	310,00	36,00

Sillan numero	teräs- rakenteen paikka- maalauus [m ²]	ajorata- merkinnät massa [m ²]	ajorata- merkinnät maali [m ²]	sääsuoja [m ²]	vanhan sillan- kaiteen poisto [m]	kaide H2 [m]	penger- kaiteiden uusiminen [m]
Vt6 A-M		13,36	2,53				36,80
Vt6 LT							
KaS-1048		9,50		30,00		203,00	31,00
KaS-1065 & 1265		9,50		30,00		203,00	31,00
KaS-943		9,50		30,00		203,00	31,00
H-1079			50,97		12,46	124,59	
H-1140		45,31			12,46	172,16	45,31
H-313			45,31		12,46	178,96	
T-665	130,79	99,40	94,17		15,70	272,05	52,32

Sillan numero	vanhojen pengerkaiteiden purkamisen [m]	tippu-putken teko [kpl]	pinta-vesi-putket [kpl]	pintavesi-putki / kouru luiskassa [m]	rakennumies [h]	syrjä-lankkukansi h=150 mm [m ²]	puukannen injektointi epoksilla [m]
SK-2223	6,28	233,34		70,11			
SK-2227	6,28	233,34		70,11			
SK-2230	6,28	233,34		70,11			
SK-2231	6,28	233,34		70,11			
SK-2246	6,28	233,34		70,11			
SK-2257	6,28	233,34		70,11			
SK-2269	6,28	233,34		70,11			
SK-2306	6,28	233,34		70,11			
SK-2314	6,28	233,34		70,11			
SK-2336	6,28	233,34		70,11			
SK-2346	6,28	233,34		70,11			
SK-2377	6,28	233,34		70,11			
SK-2381	6,28	233,34		70,11		303,44	
SK-2387	6,28	233,34		70,11		303,44	
SK-2411	6,28	233,34		70,11			
SK-2465	6,28	233,34		70,11		303,44	
KaS-197	10,06	153,92	651,20	236,80	59,20		
KaS-698	10,06	153,92	651,20	236,80	59,20		
KaS-288	8,66	130,54	575,42	57,28	46,62	107,89	71,93
KaS-403	8,66	130,54	575,42	57,28	46,62	107,89	71,93
KaS-45	8,66	130,54	575,42	57,28	46,62	107,89	71,93
KaS-580	8,66	130,54	575,42	57,28	46,62	107,89	71,93
KaS-6	8,66	130,54	575,42	57,28	46,62	107,89	71,93
KaS-7	8,66	130,54	575,42	57,28	46,62	107,89	71,93
KaS-710	8,66	130,54	575,42	57,28	46,62	107,89	71,93
KaS-79	8,66	130,54	575,42	57,28	46,62	107,89	71,93
KaS-791	8,66	130,54	575,42	57,28	46,62	107,89	71,93
KaS-1012		130,00	280,00	160,00			
KaS-741		130,00	280,00	160,00			
KaS-742		130,00	280,00	160,00			
KaS-764		130,00	280,00	160,00			
KaS-767		130,00	280,00	160,00			
KaS-768		130,00	280,00	160,00			
KaS-769		130,00	280,00	160,00			
KaS-833		130,00	280,00	160,00			
KaS-766	6,66	33,30	266,40	66,60	46,62		213,12
KaS-847	6,66	33,30	266,40	66,60	46,62		213,12
KaS-850	6,66	33,30	266,40	66,60	46,62		213,12
KaS-1046		80,87	438,99	86,64			
KaS-751 ja KaS-1751		70,00	380,00	75,00			
KaS-646							

Sillan numero	vanhojen pengerkaiteiden purkamisen [m]	tippu-putken teko [kpl]	pinta-vesi-putket [kpl]	pintavesi-putki / kouru luiskassa [m]	rakennumies [h]	syrjä-lankkukansi h=150 mm [m ²]	puukannen injektointi epoksilla [m]
KaS-72							
KaS-722							
H-1396	5,23	47,09	230,20	156,95	40,81		
H-700	5,23	47,09	230,20	156,95	40,81		
H-701	5,23	47,09	230,20	156,95	40,81		
H-1102		160,00	700,00				
H-25		160,00	700,00				
H-755		160,00	550,00	75,00	58,00		
H-1115	8,50	45,00		75,00			
H-1142	8,50	45,00					
H-1176	8,50	40,00		10,00			
H-1020				125,00	58,00		
H-1381		195,00	555,00	100,00	58,00		
H-960		60,00	340,00		58,00		
H-1162		35,00		65,00			
H-1178		35,00		65,00			
SK-159							
SK-656							
SK-661							
SK-728							
SK-733							
SK-2397	11,33						
SK-2400							
SK YLP 09-10	11,84	266,40	473,60	130,24		378,88	
H-2876	8,29	71,04	473,60	65,12			
T-494	8,29	71,04	473,60	65,12		88,80	
T-1187	1,13					56,63	
T-664	1,13					56,63	
U-1466	20,39	328,47	543,67	73,62	50,97		
U-2255	20,39	328,47	543,67	73,62	50,97		
U-467	20,39	328,47	543,67	73,62	50,97		
U-468	20,39	328,47	543,67	73,62	50,97		
U-1082	15,70	20,93	209,27	130,79	47,09		
U-1225	15,70	20,93	209,27	130,79	47,09		
U-1543	15,70	20,93	209,27	130,79	47,09		
U-3916	15,70	20,93	209,27	130,79	47,09		
U-916	15,70	20,93	209,27	130,79	47,09		
U-998	15,70	20,93	209,27	130,79	47,09		
U-1181							
U-1185							
U-1257							
U-3181							

Sillan numero	vanhojen pengerkaiteiden purkamisen [m]	tippu-putken teko [kpl]	pinta-vesi-putket [kpl]	pintavesi-putki / kouru luiskassa [m]	rakennumies [h]	syrjä-lankkukansi h=150 mm [m ²]	puukannen injektointi epoksilla [m]
U-3185							
U-598							
U-2383	6,00	51,00					
U-2497	6,00	51,00					
U-2499	6,00	51,00					
U-2500	6,00	51,00					
U-2832	6,00	51,00					
U-1214	5,00	20,00	200,00	125,00	50,00		
U-201	5,00	20,00	200,00	125,00	50,00		
U-870	5,00	20,00	200,00	125,00	50,00		
U-1271	10,46	130,79	287,75	26,16	47,09		
U-2394	10,46	130,79	287,75	26,16	47,09		
U-2554	10,46	130,79	287,75	26,16	47,09		
U-2590	10,46	130,79	287,75	26,16	47,09		
U-1235		50,00	76,00	30,00	52,00		
U-2616		50,00	76,00	30,00	52,00		
U-613		50,00	76,00	30,00	52,00		
U-616		50,00	76,00	30,00	52,00		
U-2266		31,39	366,22	89,99			
U-2285	14,65						
U-2286		41,85					
U-44		41,85	334,83				
U-2279	5,75	84,12					
U-2280	5,75						
U-2385			172,50				
U-1052		20,00	200,00	100,00	37,00		
U-1162		20,00	200,00	100,00	37,00		
U-3064		20,00	200,00	100,00	37,00		
U-530		20,00	200,00	100,00	37,00		
U-1121	7,00	50,00	198,00	38,00	52,00		
U-1147	7,00	50,00	198,00	38,00	52,00		
U-1155	7,00	50,00	198,00	38,00	52,00		
U-1157	7,00	50,00	198,00	38,00	52,00		
U-666	7,00	50,00	198,00	38,00	52,00		
U-959	7,00	50,00	198,00	38,00	52,00		
T-1650	3,66	52,32	366,22				
T-1770	3,66	52,32	366,22				
T-1865	3,66	52,32	366,22				
T-201	3,66	52,32	366,22				
T-724	3,66	31,39	366,22				
T-846	5,00				50,00		
T-847	5,00				50,00		

Sillan numero	vanhojen penger- kaiteiden purkami- nen [m]	tippu- putken teko [kpl]	pinta- vesi- putket [kpl]	pintavesi- putki / kouru luiskassa [m]	raken- nusmies [h]	syrjä- lankku- kansi h=150 mm [m ²]	puu- kannen injektioi- nti epoksilla [m]
Vt6 A-M							
Vt6 LT		25,11	355,76	81,62	43,95		
KaS-1048		31,00	198,00				
KaS-1065 & 1265		31,00	198,00				
KaS-943		31,00	198,00				
H-1079	12,46	65,69	357,92		65,69		
H-1140		56,63	402,09				
H-313	12,46	36,24		88,35	65,69		
T-665	10,46	65,92	523,17	57,55	40,81		

	A <200 m ² (n=44)	A= 200-800 m ² (n=64)	A >800 m ² (n=23)
teräs A500HW [kg]	2,69	2,54	1,84
vanhojen pengerkaiteiden purkaminen [m]	7,84	8,73	8,90
vanhan sillankaiteen poisto [m]	15,23	13,46	14,86
kumibitumisively [m ²]	22,26	19,79	17,99
AB 6/50 tai AA 6/50 [m ²]	12,29	11,42	9,28
paikkaus ilman muotteja [dm ³]	27,68	15,02	14,26
kermieristys [m ²]	33,97	34,17	26,90
AB 16/120 [m ²]	16,38	15,32	13,40
eristysalustan epoksitiivistys [m ²]	28,23	27,91	22,70
vesieristyksen purku [m ²]	10,07	8,24	8,40
ajoratamerkinnot maali [m ²]	23,00	19,31	21,45
ajoratamerkinnot massa [m ²]	51,40	39,04	36,49
impregnointi [m ²]	23,78	34,43	32,91
jyrsintä [m ²]	28,59	25,15	43,69
pintavesiputki / kouru luiskassa [m]	72,03	103,15	74,28
kannen halkeamien epoksi-injektointi [m]	210,62	137,71	135,72
raudoituksen ankkurointi [d20-25] [kpl]	40,51	34,80	41,50
pintarakenteen purku [m ²]	21,61	27,28	24,26
tippuputken teko [kpl]	150,59	92,95	55,05
reunapalkin muotit [m ²]	98,87	116,63	98,27
pengerkaiteiden uusiminen [m]	45,06	48,68	44,25
rakennusmies [h]	49,87	49,36	47,61
pintavesiputket [kpl]	393,39	338,78	281,53
betoni K45 [m ³]	229,72	362,42	278,57
betoni P50 [m ³]	598,25	369,68	270,12
sillan kaide H2 [m]	297,79	255,52	218,63
mekaaninen piikkaus [m ³]	1034,98	994,64	1042,03
vesipiikkaus [m ³]	2311,21	1936,53	1872,79

Nimi:

Kokemus sillanrakentamisesta ja urakkalaskennasta siltoina / vuosina:

1. Siltojen määrä urakassa. Kuinka siltojen keskinäinen etäisyys vaikuttaa urakkapaketin suositeltuun kokoon?
2. Sillan koon vaikutus kustannuksiin eri siltatyypeillä. Halpeneeko yksikköhinta aina koon kasvaessa, vai aiheuttaako suuri koko jossakin vaiheessa lisäkustannuksia?
3. Liikennejärjestelyjen vaikutus yksikköhintoihin. Kuinka liikennejärjestelyt huomioidaan tarjousta laskiessa?
4. Suunnitelmien sisällön ja laadun vaikutus kustannuksiin. Nostaako tai laskeeko joku seikka hintaa? Kuinka huonoihin suunnitelmiin reagoidaan tarjousta laskettaessa?
5. Yrityksen oman ja yleisen työtilanteen sekä taloussuhdanteen vaikutus. Haluaako yritys jonkun urakan väkisin, ja lasketaanko välillä urakkatarjouksia reilummalla katteella?
6. Sillan maantieteellisen sijainnin vaikutus kustannuksiin. Onko yrityksellä ns. kotikenttätua jossakin päin maata? Onko esimerkiksi työvoiman kannalta halpoja tai kalliita paikkoja työskennellä?
7. Korjaus osana isompaa rakennushanketta. Ovatko hinnat tiukkaan kilpailtuja, mitä muita tekijöitä tulee huomioida suurten hankkeiden yhteydessä siltoja korjaututtaessa?
8. Muita mahdollisia kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä? Vaikuttaako purkumateriaalin määrä ja hyötykäyttömahdollisuus kustannuksiin jossakin tapauksessa?