

Siltojen korjausprosessi

Miika Riihimäki

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Miika Riihimäki	
Työn nimi Siltojen korjausprosessi	
Päiväys 25.4.2012	Sivumäärä/Liitteet 37+6
Ohjaaja(t) Lehtori Matti Mikkonen, Työpäällikkö Antti Pehkonen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savon Kuljetus Oy, Kuopio	
Tiivistelmä <p>Siltojen korjaamiseen liittyvää lähdekirjallisuutta on paljon ja uusia ohjeita ja määräyksiä on ilmestynyt viime aikoina lähes vuosittain. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella siltojen korjausta lähdekirjallisuuden perusteella ja muodostaa aiheesta ajantasainen, tiivis, mutta mahdollisimman kattava kokonaisuus aiheesta. Kattavuuden vuoksi työhön ei otettu yksittäistä esimerkkikohtetta ja työstä ei myöskään rajattu pois puu- tai terässiltoja.</p> <p>Opinnäytetyö laadittiin enimmäkseen lähdekirjallisuuden pohjalta, mutta näkemyksiä työhön saatiin myös alalla toimivilta henkilöiltä. Lähdekirjallisuudeksi valikoitui yleisesti alalla käytettävät julkaisut: InfraRyl 2006 Osa 3: Sillat ja rakennustekniset osat ja Liikenneviraston ylläpitämät Siltojen korjausohjekortit (SILKO). Alalla toimivilta henkilöiltä saatiin tietoa suullisesti opinnäytetyöpalaverin ja puhelinhaastattelun avulla.</p> <p>Tuloksena valmistui siltojen korjausprosessia käsittelevä raportti, joka on sopivan tiivis, mutta samalla antaa melko kattavan kuvan siltojen korjaamisesta. Raportissa käsitellään aluksi yleisesti siltojen nykytilaa ja korjaussuunnitelmien perustana olevaa tarkastustoimintaa. Suurin osa työstä käsittelee siltojen korjauskohteita ja niihin liittyviä laatuvaatimuksia. Opinnäytetyön liitteeksi on koottu lista sallituista sillankorjaustöissä käytettävistä korjausmateriaaleista. Liitteeksi tehdystä taulukosta voi tarvittaessa tarkastaa tämänhetkiset hyväksytyt korjausmateriaalit.</p>	
Avainsanat Silta, korjaus.	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Miika Riihimäki			
Title of Thesis Process of Repairing Bridges			
Date	25 April 2012	Pages/Appendices	37+6
Supervisor(s) Mr Matti Mikkonen, Lecturer; Mr. Antti Pehkonen			
Client Organisation/Partners Savon Kuljetus Oy, Kuopio			
<p>Abstract</p> <p>There is a lot of information on how to repair bridges and new guidelines and regulations have been published recently, almost every year. The purpose of this thesis was to examine the repairing process of bridges and to compile a compact information package on the subject. Due to the comprehensive nature of this thesis, report did not concentrate on any example case. Although the thesis focused on bridges which are made of concrete, bridges which are made of wood or steel have also been included in this report.</p> <p>The thesis was written mostly based on the source literature, but there was also information and views from the people who were working in this kind of field. The process of repairing bridges has been very well defined in Finland and for that reason it was easy to choose the source literature. There are two main publications which describe the repairing process: InfraRyl 2006 Osa 3 and SILKO. Information from the professionals was collected in the meetings and in telephone interviews.</p> <p>The outcome of this thesis was a compact report which still gives quite a comprehensive view about the process of repairing bridges. No innovations were made, but making of the thesis caused discussion and thoughts about this subject. Repairing of bridges is a quite new thing in Finland and that is why some repair instructions and regulations are updated almost every year. The topic is very up-to-date now and in the near future.</p>			
Keywords Bridge, repair			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Työn tausta ja tavoitteet	7
1.2	Savon Kuljetus Oy	7
2	SILTOJEN NYKYTILA JA TARKASTUSTOIMINTA	9
2.1	Yleistä sillankorjausprosessista.....	9
2.2	Nykytila	10
2.3	Tarkastustoiminta	10
2.3.1	Tavoitteet ja tarkastusjärjestelmä.....	10
2.3.2	Vauriopisteiden seuranta.....	12
2.3.3	Pisteiden tehokas käyttäminen	12
3	KORJAUSKOHTEET	14
3.1	Siltakannen pintarakenteiden purkaminen.....	14
3.2	Muotoiluvalu	15
3.3	Vedeneristys	17
3.3.1	Kermieristys.....	19
3.3.2	Mastiksieristys.....	20
3.3.3	Nestemäisenä levitettävä eristys.....	20
3.3.4	Vedeneristyksen suojaaminen	20
3.4	Päällyste	22
3.5	Reunapalkki	22
3.6	Kaiteet.....	23
3.7	Betoniset kannen ala- ja pystypinnat, maatuet ja välituet.....	25
3.7.1	Lohkeamien ja kolojen paikkaukset.....	25
3.7.2	Halkeamien korjaaminen.....	26
3.7.3	Ruiskubetonointi	27
3.7.4	Puhdistus	28
3.7.5	Pinnoitus ja impregnointi	28
3.8	Liikuntasaumat.....	29
3.9	Kuivatuslaitteet.....	31
3.10	Puukannen korjaustoimenpiteet	32
3.11	Teräsrakenteet ja varusteet	32
3.11.1	Sillan laakerit ja nivelet.....	33
3.12	Tulopenkereen korjaus.....	34
4	SILTOJEN KORJAUKSESSA KÄYTETTÄVÄT TUOTTEET	35

5 YHTEENVETO.....	36
LÄHTEET	37

LIITTEET

Liite 1 Hyväksytyt korjausmateriaalit

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta ja tavoitteet

Siltojen korjaaminen on hyvin tärkeää, jotta voimme liikkua turvallisesti maanteillä. Tällä hetkellä silloissa on korjausvelkaa ja uusia korjattavia kohteita tulee koko ajan lisää, joten aihe on nyt hyvin ajankohtainen. Sillankorjaamiseen liittyviä ohjeita ja määräyksiä on melkoinen määrä ja uusia korjausohjeita tulee jatkuvasti lisää. Kaiken kirjallisen materiaalin läpikäyminen ja sisäistäminen on hyvin haasteellista.

Opinnäytetyön tavoitteena on käsitellä sillan korjauskohteita ja saada tiivistettyä korjausprosessin vaiheet mahdollisimman selkeäksi kokonaisuudeksi. Tavoitteena on myös laatia luettelo korjausmateriaaleista, joita on tällä hetkellä lupa käyttää korjauksissa.

Työ kirjoitetaan hyvin pitkälti lähdekirjallisuuden perusteella, mutta myös alalla työskentelevien mielipiteitä kysytään palaverien ja puhelinhaastatteluiden avulla. Työssä käsitellään siltojen korjattavista kohteista pääasiat, syventymättä liikaa yksittäisiin työvaiheisiin. Varsinaista esimerkkikohdetta työhön ei oteta, joten opinnäytetyö toimii hyvin yleispätevänä kokonaisuutena monille eri sillan korjaustyömaille. Työn pääpaino on betonisilloissa, mutta myös puu- ja terässilloista käsitellään tärkeimpiä asioita. Aluksi työssä tarkastellaan siltojen nykyistä kuntoa ja niihin liittyvää tarkastustoimintaa. Suurin osa työstä käsittelee korjattavia työkohteita. Työkohteista esitellään niissä esiintyvät yleisimmät vauriot ja niihin johtavat syyt. Seuraavaksi käydään läpi työkohteeseen soveltuva korjaustapa ja siihen liittyvät laatuvaatimukset.

1.2 Savon Kuljetus Oy

Savon Kuljetus Oy:n toimialoihin kuuluvat kuljetukset, kivi- ja maa-ainesten jalostaminen ja myynti, kunnossapitourakointi, infrarakentaminen, polttoainekauppa, teollisuus- ja maarakentaminen. Yritys on perustettu vuonna 1965 ja sen vuosittainen liikevaihto on ollut noin 50 miljoonaa euroa. Savon Kuljetus Oy:n päätoimipaikka sijaitsee Kuopiossa ja aluetoimistoja on Pohjois- ja Etelä-Savon alueella. Yritykselle on myönnetty Rakentamisen Laatu Ry:n pätevyystodistus (RALA) seuraaville toimialoille: murskaustyöt, kivi- ja maa-ainestoimitukset, pilaantuneiden maiden käsittely ja

puhdistaminen, tavanomaiset purkutyöt, kuljetuspalvelut, Pääurakointi: Tiet, kadut ja kunnallistekniikka, vesitiet, satamat ja padot sekä tavanomaiset pohjarakennustyöt sekä tienhoitotyöt. Sillanrakentamisen pääurakointi: Keskisuuret tai vaativat siltaurakat, Suuret ja vaativat sillankorjausurakat. (Rakentamisen Laatu Ry, 2012.)

2 SILTOJEN NYKYTILA JA TARKASTUSTOIMINTA

2.1 Yleistä sillankorjausprosessista

Rasittavat ympäristöolosuhteet rappeuttavat siltaa ja liian huonokuntoinen silta joudutaan peruskorjaamaan. Merkittävimmät syyt sillan kunnan heikentymiseen ovat kosteus, teiden suolaus, betonin karbonatisoituminen ja suuret lämpötilavaihtelut. Myös rakennusaikaiset työvirheet ja huonot suunnitelmat johtavat korjaustarpeisiin. Teiden suolaus ja pakkanen vaurioittavat aluksi betonirakenteiden pintoja. Vauriot ilmenevät näkyvänä lohkeiluna tai rapautumisena. Kloridien edetessä raudoitukseen saakka, alkaa raudoitus ruostua, joka pitkälle edetessään aiheuttaa siltaan rakenteellisia vaurioita. Vedeneristyksen vuotaessa kosteus ja kloridit pääsevät vaurioittamaan sillan rakenteita pahoin. Vedeneristyksen vauriot ovat yleensä sillan peruskorjausprosessin käynnistävä tekijä.

Sillan peruskorjausprosessissa korjattava silta palautetaan suunnitelmissa esitetyiltä rakenneosiltaan alkuperäiseen kuntoonsa. Merkittävimmät korjauskohteet peruskorjattavissa silloissa ovat päällysteen, vedeneristyksen, reunapalkkien ja kaiteiden uusiminen. Nykyisin lähes jokaiseen sillan korjauskohteeseen löytyy havainnolliset ohjeet Liikenneviraston julkaisemasta Siltojen korjausohjeista (SILKO). Korjauksiin liittyviä laatuvaatimuksia käsitellään Rakennustieto Oy:n julkaisemassa InfraRyl osa 3:ssa. Urakoitsijan tulee laatia tarvittavat työ- ja laatusuunnitelmat jokaisesta sillankorjaustyövaiheesta.

Peruskorjauksen yhteydessä voidaan tarvittaessa muuttaa sillan toiminnallisia ominaisuuksia. Yleisin toiminnallinen puute on sillan kapeus, joka voidaan poistaa leven-tämällä siltaa. Jos toiminnallinen puute liittyy sillan kantavuuteen tai alikulkukorkeu-teen, on yleensä uuden sillan rakentaminen korjaamista järkevämpi vaihtoehto. Sillan toiminnallisia muutoksia suunniteltaessa tulee ottaa huomioon mahdolliset vaikutuk-set sillan tekniikkaan. Esimerkiksi kevyenliikenteen väylän lisäys riippusiltaan voi ai-heuttaa sillassa kallistumista.

Useat sillankorjaustyöt edellyttävät liikennejärjestelyjä, joilla erotetaan ohikulkeva liikenne työkohteesta. Yleisimmin korjauksen ajaksi toinen ajokaista suljetaan liikenteeltä. Hyvin vähäliikenteisellä sillalla voidaan harkita kiertotien käyttämistä, jolloin sillankorjaustyömaa saadaan suljettua kokonaan ulkopuoliselta liikenteeltä.

2.2 Nykytila

Suomen silloissa on tällä hetkellä korjausvelkaa ja peruskorjattavia siltoja tulee vuosi vuodelta lisää. Suomessa Liikenneviraston hallinnassa on tällä hetkellä noin 14 600 siltaa. Yli 60 % silloista on betonisiltoja. Sillan peruskorjaus on usein tarpeen noin 30–40 vuoden päästä sillan valmistumisesta. Suurin osa silloista on rakennettu 1950-luvulla tai sen jälkeen. 1960- ja 1970-luvuilla valmistui yli kolmasosa siltakanastamme ja niiden peruskorjaustarve on nyt suurimmillaan. 1990-luvulla valmistuneiden siltojen korjaustarve tulee ajankohtaiseksi noin vuonna 2025, samaan aikaan ajoittuu myös vanhempien siltojen toinen peruskorjausjakso. (Siltojen ylläpito toimintalinjat, Tiehallinto, 2009, 14.)

Koska siltoja on korjattava yhä enemmän, olisi hyvin tärkeää löytää riittävä rahoitus siltakannan kunnan ylläpitämiseksi. Rahoituksen saaminen on osoittautunut haasteelliseksi. Liikenneviraston tieosaston sillanrakentamisyksikön päällikkö Jouko Lämsä totesi (Lavenko 2010.) vuonna 2010 siltojen korjauskustannuksista seuraavaa:

”Siltarekisterin ansiosta tiedämme tilanteen tarkalleen: – Vuoden alussa Liikennevirastolla oli huonoiksi ja erittäin huonoiksi luokiteltuja tiesiltoja yhteensä 742 ja ratasiltoja 113. Tälle vuodelle Liikennevirasto on budjetoinut sillankorjauksiin yhteensä 50 miljoonaa € (tiesiltoihin 47,5 M € ja ratasiltoihin 2,5 M €). Se ei tarvittaviin korjauksiin riitä, joten tänä vuonna lisäämme korjausvelkaa yhteensä n. 5 M €.”

Käytettävissä olevan budjetin seurauksena saadaan vuosittain korjattua noin 150 siltaa perusteellisesti ja 400 siltaa kevyemmin korjauksin. Liikenneviraston siltojen osalta korjausvelka on kasvanut vuosi vuodelta ja vuonna 2010 se oli noin 150 M €. (Lavenko 2010.)

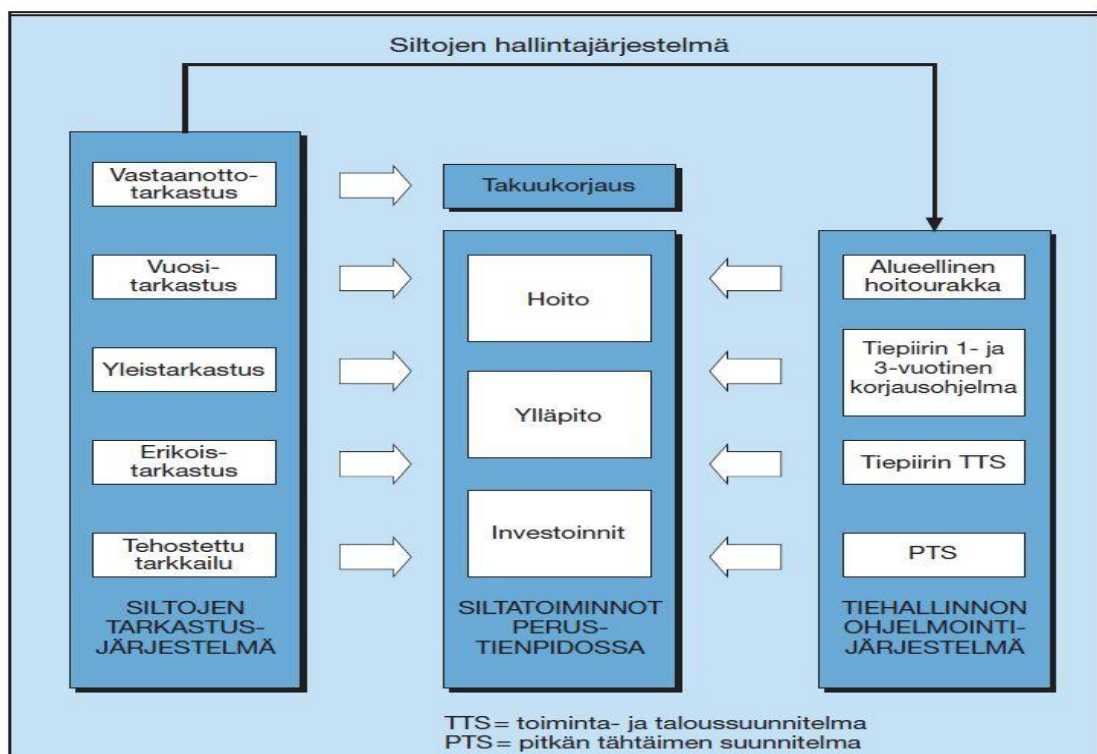
2.3 Tarkastustoiminta

2.3.1 Tavoitteet ja tarkastusjärjestelmä

Siltojen kuntoa täytyy tarkkailla järjestelmällisesti ja jatkuvasti. Tarkastamisen ansiosta voidaan taata siltojen liikenneturvallisuus, sekä saada riittävästi tietoa siltojen kunnosta ja näiden tietojen pohjalta tehdä tarvittavat korjaukset. Liikennevirasto hyväksyy sillan yleis-, tai erikoistarkastuksen suorittamisen vain henkilöiltä, jotka ovat suorittaneet sillantarkastajatutkinnon. (Sillantarkastusohje, Tiehallinto, 2004, 14,15.)

Tarkastusjärjestelmä jakautuu viiteen erilaiseen tarkastusmenetelmään. Tarkastustoiminnan vaiheet on esitetty kuviossa 1. Sillan rakennus- tai korjaustyön valmistuttua ensimmäisenä suoritetaan vastaanottotarkastus. Sillan vastaanottotarkastus on hyvin pitkälti samanlainen kuin minkä tahansa muun rakennus- tai korjaustyön loppukatselmus. Seuraavaksi sillan kuntoa seurataan jatkuvana tarkkailuna ja vuositarkastuksina. Jatkuvalle tarkkailulle havaitaan liikenteeseen vaarantavasti tai hankaloittavasti vaikuttavat tekijät. Jokainen tien käyttäjä on velvollinen ilmoittamaan huomaamastaan sillan liikenneturvallisuutta vaarantavasta asiasta Liikenneviraston liikennekeskukseen. Vuositarkastukset kuuluvat aluehoitourakoihin laatuvaatimuksien mukaisesti ja ne täydentävät sillan yleistarkastuksia. (Sillantarkastusohje, Tiehallinto, 2004, 33-35.)

Viiden vuoden välein suoritettava sillan yleistarkastus on järjestelmällinen, mutta pääasiassa silmämääräinen tarkastus. Yleistarkastuksesta saatujen tietojen perusteella määritellään sillan hoito- ja korjaustoimenpiteet, tilataan tarvittaessa erikoistarkastus ja lopuksi määritellään seuraavan tarkastuksen ajankohta ja tarkastusmenetelmä. Sillalle tehdään tarvittaessa erikoistarkastus. Syitä erikoistarkastuksen tekemiseen ovat esimerkiksi: yleistarkastuksen täydentäminen, korjaustarpeen ajoituksen ja kannattavuuden selvitys, korjaussuunnitelman tekeminen ja jos on tarvetta käyttää erikoisalan ammattitaitoa tai tutkimusvälineitä. (Sillantarkastusohje, Tiehallinto, 2004, 36-43.)



KUVIO 1. Sillantarkastustoiminta (Sillantarkastusohje, 2004, 15) © Tiehallinto

2.3.2 Vauriopisteiden seuranta

Yleistarkastus tehdään *Sillantarkastuskäsikirjan* mukaisesti. Sillantarkastuskäsikirjan avulla luokitellaan ja kirjataan tarkastustiedot lomakkeille ja lopuksi tiedot päivitetään Siltarekisteriin. Sillan kuntoa kuvataan vauriopistesummana (VPS). Kun havaitaan yksittäinen vaurio sen vauriopisteet (VP) lasketaan neljän eri tekijän tulosta. Tekijät on esitetty taulukossa 1. Siltakohtainen vauriopistesumma saadaan summaamalla kaikki sillan vaurioiden vauriopisteet yhteen.

Päärakenneosa		Kerroin
100	Alusrakenne	0,7
200	Reunapalkkirakenteet	0,2
300	Muu päällysrakenne	1
400	Päällysteet	0,3
500	Muu pintarakenne	0,5
600	Kaiteet	0,4
700	Liikuntasaumalaitteet	0,2
800	Muut varusteet ja laitteet	0,2
900	Siltapaikan rakenteet	0,3

Kunto		Vauriot		Kiireellisyys	
Kunto-arvio	Pisteet	Vaurio-luokka	Pisteet	Kiireellisyys-luokka	Pisteet
0	1			10	5
1	2	1	1	11	4,5
2	4	2	2	12	3
3	7	3	4	13	1,5
4	11	4	7	14	0,5

TAULUKKO 1. Vauriopistelaskennassa käytettävät kertoimet ja pisteet (Sillantarkastuskäsikirja, 2006, 11) © Tiehallinto

2.3.3 Pisteiden tehokas käyttäminen

Kustannustehokkaasti ajatellen tulisi mahdollisimman edullisesti pystyä poistamaan mahdollisimman monta sillan vauriopistettä. Nykyisessä sillan tarkastustoiminnassa epäkohtia ovat vesiväylien ja junaratojen kohdalla tapahtuvat tarkastukset. Kyseisten kohteiden vauriot pisteytetään samalla tavalla kuin muidenkin siltojen vauriot. Tästä voi seurata kuitenkin huomattavan suuria kustannuksia pienehköillekin korjauksille. Esimerkiksi junaradan ylittävän siltakannen alapuolisen rakenteen paikkaustyölle kertyy suuret kustannukset raidevarauksen, sähkökatkon ja mahdollisen viikonlopputyön takia. Vesistö sillan korjaustöissä hintaa nostavat käytettävät ponttonilautat ja mahdollisesti suuret alikulkukorkeudet. Korjaussuunnitelmaa tilattaessa/laatiessa

tulisi kiinnittää huomiota enemmän myös kustannusten suunnitteluun ja miettiä todellisuudessa järkevää alkaa korjata pientä paikkausta sillan alapintaan 20 metrin korkeuteen. Eräs ratkaisu ongelmaan voisi olla, jos vesi- ja raideväylillä sijaitsevat vauriot pisteytettäisiin eritavalla, esimerkiksi vaikeasta sijainnista seuraisi pienempi kerroin vauriopisteelle. Nykyinen sillantarkastusohje on jo kahdeksan vuotta vanha ja se kaipaisi päivitystä ainakin edellä mainittujen ongelmien osalta. Vanhan sillan korjauksessa tulee myös huomioida sillan arvioitu käyttöikä, jos sillan on ajateltu palvelevan vielä 20 vuotta, ei ole järkevää korjata sillan yksittäisiä rakenneosia kestäväksi 60 vuoden ajaksi. (Kuronen 2012.)

3 KORJAUSKOHTEET

3.1 Siltakannen pintarakenteiden purkaminen

Peruskorjattavan sillan ensimmäinen merkittävä työvaihe on siltakannen pintarakenteiden poistaminen. Kun pintarakenteet on saatu poistettua, saadaan tarkemmat tiedot sillan kunnosta. Kannen aukaisu aloitetaan päällysteen poistolla. Sillan päällyste on yleensä samanlainen kuin tien muillakin osilla. Päällyste voi olla asfalttia, betonia tai puuta. Päällyste voidaan poistaa kohteen mukaan joko jyrsimällä tai kaivinkoneen kauhalla. Peruskorjausvaiheeseen edenneen sillan korjausurakkaan kuuluu myös yleensä suojakerroksen ja vedeneristyksen poisto. Suojakerroksen tarkoituksena on suojata vedeneristystä. Suojakerros voi olla asfalttia, betonia tai murskettä. Vedeneristyksen tarkoitus on suojata sillan kantavia rakenteita ylhäältä tulevalta kosteudelta ja suoloilta. Suojakerroksen ja vedeneristyksen poistossa käytetään samoja menetelmiä kuin päällysteen poistossa.

Kansilaatan pinta toimii vedeneristyksen alustana, joten sen täytyy olla kunnossa, jotta vedeneristys kestää ja toimii oikein. Pintarakenteiden poistamisen jälkeen nähdään missä kunnossa sillan kansilaatta on. Tässä vaiheessa selviää viimeistään mitä kunnostustapaa työssä aletaan käyttämään. Korjaustavan valintaan vaikuttavia asioita ovat kohteen laajuus, raudoituksen betonipeitteen paksuus ja betonin lujuus. Kansilaatan pinnasta poistetaan rapautunut betoni ja epätasaisuudet. Eristysalustan kunnostamisessa käytettävät työmenetelmät ovat: jyrshintä, vesipiikkaus, mekaaninen piikkaus ja suihk puhdistus. Alustan tulee täyttää sille asetetut laatuvaatimukset, joita ovat: tartuntalujuus, betonipinnan puhdistusaste ja viettokaltevuudet. Tartuntalujuus todetaan vetokokeilla, joiden perusteella voidaan päätellä betonin rapautuneisuusasetta. Vetokokeita suoritetaan työsuunnitelman mukaisesti työn alkaessa ja työn aikana. (SILKO 1.203, 2002, 3, 7, 8.)

Valitsemalla jyrshintä purkamismenetelmäksi saavutetaan seuraavia etuja:

- Asfalttijyrsimellä voidaan tehokkaasti poistettua laajat asfaltti- tai betonipinnat.
- Pienemmillä käsikäyttöisillä jyrsimillä voidaan poistaa ohuita pintakerroksia.
- Alustaa voidaan jyrsimällä muotoilla tarvittavaan viettokaltevuuteen, jolloin muotoiluvalun tarve poistuu.

Vesipiikkaus on yleisesti suositeltava tapa laajoissa kansilaatan pintakerroksen poistamisissa. Vesipiikkauksen etuja ovat

- raudoitus ei vaurioidu
 - teräkset puhdistuvat samalla
 - ei aiheuta juurikaan mikrohalkeilua
 - poistaa tehokkaasti rapautuneen betonin, mutta jättää lujan jäljelle
 - vesipiikattu pinta on hyvä alusta uudelle valulle
- (SILKO 1.203, 2002, 3, 7, 8, 17).

3.2 Muotoiluvalu

Jos vedeneristysalusta saadaan kunnostettua jyrsimällä hyväksyttävään kuntoon, ei muotoiluvalulle ole tarvetta. Muotoiluvalun poisjääminen jouduttaa hankkeen läpimeino aikaa merkittävästä, koska esimerkiksi betonin jälkihoito- ja kuivumisajat jäävät pois. Jos jyrsimällä ei saavuteta hyväksyttävää lopputulosta, vedeneristysalustan kunnostus jatkuu vaurioituneen betonin poiston jälkeen uuden betonin muotoiluvalulla. Olemassa olevan alustan kunto määrää muotoiluvalun pinta-alan. Valun koko voi vaihdella pienestä paikkauksesta aina koko sillan kannen kattavaan alueeseen. Muotoiluvalulla varmistetaan riittävät viettokaltevuudet veden poistamiseksi. Vähimmäiscaltevuus tulee olla 1 %, mutta suositeltava kaltevuus tulisi olla 2 % tai enemmän. Betonoinnissa huomioitavia asioita ovat

- alustava massan valinta tehdään korjaussuunnitelmassa, lopullinen työ- ja laatusuunnitelmassa
- betonin ominaisuuksien valinta: kuitubetoni, lujuus vähintään K35, pakkaskestävyys P30
- valun paksuus vähintään 20 mm
- käytettävän betonin puristuslujuuden ja alustaan tarttumisen selvitys (alustan vetokoe)
- olosuhteet: Betonimassan lämpötila vähintään +5°C, suositeltava ympäristön lämpötila +10...+20°C
- vedellä kastellun pinnan tulisi kuivahtaa ennen valua
- sauvatärytyksen käyttö myös tärypalkkia käytettäessä (Kuva 1.)
- valun reuna-alueiden ja tippuputkien suppiloiden muotoilu
- hierto mieluiten koneellisesti (ns. helikopteri) heti vedenerottumisen päätyttyä
- jälkihoito, esimerkiksi 7vrk kosteajälkihoito

- laadunvarmistus: viettokaltevuuksien, karheuden, alustaan tarttumisen ja halkeilujen tarkastaminen.
(SILKO 2.240, 2007, 7,8).

Muotoiluvalussa havaittu ongelma on ollut valun irtoaminen alustastaan ja halkeilu. Ongelma koskee myös muita korjausvaluja, joissa vanhan betonikannen päälle valetaan uutta betonia. Syyt jotka johtavat tähän ongelmaan ovat vanhan alustan ja uuden päällevalun erilaiset jäykkyydet ja muodonmuutos käyttäytyminen. Käytännössä aikaisemmin valettu vanha betonialusta on jo niin kutistunut ja jäykkä, että se ei salli vasta valetun betonin kutistumista ja tästä seuraa halkeilua ja mahdollinen irtoaminen alustasta. Muotoiluvalun tiivistämisellä, jälkihoidolla ja valualustan puhtaudella on merkittävät vaikutukset valun tartunnan onnistumiseen. Ongelmien välttämiseksi valumassassa voidaan käyttää myös kutistumista vähentäviä lisäaineita. (VTT-S-02259-06, 2006, 2)



Kuva 1. Muotoiluvalu, massaa tiivistetään tärypalkilla ja betoni vibralla. Valokuva: Miika Riihimäki 2011.

3.3 Vedeneristys

Vedeneristyksen toimivuus on hyvin keskeinen asia sillan kunnossa pysymisen kannalta. Siksi asiantuntijat käsittelevät vedeneristyksissä havaittuja virheitä aina tarvittaessa ja antavat uusia ohjeita ja määräyksiä, jotta havaitut virheet eivät enää uusiutuisi. Aihe on hyvin ajankohtainen, esimerkiksi InfraRYL:iin sillan eristykseen liittyviä päivityksiä on ilmestynyt viimeisen kahden vuoden aikana neljä kappaletta. Viimeisin vedeneristykseen liittyvä kokous on pidetty 2.11.2011, jossa käsiteltiin siltaeristeiden kuplimista ja kyseistä aiheesta on kirjattu uusin päivitys InfraRYL 2006, osa3:een 10.2.2012.

Veden eristys voidaan tehdä kermi-, mastiksi- tai nestemäisenä levitettävänä eristyskerros. Ennen vedeneristyksen aloittamista on varmistuttava alustan laatuvaatimusten täyttymisestä InfraRYL 42310.2:n mukaisesti. Sääsuojan käyttö eristystöissä ei vielä ole pakollista korjauskohteissa, mutta uusissa kohteissa on. Eristettävä pinta käsitellään sinko- tai hiekkapuhalluksella ja lopuksi pinta imuroidaan. Sinko- tai hiekkapuhalluksen tarkoituksena on poistaa pinnasta sementtiliima, jälkihoitoaine, liuottimet, öljy ja muut epäpuhtaudet. Mahdolliset halkeamat kannessa tulee imeyttää epoksilla. Eristysalustalle on pidettävä myös vastaanottotarkastus ennen eristystöiden aloittamista, josta urakoitsija laatii pöytäkirjan, jonka katselmukseen osallistujat allekirjoittavat. (InfraRYL Osa3 2006, 198, 199)

Vedeneristystyön vaatimat olosuhteet (InfraRYL Osa3 2006, 199):

- ilman suhteellinen kosteus enintään 85 %
- alustan pintalämpötila 3°C ilman kastelämpötilaa suurempi
- kastelämpötilaa seurattava työn alkaessa ja sen aikana
- kermi- ja nestemäisenä levitettävän eristyksen aikana
 - o lämpötila vähintään +5°C
 - o eristysalustan suurin sallittu absoluuttinen kosteus on 5,0 massa-%
- epoksin levitys- ja kovettumisen aikana
 - o lämpötila vähintään +10°C
 - o eristysalustan suurin sallittu absoluuttinen kosteus on 5,0 massa-%
- paineentasauskermiä tai kumibitumimastiksia käytettäessä
 - o lämpötilan vähintään +2°C
 - o eristysalustan suurin sallittu absoluuttinen kosteus on 6,0 massa-%
- pintakosteusmittarin käyttö edellyttää
 - o vähintään kahta 50 mm:n syvyyttä näytettä

- o yli 500m² kansilaatoissa yksi näyte lisää jokaista alkavaa 500m² kohden.

Betonikantinen silta tiivistetään aina koko kannen alalta epoksilla. Epoksiivistys tehdään valmistajan ohjeiden mukaisesti kahtena kerroksena. Epoksin menekki on vähintään 1 kg/m². Epoksiivistyksestä mitataan aina sen tartunta ja vesitiiveys matala- ja korkeajännitemenetelmillä VTT2654 ja VTT-S-05050-09. Käytettäessä eristyksen suojakerroksena betonia tai vähäliikenteisillä teillä voidaan kansilaatan pohjustukseen käyttää kumibitumiliuosta. Kumibitumiliuos levitetään kansilaattaan telalla tai harjalla. Liuoksen menekki on noin 0,2...0,3 kg/m². (SILKO 1.801, 2011, 16.)

Eristystöissä tulee kiinnittää huomiota myös läpivientien-, liikuntasauvojen- ja sillan reuna-alueiden eristysdetaljeihin. Tarvittavat mittaukset ja lomakkeet on dokumentoitava ja tarvittavat kokeet ja tarkastukset ilmenevät taulukosta 2.

Rakenneosia ja näyte	Ominaisuus	Milloin tutkitaan	Näytemäärä
Eristysalusta	tasaisuus	aina	epätasaiset kohdat
	kosteus	aina	3..6 kohtaa/silta
	karheus	aina	3 kohtaa/alkava 500 m ²
	tiivistysepoxin tai muun tiivistysaineen tiiviys ja tartunta	aina	≥ 3 kohtaa/silta
	lätäköityminen	tarvittaessa	≥ 1 vesikoe/silta
Kermieristys	tartunta	aina	3 x 2 kpl/alkava 1000 m ²
kumibitumi padasta	laatuominaisuudet	tarvittaessa	1 kpl/silta 0,3 kg padasta
kumibitumi säkistä	laatuominaisuudet	tarvittaessa	1 kpl/silta 0,3 kg säkistä
kumibitumiliuos	laatuominaisuudet	tarvittaessa	1 kpl/silta 2,5 kg
kermi	laatuominaisuudet	tarvittaessa	1 kpl/silta 2 m ² :n pala
Mastiksieristys	massanäyte	sideainepitoisuus	} 1 massanäyte/1500 m ² ja vähintään 2 kpl/silta Näytekoko: 5 kg massaa
		rakeisuus	
		painuma	
		palautuma	
		sideaineen ominaisuudet	
valmis eristys	paksuus	aina	≥ 1 kpl/alkava 250 m ² kuitenkin vähintään 3 kpl
	vedenpitävyys	aina	≥ 1 kpl/silta, kastelu 2h ja ≥ 1 kpl/silta, vesipatsaskoe
Nestemäisenä levitettävä eristys			
koelevitys	tiheys	aina	1 kpl/työvuoro
valmis eristys	tartunta	aina	3 x 2 kpl/alkava 1000 m ²
	paksuus	aina	5 kpl/alkava 250 m ² *)
osa-aineet		tarvittaessa	1 kpl/silta 2,5 kg massaa varten
		tarvittaessa	2 kpl/silta, näytepalat 250 mm x 400 mm

*) myös tartuntavetokohdat voidaan hyväksyä paksuuden mittauskohdiksi.

Jos nestemäisenä levitettävän eristyksen paksuuden mittauskohdat valitaan käyttäen kipinäharavaa, riittää paksuuden mittausmääräksi 1 kpl/ alkava 250 m², kuitenkin vähintään 3 kpl/silta.

TAULUKKO 2. Eristystöistä suoritettavat kokeet ja tarkastukset. RT 14-10920; Infra Ryl 2006 / Osa 3: Sillat ja rakennustekniset osat 2008; © Rakennustietosäätiö RTS 2008.

3.3.1 Kermieristys

Eristyskermit voidaan asentaa alustaan joko liimaamalla tai kuumentamalla. Vedeneristys muodostuu kahdesta kermikerroksesta: aluskermi ja pintakermi. Molempien kermien tulee täyttää tuoteluokka SL vaatimukset. Kermieristykset asennetaan sillan pituussuunnassa, aloittaen eristys sillan alimmasta kohdasta. Kermit on limitettävä sivusaumoistaan vähintään 100 mm ja päätysaumoista vähintään 150 mm limityksillä. Limitettävät saumat telataan, jotta ne tiivistyvät kunnolla. Liimattavat kermit kiinnitetään alustaan kuumalla kumibitumilla KB100. Kumibitumia tulee käyttää vähintään 1,2 kg/m². Kumibitumin sulatuksessa saa käyttää vain Liikenneviraston hyväksymiä sulatuspatoja. Suurin sallittu sulatuslämpötila on +210°C ja levityslämpötilan on oltava +180...210°C. Sulan kumibitumin tulee levittyä tasaisesti koko kermirullan leveydeltä ja tarttua kiinni alustaan. Kermin ja alustan väliin ei saa jäädä ilmakuplia. (SILKO 1.801, 2011, 17.)



Kuva 3. Valmista kermieristystä. Lammikoituminen johtui riippusillan kallistumisesta. Sillan asentoa korjattiin valamalla vastapaino käytöstä poistuneelle kevyenliikenteen väylälle. Valokuva: Miika Riihimäki 2011.

3.3.2 Mastiksieristys

Mastiksieristystä varten kansilaataan tehdään paineentasausputket ja suojataan ne tulpilla työn ajaksi. Eristysalustan päälle levitetään paineentasausverkko, joka piste-liimataan kumibitumilla poimuuntumisen estämiseksi. Kumibitumimastiksi kuumasekoitetaan ja levitetään kahtena ristikkäisenä kerroksena käsin kolaamalla viimeistään 32 tunnin kuluttua kumibitumin lisäämisestä keittimeen. Mastiksia tulee käyttää vähintään 55 kg/m² ja eristyksen paksuuden tulee olla 15...30 mm. Oikein tehdyn mastiksieristyksen tunnistaa kauttaaltaan kiiltävästä pinnasta. (SILKO 1.801, 2011, 18.)

3.3.3 Nestemäisenä levitettävä eristys

Nestemäinen eristys tehdään tuotekohtaisten ohjeiden mukaisesti. Yleensä eristysmassa levitetään ruiskulla, mutta pienemmissä kohteissa se voidaan sivellä tai telata alustaansa. Eristyspaksuuden tulee olla keskimäärin vähintään 2,5 mm ja yksittäisissäkin kohdissa vähintään 2,0 mm. Näkyviin jäävät pinnat suojataan UV-säteilyltä, ellei massa itsessään ole UV-kestävä. (SILKO 1.801, 2011, 19.)

3.3.4 Vedeneristyksen suojaaminen

Eristystöiden valmistuttua tulisi kannen päällysrakenteet tehdä mahdollisimman pian. Ennen suojakerroksen valmistumista tulee vedeneristystä suojata mahdollisilta työaikaisilta rasituksilta. Hitsauskipinöiden, öljyn ja bitumia liuottavien aineiden joutuminen vedeneristyksen päälle on estettävä. Eristyksen päällä liikkumista on vältettävä. Jos on pakottava tarve ajaa ajoneuvolla eristyksen päällä, on eristys suojattava vähintään 5 mm:n paksuilla kovalevyillä. (SILKO 1.801, 2011, 22.)



Kuva 2. Työaikainen vedeneristyksen suojaus vanerilevyillä. Valokuva: Miika Riihimäki 2011.

Vedeneristys tulee suojata viimeistään viikon kuluttua eristämisestä suojakerroksella. Suojakerrosta tehdessä huomioitavia asioita ovat käytettävien materiaalien koostumukset, massojen lämpötilat, tela-alustaisen levittimen käyttökielto ja pyöräalustaisen levittimen pyörien alle jäävien kivien poisto. Suositeltavia suojaustapoja ovat:

- kermieristykselle
 - o asfalttibetoni AB5/50
 - o avoin asfalttikerros AA5/50
 - o suojabetoni C35/45 (50 mm:n kerros, teräskuituja vähintään 50 kg/m²)
 - o N3 laatuvaatimukset täyttävä suodatinkangas + 20 mm:n hiekkakerros
- mastiksieristykselle
 - o asfalttibetoni AB11/60
- nestemäisenä levitettävälle eristykselle
 - o kumibitumivaluasfaltti KBVA
 - o valuasfaltti VA
 - o tartunta-aine tai sirote + asfalttibetoni AB (InfraRYL Osa3 2006, 209-211).

3.4 Päälyste

Päälysteen tehtävänä on ottaa vastaan liikenteestä aiheutuva kuluminen, siirtää liikennekuormat alemmille kerroksille, suojata vedeneristettä ja antaa sillan pinnalle oikea muoto. Sillan päälysteen tulisi olla samankaltainen kuin tien muillakin osilla. Sillan ja penkereen rajakohta tulisi olla mahdollisimman tasainen, ettei se aiheuttaisi ajoneuvoille isku- ja heilahdusliikkeitä. Sillan päälyste voi olla asfalttibetonia, valuasfalttia, betonia tai ohutkerrospäälystettä. Yleisiä ongelmia päälysteissä ovat halkeamat, purkautumat ja kulumisurat. (SILKO 1.802, 1988, 3-7.)

Yleisimmät päälystetyypit ovat asfalttibetoni ja valuasfaltti. Asfalttipäälysteet tehdään yleensä kahtena kerroksena, joista alempi on sidekerros ja ylempi kulutuskerros. Betonipäälyste valetaan yhtenä kerroksena vedeneristysten päälle. Betonimassan vaatimuksena ovat lujuusluokka K50-1 ja pakkasenkestävyys P50. (InfraRYL Osa3, 2006, 212-215.)

3.5 Reunapalkki

Riittämätön suojabetonin paksuus, valusaumat ja halkeamat yhdistettynä ankariin sääolosuhteisiin ja teiden suolaukseen aiheuttavat reunapalkissa rapautumista ja raudoituksen korroosiota. Reunapalkin uusiminen on suuritöinen, joten yleensä vaurion annetaan kehittyä melko pitkälle ja uusiminen tehdään sillan peruskorjauksen yhteydessä. Reunapalkin uusimisessa on huomioitava sillan leventämis- ja reunapalkin korotustarpeet. (SILKO 2.211, 2008, 1,2.)

Reunapalkin uusiminen alkaa purettavien osien rajaamisella ja kaiteiden poistamisella. Piikkausrajan määrittely perustuu betonin kloridi- ja karbonatisoitumispiteisyyteen ja raudoituksen korroosiotilaan. Reunapalkin vanhat raudoitukset pyritään säästämään mahdollisuuksien mukaan. Purkuraja voidaan rajata suoraviivaiseksi esimerkiksi kulmahiomakoneella tai timanttisahalla. (SILKO 2.211, 2008, 3,6.)

Sillan reunapalkkia puretaan suunnitelmien mukaisesti joko poistamalla betonia tiettyyn syvyyteen asti tai mahdollisesti poistamalla kokonaan vanha reunapalkki. Purkutavan valintaan vaikuttaa olennaisesti poistettava betonimäärä. Vesipiikkaus on yleisesti suositeltu tapa, mutta poistettaessa suuria määriä betonia voivat piikkausrobotit

ja kaivinkone olla nopea ja edullinen ratkaisu. Puretun pinnan tulee olla sopivan rosoinen ja karkea uuden valun tarttumisen varmistamiseksi.

Reunapalkin muotitus tehdään yleensä työmaalla kappaletavarasta. Ulkonäkösyistä muotiksi valitaan yleensä lautamuotti. Muottityön tärkeimpiä asioita ovat muotin tiiviys siltaa vasten, tukien kiinnitys ja muottien riittävä lujuus. Työn nopeuttamiseksi ja materiaalihukan estämiseksi on myös kehitelty muottikalustoa yleisimpiin reunapalkki-tyyppeihin. (SILKO 2.211, 2008, 7.)

Raudoitustyö tehdään korjaussuunnitelman mukaisesti. Tartuntateräkset pyritään ankkuroimaan alaviistoon, jolloin juotoslaastin juottaminen on helpompaa. Raudoituk-sessa tulee huomioida riittävä betonipeitteen nimellispaksuus, jonka varmistaminen tapahtuu käyttämällä oikean korkuisia välikkeitä. Pienin reunapalkin betonipeitteessä käytettävä nimellispaksuus on 40 mm. Työraudoitteita ei saa käyttää reunapalkissa. (SILKO 2.211, 2008, 8.)

Vuorokautta ennen betonointia muotit ja piikatut pinnat kastellaan.. Betonoinnin aika-na lämpötilan tulee olla vähintään +5°C ja korkeita lämpötiloja tulee välttää kutistu-mishalkeilun riskin takia. Betonimassa tiivistetään tärytyssauvalla ja ennen massan kovettumista reunapalkin yläpinta tasoitetaan ja hierretään. Jälkihoitoaika 1-luokan betonirakenteissa on vähintään 7 vrk. Lopuksi muotit puretaan vahingoittamatta valet-tua rakennetta. (SILKO 2.211, 2008, 9.)

3.6 Kaiteet

Yleisimmin siltaa korjattaessa myös sillan kaiteet uusitaan. Sillan kaiteille tehtäviä pienempiä korjaustoimenpiteitä ovat kaidepylvään juuren korotus ja kaiteen paikka-maalaus. Kaiteiden uusimiseen johtavia syitä ovat: ruostuminen, törmäysvauriot, uu-det törmäystestausvaatimukset ja silloilla tapahtuvat korjaustyöt. Liikenneturvallisuu-tta vaarantava sillankaide on uusittava aina. Reunapalkin uusimisen yhteydessä uusi-taan myös kaiteet. (SILKO 2.311, 2004, 1.)

Kaiteiden valmistaminen ja asennus vaativat kaideurakoitsijalta Liikenneviraston hy-väksymän laadunvarmistusmenettelyn. Kaiteet voidaan kiinnittää joko juottamalla kaiteet niille varattuihin koloihin tai kiinnittämällä kaiteet ruuvikiinnityksellä. Yleisin käytetty kaidetyyppi on Tieh H2 mukainen sillankaide. Kyseinen kaide täyttää eu-

rooppalaiset SFS-EN-standardin mukaiset vaatimukset. Kaiteiden uusimisessa tulee noudattaa seuraavanlaisia InfraRYL 42451 annettuja laatuvaatimuksia:

- teräskaiteet törmäystestattu SFS-EN 1317 mukaisesti
 - teräkset piillä tiivistettyjä
 - viistetyt reunat ja kulmat
 - hiotut hitsaussaummat ja roiskeet
 - yläjohteen ja pylväiden päittäishitsit SFS-EN 5817 luokan B vaatimusten mukaiset ja muiden osien hitsaukset luokan C vaatimusten mukaiset
 - kaidepylvään ja teräsjohteiden sinkitys paksuudet InfraRyl 42050.4.2 vaatimusten mukaiset ja muilta osin SFS-EN 1461 mukaiset laatuvaatimukset
 - kuumasinkityn kaiteen maalaus epoksipolyuretaanimaalausjärjestelmää EP-PUR 160/3-ZnSaS
 - juotoslaastin lujuusluokka vähintään K35 ja pakkasenkestävyys P50
 - juurikorokkeen suurin sallittu korkeuspoikkeama on 70 mm
 - yli 0,1 mm levyisille halkeamille juurikorokkeessa imeytys
 - kaide tien tasausviivan ja sivukaarevuuden mukaisesti, vaikka kiinnitysalustan rakenne poikkeaisi suunnitelmasta
 - kaiteen pysty- ja vaakapoikkeama enintään ± 10 mm.
 - yläjohteen yksittäinen taite enintään 2mm / 1m
 - kaidepylväät ja säleet pystysuoraan
 - kaiteen ylä- ja teräsjohteessa sama liikevara
 - terässillan kaiteen hitsaus vasta sillan asennuksen jälkeen
 - kaiteiden hitsien ja reikien suihkupuhdistus Sa3 asteeseen ja pintakäsittely hyväksytyllä tavalla
 - kaidejohteiden kiinnitysruuvit kuumasinkittyjä
 - aukinaisten kaidekolojen suojaus jäätyvän veden aiheuttamia vaurioita vastaan
 - ruuvikiinnitteisen kaiteen ruuvit eristetään muista teräksistä muovieristeillä
 - kiinnityspulttien kiinnityslevyn yläpuoleista kierrettä 27 mm ± 10 mm, jos käytetään hattumuttereita kierrettä 23 ± 6 mm
- (InfraRYL Osa3 2006, 228-230).

3.7 Betoniset kannen ala- ja pystypinnat, maatuet ja välituet

Betonirakenteisissa siltakannen alapuolisissa osissa ilmeneviä ongelmia ovat: huonosti tiivistetyt kohdat (rotankolot), halkeamat, kloridipitoisuudet, karbonatisoituminen, rapautuminen, kalkkihärmeet, maanpaineen vaikutukset, perusmaan eroosio, vedenpinnan vaihtelualue, törmäysvauriot ja töherrykset. Näitä vaurioita korjataan valamalla betonia muottia vasten, valamalla valumattomalla laastilla ilman muotteja, manttelointivalulla, ruiskubetonoinnilla, injektoimalla, imeyttämällä, impregnoimalla, pinnoittamalla ja puhdistamalla. Osa edellä mainituista töistä vaatii erityskalustoa ja kyseisen työn osaavia ammattilaisia, joten ne työt suorittaa kyseiseen työhön erikoistunut alirakoitsija. Betonipintojen vaurioita ei voi korjata vain vetämällä laastia kolon päälle, vaan korjaustyöt on aina aloitettava korjattavan alueen valmisteluilla. Valmisteluja ovat: piikkaukset, raudoituksen puhdistukset ja korjattavan pinnan puhdistus.

3.7.1 Lohkeamien ja kolojen paikkaukset

Paikkaamalla korjattavaksi betonirakenteeksi soveltuvat pienehköt korkeintaan muutamana neliömetrin laajuiset alueet. Yleisimpiä paikkaukseen soveltuvia vaurioita ovat paikalliset raudoituksen korroosiovauriot, betonipeitteen lohkeamat, valuviat ja irronneet paikkaukset. Paikkausaineina voidaan käyttää sementtipohjaisia laasteja, korjausbetonia tai polymeeripohjaisia massoja. Paikkausaineen ominaisuuksien tulisi olla hyvin samanlaiset, kuin korjattavan alustan. Sementtipohjaiset laastit vaativat kostean tartuntapinnan, kun taas polymeeripohjaiset laastit tarvitsevat kuivan tartuntapinnan. Laastit voidaan jakaa valumattomiin- ja juotoslaasteihin. Valumattomat laastit soveltuvat ilman muotteja valettaviin pysty- ja kalteviin pintoihin. Juotoslaastien valaminen vaatii muotit tai tasaisen pinnan. (SILKO 1.231, 2010, 3-12.)

Paikkaustyön työvaiheet:

1. Lämpötilan tulee olla työn ja paikkauksen kovettumisen aikana vähintään +5°C (laastit) ja +10°C (massat).
2. Korjattava pinta rajataan ja piikataan. Ruostuneita teräksiä paljastetaan niin, että ruostumatonta terästä näkyy 100 mm.
3. Teräksistä poistetaan ruoste.
4. Piikatun pinnan tulee olla rosoinen ja karkea.
5. Paikkauslaastista riippuen alusta kastellaan (sementtipohjaiset) tai jätetään kuivaksi (polymeerisideaineiset laastit).

6. Tarvittaessa alustaan levitetään tartunta-aine.
7. Paikkausmassa sekoitetaan ja työ suoritetaan tuotteen ohjeita noudattaen.
8. Betonimassaa käytettäessä tulee massa tiivistää tärytyssauvalla.
9. Jälkihoito suoritetaan tuotekohtaisten ohjeiden mukaisesti, esimerkiksi pitämällä laasti kosteana viisi vuorokautta.
(SILKO 2.231, 2005, 2-5.)

3.7.2 Halkeamien korjaaminen

Betonirakenteiden halkeamia korjataan injektoimalla tai imeyttämällä. Aluksi on selvitettävä halkeamatyyppi ja halkeamaan johtanut syy, jotta voidaan valita kohteeseen soveltuva korjaustapa. Imeyttämällä tehtävä korjaus tapahtuu ilman painetta, kaatamalla imeytysaine halkeaman päälle. Imeyttämällä korjattavaksi soveltuvia kohteita ovat: plastiset kutistumis- ja painumishalkeamat ja pintahalkeamat. Rakenteelliset halkeamat korjataan injektoimalla. Injektoimalla tehtävässä korjauksessa puristetaan injektointiaine halkeamaan injektointilaitteella. (SILKO 1.233, 2003, 4-10.)

Injektointityön vaiheet:

1. Injektointityöstä pidetään pöytäkirjaa, josta ilmenee injektio menetelmä, käytettävät injektioaineet, olosuhteet, käytetyt ainemäärät, halkeamapituudet ja injektio paineet.
2. Halkeaman pinnasta hiotaan pois kalkki ja muut epäpuhtaudet.
3. Halkeaman pinta suljetaan sulkuaineella ja annetaan kovettua.
4. Injektointitulpile porataan reiät (vähintään 2kpl) ja tulpat kierretään ja liimataan paikalleen.
5. Käytettävä injektointimassa sekoitetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti.
6. Injektioaine pumpataan käsi- tai konepumpulla joko suoraan halkeamaan tai injektiotulppaan.
7. Injektioaineen kovettuttua tulpat ja nipat katkaistaan ja sulkuaine hiotaan.
(SILKO 2.236, 2010, 4-6.)

Imeytystyön suoritus on suhteellisen yksinkertaista, käytännössä imeytysaine vain levitetään halkeaman päälle ja aineen annetaan kovettua valmistajan ohjeiden mukaisesti. Halkeaman tulee olla kuiva ja puhdas ennen imeytysaineen levittämistä. Yksittäisiä halkeamia voidaan myös hieman suurentaa timanttilaikalla jolloin imeytys tehostuu. (SILKO 2.239, 2004, 1-5.)

3.7.3 Ruiskubetonointi

Ruiskubetonointia käytetään laajojen betonipintojen korjaustöissä. Korjattavia rakenteita ovat esimerkiksi laajat pakkasrapautuma vauriot, raudoituksen korroosiovauriot ja raudoituksen suojaaminen betonipeitettä vahventamalla. (SILKO 2.234, 2009, 1-3.)

Ruiskubetonoinnin työvaiheet:

1. Työn ja kovettumisen aikainen lämpötila tulee olla vähintään +5°C, työn aikana ei saa sataa vettä ja tuulen nopeus ei saa olla 2m/s suurempi.
2. Ruiskubetonikerroksen paksuus tulee olla vähintään 10 mm.
3. Tartuntapinnan vetolujuus ja ruiskubetonin tartuntalujuuden tulee olla vähintään 1,5 N/mm².
4. Tarvittaessa tehdään koeruiskutus, josta tutkitaan puristus- ja tartuntalujuudet, pakkasenkestävyys ja kuitubetonin kuidun määrä.
5. Telineet on suunniteltava siten, että ruiskuttaja pystyy siirtymään kohteesta toiseen ja voi tehdä työtä ilman turhia keskeytyksiä.
6. Betonipintaa puretaan suunnitelmien mukaisesti.
7. Piikattu alusta puhdistetaan sopivalla menetelmällä.
8. Asennetaan tarvittavat muotit ja raudoitukset
9. Valmistellaan ruiskubetonoinnin osa-aineet ja kalusto. Myös varakaluston saanti tulee varmistaa.
10. Vuorokautta ennen ruiskubetonoinnin aloitusta ruiskutettavat pinnat kastellaan.
11. Ammattitaitoinen ruiskubetonoiija ruiskuttaa betonin korjattavaan kohteeseen.
12. Pinnan kovetuttua varmistutaan tartunnasta koputtelemalla tai tartuntavetokeella.
13. Ruiskubetonoitua pintaa jälkihoidetaan suunnitelmien mukaisesti, yleensä kosteajälkihoitona vähintään 7vrk.

(SILKO 2.234, 2009, 2-10.)

3.7.4 Puhdistus

Yleisimmät betonipinnan puhdistuskohteet ovat vedeneristysalusta ja siltakannen alapinta. Vedeneristykselle tulee taata hyvät tartuntaedellytykset, joten korjaustyöstä aiheutuneet öljy, rasva ja muut tahrat on syytä poistaa huolella. Siltakannen alapintaan kertyneiden kalkkihärmeiden poisto mahdollistaa havaitsemaan uudet vesivuodot. Myös erilaisten töherrysten poisto voi tulla kyseeseen, jos ne ovat hyvin näkyvällä paikalla.

Kalkkihärmeet voidaan yleensä poistaa vesipesulla ja harjaamalla. Öljy ja rasvatahrojen poisto vaatii liuotinta tai öljynpoistoainetta ja vesihuuhtelua. Töherrysten poistoon tarvitaan maalinpoistoainetta ja suurpainepesuri. Töherryksistä puhdistettuun pintaan levitetään tarvittaessa suoja-aine. (SILKO 2.251, 2009, 4-6.)

3.7.5 Pinnoitus ja impregnointi

Betonipintoja voidaan suojata rakenteita heikentäviä klorideja, karbonatisoitumista ja kosteutta vastaan erilaisilla pinnoitusmenetelmillä. Pinnoituksen syynä voi olla myös ulkonäkösyys liikenneturvallisuuden tai esteettisyyden kannalta. Suojaamiseen käytettäviä aineita ovat impregnointi-, tiivistys-, pinnoite ja töherrystenestoaineet. (SILKO 1.251, 1998, 1-8.)

Betonipintojen suojaus etenee suojausmenetelmästä riippumatta pääpiirteittäin seuraavanlaisesti:

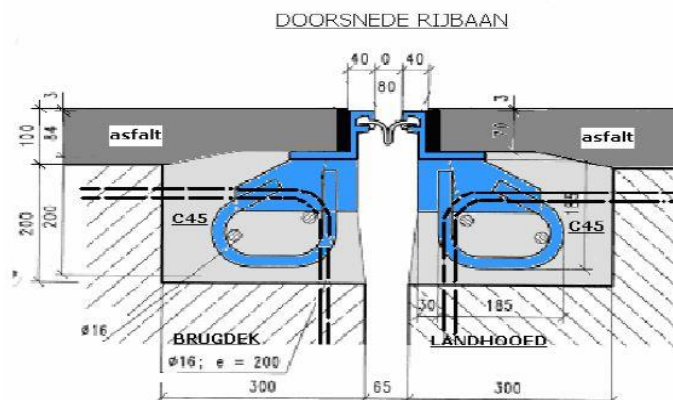
1. Valmistetaan tai hankitaan työtasot.
2. Esikäsitellään suojattava pinta puhdistamalla se.
3. Käytettävästä suoja-aineesta riippuen tartuntapinnan tulee olla kostea (sementtipohjaiset suoja-aineet) tai kuiva (polymeeripohjaiset).
4. Levitetään suoja-aineet ruiskuttamalla, siveltimellä tai harjalla.
5. Jälkihoidetaan suoja-ainetta valmistajan ohjeiden mukaisesti.

(SILKO 1.251, 1998, 30-35.)

3.8 Liikuntasaumamat

Liikuntasaumalaitteen tarkoitus on sallia rakenneosien liikkeitä ja estää voimien siirtyminen rakenneosasta toiseen. Liikuntasauaman tulee kestää liikenteen aiheuttamat rasitukset ja olla vesitiivis. Liikettä ja voimia syntyy lämmön, liikenteen ja rakenneosien muodonmuutosten vaikutuksesta. Liikuntasaumana voi toimia liikuntasaumaprofiili, liikuntasaumaelementti tai massaliikuntasauama. Saumarakenteissa yleisesti esiintyviä vaurioita (SILKO 1.701, 1993, 4,6):

- tukikaista kulunut, halkeillut tai lohkeillut (Tämä on yleensä seurausta sillan huonosta hoidosta. Sauman pesu syksyllä ennen pakkasia on tärkeää.)
- liikuntasaumalaitteen teräsosia tai kumiprofiili irti
- liikuntasauama ei vesitiivis, läpi vuotanut vesi vaurioittanut alapuolisia rakenteita
- ruuvikiinnitteisen liikuntasaumalaitteen kiinnitysruuvit irti
- massaliikuntasauama kulunut liikenteen vaikutuksesta
- massaliikuntasauama irti
- massaliikuntasauama halki suurien liikkeiden vaikutuksesta
- massaliikuntasauamaa jyrsitty päällystejyrsinnän yhteydessä.



Kuva 4. Uusi Maurer D80 liikuntasaumalaitte. (Maurer Söhne GmbH:n [www-sivu.](http://www.sivu.fi))

Massaliikuntasauman korjauksen työvaiheet:

1. Sauman reunat merkitään reunapalkkeihin.
2. Vanha päällyste jyrsitään pois.
3. Sauman päälle asennetaan irrotuskaista esimerkiksi vanerista.
4. Tehdään uusi päällyste.
5. Uuteen päällysteeseen leikataan liikuntasauman merkityt reunat auki timanttisahalla.
6. Päällyste piikataan pois.
7. Irrotuskaista poistetaan.
8. Tartuntapinnat puhdistetaan.
9. Tartunta-aine levitetään.
10. Saumaussmassa levitetään saumaan päällysteen pinnan tasoon.
11. Kerros tiivistetään tärylevyllä.
12. Pintaan levitetään sideaine.
(SILKO 2.712, 2005, 4,5.)

Liikuntasaumalaite uusitaan pääpiirteittäin seuraavanlaisesti:

1. Päällyste ja rapautunut betoni piikataan pois.
2. Tukikaistavalussa olevat teräkset puhdistetaan ja valua vasten olevat pinnat karhennetaan.
3. Tartuntateräkset juotetaan tai hitsataan alapuoliseen rakenteeseen.
4. Saumalaite asennetaan paikalleen ja tuetaan riittävän tukevasti, ettei se pääse liikkumaan valun aikana.
5. Liikuntasaumalaite valetaan kiinni alustaansa.
6. Tukikaista valetaan InfraRyl 42410.3.3 laatuvaatimusten mukaisesti, materiaalina käytetään joko valu- tai kumibitumivaluasfalttia, betonimuovia (PC) tai massaliikuntasaumamassaa.
7. Loput kumi ja teräsosat asennetaan laitekohtaisten ohjeiden mukaisesti.
8. Ruuvikiinnitteinen saumalaite asennetaan poraamalla kiinnitysruuveille ohjeiden mukaiset reiät ja asentamalla saumalaite laitekohtaisten ohjeiden mukaisesti.
(SILKO 2.713, 2009, 1-6.)

3.9 Kuivatuslaitteet

Kuivatuslaitteilla tarkoitetaan rakenteita, joilla johdetaan sillan rakenteisiin tai kannelle kerääntyvä vesi ja kosteus vesistöön tai tien kuivatusjärjestelmään. Näitä laitteita ovat esimerkiksi tippunokat, syöksytorvet, salaojat, viisteet ja urat. Kuivatuslaitteiden toiminnalla on suuri merkitys sillan teräsbetoni- ja teräsrakenteiden säilymiseen. Kuivatuslaitteiden ongelmia ovat tukokset, jäätyminen, liian loivat kaltevuudet, liian lyhyet syöksytorvet/ tippuputket, teräsputkien korroosio ja muoviputkien hauraus pakkasella. (SILKO 1.601, 1999, 3-7.)

Sillan peruskorjauksen yhteydessä lisätään siltaan tarvittaessa tippuputkia:

1. Ennen putkien läpivientien porausta tulee selvittää sillan raudoituksen sijainti ja siltakannen alimmat kohdat.
2. Tippuputken läpivienti porataan 50 mm:n lieriöporalla.
3. Suppilon teräsosia varten piikataan riittävä varaus sillan kanteen.
4. Tippuputki asennetaan tuotekohtaisten ohjeiden mukaisesti. (Kuva 5.)
5. Tippuputkilinjaan asennetaan mahdollisuuksien mukaan putki- tai massasalaoja.

(SILKO 2.611, 2010, 1-5.)



Kuva 5. Tippuputken terässuppilo, putki suojattu muotoiluvuoksi. Valokuva: Miika Riihimäki 2011.

3.10 Puukannen korjaustoimenpiteet

Puukantisen sillan vaurioita ovat kulumis- ja lahovauriot. Vaurioihin johtavia syitä ovat

- liian suuret liikennemäärät
 - nastarenkaiden kuluttava vaikutus
 - siltakannella oleva hiekka
 - kunnossapitokaluston aiheuttamat vauriot
 - kosteusvaihtelun aiheuttama ravistuminen, jonka seurauksena naulaus löystyy
 - veden poistumisen estyminen siltakannelta
- (SILKO 2.815, 2009, 1).

Puukantisen sillan kannen korjausvaihtoehdot ovat kannen vahventaminen teräslevyillä, päällystäminen tai kansilankkujen uusiminen uudella puutavaralla. Siltakannen vahventaminen teräslevyillä on yleensä tilapäinen toimenpide, jolla pyritään siirtämään puukannen uusiminen myöhempään ajankohtaan. Päällystettäessä puukansi tulee kannen olla riittävän ehyt, lahoa tai kulumaa saa olla enintään 10 mm:n syvyydellä, eikä kansi saa olla liiaksi ravistunut. Vedeneristys ja päällystystöiden tulee täyttää niille asetetut yleiset laatuvaatimukset. Vedeneristystöiden vaatimukset puukannelta ovat puukannen riittävän alhainen kosteustila, puhtaus ja lankkujen välinen hammastus ei saa ylittää 2 mm. Puukannella ei saa käyttää kuumentamalla kiinnitettävää aluskermiä. Käytettäessä kumibitumimastiksia tulee menekin olla 30 kg/m². Mahdollinen päällyste tehdään kumibitumivaluasfaltista (KBVA). Puukannen liiallinen kuluma, laho tai ravistuma johtaa siltakannen uusimiseen. Kansilankkujen uusimisessa huomioitavia asioita ovat puutavaran kyllästys, puutavaran laatumerkinnot ja nauhojen sekä pulttien sinkitys. (SILKO 2.815, 2009, 1,2.)

3.11 Teräsrakenteet ja varusteet

Sillan teräsosien yleisin vaurio on korroosio. Pintakäsittelyn virheet ilmenevät aluksi pistekorrosioina, jotka korjaustöiden laiminlyönnin seurauksena etenevät puhkiruostumiseen saakka. Vauriot ovat alttiimmillaan kohdissa, joissa teräsrakenne altistuu suolaiselle vedelle tai rakenne on maa-ainesten peitossa. Teräsrakenteissa voi esiintyä myös halkeamia, säröjä ja muodonmuutoksia. Rakenteelliset vauriot johtuvat suunnittelu-, materiaali- ja työvirheistä, ylikuormituksesta, väsymisestä ja kylmähauraudesta. Törmäysvauriot kohdistuvat etenkin kaiteisiin, risteys- ja ylikulkusilltojen

teräspalkkeihin ja ristikkosiltojen yläpoikkisiteisiin ja sauvoihin. (SILKO 1.301, 2010, 9,10.)

Teräsosien yleisin korjaustoimenpide on uusintamaalaus. Uusintamaalauksesta on laadittava pintakäsittelysuunnitelma. Maalattava pinta esikäsitellään vaadittuun esikäsitteleyasteeseen suihkupuhdistamalla tai käsityökaluin. Teräsrakenteiden uusintamaalauksissa on noudatettava suunnitelmien mukaista uusintamaalausjärjestelmää. Sillan näkyvissä teräsosissa käytetään esikäsitteleyasteen mukaista epoksipolyuretaanimaalausjärjestelmää. (SILKO 2.352, 2008, 3.)



Kuva 6. Pintakäsiteltyjä teräspalkkeja ja puukantinen kevyenliikenteenväylä. Valokuva: Miika Riihimäki 2011.

3.11.1 Sillan laakerit ja nivelet

Sillan laakereihin ja niveliin liittyvät vauriot ovat korroosio, laitteen liiallinen kallistuminen, kumi osien murtuminen ja vierintäpintojen suojarasvan puute. Teräslaakereiden korjaus aloitetaan poistamalla lika, rasva, vanha maali ja ruoste vaadittuun esikäsitteleyasteeseen, joko käsityökaluin tai suihkupuhdistuksella. Esikäsitteley laakeri maalataan vierintäpintoja lukuun ottamatta ja lopuksi kaikki pinnat rasvataan laakerirasvalla. (SILKO 2.353, 2004, 1-6.)

3.12 Tulopenkereen korjaus

Sillan peruskorjauksen yhteydessä korjataan myös tienpenkereet sillan molemmin puolin. Tulopenkere korjataan samankaltaisesti kuin normaali tienpenkereen korjaaminen:

1. Tulopenkereestä poistetaan asfalttia ja täyttöä suunnitelmien mukaiseen syvyyteen saakka, esimerkiksi 700 mm:iin.
2. Sillan päissä penkkaa avataan siten, että betonikannelle voidaan tehdä tarvittavat kermieristykset ja bitumisivelyt.
3. Tulopenger täytetään ja tiivistetään suunnitelmien mukaisilla kerroksilla, esimerkiksi 300 mm:n suodatinkerros, 200 mm:n jakava kerros, 200 mm:n kantava kerros ja 50 mm:n AB 16/120 päällyste.



Kuva 7. Tulopenkereen korjausta. Valokuva: Miika Riihimäki 2011.

4 SILTOJEN KORJAUKSESSA KÄYTETTÄVÄT TUOTTEET

Siltoja korjattaessa on tärkeää käyttää kohteisiin soveltuvia korjausaineita. Esimerkiksi samankaltainen vaurio sillan betonirakenteessa verrattuna kiinteistön betoniseinään voi vaatia hyvinkin erilaista korjauslaastia. Silloissa käytettävien korjausmateriaalien tulee yleisesti kestää rankkoja ympäristö olosuhteita. Siltojen korjauksissa käytettävien tarvikkeiden tulee olla Liikenneviraston hyväksymiä. Materiaalihyväksynät perustuvat VTT:n tekemiin testeihin. Hyväksytyt korjausaineet on koottu SILKO- ohjeiston tarviketiedostoon. Tarviketiedostossa on esitetty hyväksytyjen tuotteiden tuotenimet, valmistajat ja myyjät yhteystietojen kera. (SILKO 1.102, 2002, 6.)

Materiaalien SILKO- hyväksynät ovat yleensä voimassa 5 vuotta, ellei Liikennevirasto ole sopinut toisin. Painetun tarviketiedoston jälkeen lisätyt hyväksytyt tuotteet ja muut korjausmateriaaleja koskevat ilmoitukset löytyvät Liikenneviraston verkkosivuilta osoitteesta: http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/silko1_lisa.htm Opinnäytetyön liitteeksi on koottu taulukot viimeisten viiden vuoden aikana hyväksytyistä korjausaineista.

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli kuvailla sillan korjausprosessin työvaiheita, siltojen nykytilaa ja laatia käytettävistä tarvikkeista ajanmukainen luettelo. Työstä ei varsinaisesti rajattu mitään aihealueita pois, mutta toisaalta yksittäisiin työvaiheisiin ei myöskään syvennytty liiaksi. Mielestäni lopputuloksena syntyi aiheesta vaatimusten mukainen tietopaketti, jonka läpikäymällä saa suhteellisen kattavan kuvan sillan korjaukseen liittyvistä työvaiheista ja niiden laatuvaatimuksista.

Opinnäytetyötä tehdessäni kiinnitin aluksi huomiota aiheesta löytyvien lähteiden paljouteen. Aiheeseen liittyviä julkaisuja ovat: 4 kappaletta SILKO – kansioita, InfraRyl 2006 Osa 3, Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset (SYL 1-7, nykyisin InfraRyl Osa 3), Sillantarkastusohje ja –käsikirja ja muut Liikenneviraston aiheeseen liittyvät julkaisut. Aineistot kuitenkin liittyivät läheisesti toisiinsa ja ristiriitoja niiden välillä en löytänyt, joten lähteitä pystyi käyttämään suhteellisen laajasti. Painettuihin materiaaleihin ilmestyneet päivitykset löytyivät helposti kustantajien verkkosivuilta. Määräysten ja ohjeiden muutoksista tiedottaminen suunnittelijoille ja urakoitsijoille on tärkeää, jotta korjaustyöt voidaan suorittaa ajanmukaisten vaatimusten mukaisesti.

Käsittämäni aihe on hyvin ajankohtainen juuri tällä hetkellä ja lähitulevaisuudessa, sillä suuri osa silloista on tulossa peruskorjausikänsä. Sillat vaativat jatkuvaa hoitoa ja korjauksia, jotta ne säilyvät ja niitä voitaisiin turvallisesti käyttää. Korjauksiin tarvitaan jatkossakin säännöllistä rahoitusta. Aiheen ajankohtaisuutta kuvastaa myös säännöllisesti päivittyvät ohjeet ja määräykset korjaustöiden suorittamisesta ja käytettävistä materiaaleista.

LÄHTEET

InfraRYL 2006 Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 3: Sillat ja rakennustekniset osat. 2008. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Kuronen, Keijo 2012. KeS-Siltapalvelut. 23.3.2012. Puhelinhaastattelu.

Lavenko, D. 2010. Suomen sillat uskottua paremmissa kantimissa. *Rakennustaito* [verkkolehti] 2010 nro 5 [viitattu 12.1.2012]. Saatavissa: <http://www.rakennustieto.fi/lehdet/rakennustaito/index/lehti/5qllny4oP.html>

Maurer D80 tuote-esite *TYPE: MAURER D80 NIEUWBOUWMODEL* [verkkodokumentti] Maurer Söhne GmbH [viitattu 21.3.2012]. Saatavissa: <http://www.maurersoehne.nl/sites/maurer.aemotion4.com/files/Productinfo%20nbd%20nieuwbouw%20model.%20versie%202.pdf>

Rakentamisen Laatu ry. Yritysraportti. [Viitattu 23.3.2012] Saatavissa: http://intra.rala.fi/rala/yritysraportti_iso2.php?yritys_id=108116

SILKO, Siltojen korjausohjeet 2010 [verkkojulkaisu]. Tiehallinto [viitattu 23.1.2012]. Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/silko1.htm>

Sillantarkastusohje 2004. Helsinki: Tiehallinto.

Sillantarkastuskäsikirja. Suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjaus. 2006. Helsinki: Tiehallinto.

Siltojen ylläpito, Toimintalinjat 2009 [verkkojulkaisu]. Tiehallinto [viitattu 12.1.2012]. Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/siltojenyllapito2009.pdf>

VTT-S-02259-06. Tutkimuslause, muotoiluvalun ongelmat ja laatuvaatimukset [verkkojulkaisu]. 2006. [viitattu 24.1.2012]. Saatavissa: http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/muotoiluvaluselostus_2006.pdf

Siltojen korjauksessa käytettävät tuotteet, jotka hyväksytyt 1.9.2007 jälkeen

=> Liikenneviraston 5 vuoden SILKO - hyväksyntä vielä voimassa.

Vakiobetonit

Tuotenimi	Toimittaja
Korjausbetoni SRL-60/6/RH	Suomen Rakennelujitus Oy
Weber.vetonit SB 45 (Silkobetonit C35/45-8)	Saint-Gobain Weber Oy Ab
Weber.vetonit RB 50/5 K (Ruiskubetonit)	Saint-Gobain Weber Oy Ab

Paikkausaineet

Tuotenimi	Toimittaja
REP 05 + REP 65 (Sementtipohjainen valumaton paikkauslaasti)	maxit Oy
EMACO Fast Tixo (Sementtipohjainen valumaton paikkauslaasti)	BASF Oy
StoCrete TS 200 S (Ruiskutettava laasti, märkäseosmenetelmä)	Sto Finexter Oy
EMACO Nanocrete R4 (Ruiskutettava laasti, märkäseosmenetelmä)	BASF Oy
Weber.vetonit RL (Ruiskulaasti C35/45-4)	Saint-Gobain Weber Oy Ab
StoCrete TV 304 (Sementtipohjainen juotoslaasti)	Sto Finexter Oy
CT 210 Juotosbetoni 600/3 (Sementtipohjainen juotoslaasti)	CT Laastit Oy
EMACO Fast Fluid (Sementtipohjainen juotoslaasti)	BASF Oy
EMACO Fast Fibre (Sementtipohjainen juotoslaasti)	BASF Oy
Lakka Juotosbetoni 600/3 (Sementtipohjainen juotoslaasti)	Contesta Oy

Paikkausaineet

Tuotenimi	Toimittaja
Weber.vetonit JB 600/3 (Juotoslaasti C40/50-4)	Saint-Gobain Weber Oy Ab
Weber.vetonit JB 1000/3 (Juotoslaasti C65/80-4)	Saint-Gobain Weber Oy Ab
Weber.vetonit JB 1000/3 (Juotoslaasti C65/80-4)	Saint-Gobain Weber Oy Ab
Weber.vetonit REP 45 (Korjauslaasti)	Saint-Gobain Weber Oy Ab
CT 300 (Tasoite)	CT Laastit Oy
Tretoshield 1K-4 (Tasoite)	Tremco Illbruck Oy
StoPox BV 100 (Tasoite)	Sto Finexter Oy
StoCrete TF204 (Tasoite)	Sto Finexter Oy
Finnseco Polytop harmaa (Paikkausaine)	Tikkurila Oy
Sika Monotop-910 (Paikkausaine)	Oy Sika Ab
Sika Monotop-412 N (Paikkausaine)	Oy Sika Ab
Sika Monotop-723 N (Paikkausaine)	Oy Sika Ab
Thoro Structurite R4	Betton Oy

Töherryksenestoaineet

Tuotenimi	Toimittaja
GRS 9601 (Uhrautuva töherryksenestoaine)	WAS-STE Oy
StoCryl HG200 + StoCryl Wax (Uhrautuva töherryksenestoaine)	Sto Finexter Oy
StoCryl HG200 + StoPox WL100 + StoPur V600(StoColor Puran Satin) (Puhdistettava töherryksenestoaine)	Sto Finexter Oy

Impregnointi ja tiivistysaineet

Tuotenimi	Toimittaja
Sikagard- 706 Thixo (Vettähylykivä impregnointiaine, Cremet)	Oy Sika Finland Ab
Silres BS Creme (Vettähylykivä impregnointiaine, Cremet)	Wacker-Kemi AB
Silres BS 1701 (Vettähylykivä impregnointiaine)	Wacker-Kemi AB
Faceal Hydro RF (Vettähylykivä impregnointiaine)	Uudenmaan Pintasuojaus Ky
Sikagard- 705 L (Vettähylykivä impregnointiaine, muut kuin cremet ja geelimäiset)	Oy Sika Finland Ab
Gremmler 1403 Tiivistysepoksi (Eristysalustan tiivistysaine)	Alimex Oy
Gremmler 1403 R Tiivistysepoksi Rapid (Eristysalustan tiivistysaine)	Alimex Oy
StoPox BV 100 (Eristysalustan tiivistysaine)	Sto Finexter Oy
SikaErgodur-500 Pro (Eristysalustan tiivistysaine)	Oy Sika Finland Ab
Micopox BP (Eristysalustan tiivistysaine)	ELMICO A/S
Micopox BC (Eristysalustan tiivistysaine)	ELMICO A/S
Sika Ergodur-500 S (Eristysalustan tiivistysaine)	Oy Sika Finland Ab
Mastertop P 605	BASF Oy

Pinnoitusaineet

Tuotenimi	Toimittaja
Sika Top seal-107 (Pinnoitusaineet)	Oy Sika Finland Ab
Thoroseal FX110 (Sementtipohjaiset pinnoitteet)	Betton Oy
VariPur bio-öljy-pohjaisen polyuretaani (Polymeeripinnoite)	Varicoats Oy

Uudis- ja uusintamaalauksen maalausjärjestelmät

Tuotenimi	Toimittaja
Normazinc SE + Normastic 405 + Normadur 65 HS (Käyttöluokka TIEL 4.12)	NOR-MAALI Oy
Normazinc SE + Normastic 405 + Normalox 333 (Käyttöluokka TIEL 4.12)	NOR-MAALI Oy
Temazinc 99 + Temacoat SPA Primer MIO + Temathane PC 50 (Käyttöluokka TIEL 4.12)	Tikkurila Oy
Teknozink 90 SE + Teknodur Combi 3560-05 (Käyttöluokka TIEL 4.12)	Teknos Oy
Teknozink 90 SE + Teknodur Combi 3430-05 (Ei suolattavien tieosien yksiaukkoisille tyypisilloille ja kevyenliikenteen silloille)	Teknos Oy
Temazinc 99 + Temadur SC 50 + Temadur SC 50 (Ei suolattavien tieosien yksiaukkoisille tyypisilloille ja kevyenliikenteen silloille)	Tikkurila Oy

Liikuntasaumalaitteet

Tuotenimi	Toimittaja
Sentinel NJ Type 4 (Liikuntasauhanauhkat, kokonaisliikemäärä < 30 mm)	Skanska Infra Oy
Tensa Acme II/1, II/2 ja III/2 (Liikuntasauhanauhkat, kokonaisliikemäärä < 30 mm)	Ins.tsto Matti Janhunen Oy
Kumiprofiili nro 20387 (Liikuntasauhanauhkat, kokonaisliikemäärä < 30 mm)	FP FinnProfiles Oy
Thormajoint (Liikuntasauhanauhkat, kokonaisliikemäärä ≤ 35 mm)	Lujitustekniikka Oy
Tensa Acme 55-35 / 70-45 (Liikuntasauhanauhkat, kokonaisliikemäärä 30–45 mm)	Ins.tsto Matti Janhunen Oy
Silent-Joint 500S...900SRESA (Massaliikuntasauhat, kokonaisliikemäärä 30–60 mm)	Lujitustekniikka Oy
Tiehallinto, tyyppi-piir. R15/DC-7E (Liikuntasaumalaitteet, kokonaisliikemäärä 30–50 mm)	Urakoitsija teettää hyväksytyllä konepajalla
Waboflex SR 2 (Liikuntasaumalaitteet, kokonaisliikemäärä 30–50 mm)	Ins.tsto Matti Janhunen Oy
RW WSF 80 tai RW WSF 80 Reno (Liikuntasaumalaitteet, kokonaisliikemäärä 30–80 mm)	Tensicon Oy
Mageba RSA (Liikuntasaumalaitteet, kokonaisliikemäärä 30–80 mm)	Ins.tsto Matti Janhunen Oy
Tensa Grip GS (vain korjaustöissä) (Liikuntasaumalaitteet, kokonaisliikemäärä 30–80 mm)	Ins.tsto Matti Janhunen Oy
Maurer D 80 (Liikuntasaumalaitteet, kokonaisliikemäärä 30–80 mm)	Lujitustekniikka Oy
Waboflex SR 2,5 (Liikuntasaumalaitteet, kokonaisliikemäärä 30–80 mm)	Ins.tsto Matti Janhunen Oy
RW WSG 160...1040 (Suuret monielementtiset liikuntasaumalaitteet, kokonaisliikemäärä > 80 mm)	Tensicon Oy
Mageba LR 160...1040 (Suuret monielementtiset liikuntasaumalaitteet, kokonaisliikemäärä > 80 mm)	Ins.tsto Matti Janhunen Oy
Maurer D 160...1040 (Suuret monielementtiset liikuntasaumalaitteet, kokonaisliikemäärä > 80 mm)	Lujitustekniikka Oy
Waboflex SR 4 (Suuret monielementtiset liikuntasaumalaitteet, kokonaisliikemäärä > 80 mm)	Ins.tsto Matti Janhunen Oy

Kermieristysrakenteet

Huomaa InfraRyl 2006 osa 3 päivitys 10.2.2012: molempien kermien tulee täyttää tuoteluokan SL vaatimukset ja siltakermit merkitään merkinnällä SL. Tuotteiden toimittajia ovat: Icopal Oy, Katepal Oy, Lemminkäinen Oyj ja Nordic Waterproofing Oy.

Vedeneristysmassat

Tuotenimi	Toimittaja
Tuotekokonaisuus StoPur BA2000 (Nestemäisenä levitettävä siltaeristys)	Sto Finexter Oy
Eliminator massaeristysrakenne	Stirling Lloyd
Micorea S3 (Nestemäisenä levitettävä siltaeristys)	ELMICO A/S