



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

SILLAN PERUSKORJAUS

U-1740 Lähteen silta

TEKIJÄ: Matti Laaksonen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Matti Laaksonen			
Työn nimi Sillan peruskorjaus, U-1740 Lähteen silta			
Päiväys	26.5.2015	Sivumäärä/Liitteet	45/18
Ohjaaja(t) Mikkonen Matti, lehtori, Savonia AMK, Pakarinen Juha, tuntiopettaja, Savonia AMK			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Kärkkäinen Pertti, työpäällikkö, YIT Rakennus Oy Laamanen Jussi, laatupäällikkö, YIT Rakennus Oy			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön aiheena oli Lähteen sillan peruskorjaukseen sisältyvät työvaiheet. Työssä oli myös tarkoitus tarkastella pääpiirteittäin läpi taitorakenteiden tarkastustoimintaan sisältyvät, sillan korjaustöiden kannalta oleelliset tarkastustoimenpiteet. Opinnäytetyössä oli tavoitteena kertoa jokaisesta sillalle tehdystä työvaiheesta menetelmäkuvaus, sekä mitä ohjeita, määräyksiä ja laatuvaatimuksia eri työvaiheissa on noudatettava. Opinnäytetyön tavoitteeksi asetettiin tuottaa YIT Rakennus Oy:lle kattava selvitys Lähteen sillalle tehdyistä korjaustoimenpiteistä. Opinnäytetyön oli tarkoitus myös toimia tulevaisuudessa toteutettavien sillan peruskorjaushankkeiden ohjenuorana korjaushankkeiden onnistuneen läpiviemisen takaamiseksi. Opinnäytetyössä ei ollut tarkoitus ottaa kantaa erilaisiin vaihtoehtoisin työmenetelmiin tai niiden vaikutuksista kustannuksiin, laatuun, sekä aikatauluun.</p> <p>Työssä tarkasteltava silta on Loviisassa valtatiellä 7:llä sijaitseva Lähteen silta, joka tien moottoritieksi päivittämisen yhteydessä peruskorjattiin. Lähteen silta on tyypiltään elementtirakenteinen, jännitetty betoninen palkkisilta, Jbpe. Silta on valmistunut liikenteelle vuonna 1989 ja se ylittää Loviisajoen. Opinnäytetyön tekeminen aloitettiin Loviisassa kesällä 2013, jossa opinnäytetyöntekijä suoritti työnjohtoharjoittelun. Peruskorjauksen edetessä jokainen työvaihe dokumentoitiin valokuvoin, raportein ja pöytäkirjoin. Nämä Lähteen sillan peruskorjauksen laadun varmistamiseksi tuotetut dokumentit toimivat tämän opinnäytetyön materiaaleina. Lisäksi tietoa haettiin suunnittelijoilta, sekä verkossa olevista Liikenneviraston hallinnoimista ohjeista ja määräyksistä.</p> <p>Opinnäytetyönä valmistui kattava ja tiivis ohje onnistuneeseen sillan peruskorjaukseen. Lukija saa työstä tärkeää perustietoa sillan peruskorjauksen työvaiheista, sillan korjaustyöstä ja taitorakenteiden tarkastustoiminnasta.</p>			
Avainsanat elementtipalkki silta, silta, sillankorjaus, sillan peruskorjaus, Lähteen silta, Lähteen sillan peruskorjaus			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author(s) Matti Laaksonen			
Title of Thesis Renovation Process of a-Lähteen silta-Bridge			
Date	26 May 2015	Pages/Appendices	45/18
Supervisor(s) Mr Matti Mikkonen, Lecturer, Savonia University of Applied Sciences Mr Juha Pakarinen, Lecturer, Savonia University of Applied Sciences			
Client Organisation /Partners YIT Rakennus Oy			
<p>Abstract</p> <p>This thesis project was based on the repairing process of Lähteen silta-bridge. The purpose was to examine the most relevant supervising methods and inspections used for bridge repairing. Another purpose was to produce a guideline for all the phases of the repairing process of Lähteen silta-bridge and which directives, instructions and quality requirements must be followed. The objective of the thesis was to make a guideline for the repairing processes of similar bridges. Attention was not paid to alternative repairing methods and how they would affect expenses, quality or schedule.</p> <p>The Lähteen silta-bridge is located in highway E18 In Loviisa. The bridge was repaired during the building process of highway E18. The type of the bridge is a precast, tensed concrete beam bridge. The bridge was put to use in 1989 and it crosses the Loviisajoki-river. The thesis project was begun in Loviisa in summer 2013 during the author´s practical training. Every work phase of the repairing process was documented by photographs, reports and proceedings. These documents produced for quality assurance of the repairing process were used as material for the thesis project. Information, instructions and directives were received from planners and Finnish Transport Agency´s guidelines.</p> <p>As a result was a comprehensive and compact report for a succesful bridge repairing process. The thesis can be used as a guideline for the work phases of a bridge repairing process, the work methods of bridge repairing and the supervising of bridge repairing.</p>			
Keywords bridge repair, bridge repairing methods, renovation, renovation process of a bridge, Lähteen silta			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
1.1	Tausta ja tavoitteet	6
1.2	Kohde	7
1.2.1	E18 Koskenkylä - Kotka EKM hanke	7
1.2.2	YIT Rakennus Oy	7
1.2.3	Lähteen sillan korjaushanke	8
2	TAITORAKENTEIDEN KUNNON SEURANTA	9
2.1	Siltojen kuntoa kuvaavat tunnusluvut	10
2.1.1	Vauriopistesumma	10
2.1.2	Kuntoluokka	13
2.2	Siltojen yleistarkastus	15
2.3	Siltojen erikoistarkastus	16
2.4	Siltojen erikoistarkastus – kohteena Lähteen silta	17
3	PURKUTYÖT JA TUKIRAKENTEIDEN KORJAUS	18
3.1	Pintarakenteiden purkaminen	18
3.2	Varusteiden ja laitteiden purkaminen	18
3.3	Vesipiikkaus	18
3.3.1	Kannen reunapalkit	19
3.3.2	Siipimuurien reunapalkit	20
3.3.3	Kannen tasovesipiikkaus	21
3.4	Maatuen tukirakenteiden korjaus	23
4	TELINETYÖT	25
5	PÄÄKANNATTAJAPALKKIEN KORJAUS	27
6	REUNAPALKKIEN UUSIMINEN	30
6.1	Muottityöt	30
6.2	Rauditus	31
6.3	Betonointi	33
6.3.1	Kannen reunapalkkien betonointi	33
6.3.2	Siipimuurien reunapalkkien betonointi	33
6.3.3	Kansilaatan muotoiluvalu	34
7	VEDENERISTYS	36

7.1	Maatuen sisäpinnat	36
7.2	Kansilaatan vedeneristys	37
7.2.1	Alusta.....	37
7.2.2	Eliminator – eristys.....	37
7.2.3	Suoja-asfaltti	38
8	KAITEET	41
9	YHTEENVETO.....	42
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	43
	LIITE 1: YLEISPIIRUSTUS	46
	LIITE 2: VESIPIIKKAUSSUUNNITELMA	47
	LIITE 3: TASOVESIPIIKATUN KANNEN NÄYTTEENOTTO PAIKAT	48
	LIITE 4: KANNEN MUOTOILUVALUN BETONOINTISUUNNITELMA JA –PÖYTÄKIRJA	49
	LIITE 5: BETOPLUS KANNEN MUOTOILUVALU	53
	LIITE 6: REUNAPALKKIEN KIMMOVASARATULOKSET	55
	LIITE 7: LÄHTEENSILLAN BETONIPEITEMITTAUKSET.....	56
	LIITE 8: BETONIPINTOJEN TARKASTUSPÖYTÄKIRJA.....	59
	LIITE 9: MUOTOILUVALUN PINTAKOSTEUS MITTAUKSET.....	60
	LIITE 10: VESIERISTYSPÖYTÄKIRJA	61
	LIITE 11: ITSELLELUOVUTUKSEN MAASTOKATSELMUS.....	62

1 JOHDANTO

1.1 Tausta ja tavoitteet

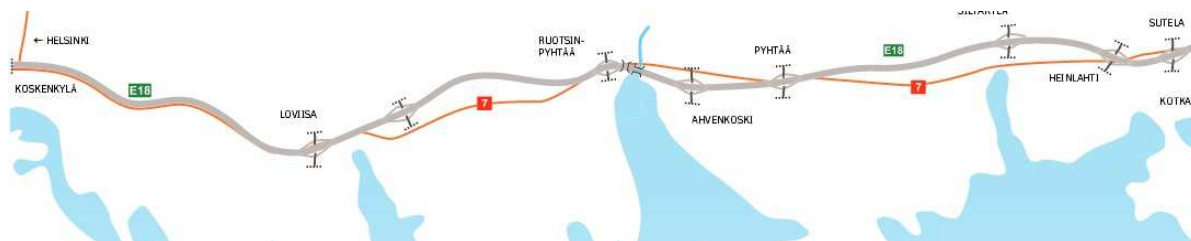
Tiesiltojen rakentaminen on ollut Suomessa varsin voimakasta 1960-luvulta alkaen, jolloin siltoja rakennettiin niiden pinta-alan perusteella lähes kolminkertainen määrä edelliseen vuosikymmeneen verrattuna. Sillanrakentaminen jatkui Suomessa varsin vilkkaana 1960-luvulta aina 1990-luvun loppupuolelle saakka. Käytännön kokemusten perusteella silta tulee peruskorjausikänsä 30–40 vuoden iässä. 1960-luvun sillat ovat siis tulleet peruskorjausikänsä, mutta korjauksia ei ole voitu rahoituksen niukkuuden vuoksi riittävässä määrin toteuttaa. Siltojen peruskorjaustarve ja samoin tietysti myös rahoitustarve on noussut pysyvästi aikaisempaa suuremmaksi. Tähän on reagoitu vuonna 2005 valmistuneen julkaisun Siltojen ylläpito – Toimintalinjat mukaisesti. Siltojen ylläpidon ja korjauksen rahoitustaso on vähitellen nostettu tasolle, jolla kunnon heikkeneminen voidaan pysäyttää sekä korjaustoiminnan jälkeenjäämää voidaan ryhtyä poistamaan. (Tiesillat 1.1.2010, Liikennevirasto 2010, 3.)

Juuri siltojen heikko kunto ja kasvanut korjaustarve on syy tämän työn tekemiselle. Työssä on tavoitteena esittää Lähteen sillan peruskorjaushankkeen toteuttaminen selostamalla korjaustyöhön liittyvät työvaiheet toteutusjärjestyksessä. Työn on tarkoitus toimia mallina ja apukeinona tulevaisuudessa toteutettavien siltojen korjaustöissä. Työssä myös pyritään antamaan kuva siitä mitä taitorakenteiden kunnon seuranta pitää sisällään. Tarkoituksena on auttaa lukijaa ymmärtämään mikä johtaa sillan korjaushankkeen toteuttamiseen.

Opinnäytetyössä käytettävä materiaali on kerätty kesällä 2013 toteutetun sillan korjauksesta E18 Koskenkylä - Kotka EKM hankkeelta. Lisäksi työssä on käytetty lähdemateriaaleja, joista tärkeimmät ovat Sillan tarkastuskäsikirja, Taitorakenteiden tarkastusohje sekä SILKO-ohjeet. Suoritin hankkeella opintosuunnitelmaan sisältyvät työnjohtoharjoittelut siltojen rakennus-, sekä korjaustyömailla. Opinnäytetyön toimeksiantaja on YIT Rakennus Oy, joka toimi kyseisellä moottoritiehankkeella siltojen rakennus-, sekä korjaustöiden pääurakoitsijana. Opinnäytetyön ohjaajina YIT Rakennuksen puolelta toimivat työpäällikkö Pertti Kärkkäinen, sekä hankkeen laatupäällikkö Jussi Laamanen.

1.2 Kohde

1.2.1 E18 Koskenkylä - Kotka EKM hanke



KUVA 1 E18 Koskenkylä - Kotka (Tieyhtiö Valtatie 7 Oy, 2012)

Tieyhtiö Valtatie 7 Oy rakennuttaa 53 kilometriä uutta moottoritietä Porvoon itäpuolelta Koskenkylästä Kotkaan (KUVA 1). Rakentamisesta vastaa Työyhteisliittymä Pulteri, jossa osakkaina ovat Destia Oy ja YIT Rakennus Oy. Hankkeen tilaajana on Liikennevirasto. E18 Koskenkylä - Kotka hanke sisältää 36 kilometriä uutta moottoritietä ja 17 kilometriä nykyisen moottoriliikennetien parantamista moottoritieksi. Moottoritieosuudelle rakennetaan 6 uutta eritasoliittymää, 68 siltaa ja yksi lähes 500 metrin tunneli. Tiehanke muodostuu kuudesta tieosasta ja niihin liittyvistä teistä ja kevyenliikenteen väylistä. Uuden moottoritien ensimmäinen tieosa avataan liikenteelle marraskuussa 2013 ja kokonaisuudessaan moottoritie on käytössä vuoden 2014 syksyllä. (Tieyhtiö Valtatie 7 Oy, 2012.) Tieyhtiö Valtatie 7 Oy:n omistavat YIT Rakennus Oy, Destia Oy, Meridiam Infrastructure Projects S.á.r.l ja Keskinäinen Eläkevakuutusyhtiö Ilmarinen.

1.2.2 YIT Rakennus Oy

YIT Rakennus Oy on suomalainen rakennusalan yritys, jonka toimialat ovat asuntojen rakentaminen, toimitilarakentaminen sekä infrarakentaminen. YIT Rakennus Oy on Suomen suurin asuntojen rakentaja sekä suurimpia infra- ja toimitilarakentajia. YIT:n toiminta-alue on Suomi, Venäjä, Baltian maat, Tshekki ja Slovakia. Vuonna 2014 YIT:n palveluksessa työskenteli noin 6000 henkilöä ja liikevaihto oli 1,9 miljardia euroa. (YIT Oyj 2014.)

1.2.3 Lähteen sillan korjaushanke



KUVA 2 Uusi linjaus erkanee vt7sta Loviisassa (Liikennevirasto 13.6.2013)

Lähteen silta U-1740 sijaitsee Helsinki - Vaalimaa valtatiellä nro 7 Loviisassa, tieosoite 7-019-1550. Silta ylittää Loviisajoen (KUVA 2). Silta on tyypiltään Jännitetty betoninen palkkisilta, elementtirakenne, Jbpe. Silta on valmistunut liikenteelle vuonna 1989.

Siltarekisterin mukaan sillalle on tehty korjaustoimenpiteitä vuosina 1995 ja 2007. Vuonna 1995 on tehty eroosiovaurioiden korjausta ja vuonna 2007 mm. pääkannattajapalkkeja on paikattu, tippuputkia jatkettu ja kaidepylväiden juuria on kunnostettu. Silta peruskorjattiin osana E18 Koskenkylä - Kotka EKM hanketta.

Sillan ominaistiedot:

– jännemitta (m)	17,40
– hyödyllinen leveys (m)	13,01
– vapaa-aukko (m)	16,80
– vinous (gon)	28
– kokonaispituus (m)	24,60
– kannen pituus (m)	18,03
– suunnittelukuorma	Lk-I, Ek-I, TVH 82

Korjaustöissä on noudatettu InfraRYL 2006 (Osa 1:2010, Osa 3:2008), sekä SILKO – ohjeen asettamia laatuvaatimuksia. Sillalle toteutetut korjaustoimenpiteet pohjautuvat syksyllä 2012 tehtyyn erikoistarkastukseen, sekä teknisiin vaatimuksiin. Sillan korjausrakassa sillan reunapalkit uusitaan, sekä ulommat pääkannattajapalkit, kansilaatta ja maatuet korjataan. Tippuputket, pintarakenteet ja kaiteet uusitaan. Sillan pohjoiselle laidalle asennetaan sillankaiteen lisäksi läpinäkyvä melukaide. Keilat ja luiskat kunnostetaan

2 TAITORAKENTEIDEN KUNNON SEURANTA

Taitorakenteita ovat kaikki sellaiset rakenteet, joiden rakentamiseksi on laadittava lujuuslaskelmiin perustuvat suunnitelmat ja joiden rakenteellinen vaurioituminen suunnittelu- tai rakennusvirheen seurauksena saattaa aiheuttaa vaaraa ihmisille tai liikennejärjestelmälle ja/ tai merkittäviä korjauskustannuksia rakenteelle tai sen välittömälle ympäristölle. Tarkastuksista saadaan arvokasta tietoa rakenteiden kunnosta. Tarkastukset tuottavat tietoa mm. eri-ikäisten, erityyppisten ja eri olosuhteissa olevien rakenteiden kunnosta ja sen kehittymisestä. Erilaisten tarkastusten avulla saadaan eritasoista tietoa rakenteen kunnonhallinnan tueksi, jolloin voidaan hallitusti kohdentaa rakenteelle korjaustoimenpiteitä siten, että rakenteen liikenne- ja henkilöturvallisuus sekä kantavuus pysyvät sille määrityksellä tasolla. (Taitorakenteiden suunnittelun lähtötieto-ohje, Liikennevirasto 2014, 7)

Taitorakenteiden kuntoa seurataan säännöllisesti koko elinkaaren ajan. Tarkastustyyppit, sekä niiden suoritusajankohdat on esitetty taulukossa 1.

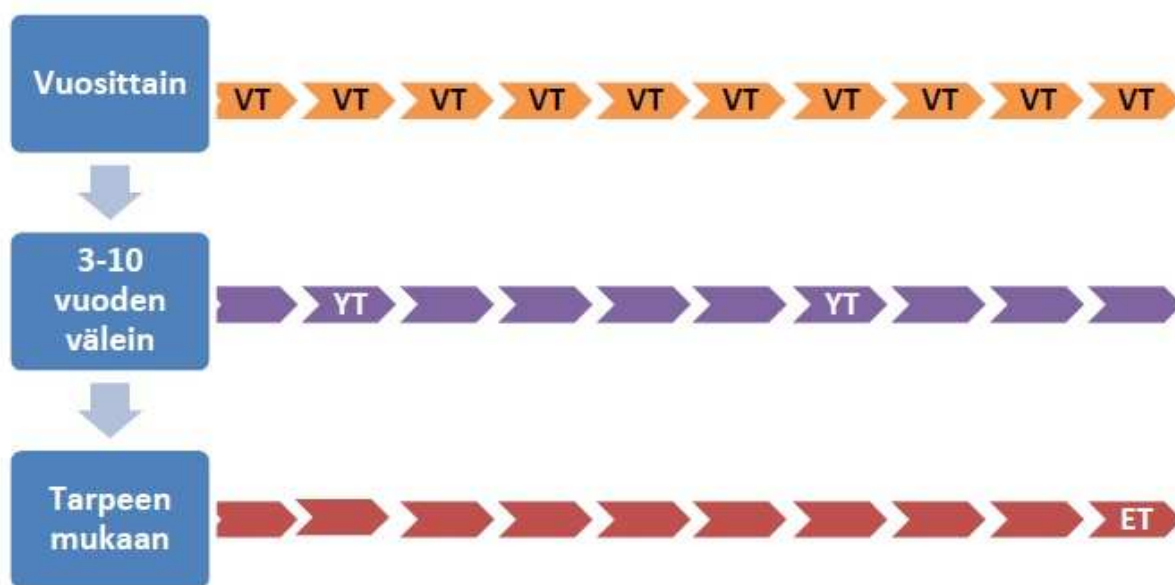
TAULUKKO 1 Taitorakenteiden tarkastustyyppit (Taitorakenteiden tarkastusohje, Liikennevirasto 2013, 50)

TYYPPI	LYHENNE	SUORITUKSEN AJANKOHTA
Vastaanottotarkastus	VOT	Urakan valmistuttua tilaajalle luovutuksen yhteydessä
Vuositarkastus	VT	Vuosittain
Yleistarkastus	YT	5 vuoden välein, silloissa toleranssi noin 3 vuotta suuntaan tai toiseen riippuen rakenteen kunnosta.
Laajennettu yleistarkastus	LYT	Tarvittaessa
Erikoistarkastus	ET	Tarvittaessa, esim. peruskorjauksen tarve.
Tehostettu tarkkailu	TT	Esim. kun silta päätetään käyttää loppuun taloudellisen hyödyn maksimoimiseksi (painorajoitus poistetaan).

Pääsääntöisesti taitorakenteiden käyttöiän aikaisiin tarkastuksiin voidaan laskea seuraavat tarkastukset (Taitorakenteiden tarkastusohje, Liikennevirasto, 2013, 50).

1. Vastaanottotarkastus käynnistää rakenteen tarkastustoiminnan. Vastaanottotarkastuksessa kerätään tarkastustoiminnan lähtöasiakirjat. Niiden perusteella rakenteen perustiedot päivitetään Taitorakennekisteriin ja määrätään ensimmäisen yleistarkastuksen ajankohta.
2. Vuositarkastuksessa tehdään havainnot rakenneosien kunnosta ja tarkastetaanhoidon taso. Vuositarkastuksessa havaitut vauriot saatetaan tilaajan tietoon vuositarkastuslomakkeella. Pahat vauriot siirretään tarkastettavaksi yleistarkastuksessa tai tutkittavaksi erikoistarkastuksessa.
3. Yleistarkastus on pohjana seuraavalle tarkastukselle ja toimenpiteiden ohjelmoinnille. Yleistarkastuksessa havaittujen vakavien vaurioiden perusteella rakenne voidaan asettaa tehostettuun tarkkailuun tai sille suositellaan erikoistarkastusta. Suurille vesistösilloille ja terässilloille tehdään aika ajoin laajennettu yleistarkastus.

4. Erikoistarkastus suoritetaan kun rakenteen kunnosta on tarpeen saada silmämääräistä tutkimusta tarkempaa tietoa. Erikoistarkastus tehdään, kuin vuosi- tai yleistarkastuksen perusteella on syytä selvittää rakenteessa näkyvien vaurioiden syntymekanismia tarkemmin, selvittää rakenteen vaurioitumisaste syvemmältä, tarkentaa rakenteen kuntoarviota tai kun vaurioita on niin paljon, että rakenteen peruskorjaus alkaa olla ajankohtainen. Tarkastuksista saadaan lähtötiedot toiminnansuunnittelua tai korjaussuunnitelman laatimista varten. Tämän työn kannalta näistä oleellisimmat tarkastukset ovat yleis-, sekä erikoistarkastus (KUVIO 1).



KUVIO 1 Taitorakenteiden käyttöiän aikainen tarkastusjärjestelmä (Taitorakenteiden tarkastusohje, Liikennevirasto 2013, 51)

Edellämainituista tarkastuksista oleellisimmat tätä työtä koskien ovat yleistarkastus (YT), sekä erikoistarkastus (ET). Sillalle on tehty erikoistarkastus suunnittelun lähtötiedoksi.

2.1 Siltojen kuntoa kuvaavat tunnusluvut

Liikennevirasto käyttää siltojen ylläpidon ja korjauksen tavoitteenasettelussa sillan kunnan kuvaajana vauriopistesummaa (VPS) ja kuntoluokkaa (Sillantarkastuskäsikirja, Liikennevirasto 2013, 9). Siltojen vaurio- ja kuntotiedot päivitetään siltarekisteriin. Siltarekisteri on siltojen tietovarasto ja rekisteristä löytyy edellä mainittujen tietojen lisäksi mm. siltojen hallinnolliset ja rakenteelliset tiedot, tietoa suunnitelluista ja toteutuneista korjauksista, tarkastusten yhteydessä otettujen näytteiden analyysien tulokset, sekä tarkastusten yhteydessä silloista otetut valokuvat.

2.1.1 Vauriopistesumma

Siltojen ylläpidon tavoitteenasettelussa on otettu käyttöön sillan kunnan kuvaajana nk. vauriopistesumma (VPS), johon vaikuttavat seuraavat tekijät:

- vaurion sijaintirakenneosa (TAULUKKO 2)
- tarkastajan antama vaurion sijaintirakennemuksen kuntoarvio (TAULUKKO 3)

- vaurioluokka (TAULUKKO 5)
- vaurion korjaustarpeen kiireellisyys (TAULUKKO 4)

Siltakohtainen vauriopistesumma (VPS) on sillan kuntoa kuvaava suure, joka päivittyy automaattisesti siltarekisteriin yleistarkastuksen yhteydessä kirjattujen vauriotietojen pohjalta.

Vauriopistesumma saadaan laskettua seuraavan kaavan mukaan:

$$VPS = \Sigma VP_{100} + \Sigma VP_{200} + k_L \times k_{HL} \times k_A \times (\Sigma VP_{300}) + \Sigma VP_{400} + \Sigma VP_{500} + \Sigma VP_{600} + \Sigma VP_{700} + k_A \times (\Sigma VP_{800}) + \Sigma VP_{900}$$

ΣVP_x Päärakenneosan X-sarjaan kohdistuvat vauriopisteet.

VP_x Vaurion pisteet = Rakenneosaryhmän X painokerroin \times rakenneosaryhmän X kuntoarvopisteet \times korjauksen kiireellisyyspisteet \times vaurioluokkapisteet

k_L Pituuden kerroin

$k_L = \max[1, (j_{\max} - 30)/30]$ eli silta saa lisäpisteitä, kun kyseessä on suuri silta eli maksimijännemitta ≥ 60 m.

k_{HL} Leveyden kerroin

$k_{HL} = 1$, kun $HL \leq 15$ m

k_{HL} kasvaa lineaarisesti, kun $15 \text{ m} < HL \leq 45 \text{ m}$

$k_{HL} = 2,5$ kun $HL > 45$ m

k_A Avattavien siltojen kerroin

$k_A = 5$ kun silta on avattava, muille 1.

Kertoimia k_L , k_{HL} ja k_A ei sovelleta putkisilloille. Putkisilloja ovat ne sillat, joiden pääsiltatyyppi on teräsbetoninen, jännitetty betoninen, teräksinen tai säänkestävä teräksinen putki tai teräksinen tai säänkestävä teräksinen holvi. (Sillantarkastuskäsikirja, Liikennevirasto, 2013, 133.)

Siltojen rakenneosaryhmä x ovat:

100	alusrakenne
200	reunapalkki
300	muu päällysrakenne
400	päällyste
500	muu pintarakenne
600	kaiteet
700	liikuntasaumalaitteet
800	muut varusteet
900	siltapaikka

(Sillantarkastuskäsikirja, Liikennevirasto, 2013, 134.)

TAULUKKO 2 Rakenneosien painokertoimet (Sillantarkastuskäsikirja, Liikennevirasto 2013, 134)

Rakenneosaryhmä	Tiesilta	Tukikerroksilliset rautatiesillat	Muut rautatiesillat
Alusrakenne	0,7	0,7	0,7
Reunapalkki	0,2	0,5	0,2
Muu päällysrakenne	1	1	1
Päällyste/ Raide	0,3	0,5	1
Muu pintarakenne	0,5	0,4	0,4
Kaiteet	0,4	0,2	0,2
Liikuntasaumalaitteet	0,2	0,1	0,1
Muut varusteet	0,2	0,2	0,2
Siltapaikka/ asemarakenteet	0,3	0,3	0,3

TAULUKKO 3 Rakenneosaryhmän kuntoarviopisteet (Sillantarkastuskäsikirja, Liikennevirasto 2013, 134)

Rakenneosaryhmän kuntoarvio	Kuntoarviopisteet
0 = Uuden veroinen	1
1 = Hyvä	2
2 = Välttävä	4
3 = Huono	7
4 = Erittäin huono	11

TAULUKKO 4 Korjauksen kiireellisyysepisteet (Sillantarkastuskäsikirja, Liikennevirasto 2013, 134)

Vaurion korjauksen kiireellisyys	Kiireellisyysepisteet
10 = Korjataan heti	5
11 = Korjataan 2 vuoden kuluessa	4,5
12 = Korjataan 4 vuoden kuluessa	3
13 = Korjataan myöhemmin	1,5
14 = Ei korjata ollenkaan	0,5

TAULUKKO 5 Vaurioluokkapisteet (Sillantarkastuskäsikirja, Liikennevirasto 2013, 135)

Vaurioluokka	Vaurioluokkapisteet
1 = Lievä	1
2 = Merkittävä	2
3 = Vakava	4
4 = Erittäin vakava	7

2.1.2 Kuntoluokka

Maantiesillan kuntoluokka määritellään lasketun yleiskunnon ja tiettyjen vauriokirjausten mukaan taulukon 6 mukaisesti.

TAULUKKO 6 Tiesillan kuntoluokan määrittely (Sillantarkastuskäsikirja, Liikennevirasto 2013, 136)

Kuvaus kunnosta	Luokittelukriteerit	
	Varsinaiset sillat	Putkisillat
5 ERITTÄIN HYVÄ Uusi tai lähes uuden veroinen silta.	LYK = 0,00 – 0,50 ja YKA = 0	LYK = 0,00 – 0,50 ja YKA = 0
4 HYVÄ Hyväkuntoinen silta, jossa on normaalia kulumista ja ikääntymistä. Sillan yleiskunto voi olla hyvä vaikka jonkin pääraakennososan kuntoarvio on tyydyttävä tai huono	LYK = 0,51–1,25 tai YKA = 1 eikä kumpikaan huonompi	LYK = 0,51–1,25 tai YKA = 1 eikä kumpikaan huonompi
3 TYYDYTTÄVÄ On jo puutteita ja vaurioita, kuten rapautumista tai ruostumista, mutta korjaamista voidaan vielä siirtää. Yleiskunto voi olla tyydyttävä, vaikka jonkin pääraakennososan kuntoarvio olisikin huono tai erittäin huono.	LYK = 1,26–2,00 tai YKA = 2 eikä kumpikaan huonompi	LYK = 1,26–2,00 tai YKA = 2 tai jompikumpi on huonompi, mutta teräsputkessa ei ole vaurioluokan 4 korroosiovauriota
2 HUONO Useita selvästi havaittavia korjausta vaativia vaurioita tai jokin yksittäinen vakava vaurio. Erikoistarkastuksen ja peruskorjauksen tarve on ilmeinen.	LYK = 2,01–2,75 tai YKA = 3 eikä kumpikaan huonompi tai kansilaatan vesivuotovaurio vaurioluokassa 4 tiellä, jota ei suolata	LYK = 2,01–3,25 tai YKA = 3 eikä kumpikaan huonompi ja teräsputkessa on vaurioluokan 4 korroosiovaurio
1 ERITTÄIN HUONO Silta on täydellisen peruskorjauksen tai jopa uusimisen tarpeessa. Kunto ei ole hyväksyttävissä. Vaurioita on niin paljon, että pelkästään niiden kirjaaminen on työlästä.	LYK = 2,76–4,00 tai YKA = 4 tai kansilaatan vesivuotovaurio vaurioluokassa 4 suolatulla tiellä (hoitoluokat Isk, Is ja I)	LYK = 3,26–4,00 tai YKA = 4

Sillan laskettu yleiskunto (Lyk) päivittyy siltarekisteriin rekisteriohjelman laskemana yleistarkastuksen suorittajan päärakenneosille vaurioluokkapeiteiden pohjalta (taulukko 5).

Arvosteltavat päärakenneosat ja sillan yleiskunto ovat:

Nimi	Lyhenne
Alusrakenne	Alusr
Reunapalkkirakenteet	Rp
Muu päällysrakenne	Mpäär
Päällyste	Pääll
Muu pintarakenne	Mpinr
Kaiteet	Kait
Liikuntasaumamat	Liiks
Muut varusteet	Mvar
Siltapaikan rakenteet	Sipa
Yleiskunto	Yk (Sillantarkastuskäsikirja, Liikennevirasto 2013, 12)

Laskettu yleiskunto on sillan päärakenneosille tarkastuksen suorittajan antamista kuntoarvioista painottamalla saatu kuntoa kuvaava tunnusluku. Rakenneosaryhmien painoarvot on esitetty taulukossa 7. Laskettu yleiskunto esitetään kahden desimaalin tarkkuudella.

TAULUKKO 7 Tiesiltojen lasketun yleiskunnon laskennassa käytettävät painokertoimet (Sillantarkastuskäsikirja, Liikennevirasto 2013, 137)

Rakenneosaryhmä	Perussilta	Putkisilta	Jb-sillat ja tb-kaaret	Vinoköysi- ja riippusillat	Avattavat sillat
Alusrakenne	70	0	50	50	70
Reunapalkki	20	0	20	20	20
Muu päällysrakenne	100	100	100	100	100
Päällyste	25	5	20	25	25
Muu pintarakenne	50	0	50	40	50
Kaiteet	20	10	20	15	20
Liikuntasaumalaitteet	20	0	20	20	10
Muut varusteet	10	5	5	5	50
Siltapaikka	10	5	10	10	30

2.2 Siltojen yleistarkastus

Tiesillat	• 5 vuotta, vaihteluväli 3- 8 vuotta riippuen rakenteen kunnosta
Rautatiesillat	• 5 vuotta, vaihteluväli 3- 8 vuotta riippuen rakenteen kunnosta
Väylien ylittävät siltamaiset rakenteet ja rakennukset	• 5 vuotta, vaihteluväli 3- 8 vuotta riippuen rakenteen kunnosta

KUVIO 2 Ote taulukosta yleistarkastusten ajoitus (Taitorakenteiden tarkastusohje, Liikennevirasto 2013, 56)

Yleistarkastus on taitorakenteelle tehtävä ”pää tarkastus”, jolla seurataan rakenteen kunnan kehittymistä koko rakenteen käyttöajan ajan. Yleistarkastus on vuositarkastusta tarkempi, pääsääntöisesti silmämääräinen tarkastus, joka tehdään pääsääntöisesti 5 - 10 vuoden välein. Tarkastuksen ajoitukset rakenteittain on esitetty taulukossa 2. Seuraava tarkastus voidaan määrätä tehtäväksi jo 3 – 5 vuoden päästä, mikäli rakenteen kunto on tietyiltä osin niin huono, että vaurion/ vaurioiden kehittymistä on seurattava tarkemmin. Toisaalta hyväkuntoisten rakenteiden osalta tarkastusväli voisi olla jopa 8 - 10 vuotta, jos rakenteen kunto on hyvä (KUVIO 2).

Yleistarkastuksen tarkoituksena on tuottaa vuositarkastusta tarkempaa tietoa rakenteiden vaurioitumisesta ja kunnosta. Tarkastuksesta kirjataan ylös kaikki havaitut vauriot, sijaintitietoineen ja vaurioasteineen. Tarkastustiedot kirjataan taitorakennerekisteriin.

Rakenteiden yleistarkastusten laatuvaatimukset ja tarkastusohjeet on esitetty erillisissä julkaisuissa:

- Siltojen yleistarkastusten laatuvaatimukset
- Sillantarkastuskäsikirja
- Laituritarkastuskäsikirja
- Kanavarakenteiden tarkastuskäsikirja
- Kiinteiden merimerkkien tarkastuskäsikirja

Tarkastustoiminta ja sen ohjeistus kehittyy jatkuvasti ja vanhojen ohjeiden uusimistyö sekä, eri rakenteita koskevien, uusien ohjeiden laatiminen on käynnissä. Oheinen lista päivittyy aika ajoin ja ajantasainen lista ko. ohjeista löytyy Liikenneviraston internet-sivuilta. (Taitorakenteiden tarkastusohje, Liikennevirasto 2013, 54 - 55.)

Kunkin päärakenneosan ja koko sillan yleiskunto arvostellaan asteikolla 0–4:

- | | |
|---|----------------|
| 0 | uuden veroinen |
| 1 | hyvä |
| 2 | välttävä |
| 3 | huono |

- 4 erittäin huono
Erikoistapauksissa voidaan käyttää myös parametria:
9 rakenneosaa ei voitu tarkastaa

Kuntoarviota 9 (= ei tarkastettu) saa käyttää vain, kun rakenneosaa ei pysty näkemään vallitsevien olosuhteiden takia, esimerkiksi, kun vedenpinta on poikkeuksellisen korkealla. Ensisijaisesti kuntoarvio on kuitenkin aina pyrittävä antamaan. (Sillantarkastuskäsikirja, Liikennevirasto 2013, 11 - 12.)

Siltojen yleistarkastus suoritetaan silmämääräisesti Liikenneviraston laatimien Taitorakenteiden tarkastusohjeen-, Siltojen yleistarkastusten laatuvaatimusten-, sekä Sillantarkastuskäsikirjan ohjeiden ja esimerkkien osoittamalla tavalla. Sillan yleistarkastuksessa kaikille sillan päärakenneosille annettua kuntoa kuvaavaa arvoa käytetään sillan lasketun yleiskunnon laskemisessa (katso s. 14).

2.3 Siltojen erikoistarkastus

Sillan erikoistarkastuksen tavoitteena on yleensä selvittää sillan kuntotilanne ja vauriot korjaussuunnittelun lähtötiedoiksi. Tarkastus voi olla myös rajattu, vain tiettyihin rakenneosiin tai vaurioihin kohdistuva. (Siltojen erikoistarkastusten laatuvaatimukset, Liikennevirasto 2010, 9)

Taitorakenteiden erikoistarkastukseen kuuluu pääsääntöisesti

- tarkastussuunnitelman laatiminen
- tarkastuksen turvallisuussuunnitelman laatiminen
- mahdollisten liikennejärjestely suunnitelmien laatiminen
- yleistarkastus
- kenttätutkimusten ja – mittausten tekeminen ja näytteenotto
- laboratoriotutkimusten tekeminen
- tarkastustietojen ja tutkimustulosten päivittäminen Taitorakennerekisteriin
- erikoistarkastusraportin laatiminen.

Erikoistarkastuksen tarkoituksena on saada yleistarkastusta tarkempaa tietoa rakenteen kunnosta korjaussuunnittelun ja/ tai muiden toimenpidepäätösten lähtötiedoksi. Erikoistarkastuksessa käytetään silmämääräisen tarkastuksen lisäksi tutkimusmenetelmiä, joiden avulla rakenteiden kuntoa voidaan arvioida pintaa syvemältä. Erikoistarkastus voidaan koko rakenteen lisäksi rajata käsittämään tietyn rakenneosan/ tutkimustyyppin. (Taitorakenteiden tarkastusohje, Liikennevirasto 2013, 68.)

Yleisesti ottaen sillalle suoritetaan erikoistarkastus aina, kun se päätetään peruskorjata. Erikoistarkastuksella saadaan tuotettua määräluettelot ja lähtötiedot joita tarvitaan korjaussuunnittelun lisäksi mm. korjausurakan kilpailuttamisessa.

2.4 Siltojen erikoistarkastus – kohteena Lähteen silta

Lähteen sillalle tehtiin erikoistarkastus 26.9.2012. Erikoistarkastuksen sillalle suoritti Ramboll Finland Oy ja tarkastuksen päätarkastajana toimi ins. Tuomo Koskela. Lähteen sillan erikoistarkastuksesta on tuotettu 24.11.2012 erikoistarkastusraportti. Erikoistarkastus suoritettiin lähtötietojen saamiseksi korjaussuunnitelua varten.

Sillalle tehtiin erikoistarkastuksen yhteydessä yleistarkastus. Sillan erikoistarkastuksen tulokset on päivitetty siltarekisteriin. Sillan lasketuksi yleiskunnoksi (Lyk) oli saatu 2,16, kuntoluokka oli 2 ja vauriopesumma (VPS) oli 301. Tiesillan kuntoluokan määrittelyn mukaan sillan kunto oli huono (TAULUKKO 7). Sillassa oli useita selvästi havaittavia korjausta tarvitsevia vaurioita, peruskorjauksen tarve oli ilmeinen.

Rakenneosien kunnosta Lähteen sillan erikoistarkastusraportissa todettiin seuraavaa:

- Alus- ja päällysrakenteen betonipeitteet ovat hyviä, vaikka eivät täysin täytäkään nykyisiä vaatimuksia. Karbonatisoituminen on normaalia tai vähän normaalia nopeampaa. Karbonatisoitumisen käynnistämä teräskorroosio ei kuitenkaan ole uhka rakenteiden säilyvyydelle.
- Siipimuureissa, kansilaatan ulokkeissa, reunimmaisissa pääkannattajapalkeissa (tippuputkien kohdilla) ja reunapalkissa todettiin korkeita kloridipitoisuuksia. Pääkannattajapalkeissa on teräskorroosion aiheuttamia halkeamia tippuputkien kohdilla. Reunapalkeissa on erittäin vakavia rapautumisvaurioita.
- Sekä alusrakenteiden että kansilaatan alapinnan betonien puristuslujuudet ja vetolujuudet ovat pääosin hyviä. Kansilaatan yläpinnan vetolujuusarvot viittaavat rapautumiseen.
- Kansilaatan yläpinnassa todettiin ohuthie- ja pintahietutkimusten perusteella pakkasrapautumista. Vedeneristys vuotaa.
- Kaiteet ovat kunnossa, mutta ne eivät ole nykyisten ohjeiden mukaista tyyppiä.
- Keiloissa kasvaa vesakkoa ja etuluiskaverhoukset puuttuvat.

3 PURKUTYÖT JA TUKIRAKENTEIDEN KORJAUS

Siltarakenteiden purkutöissä ja tukirakenteiden korjaustöissä noudatetut ohjeet, suunnitelmat sekä laatuvaatimukset:

– SILKO 2.240	Vedeneristyksen alustan kunnostus
– SILKO 2.311	Sillankaiteen uusiminen
– SILKO 2.611	Tippuputken teko päällysrakenteeseen
– SILKO 2.814	Asfalttipäällysteen uusiminen
– R15/12209	Korjaussuunnitelmaselostus
– R15/12209 r-2	Pääkannattajapalkkien korjauspiirustus
– InfraRYL 2006/ 42011	Alustavat työt

Ennen varsinaisten korjaustöiden aloittamista silta oli otettu aiemmin kesän 2013 aikana työmaaliikenteen käyttöön. Kun siltaa ei enää tarvittu työmaaliikenteelle, niin korjaus työt aloitettiin pintarakenteiden poistamisella.

3.1 Pintarakenteiden purkaminen

Sillan päällysteenä oleva asfaltti, sekä mastiksi vedeneristys poistettiin kaivinkoneella tasateräisellä kauhalla. Suunnitelmissa oli kansilaatan pinta määrätty jyrättäväksi. Kaivinkoneella toteutetun pintarakenteiden purkutyön jälkeen pidetyn katselmuksen pohjalta totesimme, että kansi mitä ilmeisimmin vaatii tasovesipiikkauksen, joten jyrättä ei suoritettu.

3.2 Varusteiden ja laitteiden purkaminen

Sillan kaiteet olivat hyväkuntoiset, mutta ne eivät täyttäneet enää kaiteille asetettuja turvallisuusvaatimuksia. Aliurakoitsija purki sillankaiteet käyttäen Ø 230 mm kulmahiomakonetta, sekä polttoleikkuslaitteita. Aliurakoitsija toimitti vanhat kaiteet pois työmaalta. Sillan tippuputket porattiin irti kannesta timanttikoralla, Ø 90 mm:n terällä. Poratut reiät toimivat samalla varauksina uusille tippuputkille.

3.3 Vesipiikkaus

Lähteen sillan betonirakenteiden purku hoidettiin vesipiikkaamalla ja työn suoritti Suomen Vesipiikkaus Oy. Kalustona käytettiin 1000 barin vesipiikkausyksikköä, joka muodostuu korkeapainepumpusta ja kauko-ohjattavasta vesipiikkausrobotista. Vesipiikkaus tapahtui robotin kohdesuojan alla. Lisäsuojaustoimenpiteenä teimme eteläpuoleiselle työtasolle puurunkoisen kolminkertaisen suodatin-kangassermin suojaamaan viereisen tien käyttäjiä mahdollisilta sinkoutuvilta purkubetonipalasilta.

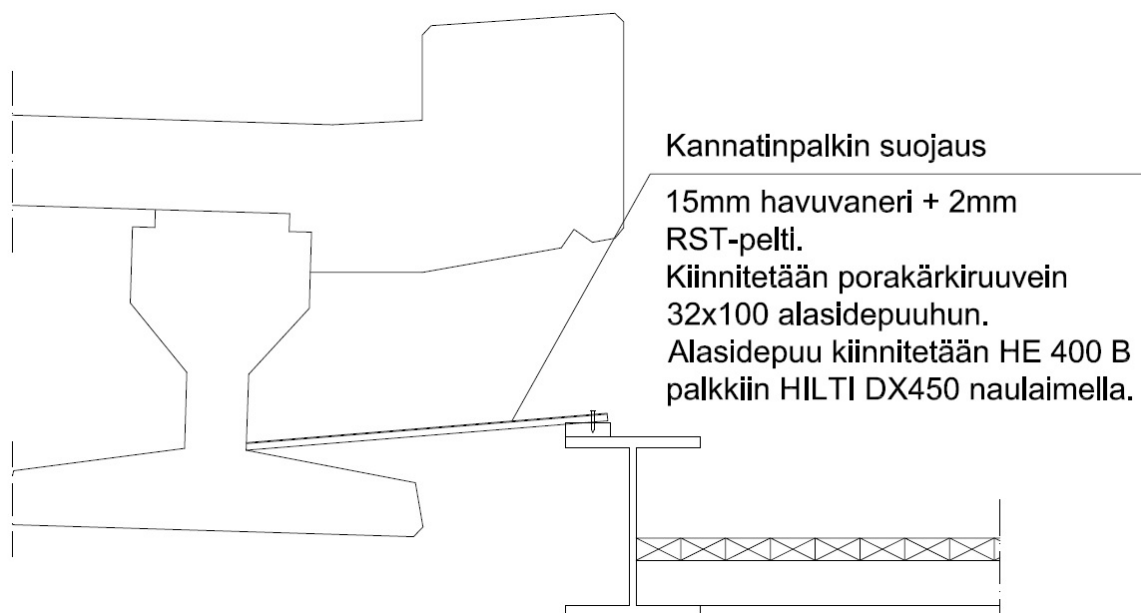
Purkujärjestyksessä ensimmäisenä olivat sillan kannen reunapalkit, jonka jälkeen purettiin maatuen siipimuurien reunapalkit ja viimeisenä toteutettiin kannen tasovesipiikkaus. Vesihuolto piikkauskalustolle hoidettiin käyttämällä kahta 60 m³ vesisäiliötä, joita täytettiin 12 m³ vesikuljetuksilla työpäivän aikana tarpeen mukaan. Illalla työpäivän päätyttyä vesisäiliöt täytettiin seuraavaa työpäivää varten.

Vesi otettiin paikallisen pelastuslaitoksen vesipisteestä. Vesi oli puhdasta, juomakelpoista vesijohtovettä. Joissakin vesistöosastoissa onnistuu veden ottaminen vesistöä suoraan, mutta se ei ole suositeltavaa. Veden mahdollinen liiallinen humuspitoisuus aiheuttaa vesipiikkauskaluston suodattimien tukkeutumisen ja näin ollen viivästyksiä työhön ylimääräisten huoltotoimenpiteiden muodossa.

3.3.1 Kannen reunapalkit

Reunapalkeissa oli erittäin vakavaa rapautumista koko sillan pituudella (KUVA 6). Etelän puoleinen reunapalkki oli altistunut sillan kallistuksesta johtuen enemmän tiesuolalle. Reunapalkki oli matalaa tyyppiä ja asfaltti oli reunapalkin yläpinnan tasossa, joten vesi pääsi valumaan esteettä reunapalkin päältä pitkin reunapalkin sivua. Etelän puoleinen reunapalkki oli läpeensä hyvin pehmeää ja kyseisen palkin purkaminen sujui vaivatta verrattain pienellä, noin 700 bar:n paineella. Pohjoisen puoleinen reunapalkki oli säilynyt melko kovana, koska sillan kannen pohjoiseen viettävä kaato oli hävinnyt ajan saatossa uusittujen asfaltointejen takia. Reunapalkki ei ollut altistunut tiesuolalle. Piikkaus painetta jouduttiin nostamaan noin 100 bar:a eteläpuolella käytetyltä tasolta päästäksemme haluttuun lopputulokseen.

Sillan pääkannattajapalkkien laipat suojattiin purkutyön ajaksi 15 mm:n havuvanerilla, jonka päälle laitettiin 2 mm:n RST-pelti. Suoja kiinnitettiin porakärkiruuvein HE 400 B -telinepalkkiin kiinnitettyyn 32 mm x 100 mm alasidepuuhun. Pääkannattajapalkin laipalle tullut suojauksen reuna jätettiin vapaaksi (KUVA 3). Suojaus oli suunniteltu kertakäyttöiseksi ja se toimi hyvin. Reunapalkit piikattiin telinoiden työtasolle, joista purkubetoni vietiin pois kottikärryillä.



KUVA 3 Havainnepiirros pääkannattajapalkkien suojauksesta (Laaksonen Matti, 2013)



KUVA 4 Vaurioitunut reunapalkki (Ramboll Oy, 2012)

3.3.2 Siipimuurien reunapalkit

Lähteensillan korjaussuunnitelmaselostuksessa määrättiin siipimuurien reunapalkin purkamisesta seuraavaa:

Maatukien siipimuurien kloridipitoinen betoni poistetaan piikkaamalla ulottaen piikkausraja noin metrin levyiselle kaistaleelle reunapalkkien liikuntasaman alapuolelle siipimuurin ja laakeritasojen pätyihin (KUVA 4). Työaikana otetaan tarvittavia lisäkloridinäytteitä, vähintään kaksi näytesarjaa siipimuuristaan. Kloridipitoisuus saa olla korkeintaan 0,03 paino-%, raudoituksen tasolla korkeintaan 0,02 paino-% (happoliukoisena määrättyinä = HL).

Siipimuurien reunapalkkien heikosta kunnosta johtuen piikkausraja siirtyi jonkin verran haluamaamme tasoa alemmaksi. Vesipiikkauksen edetessä arviomme yhdessä työntoteuttajan kanssa tulisiko piikkauspainetta pudottaa pysyäksemme haluamassamme piikkausrajassa. Totesimme, että paineen pudottamisella saattaisi olla negatiivinen vaikutus lopputuloksen laatuun. Vaarana olisivat olleet liian korkeat kloridipitoisuudet, kerta verrattain pienillä paineilla pääsimme vaivatta ohitse haluamamme piikkausrajan. Siirtynyt piikkausraja pysyi kuitenkin suunnittelijan määräämällä alueella, sekä se ei vaikeuttanut myöskään liaksi seuraavia työvaiheita, joten päätimme jatkaa samoilla asetuksilla laadun varmistamiseksi.

Reunapalkkien purkutyön jälkeen siipimuurista otettiin poranäytteet kloridipitoisuuksien määrittämiseksi, jotka toimitettiin Kymenlaakson ammattikorkeakoulun laboratorioon tutkittavaksi. Kloridipitoisuudet olivat sallituissa rajoissa (TAULUKKO 8).

TAULUKKO 8 Siipimuurien kloriditutkimukset

Näyte	Kuivapaino (g)	CL ⁻ (p-%)
Siipimuuuri oikea, Helsinki	3.88	< 0,01
Siipimuuuri vasen, Helsinki	3.29	< 0,01
Siipimuuuri oikea, Kotka	3.83	< 0,01
Siipimuuuri vasen, Kotka	5.07	< 0,01

3.3.3 Kannen tasovesipiikkaus

Kansilaatan pinta suunniteltiin purettavaksi vesipiikkausrobotilla tasovesipiikkauksena piikkaussyvyyyteen 0 - 3 cm. Kansilaatan betonin epätasaisesta laadusta johtuen, tasapaineella piikatessa, kansilaatasta n. 55 % alalta lähti betonipintaa pois 3 - 6 cm (KUVA 6) päätyen näin ollen kansilaatan pintaraudoituksen alapuolelle (KUVA 5). Työn lopputuloksen ja robotin toimivuuden asettamien rajojen vuoksi ei piikkauspainetta ollut mahdollista ryhtyä laskemaan kannen pehmeämmillä osioilla, vaan etsimme muutamalla koevedolla yhdessä robotin käyttäjän kanssa sopivan piikkauspaineen (n. 700 bar) jolla kansi käytiin läpi kokonaisuudessaan. Yleensä pintaraudoitusverkon alapuolelle ei saa sillankannen vesieristysalustan korjaustöissä mennä, koska tällöin sillan kantavuus heikkenee huomattavasti. Lähteen sillan kansi on kuitenkin vain pelkkä betonilaatta, joka on toteutettu paikallavaluna jännitettyjen betonielementtipalkkien päälle, joten kantavuus ei tässä tapauksessa kärsinyt millään tavoin.



KUVA 5 Kansi vesipiikkauksen ja puhdistuksen jälkeen (Saresma Mikko, 2013)

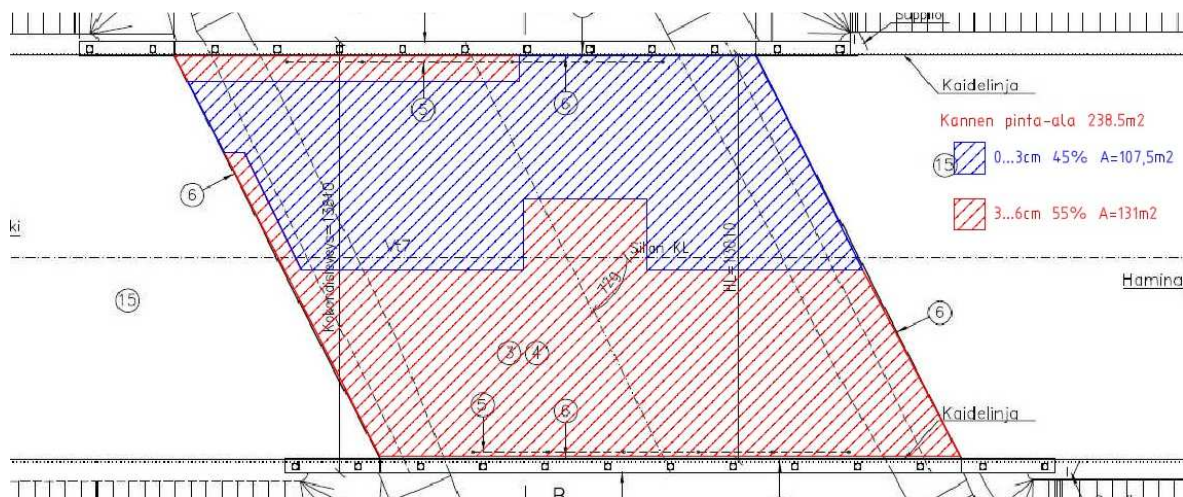
Tasovesipiikkauksen ja purkubetonijätteen puhdistamisen jälkeen piikatusta pinnasta otettiin kloridinäytteet (TAULUKKO 9), sekä vetokokeet (TAULUKKO 10). Toimenpiteet suoritti Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Vetokokeiden tulokset olivat todella hyvät ja kannen kloridipitoisuus oli jokaisessa näytteessä sallituissa rajoissa.

TAULUKKO 9 Kannen kloriditutkimukset

Näyte	Näytteenottoisyvyys	CL ⁻ (p-%)
CL 1	0 – 20 mm	< 0,01
CL 1	20 – 40 mm	< 0,01
CL 2	0 – 20 mm	< 0,01
CL 2	20 – 40 mm	< 0,01
CL 3	0 – 20 mm	0,02
CL 3	20 – 40 mm	< 0,01
CL 4	0 – 20 mm	< 0,01
CL 4	20 – 40 mm	< 0,01
CL 5	0 – 20 mm	< 0,01
CL 5	20 – 40 mm	< 0,01
CL 6	0 – 20 mm	< 0,01
CL 6	20 – 40 mm	< 0,01

TAULUKKO 10 Tasovesipiikatus kannen vetokokeet

Paikka	Tartuntavetolujuus N/mm ²	Vaatus N/mm ²	Irtoamistapa
V1	3.245	1.5	100 % betoni
V2	2.253		100 % betoni
V3	2.681		100 % betoni
V4	3.285		100 % betoni
V5	4.563		100 % betoni
V6	3.055		100 % betoni
V7	4.141		100 % betoni
V8	2,527		100 % betoni



KUVA 6 Piirros kannen tasovesipiikkauksen piikkaussyvyyksistä (Laaksonen Matti, 2013)

3.4 Maatuen tukirakenteiden korjaus

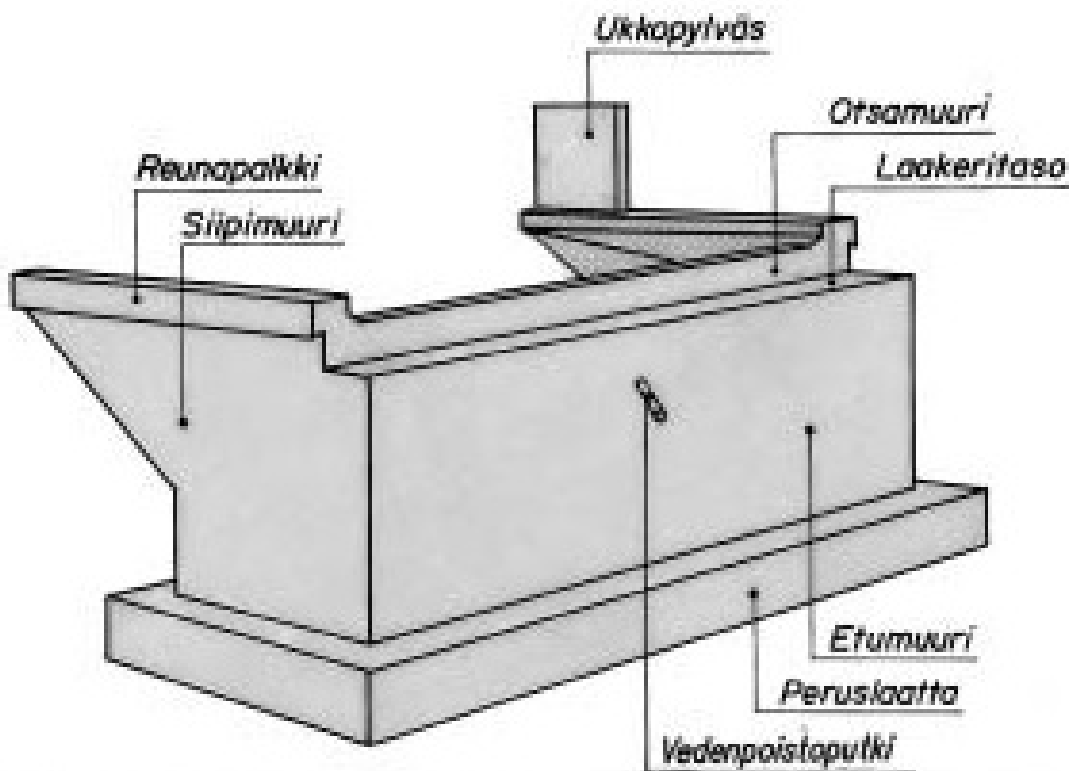
Työssä noudatetut ohjeet, suunnitelmat, sekä laatuvaatimukset:

- SILKO 2.231 paikkaus ilman muotteja
- SILKO 2.236 Halkeaman injektointi voimia siirtäväksi

Yleisimmin maatuki muodostuu kuvassa 7 esitetyistä rakenneosista. Lähteen sillan maatuessa kuvasta poiketen ei ole ukkopylvästä, sekä vedenpoistoputkea. Tässä kappaleessa käydään läpi maatuen etu-, sekä otsamuurin korjaukset. Siipimuurin korjaaminen, sekä sen reunapalkin uusiminen on esitetty kappaleessa 7.

Maatuen kannelle tulopuolen pinnassa, otsamuurissa, oli korroosiohalkeamia. Aikakautena jolloin silta on rakennettu, niin joissakin tapauksissa rauditusvälikkeinä käytettiin työterästä jonka muottipintaa vasten oleva pää oli suojattu muovisella hatulla. Riittämättömän suojaetäisyyden takia välikerudoite on ajan saatossa ruostunut ja laajetessaan aiheuttanut betonipinnan halkeilua. Nämä kohdat rajattiin kulmahiomakoneella ja piikattiin >50 mm syviksi (KUVA 8). Välikkeenä toiminut rudoite katkaistiin piikatun pinnan tasoon ja piikattu alue paikattiin Pagel M10 – paikkauslaastilla.

Kotkan puoleisessa maatuessa oli etumuurissa 3 kpl >0,2 mm halkeamia, kun halkeama on 0,2 mm tai isompi, niin se tulee korjata. Halkeamat injektointiin mansetteja käyttäen Semtu Luxit imeytysepoksilla, sulkuaineena toimi Epomax Plus (KUVA 9). Epoksi menekki oli n. 400g ja mansetteja asennettiin 12 kpl.



KUVA 7 Betonirakenteisen maatuen osat (Sillantarkastus ohje, Liikennevirasto 2004, 24)



KUVA 8 Maatuen Lännepuoleinen otsapinta (Laaksonen Matti, 2013-08-19)



KUVA 9 Kotkanpuoleisen maatuen halkeamat injektoituna (Saresma Mikko, 2013-10-15)

4 TELINETYÖT

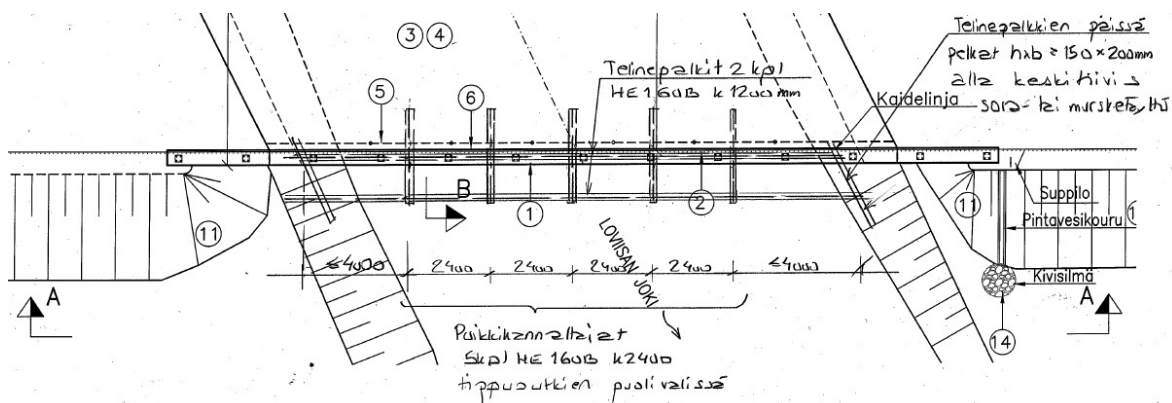
Teline- ja muottisuunnitelmat tuotti Tapio Käkönen Insinööritoimisto TAK-Plan Ky:stä. Telineiden pituussuuntaisina palkkeina oli suunniteltu käytettävän HE 160 B -palkkeja. Halusimme toteuttaa telineet käyttämällä edellisiltä työmailta jääneitä materiaaleja, joten korvasimme pituussuuntaiset telinepalkit HE 400 B -palkkeilla. Telineiden tuenta muuttui muiltakin osin merkittävästi tämän takia. Suunnittelimme yhdessä teline- ja muottityön toteuttavan kirvesmiehen kanssa telineet ja tuennat uusiksi. Kun telinepalkit oli asennettuna paikoilleen, niin pidimme katselmuksen Käkösen, sekä tilaajan edustajan kanssa. Katselmuksen yhteydessä esitin suunnitelmat siitä, miten aioimme telineet toteuttaa (KUVA 12). Käkönen, sekä tilaajan edustaja hyväksyivät nämä suunnitelmat.

Telineiden runko toteutettiin teräspalkeilla. Pituussuuntaiset telinepalkit olivat HE 400 B -palkkeja, poikkittaiset palkit tulivat alkuperäisen suunnitelman mukaan HE 160 B -palkkeista (KUVA 10). Pituussuuntaiset palkit nostettiin paikoilleen pelkkapedille 70tn mobiilinosturilla sillan itäpuolelta. Kun pituussuuntaiset palkit olivat asennettu paikoilleen, tehtiin niille väliaikaiset työtasot reunapalkin purkutyön ajaksi. Telineitä ei vielä tuolloin kiilattu paikoilleen, koska se olisi vaikeuttanut kannatinpalkinlaipan suojaamista vesipiikkaukselta. Poikittaiset tukipalkit asennettiin reunapalkin purkutyön jälkeen käyttäen nostokalustona kouralla, sekä jibillä varustettua kuorma-auton alustalla olevaa nosturia. Poikkitutkipalkit laskettiin pitkittäin HE 400 B -palkkejen välistä ja palkki käännettiin poikkiteloin HE 400 B -palkkiin nähden tämän alapuolella. Seuraavaksi poikkitulipalkki nostettiin vasten HE 400 B -palkkia ja hitsari hitsasi palkit yhteen jokaiselta sivulta.

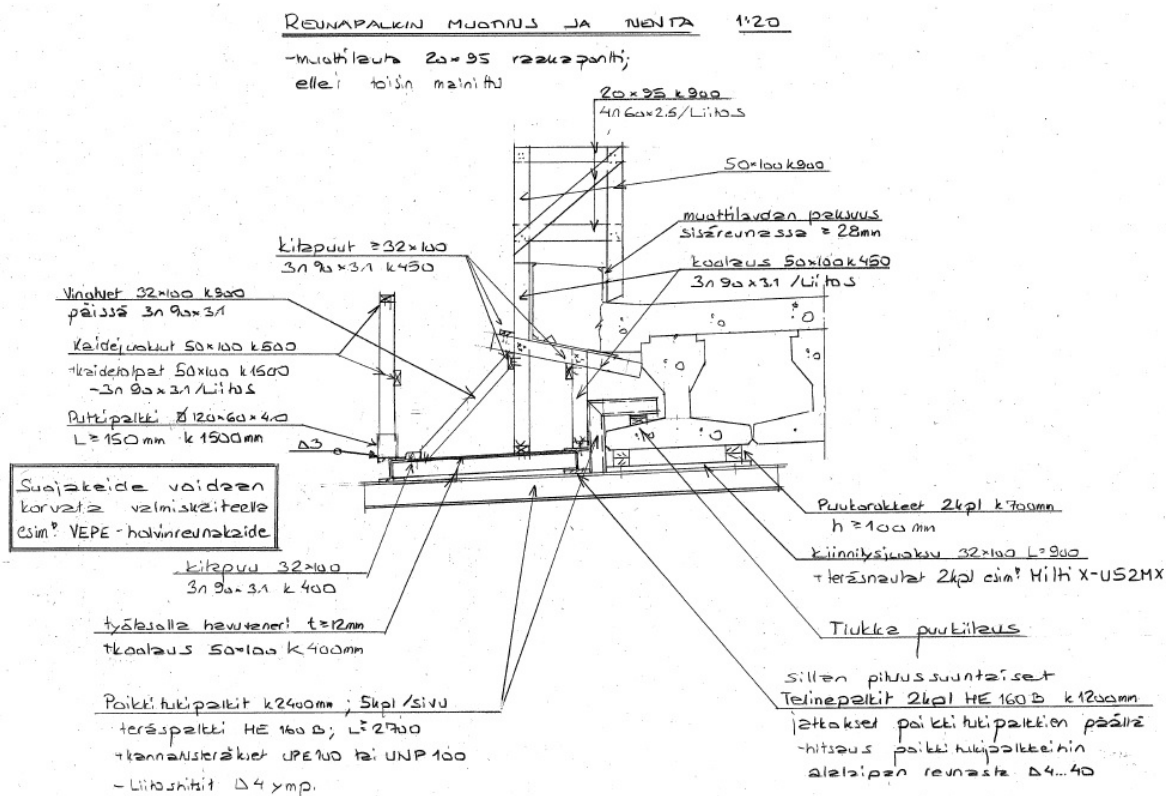
Poikkitutkipalkkien asennuksen jälkeen niille nostettiin pelkat, jotka uloittuivat poikkitutkipalkilta toiselle. Pelkat nostettiin käsin, käyttäen apuna tukkipihtejä. Pelkkojen paikalleen saamisen jälkeen poikkitutkipalkkeihin hitsattiin RHS putkipalkista valmistetut tuet, jotka muodostivat yhdessä poikkitutkipalkkien kanssa "kidan" sillan betonielementtikannatinpalkinlaipan ympärille. Tämän jälkeen teline kiilattiin tiukasti kannatinpalkkia vasten puisilla kiiloilla (KUVA 11).

Työtaso toteutettiin alkuperäisistä suunnitelmista poiketen käyttäen tasona 50 mm x 100 mm sahatavaraa. Alkuperäisessä suunnitelmassa työtaso oli ≥ 12 mm:n havuvaneria, jonka alla koolaus 50 mm x 100 mm k400 (KUVA 11).

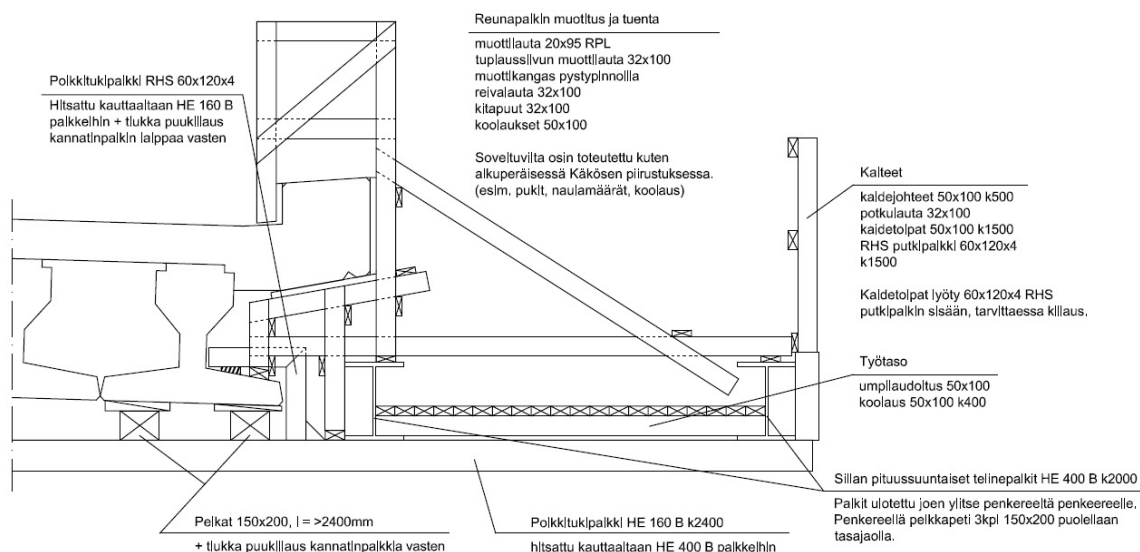
Toteutimme työtason kokonaan 50 mm x 100 mm sahatavaralla, koska sitä oli jäänyt ylitse aiemmilta siltatyömailta. Kaiteet tehtiin alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen hitsaamalla kaiteen telineeseen sitova RHS - putkipalkki HE 400 B -palkin ulkolaitaan. Lisäksi myös lisäsimme kaiteeseen potkulaudan (KUVA 11).



KUVA 10 Telineiden tuenta (Tapio Käkönen, Insinööritoimisto TAK-Plan Ky, 2013)



KUVA 11 Reunapalkin muotitus ja tuenta (Tapio Käkönen, Insinööritoimisto TAK-Plan Ky, 2013)



KUVA 12 Havainnepiirros toteutuneesta telineestä (Laaksonen Matti, 2013)

5 PÄÄKANNATTAJAPALKKIEN KORJAUS

Pääkannattajapalkkien korjauksessa noudatetut ohjeet, suunnitelmat ja työkohtaiset laatuvaatimukset:

- | | |
|------------------------|--|
| – SILKO 2.231 | paikkaus ilman muotteja |
| – SILKO 2.232 | paikkaus muottien avulla |
| – SILKO 2.253 | Betonipinnan pinnoitus |
| – R15/12209 | Korjaussuunnitelmaselostus |
| – R15/12209 r-2 | Pääkannattajapalkkien korjauspiirustus |
| – InfraRYL 2006/ 42030 | Sillan betonielementtirakenteet |
| – InfraRYL 2006/ 42210 | Betonirakenteet päällysrakenteessa |

Kannatinpalkkien laipoissa oli ruostumisvaurioita tippuputkien kohdilla, koska tippuputkista tulevaa vettä ei ollut alunpitäen ohjattu palkin laipan ohitse. Vuonna 2007 kannatinpalkkien korjausten yhteydessä tippuputkia oli jatkettu polyeteeniputkillla (KUVA 13). Ennen jatkosten tekemistä tippuputket olivat kerenneet tiputtaa vettä suoraan palkin laipalle 18 vuoden ajan.

Kannatinpalkkien korjaus oli määrätty toteutettavaksi pintarakenteiden ja reunapalkkien purkamisen jälkeen, koska tällöin sillan kuorma on pienimmillään. Suunniteltu piikkauslaajuus oli 1,5 metriä vauriokohta kohden (KUVA 14). Vauriokohdat avattaisiin piikkaamalla joka toisen tippuputken kohdalta kerrallaan jänneteräksiä paljastamatta. Esiin tulleet teräkset suunniteltiin hiekkapuhallettavan. Paikat oli suunniteltu valettavaksi muottien avulla juotosbetonilla, johon lisätään 2 paino- % CuStone-jauhetta korroosion etenemisen hidastamiseksi.



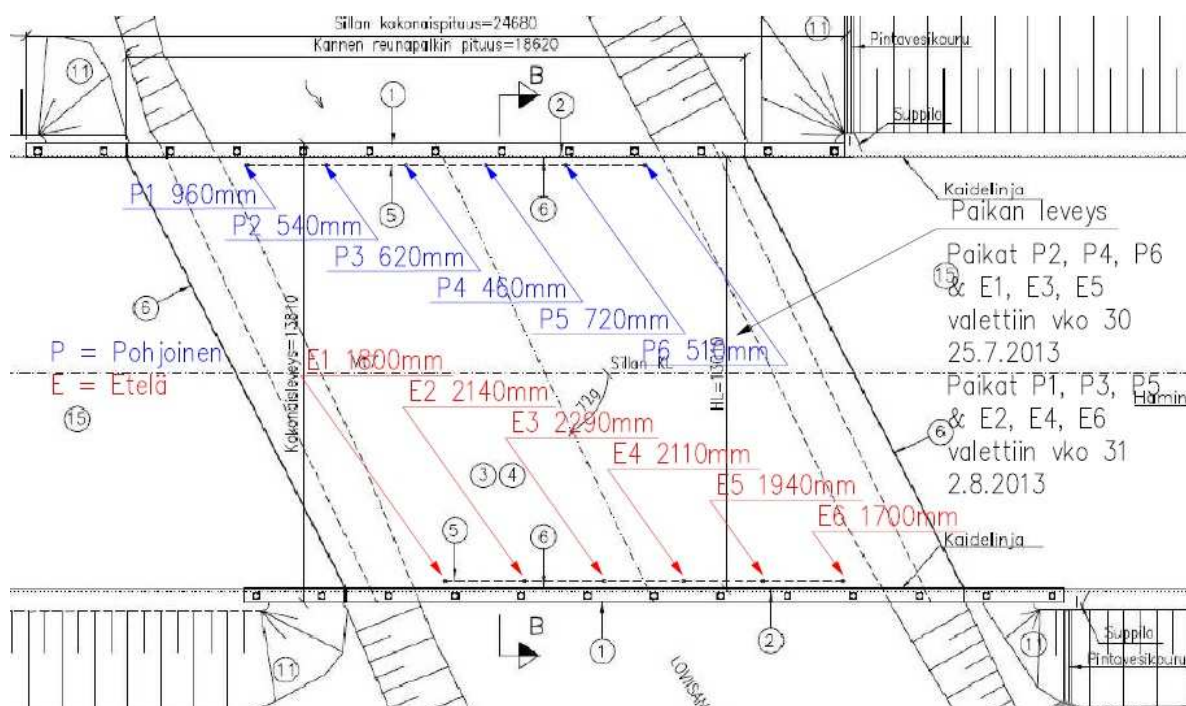
KUVA 13 Jatketut tippuputket (Ramboll Oy, 2012)

Etelänpuoleisen kannatinpalkin laippa oli sen verran pahoin kloridisoitunut, ettei päästy sallittuihin kloridipitoisuuksiin menemättä ohitse suunnitellun piikkauslaajuuden. Sallittuihin kloridipitoisuuksiin pääseminen vaati piikkausrajan ulottamista laajemmalle (1.7 – 2.3 m), jänneteräksien esiin tulolta ei

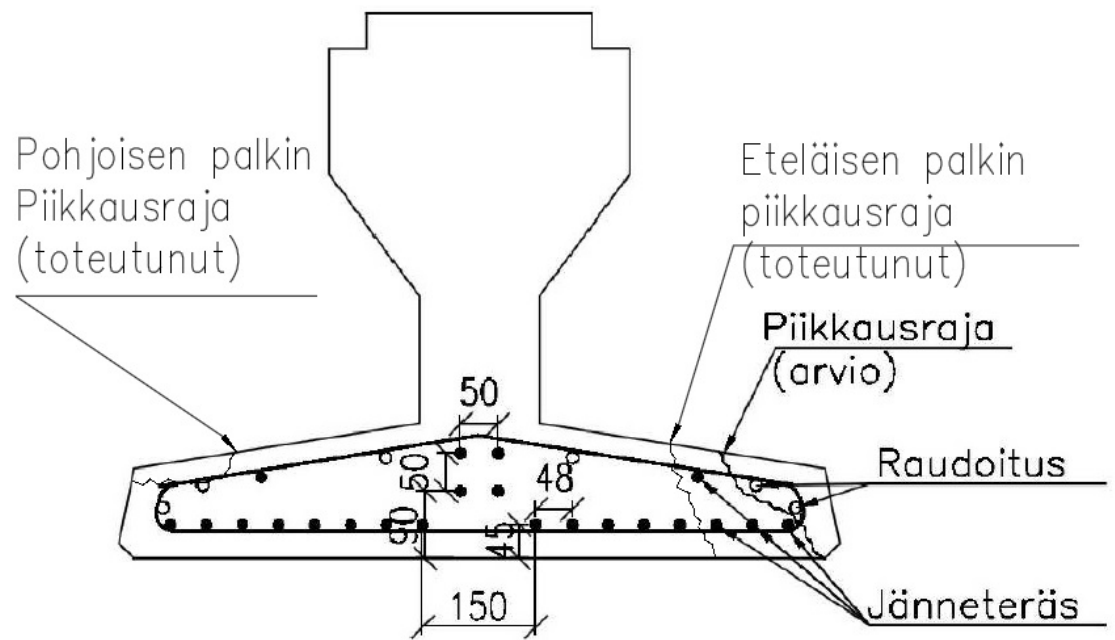
voitu välttyä (KUVA 15). Piikkaukset toteutettiin siten, että palkinlaippa otettiin joka toisen tippaputken kohdalta auki kerrallaan. Piikattuja paikkoja oli auki kerralla kolme puoleltaan. Loput korjattavat kohdat piikattiin auki viikko siitä kun edelliset oli valettu. Esiin tulleet teräkset, sekä jänneteräkset hiekkapuhallettiin ja suojattiin Pagel MS02 – korroosiosuojalaastilla. Eteläpuoleisen kannatinpalkin paikat korjattiin Pagel V1/10 – juotosbetonilla (KUVA 16), johon lisättiin suunnitelmien mukaisesti 2 paino- % CuStone jauhetta.

Pohjoisen kannatinpalkin osalta riitti pääasiassa että aiemmat, vuoden 2007 korjausten yhteydessä tehdyt paikkaukset poistettiin ja uusittiin. Nämä kohdat korjattiin SILKO 2.231 ohjetta noudattaen Pagel M10 – paikkauslaastilla johon lisättiin 2 paino- % CuStone jauhetta. Ainoastaan paikan P1 – kohdalta pohjoinen kannatinpalkki oli enemmän kloridisoitunut ja vaati näin ollen laajemman aukaisun. Paikan P1 paikkaus toteutettiin kuten eteläpuoleisen kannatinpalkin paikkojen valut, SILKO 2.232 ohjeen mukaan. Työn edetessä piikatuista kohdista otettiin säännöllisin väliajoin näytteitä, jotka lähetettiin Kymenlaakson ammattikorkeakoulun laboratorioon tutkittavaksi betonin kloridipitoisuuden selvittämiseksi. Tarvittaessa piikkaamista jatkettiin, kunnes kloridisoitunut betoni oli kokonaan poistettu laboratorio kokein todennetusti.

Korjattujen pääkannattajapalkkien vaaka, sekä pystypinnat pinnoitettiin halkeamia siloittavalla mineraalisella StoCrete FB – juotossementtipinnoitteella. Pinnoitetta levitettiin kolme kerrosta, yhteensä 4,5 kg/m². Ensimmäinen kerros levitettiin lastalla ja toinen, sekä kolmas kerros harjalla. Palkkien pinnoitus tehtiin peruskorjausurakan loppu vaiheessa, ennen kaideasennuksia. Kaikki kannatinpalkkejen korjaamisessa käytetyt rakennustarvikkeet olivat SILKO hyväksytyjä.



KUVA 14 Pääkannattajapalkkien paikkojen sijainti ja laajuus (Laaksonen Matti, 2013-09-16)



KUVA 15 Kannatinpalkkien laippojen toteutuneet piikkausrajat (Laaksonen Matti, 2013-09-16)



KUVA 16 Juotosbetonilla korjattu kannatinpalkki (Laaksonen Matti, 2013-09-13)

6 REUNAPALKKIEN UUSIMINEN

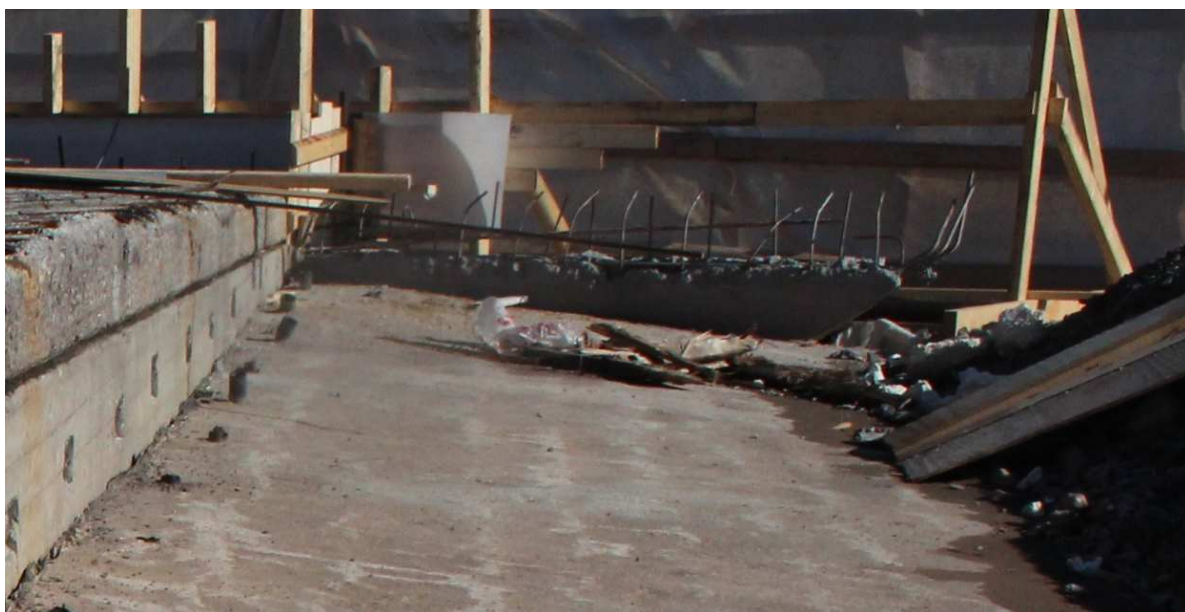
Työssä noudatetut ohjeet ja työkohtaiset laatuvaatimukset:

- | | |
|------------------------|------------------------------------|
| – SILKO 2.211 | Reunapalkin uusiminen |
| – SILKO 2.253 | Betonipinnan pinnoitus |
| – SILKO 2.261 | taruntateräksen ankkurointi |
| – SILKO 2.262 | Raudoituksen uusiminen |
| – R15/12209 | Korjaussuunnitelmaselostus |
| – R15/12209 r-4 | Raudoituspöytäkirja |
| – InfraRYL 2006/ 42020 | Sillan betonirakenteet |
| – InfraRYL 2006/ 42210 | Betonirakenteet päällysrakenteessa |

6.1 Muottityöt

Muottityöt hoidettiin omana työnä (KUVA 18). Sillan kannen reunapalkkien muottitöiden suunnittelu ja toteutus vaati tavallista enemmän asiaan perehtymistä, koska toteutimme telineet suunnitelmista poikkeavalla tavalla ja tämä vaikutti myös muottejen tuennan toteutukseen oleellisesti. E18 Koskenkylä – Kotka hankkeella Lohkoilla 1 ja 2 oli silloilla yhteinen mittamies käytettävissä täysipäiväisesti, joka osaltaan helpotti seuraamaan muottitöiden etenemistä. Mittamies saatiin paikalle hyvinkin lyhyellä varoitusajalla. Reunapalkin muotintuennan lisäksi Sillan kannen muottitöissä ei ollut mitään tavallisesta poikkeavaa. Ensiöpuolen muottipinta tehtiin 20x95 raakaponttilaudasta ja tuplapuolen muottisiivu 32x100 laudasta. Muotin pystypinnoille tuli muottikankaat molemminpuolin. Raudoituksen suojaetäisyys muottipintoihin oli 45 mm.

Maatuen reunapalkkien muottien tekeminen vaati kohtalaisen paljon työtä kokoonsa nähden. Tämä johtui osaltaan siitä, että vesipiikatessa hävisi iso osa myös reunapalkkien alta siipimuuria (KUVA 17).



KUVA 17 Siipimuri vesipiikkauksen jäljiltä (Laaksonen Matti, 2013)



KUVA 18 Kannen reunapalkkien muotit tuplausta odottamassa (Laaksonen Matti, 2013)

6.2 Raudoitus

Raudoitustyöt toteutti kannen reunapalkkien osalta aliurakoitsija Būw Firma Laura. Kyseinen yritys on Latvialainen rakennusliike, joka toteutti valtaosan E18 Koskenkylä – Kotka EKM hankkeen siltojen raudoitustöistä (KUVA 18). Ongelmia ei kannen reunapalkkien raudoitustöissä syntynyt. Joissakin tapauksissa kyseisen urakoitsijan kanssa oli aiemmin ollut perustavanlaatuisia ongelmia kommunikoinnissa, koska työntekijät eivät osanneet äidinkieltänsä lisäksi muita kieliä. Työryhmän jäsenet, jotka hoitivat lähteen sillan reunapalkkien raudoitustyöt, ymmärsivät hyvin englantia joka osaltaan helpotti työnohjausta.

Raudoitteet toimitti Celsa Steel Service Oy raudoiteluettelon mukaan määrämittaan katkaistuina ja muotoon taivutettuina. Kaikki raudoitteet olivat A500HW – laatuisia. Reunapalkkeihin tuli 8 mm hakaset tasajaolla, kaiteiden pulttiryhmien kohdalla tihennettynä. Hakasten lisäksi kanteen sekä siipimuureihin porattiin tartunta raudoitteita reunapalkkeja varten. Tartunnat asennettiin SILKO 2.261 tartuntateräksen ankkurointi – ohjeen mukaan. Tartunnat ankkuroitiin kanteen kemiallisella ankkurointimassalla. Ankkurointi massana käytettiin SILKO – hyväksytyä HILTI HIT-HY 200 ankkurointimassaa, jolloin valmistajan ohje porattavalle reikäkoolle määrää. Reunapalkkiin tuli 37 kpl tartuntateräksiä puolelleen, yhteensä 74 kpl. Tartuntateräksinä toimivat Ø 16 mm – harjaterästangot, pituutta teräksillä oli 1000 mm. Tartunnoille porattiin kanteen 450 mm syvät reiät, Ø 20 mm poranterällä ankkurointimassan valmistajan ohjeen mukaisesti.

Siipimuurien raudoitustyöt tehtiin omana työnä (KUVA 19). Siipimuurien reunapalkeille asennettiin tartunnoiksi 7 kpl Ø 16 mm:n teräksiä siipimuuria kohden, yhteensä 28 kpl. Siipimuurien tartuntojen ankkurointi toteutettiin samoja ohjeita noudattaen kuin kansilaatassa. Siipimuurien reunapalkeille tuli samanlaiset hakastukset, kuten kannen reunapalkeille.

Raudoitustöiden, sekä muotin tuplaamisen jälkeen suoritettiin jokaiselle valettavalle kappaleelle raudoitustarkastus. Tarkastuksessa raudoitetusta rakenteesta mitataan suojaetäisyydet muottipintaan nähden, tarkistetaan että rakenteessa on vähintään määrätty määrä teräksiä, sekä mitataan että raudoitteiden jako on toleranssien sisällä.



KUVA 19 Valmis siipimuurin raudoitus (Laaksonen Matti, 2013)

6.3 Betonointi

Betonoinnit toteutettiin pumppuvaluna omana työnä. Kaikissa betonoinneissa betonimassan toimitti Lohja Rudus Oy Loviisan betoniasemalta. Valettaviin kappaleisiin asennettiin tallentavat lämpötilamittarit betonin lujuuden kehityksen seurantaan varten.

6.3.1 Kannen reunapalkkien betonointi

Kannen reunapalkkien betonoinnissa oli työnjohtajan lisäksi viisi työmiestä, joista kaksi betonin vastaan otossa ja kaksi betonimassan tiivistyksessä. Viides mies oli samalla työmaalla muissa tehtävissä, joista hän pystyi tarvittaessa irtaantumaan valuun jos tarve näin vaatisi. Pumpatun massan määrä oli yhteensä 10 m³ ja betonointiin kului aikaa kaksi tuntia, betonointi nopeus oli 5 m³/h. Kuormia oli 2 kpl, joista ensimmäinen 7 m³ ja toinen 3 m³. Hiertoon käytettiin käsihiertimiä, sekä Curing 99 välijälkihoitoainetta. Hierron jälkeen hierretylle pinnalle levitettiin reppuruiskulla Curing 101 jälkihoitoaine. Lopuksi reunapalkit suojattiin vielä kevytpeittein.

Työryhmä kannenreunapalkkejen valussa:

- työntekijät 2 RAM + 2 RM
- työnjohto 1

Valukalusto kannenreunapalkkejen valussa:

- betonipumppuauto 36-4
- suurtaajuustäryttimet 2 + 2 varalla
- sähköistys 3 + 1 varalla
 - 32A työmaakeskus 1
 - 16A työmaakeskus 2
 - Diesel generaattori (varalla)
- käsihiertimet
- reppuruisku
- painepesuri

6.3.2 Siipimuurien reunapalkkien betonointi

Maatuen siipimuurien reunapalkkien valukalusto oli sama kuin kannen reunapalkkien valussa. Työryhmänä toimi työnjohtaja ja kolme työmiestä, joista yksi varalla. Pumpatun massan määrä oli yhteensä 6 m³ ja betonointiin kului aikaa kaksi tuntia, betonointi nopeus oli 3 m³/h. Kuormia oli 2 kpl, molemmat 3 m³. Ensin valettiin Kotkan puoleiset reunapalkit, jonka jälkeen pumppuauto siirrettiin Helsingin puolelle. Hierto ja jälkihoito toteutettiin samalla tavalla kuin kannen reunapalkkeissa.

Työryhmä siipimuurien reunapalkkejen valussa:

- työntekijät 2 RAM + RM
- työnjohto 1

Valukalusto siipimuurien reunapalkkejen valussa:

- betonipumppuauto 36-4
- suurtaajuustäryttimet 2 + 2 varalla
- sähköistys 3 + 1 varalla
 - 32A työmaakeskus 1
 - 16A työmaakeskus 2
 - Diesel generaattori varalla
- käsihiertimet
- reppuruisku
- painepesuri

6.3.3 Kansilaatan muotoiluvalu

Kannen muotoiluvalu suoritettiin sääsuojan sisällä linjavaluna. Lämpötila sääsuojan sisällä oli valun aikana 20 °C:a, ilman kosteuden ollessa 60 - 70 %. Työryhmänä oli kahdeksan työmiestä ja kaksi työnjohtajaa. Työnjohto, sekä kolme työmiestä tuli YIT:ltä. Loput neljä, lattia- ja siltavaluihin erikoistunutta miestä, tulivat Rakennuspalvelu Tarvainen Oy:ltä. Betonin vastaanotossa ja levityksessä oli 2-3 miestä, betonin tiivistyksessä 3-4 miestä, hierrossa 2 miestä. Varalla oli 2 miestä.

Betonin pumppaus aloitettiin ottamalla auki sääsuojan katosta kaistale, josta pumppuauton puomi tuotiin sisälle. Sääsuojan katon kautta muotoiluvalu vietiin sillan puoliväliin saakka. Puolivälin saavuttamisen jälkeen puomi tuotiin sisälle sillan Helsingin puoleisesta päädyistä, jossa myös pumppuauto sijaitsi koko valun ajan.

Muotoiluvalu hierrettiin polttomoottorikäyttöisellä "helikopteri" – hiertimellä, hierrossa käytettiin Curing 99 – välijälkihoitoainetta. Hierron jälkeen kalusto nostettiin kannelta ja kun muotoiluvulun pinta kesti kävellä vaurioitumatta, niin valun pinnalle levitettiin polttomoottorikäyttöisellä reppuruiskulla Curing 101 – jälkihoitoaine. Jälkihoitoaineen levityksen jälkeen valettupinta peitettiin kauttaaltaan rakennusmuovilla.

Työryhmä kannen tasausvalussa:

- aliurakoitsija 4 RAM (Rakennuspalvelu Tarvainen Oy)
- omat resurssit RAM + 2 RM (YIT Rakennus Oy)
- työnjohto 2 (YIT Rakennus Oy)

Valukalusto kannen muotoiluvallussa:

- betonipumppuauto 36-4
- suurtaajuustäryttimet 3 + 3 varalla
- tärypalkit 2 + 2 varalla
- polttomoottoritärypalkit 1 + 1 varalla
- sähköistys 3 + 1 varalla
 - 32A työmaakeskus 1

- 16A työmaakeskus 2
 - Diesel generaattori varalla
- polttomoottorihierin 1+1
- käsihierto työkalut
- polttomoottorireppuruisku
- painepesuri

7 VEDENERISTYS

Työssä noudatetut ohjeet ja laatuvaatimukset:

- SILKO 2.813 Vedeneristyksen uusiminen nestemäisenä levitettävänä eristyksenä
- InfraRYL 2006/ 42310 Eristys
- InfraRYL 2006/ 42320 Eristyksen suojaus

7.1 Maatuen sisäpinnat

Siipimuurien täyttöjen alle jäävät osat eristettiin kumibitumisivelyllä (KUVA 21). Sillan päätyyn täyttöjen alle jääville osin tehtiin kermieristys (KUVA 20). Kermi ulotettiin noin puolen metrin verran siirtymälaatan päälle. Kermiä ei käännetty kannelle, vaan Eliminator eristys tuotiin kannen ylitse kermin päälle noin 30 cm.



KUVA 20 Kannen päädyn kermieristystyö käynnissä (Laaksonen Matti, 2013-09-11)



KUVA 21 Kumibitumisivelty siipimuuri (Laaksonen Matti, 2013)

7.2 Kansilaatan vedeneristys

7.2.1 Alusta

Ennen vedeneristystä kansilaatan pinta hiekkapuhallettiin. Hiekkapuhaltamalla varmistetaan eristetävän pinnan puhtaus, sekä riittävä pinnankarheus eristyksen tarttumisen takaamiseksi. Pinnan karheus todennettiin lasihelmikokeella. Kannesta ei muotoiluvalun ohuuden takia otettu koepalaloja absoluuttisen kosteuden selvittämiseksi. Sovimme yhdessä tilaajan edustajan kanssa, että eristysalustan kosteus todennetaan Tramex-pintakosteusmittarilla.

7.2.2 Eliminator – eristys

Kannen vesieristeeksi valittiin Eliminator – eriste (KUVA 22). Eliminator on nestemäinen, korkeapainuiskulla, telalla, tai lastalla levitettävä vedeneriste. Eristeen valmistaa Stirling Lloyd. Eristyksen etuina perinteiseen epoksiivistys + kermieristykseen on asennustyön nopeus, sekä saumaton rakenne. Eristys muodostuu eristetävän pinnan primer käsittelystä, kahdesta eristys kerroksesta, sekä liimakerroksesta jonka avulla eristys tarttuu asfalttiin.

Lähteen sillalla vedeneristeen primer – kerros levitettiin telaamalla. Eristekerrokset ja liimakerros levitettiin korkeapainuiskulla ruiskuttamalla. Eristystyön aikana seurattiin jatkuvasti vallitsevia olosuhteita. Vaarana kovettumattomalle eristeelle oli lämpötilan laskeminen kastepisteeseen. Näin ei kuitenkaan käynyt ja kastepisteestä pysyttiin koko eristystyön ajan n. 5 °C:n päässä. Ilman suhteellinen kosteus pysyi koko eristystyön ajan alle SILKO 2.813 – ohjeessa määrätyn 85 %.

Eristeen kiinnittyminen alustaan todennettiin vetokokein (TAULUKKO 11). Vetokokeet toteutettiin SILKO – ohjeen osoittamalla tavalla. Vetokokeet otettiin primer-, sekä molemmista eristekerroksista.

TAULUKKO 11 Eristeen vetokokeiden tulokset

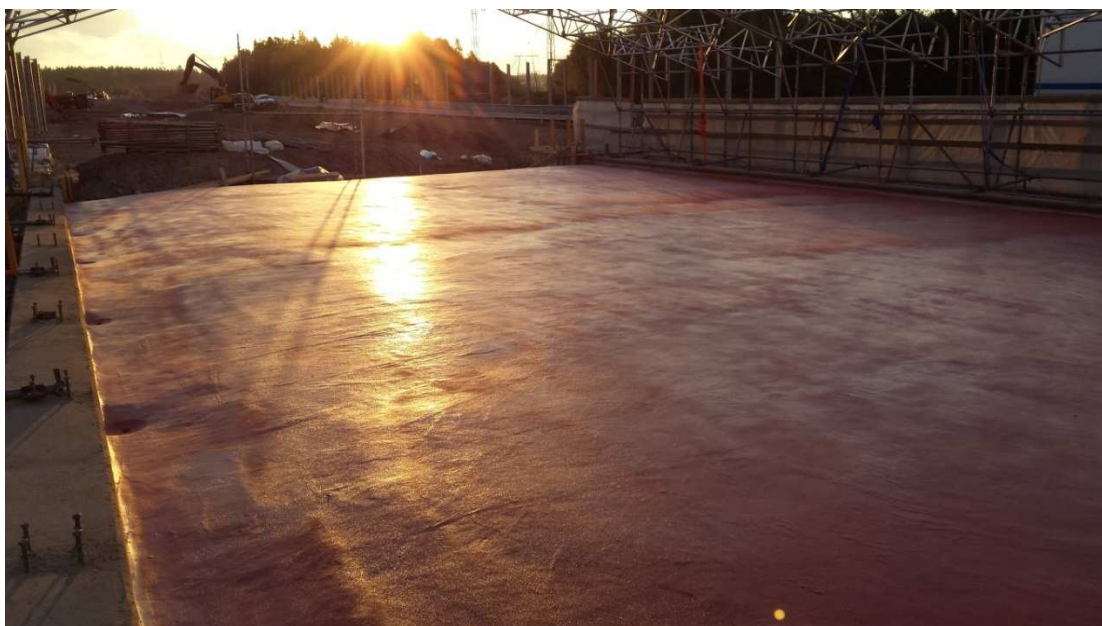
Kerros	Tartuntavetolujuus N/mm ²	Vaatus N/mm ²	Irtoamistapa
Primer	3.09/ 2.65	keskimäärin	100% betoni
1 eristekerros	2.61/ 2.74	≥1,2 N/mm ²	100% betoni
2 eristekerros	2.74/ 2.78	joka kohdassa ≥ 1,0 N/mm ²	100% betoni



KUVA 22 Kannen vedeneristystyö käynnissä (Laaksonen Matti, 2013-09-13)

7.2.3 Suoja-asfaltti

Eliminator vedeneristys on suoja-asfaltoitava viikon kuluessa eristyksen levittämisestä. Eristystöiden päätyttyä päästiin purkamaan sääsuoja pois sillan päältä.



KUVA 23 Sääsuojan purkaminen aloitettu (Laaksonen Matti, 2013-09-16)

Kun sääsuoja oli saatu purettua (KUVA 23), niin sillan päätyjen täyttötöyt aloitettiin välittömästi (KUVA 24). Päädyt täytettiin yhtä aikaa sillan molemmin puolin kahdella kaivinkoneella, sillä näin täyttötöyt saatiin nopeasti pois alta eivätkä ne vaikuttaneet liiaksi sillan molemmin puolin käynnissä oleviin väylätöihin.



KUVA 24 Kannen päädyn täyttötöyt käynnissä (Laaksonen Matti, 2013)

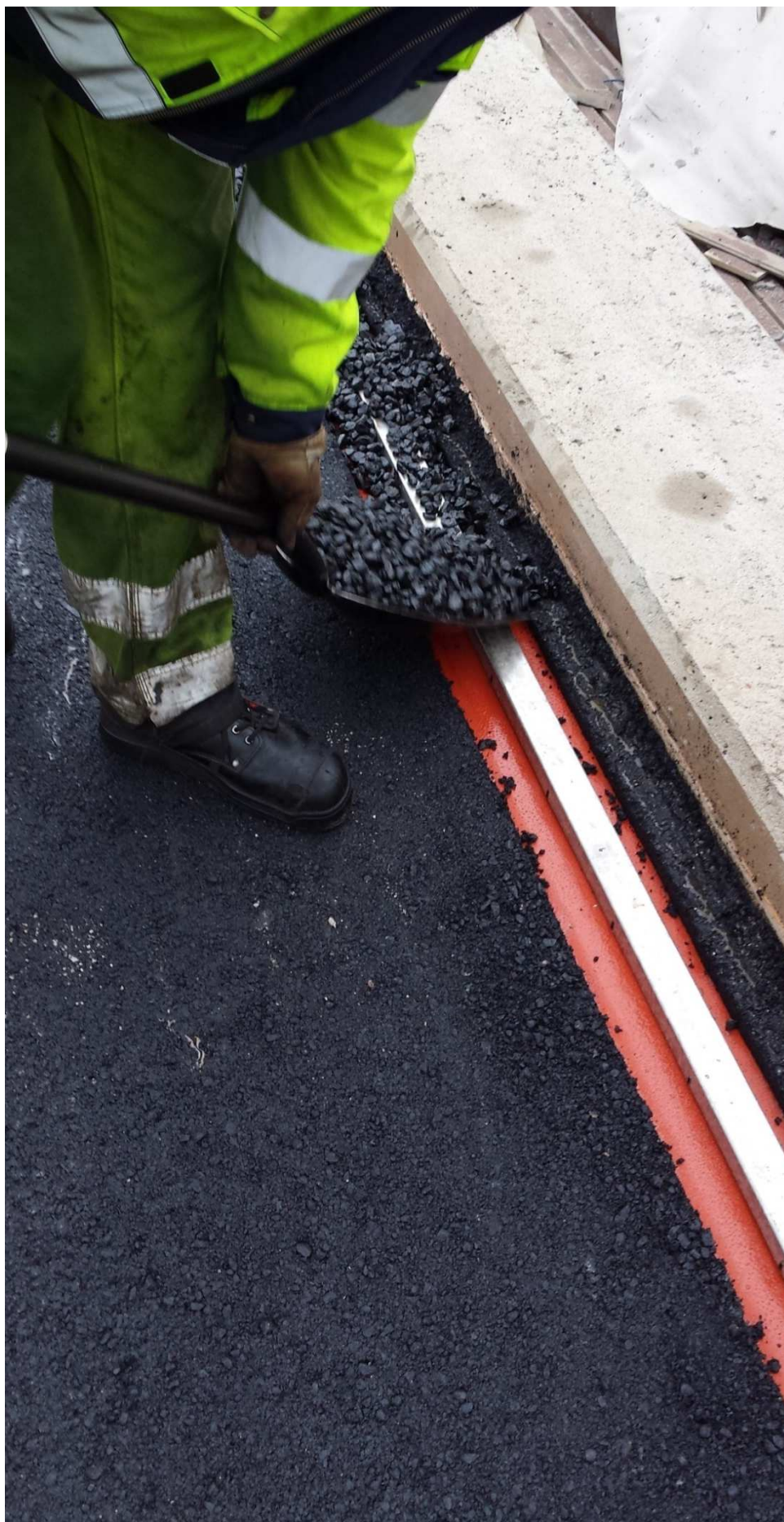
Suoja-asfaltoinnin suoritti Skanska Asfaltti Oy (KUVA 25). Suoja-asfaltiksi kannelle tuli AB 5/50 suo-
jakerros. Suoja-asfaltoinnin yhteydessä kannen tippuputkien väliille asennettiin salaojitukset (KUVA
26). Salaojakiskot olivat ruostumatonta C – profiilia jotka on lovettu 150 mm välein veden kulkemis-
ta varten.

Ajoradan päällystekerrokset ajoradanpinnasta lukien olivat:

- päällystekerros AB 16/120 50 mm
- päällystekerros AB 11/70 30 mm
- suojakerros AB 5/50 20 mm



KUVA 25 Kannen suoja-asfaltointi käynnissä (Laaksonen Matti, 2013)



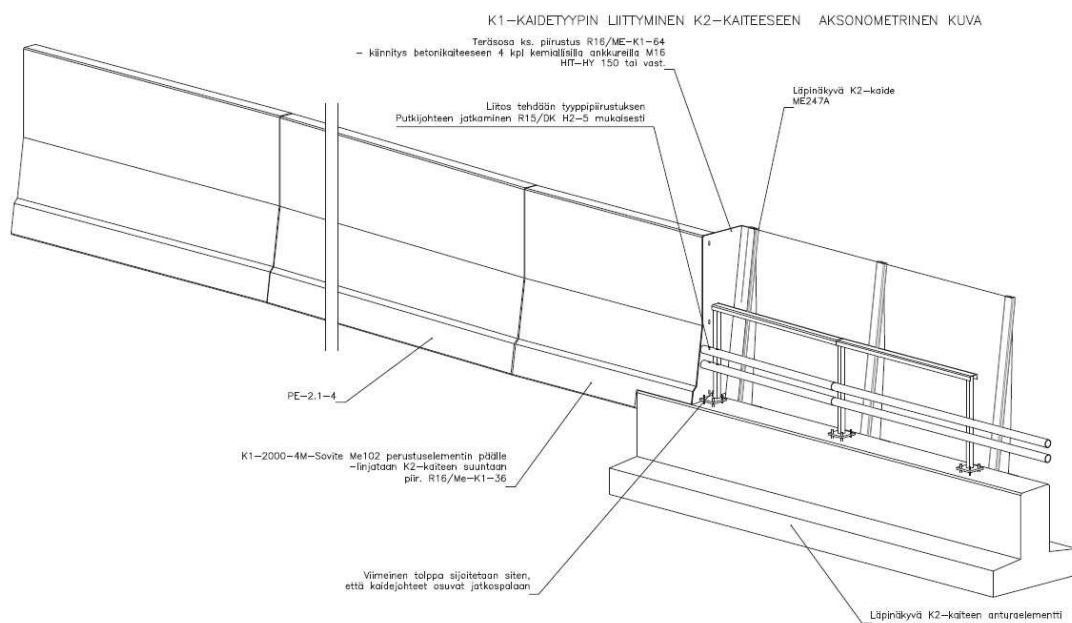
KUVA 26 Salaojien asennusta (Laaksonen Matti, 2013)

8 KAITEET

Lähteen sillan uusitut kaiteet ovat tyypiltään TIEH H2, 2-putkijohde harva sillankaide (KUVA 28). Pohjoiselle puolelle sillankaiteen lisäksi asennettiin läpinäkyvämelukaide tyypiltään K2 (KUVA 27). Kaiteet asennettiin käyttäen nostokalustona kuorma-auton alustalla olevaa nosturiautoa. Kaiteiden asennuksen suoritti sama aliurakoitsija, kuin purunkin.



KUVA 27 Lähteen sillan kaiteet asennettuna (Laamanen Jussi, 2014-08-20)



KUVA 28 Kaiteiden liittyminen toisiinsa (Ramboll Oy, 2013-05-20)

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa selkeä selvitys sillan korjaushankkeen työvaiheista, sekä antaa lukijalle kuva siitä, mitä kaikkea tulee ottaa huomioon sillan korjaushankkeessa työnjohtajan näkökulmasta. Opinnäytetyön tarkoitus oli toimia hyvänä, tiiviinä, sekä selkeänä ohjeena sillankorjaushankkeeseen perehtyvälle lukijalle. Lisäksi työssä oli tarkoitus avata pääpiirteittäin taitorakenteiden tarkastustoimintaa, koska siltojen kunnan seuranta ja silloille tehtävät tarkastukset elinkaaren mitaan näyttelevät pääosaa siinä, mikä johtaa lopulta sillan peruskorjaushankkeen käynnistämiseen. Opinnäytetyöstä sain mielestäni kattavan, sekä tiiviin paketin josta löytyy olennainen tieto koskien työvaiheiden etenemistä, sekä työlle asetettuja ohjeita ja laatuvaatimuksia helposti samasta julkaisusta.

Korjaustyön yhteenvetona voidaan todeta työn onnistuneen. Korjaustoimenpiteiden johdosta sillan kuntoluokka saatiin nostettua tasosta 2, huono, tasoon 5, erittäin hyvä. Sillan vauriopistesumma nolautui. Korjaustyöt etenivät johdonmukaisesti ja pääasiassa ilman suurempia viivästyksiä. Ainoa viivästys, joka ei kuitenkaan suoranaisesti vaikuttanut sillan valmistumiseen aikataulussa, oli etelän puoleisen kannatinpalkin oletettua heikompi kunto. Kesti aikansa saada suunnittelijalta, sekä tilaajalta siunaus piikkausrajan ulottamiselle halutun lopputuloksen saavuttamiseksi.

Opinnäytetyön työstämisen aikana heräsi myös kysymys siitä, miksi sillan erikoistarkastusraporttia ei toimiteta työmaalle nähtäväksi ilman erillistä pyyntöä. Erikoistarkastusraportti on tuotettu korjaussuunnitelun lähtötiedoksi ja kaikki tarvittava tieto korjausurakan läpiviemiseksi löytyvät toki sillan korjaussuunnitelmista, mutta erikoistarkastuksen yhteydessä suoritettujen yleistarkastusten valokuvat ja kirjalliset kuvaukset sillan rakenneosien vaurioista helpottaisi myös urakoitsijan tehtäviä. Esimerkiksi jotkin pienemmät, korjattavaksi määrätyt vauriot olisivat huomattavasti helpompi löytää.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

InfraRYL 2006, Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 1 Väylät ja alueet. Helsinki 2010.

InfraRYL 2006, Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 3 Sillat ja rakennustekniset osat. Helsinki 2008.

Projektipankki TYL Pulteri, Sokopro [verkkoaineisto].

LIIKENNEVIRASTO, 2013-05-16. Uusi linjaus erkaneet vt7sta Loviisassa [digikuva]. Liikenneviraston Flickr albumi [verkkajulkaisu]. Saatavissa:

<https://www.flickr.com/photos/liikennevirasto/9084652596/in/album-72157634207800179/>

Reunapalkkien tukeline- ja muotituspiirustus. Insinööritoimisto TAK Plan Ky. Tapio Käkönen.

Sillantarkastuskäsikirja [Verkkajulkaisu]. Liikennevirasto. Helsinki 2013. [Viitattu 13.5.2015] Saatavissa:

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-26_sillantarkastuskasikirja_web.pdf

Siltojen erikoistarkastusten laatuvaatimukset [Verkkajulkaisu]. Liikennevirasto. Helsinki 2010. [Viitattu 13.5.2015] Saatavissa:

http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/et_laatuvaatimukset_2010.pdf

Siltojenkorjausohje, 2. Työkohtaiset laatuvaatimukset [Verkkajulkaisu]. Liikennevirasto 2005. [Viitattu 13.5.2015] Saatavissa:

http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/urakoitsijat_suunnittelijat/vaylanpidon_ohjeet/sillat/korjau_sohjeet/SILKO/Tyokohtaiset_laatuvaatimukset#.VVMJJ0ZQ1Ko

Taitorakenteiden suunnittelun lähtötieto-ohje [Verkkajulkaisu]. Liikennevirasto. Helsinki 2014. [Viitattu 13.5.2015] Saatavissa:

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-21_taitorakenteiden_suunnittelun_web.pdf

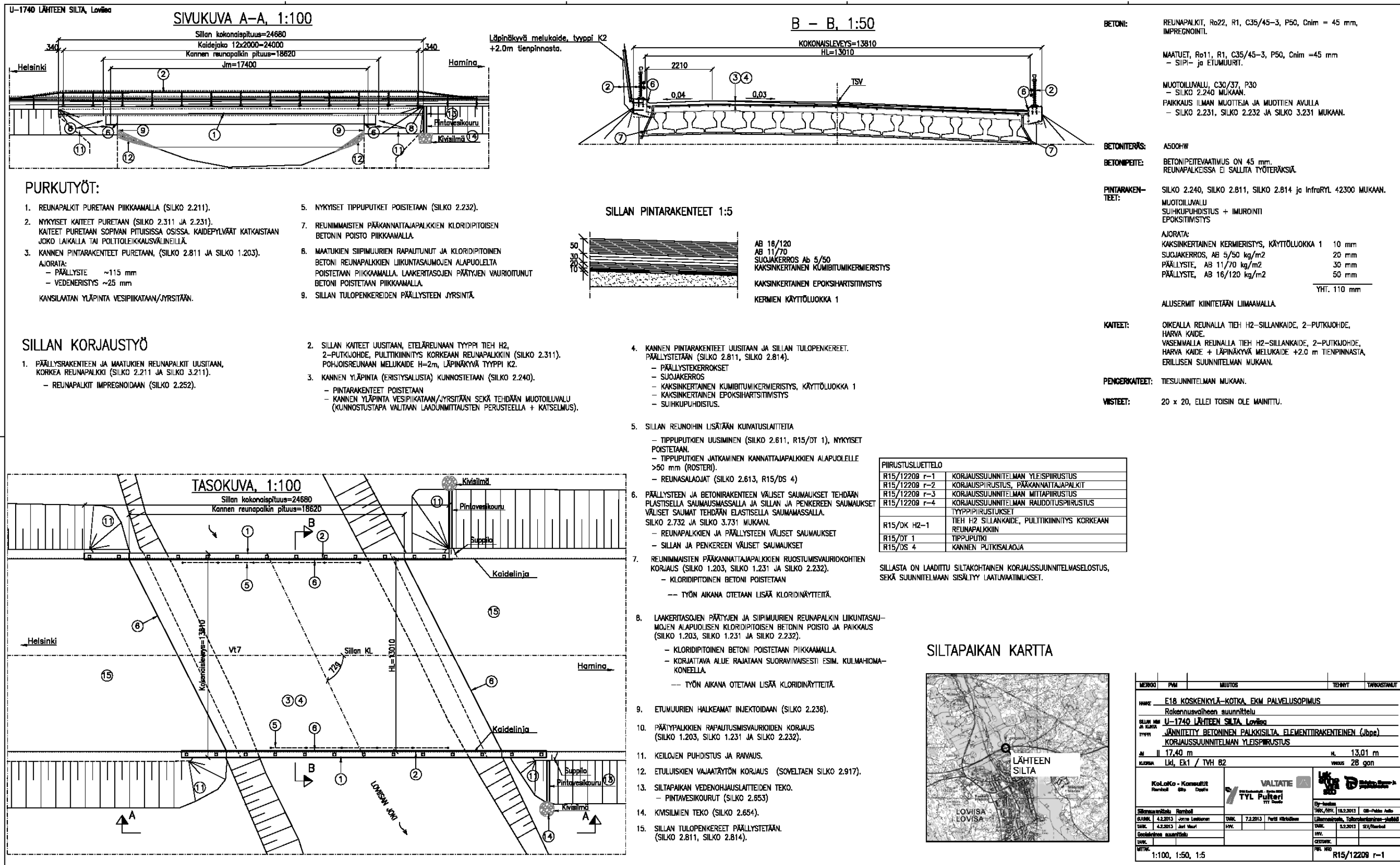
Taitorakenteiden tarkastusohje [Verkkajulkaisu]. Liikennevirasto. Helsinki 2013. [Viitattu 13.5.2015] Saatavissa:

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-17_taitorakenteiden_tarkastusohje_web.pdf

- KUVA 1 E18 Koskenkylä – Kotka (Tieyhtiö Valtatie 7 Oy, 2012)
- KUVA 2 Uusi linjaus erkaneet vt7: sta Loviisassa (Liikennevirasto 13.6.2013)
- KUVA 3 Havainnepiirros pääkannattajapalkkien suojauksesta (Laaksonen Matti, 2013)
- KUVA 4 Vaurioitunut reunapalkki (Ramboll Oy, 2012)
- KUVA 5 Kansi vesipiikkauksen ja puhdistuksen jälkeen (Saresma Mikko, 2013)
- KUVA 6 Piirros kannen tasovesipiikkauksen piikkaussyvyyksistä (Laaksonen Matti, 2013)
- KUVA 7 Betonirakenteisen maatuen osat (Sillantarkastus ohje, Liikennevirasto 2004, 24)
- KUVA 8 Maatuen Lännenpuoleinen otsapinta (Laaksonen Matti, 2013-08-19)
- KUVA 9 Kotkanpuoleisen maatuen halkeamat injektoituna (Saresma Mikko, 2013-10-15)
- KUVA 10 Telineiden tuenta (Tapio Käkönen, Insinööritoimisto TAK-Plan Ky, 2013)
- KUVA 11 Reunapalkin muotitus ja tuenta (Tapio Käkönen, Ins.toimisto TAK-Plan Ky, 2013)
- KUVA 12 Havainnepiirros toteutuneesta telineestä (Laaksonen Matti, 2013)
- KUVA 13 Jatketut tippuputket (Ramboll Oy, 2012)
- KUVA 14 Pääkannattajapalkkien paikkojen sijainti ja laajuus (Laaksonen Matti, 2013-09-16)
- KUVA 15 Kannatinpalkkien laippojen toteutuneet piikkausrajat (Laaksonen Matti, 2013-09-16)
- KUVA 16 Juotosbetonilla korjattu kannatinpalkki (Laaksonen Matti, 2013-09-13)
- KUVA 17 Siipimuuri vesipiikkauksen jäljiltä (Laaksonen Matti, 2013)
- KUVA 18 Kannen reunapalkkien muotit tuplausta odottamassa (Laaksonen Matti, 2013)
- KUVA 19 Valmis siipimuurin raudoitus (Laaksonen Matti, 2013)
- KUVA 20 Kannen päädyn kermieristystyö käynnissä (Laaksonen Matti, 2013-09-11)
- KUVA 21 Kumibitumisivelty siipimuuri (Laaksonen Matti, 2013)
- KUVA 22 Kannen vedeneristystyö käynnissä (Laaksonen Matti, 2013-09-13)
- KUVA 23 Sääsuojan purkaminen aloitettu (Laaksonen Matti, 2013-09-16)
- KUVA 24 Kannen päädyn täyttötöet käynnissä (Laaksonen Matti, 2013)
- KUVA 25 Kannen suoja-asfaltointi käynnissä (Laaksonen Matti, 2013)
- KUVA 26 Salaojien asennusta (Laaksonen Matti, 2013)
- KUVA 27 Lähteen sillan kaiteet asennettuna (Laamanen Jussi, 2014-08-20)
- KUVA 28 Kaiteiden liittyminen toisiinsa (Ramboll Oy, 2013-05-20)

- TAULUKKO 1 Taitorakenteiden tarkastustyytit (Taitorakenteiden tarkastusohje)
- TAULUKKO 2 Rakenneosien painokertoimet (Sillantarkastuskäsikirja, Liikennevirasto 2013, 134)
- TAULUKKO 3 Rakenneosaryhmän kuntoarviopisteet (Sillantarkastuskäsikirja, Liikennevirasto 2013, 134)
- TAULUKKO 4 Korjauksen kiireellisyysepisteet (Sillantarkastuskäsikirja, Liikennevirasto 2013, 134)
- TAULUKKO 5 Vaurioluokkapisteet (Sillantarkastuskäsikirja, Liikennevirasto 2013, 135)
- TAULUKKO 6 Tiesillan kuntoluokan määrittely (Sillantarkastuskäsikirja, Liikennevirasto 2013, 136)
- TAULUKKO 7 Tiesiltojen lasketun yleiskunnon laskennassa käytettävät painokertoimet (Sillantarkastuskäsikirja, Liikennevirasto 2013, 137)
- TAULUKKO 8 Siipimuurien kloriditulkimukset
- TAULUKKO 9 Kannen kloriditulkimukset
-
- KUVIO 1 Taitorakenteiden käyttöiän aikainen tarkastusjärjestelmä (Taitorakenteiden tarkastusohje, Liikennevirasto 2013, 51)
- KUVIO 2 Ote taulukosta yleistarkastusten ajoitus (Taitorakenteiden tarkastusohje, Liikennevirasto 2013, 56)

LIITE 1: YLEISPIIRUSTUS



LIITE 2: VESIPIIKKAUSSUUNNITELMA



VESIPIIKKAUSSUUNNITELMA

Kohde:

Lähteen silta, Loviisa, TYL Pulteri, 2013

Laitteisto ja työturvallisuus:

Työssä käytetään 1000 barin vesipiikkausyksikköä (korkeapainepumppu ja vesipiikkausrobotti). Työntekijät käyttävät asianmukaisia henkilökohtaisia suojaimeja. Vaaralliset alueet eristetään lippusiimoin/varoitussauhoin. Vesipiikkaus tapahtuu robotin kohdesuojan alla ja tarvittaessa suojausta lisätään.

Henkilökohtaiset suojaimet, robotityö: kypärä, kuulosuojaimeet, suojalasit, turvakengät, varoitusvaatetus

Työn suoritus:

Rakennetta piikataan suunnitelmien ja katselmuksen mukaisesti. Mikäli rakenne vaikuttaa arvioitua huonokuntoisemmalla tai havaitaan vaurioalue laajemmaksi kuin oletettu, otetaan yhteyttä tilaajaan. Ennen työn aloitusta tehdään tarvittaessa mallipiikkaus, jossa määritellään käytettävä paine ja vesimäärä. Säilytettäväksi määrätty teräkset eivät vaurioidu eikä niihin kohdistu iskuja ja tärinöitä. Piikkaussyvyys määritetään työn edetessä kuitenkin siten, että vaurioitunut betoni tulee poistetuksi.

Laadun tarkkailu:

Työn laatua tarkkaillaan silmämääräisesti siten, että pohjaan ei jää halkeilua eikä ruostuneita teräksiä.

Vesipiikkauksen jälkeen pinta on saavuttanut seuraavat laatuvaatimukset:

1. pinta on rosoinen ja karkea
2. jäljelle jäävä betoni täyttää 1,5 N/mm² vetolujuusvaatimukset.

Ympäristö:

Vesipiikkauksessa syntyvä kiinteä jäte on pääosin soramaista, murskaantunutta betonia, mikä ei ole ympäristölle haitallista. Käytetty vesi on puhdasta ja se saa valua maahan.

Espoossa 18.06.2013

Harri Kuutsa
Suomen Vesipiikkaus Oy

LIITE 3: TASOVESIPIIKATUN KANNEN NÄYTTEENOTTO PAIKAT

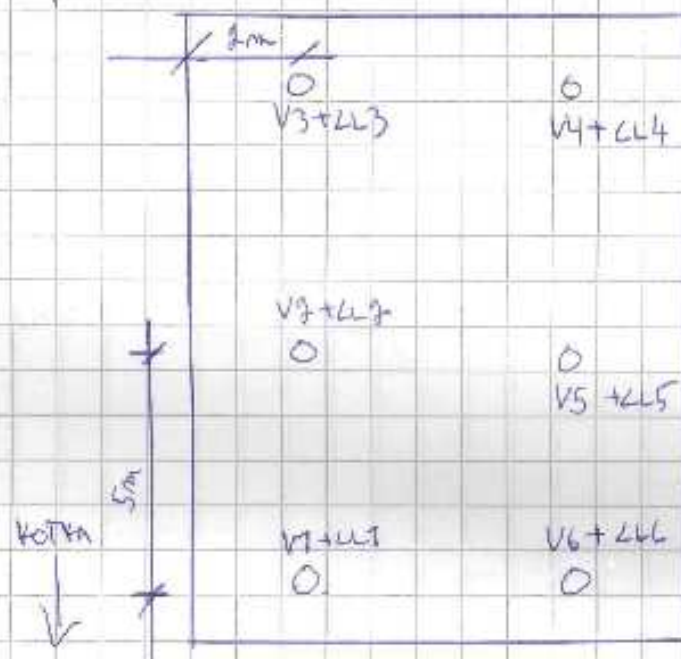
LIITE 7
RAK 2013 456

SILTA
U-1740
LÄHTEENSILTA

VEDOT SUORITETTU
18/6/2013

NÄYTTEENOTTO PAIKAT

HELSINKI



KOTKASSA 19/6/2013


JARI HARJU, RI (AMK)

LIITE 4: KANNEN MUOTOILUVALUN BETONOINTISUUNNITELMA JA –PÖYTÄKIRJA

BETONOINTISUUNNITELMA
JA -PÖYTÄKIRJA


Projekt, urakkaosa E18 Koskenkylä – Kotka U-1740 Lähteen silta		Laatija Matti Laaksonen
Tilaaja Tieyhtiö valtatie 7		Päivämäärä 12.9.2013
Betonoitava rakenne U-1740 Kansi		
1-luokan betonointityönjohtaja		Betonilaborantti Rudus Oy:n edustaja
Muottit	Muottien kunnan tarkastus Muotit tarkastettu (allekirjoitus ja päiväys): Matti Laaksonen 1.9.2013	
Raudoitus	Raudoituksen tarkastus Raudoitus tarkastettu (allekirjoitus ja päiväys): Matti Laaksonen 20.8.2013	
Telineet	Työtelineiden kunto tarkastettu: Jatkuva seuranta.	
Betoniautojen liikennejärjestelyt (kääntöpaikat, kohtaupaikat)		
Olosuhteiden asettamat vaatimukset (esim. sää)		
Muuta		
Työvuorot ja -ryhmät sekä niiden tehtävät, varahenkilöt	TYL Pulteri: 2 miestä Silta Laksio: 2 miestä Rakennuspalvelu Tarvainen: 4 miestä 2-3 vastaanotossa 3-4 betonin tiivistyksessä 2 hierrossa Valu suoritetaan kertavaluna ilman valutaukoja. Ruokailut ja muut tauot suoritetaan limittäin, jolloin betonointiin ei tule taukoja.	
Kalusto ja varakalusto (valu ja tiivistys)	Betoniautot, betonipumppuauto, valuputki, energia, suurtaajuustäryttimet 3 kpl, halogeenivalaistus, lapiot, puuhierimet, hierontokopteri, 2 kpl tärypalkkeja, 1 kpl tärypalkki (polttomoottori) Varalla: generaattori, 3 sauvatärytintä, 2 tärypalkkia, 1 kpl tärypalkki (polttomoottori)	

Betoin toimittaja (yhteyshenkilö, puhelinnumero)		Rudus Oy, Loviisan asema Jarmo Hotanen p. 0400 307 303			
PERUSTIEDOT BETONISTA	a) kovettunut betoni	Lujuus- ja rakenneluokka	Pakkasenkestävyys	Vedenpitävyys	
		Ro22, R1 (XC3, XC4, XD3, XF4), C35/45-3	P30		
	Muut ominaisuudet				
	b) betoni- massa	Notkeus	Suurin raekoko	Sementti	
S2		16mm	CEMII/B(S-LL42,5N)		
Lisäaineet ja annostus		Muut tiedot			
		kts. suhteitustiedot		kts. suhteitustiedot	
BETONITYÖT		SUUNNITELMA		PÖYTÄKIRJA	
Erikolmenetelmät, lämpökäsittely jne.					
Betoin notkeus (palnuma, sVB, MO, levitämä)					
Ilmamäärän mittaus	5 ensimmäisestä kuormasta työmaalla ja sen jälkeen 10 kuoman välein tehtaalla Reunapalkkimassasta 5 ensimmäisestä kuormasta	kuormakirja	klo	ilmamäärä	lämpötila
		Betonimäärä (m ³) rakennosittain	n. 20 m ³		n. 20 m ³

Betonointinopeus (m ³ / h) rakenneosittain	valu aika 4h → 5 m ³ /h		valu aika 3,5h → 5,7 m ³ /h	
Betonin toimitusnopeus	Betonointinopeus määrää		Betonointinopeus määrää	
Nousu- / etenemänopeus m/h rakenneosittain	n.4 m / h		n.4,5 m / h	
Työsaumat	ei ole		ei ole	
Suurin sallittu valutauko	1 h		-	
Valutauot ja -kohdat	ei ole		Ei ollut	
Jälkitärytyskohdat				
Muuta	Mahdollisen valutauon jälkeen huolellinen uuden ja vanhan massan saumakohtien tiivistys Tarkistettava, ettei kanteen jää notkokohtia.		-	
Betonointipäivä	2.9.2013		2.9.2013	
Betonoinnin alkaminen ja päättyminen (klo)	Alkaa 11:00	Päättyy 15:00	Alkaa 12:00	Päättyy 15:30
Sääolosuhteet päivän aikana Sääsuoja, +20 °C, RH ~60-70%				
Ilman lämpötila/ Betonin lämpötila (°C) (+ kellonajat)	Ilma + 20 °C	Betonin n. + 22 °C	Ilma + 20 °C	Betonin + 22 °C
Lämpötilan mittauspaikat	1 mittari kanteen		Mitatut lämpötilat päivän aikana: (kellonajat ja lämpötilat)	
Hieronta	Puuhieronta käsin ja kopterilla, tarvittaessa Curing 99 välijälkihoitoaine.		Puuhieronta käsin ja kopterilla, Curing 99 välijälkihoitoaine.	

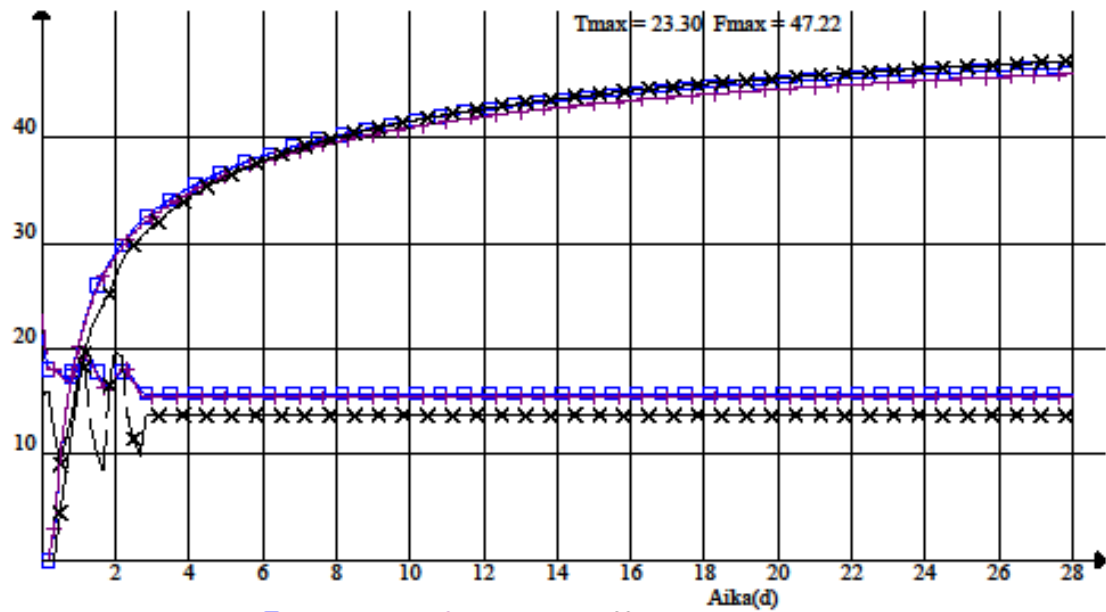
Jälkihoito, betonin lämpötilan seuranta sekä betonin lujuuskehityksen arviointi	Jälkihoitoaine Curing 101 hierron jälkeen. Kannensuojaus muovein seuraavana päivänä. Lämpötilan seuranta väh. 7 päivän ajan tai kunnes vaadittu purkulujuus on saavutettu	Jälkihoitoaine Curing 101 hierron jälkeen. Kansi suojattiin muovein seuraavana aamuna.
Jäätymislujuus (5 MPa)		Saavutettu:
Muottien purku (lujuus, ikä)	80 % / C35/45 = 36 MPa Muuta: Sivumuotteja ei saa purkaa 7 pv:n jälkihoitoaikana. Mikäli ne puretaan, on pintaa hoidettava kastelemalla tai peittämällä se muovilla tai käsittelemällä jälkihoitoaineella.	Saavutettu:
Koekappaleet (tunnukset, näytteenottopalkat)		Tunnukset:
Häiriöt, varautuminen / toimenpiteet	Kalustovikoihin varaudutaan varakalustolla. Betoniauton hinauskalusto:	
Jälkituenta (tuentaväli, purkulujuus)	ei jälkituentaa	
Muut tiedot, liitteet		Kuormakirjat 517087 - 517091, yhteensä neljä kuormaa.
Pöytäkirja laadittu, pvm. 12.9.2013	Betoniintityönjohtajan allekirjoitus Matti Laaksonen	

LIITE 5: BETOPLUS KANNEN MUOTOILUVALU

LOHJA RUDUS				BetoPlus 2.00			1/2	
1.ASIKASTIEDOT								
Yritys: TYL Pulteri			Osoite:			Rakennuskohde:		
Yhteyshenkilö: Susanna Poutanen			Puh:			U-1740 Kannen Muotoilu		
						Laskenta-aika: 28.0 d		
2.MATERIAALITIEDOT						3.ULKOLÄMPÖTILAT		
	Betoni	Semen1	Semen2	Ilma %	Lämpö C	Hidast. h	Ulkolämpötila Celsius	
Alue 1	P30 C35/45 #16 S2	Plus-2011	EI	5.5	20.0	0.0	Reunaa	0.0
Alue 2							Reunab	
Alue 3							Reunac	
Alue 4							Reunad	
4.ULKOLÄMPÖTILA(CELSIUS)								
+10								
+0								
5.MUOTTITIETO								
	Muotti	Eriste	Tuuli m/s	Suojaus Alku(h)	Loppu(h)	Lämm siirt W/m2K	Lämmitys W/m2	
Reunaa								
Reunab								
Reunac								
Reunad								
6.RAKENNEKUVA: U-1740 Kannen Muotoiluvalu								
7.LISÄTIETO: Valupäivä 2.9.2013 Mittausjakso 2.-5.9.2013 Yksi mittausolmu ulkolämpötilalle.								
Oheisilla tuloksilla EI voida korvata työaikaista lujundenseurantaa, joka on tehtävä betoninormien ohjeiden mukaisesti. BetoPlus-ohjelma ja sillä saadut tulokset perustuvat laboratorio- ja kentäkokeilla määritettyihin sementin lämmöntuoton ja lujudenkehityksen välisiin riippuvuuksiin. Tuloksiin vaikuttavat voimakkaasti muun muassa betonimassan koostumus ja lämpötila, ulkoilman lämpötila ja tuulen nopeus, rakenteen mitat ja suojaus sekä mahdollinen lämmitysteho.								
Lohja Rudus Oy			BetoPlus-palvelu			Kari Kotilainen		
Teemu Liimatainen			Puh. +358 400314302					
Kotka, 6.9.2013			05:25			FAX. 020 447 6035		



LÄMPÖTILA-(Celsius) JA LUJUUSKÄYRÄ(MPA) - kuva 1



□

1

+

2

×

3

Solmu 1, P30 C35/45 #16 S2, *, *, *
 Solmu 2, P30 C35/45 #16 S2, *, *, *
 Solmu 3, P30 C35/45 #16 S2, *, *, *

LIITE 6: REUNAPALKKIEN KIMMOVASARATULOKSET

PURISTUSLUJUUDEN KIMMOVASARATESTAUS										Liikennevirasto 25.1.2010						
Kohteen tiedot										Kimmovasaran kalibrointiarvot						
Kohde	U-1740									Kimmovasaran n:o		SH01-003-0837				
Rakenneosa	reunapalkit									N		F				
Valupäivämäärä	22.8.2013, 11.9.2013									Testaussuunta						
Arvosteluerän koko	16	m ³ betonia								Y 1. piste	36,0	22,0				
Betonin suunnittelulujuus	45	MPa								Y 2. piste	51,0	47,0				
Betonin rakenneluokka	1	Merkittävä joko 1 tai 2								V 1. piste	30,8	21,0				
Testauspäivämäärä	15.10.2013									V 2. piste	47,0	47,0				
Testaaja	Susanna Poutanen									A 1. piste	27,0	21,0				
Tarkastaja										A 2. piste	44,8	47,0				
Urakoitsijan työnohtaja	Mikko Saresma															
Arvosteluerän koko edellyttää vähintään 3 testauskohtaa																
Täyttö- ja testausohjeet																
<ul style="list-style-type: none"> - Kohdetiedoista välttämättömät merkityt keltaisella pohjalla - Kimmovasaran kalibrointiarvot merkitään kaikkien testausuuntien osalta viereisen taulukon keltaiseen osioon - Koostetaulukon keltaiseen osioon merkitään testaussuunta joko V, Y tai A (Vaaka, Ylös tai Alas); vain merkityt testauskohdat otetaan huomioon vertailulujuuslaskelmissa - Yksittäislukemia on oltava vähintään 10 / testauskohta - Testaus Liikenneviraston julkaisun TIEH 28/2006 mukaisesti 																
Testauskohta nro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Pinta hiottu (X)	X	X	X													
Testaussuunta	A	A	A													
Kimmovasaralukemat	Yksittäiset lukemat	44	54,5	49												
		39,5	49	49												
		43	42,5	48,5												
		40,5	46	51,5												
		42	49,5	43												
		45,5	40	41												
		43,5	49	51,5												
		40,5	46,5	43,5												
		43	40	41												
		40	44,5	53												
Keskiarvo	42,2	46,2	47,1													
Testauskohdan lujuusarvo [MPa]	43,0	49,0	50,5													
VERTAILULUJUUDEN LASKENTA																
Testauskohtien lukumäärä n	3				Koska testauskohtien lukumäärä on 3				vertailulujuus on pienempi seuraavista arvoista:							
Lujuustulosten keskiarvo f_{cm}	47,5				- $Kk=f_{cm}-f_n = 42$ MPa				- $Kk=f_{cm}+4 = 47$ MPa							
Koetulosten keskihajonta s	4,0															
Variaatiokerroin s/f_{cm}	0,08															
Pienin yksittäistulos f_{min}	43															
f_n	6															
										Arvosteluerän vertailulujuus $Kk = 42$ MPa						
ARVOSTELUERÄN HYVÄKSYTTÄVYYS																
Rakenneluokassa 1 arvosteluerän on hyväksyttävä, jos variaatiokerroimen arvolla										0,08						
vertailulujuus Kk on vähintään										85,0 % nimellisujuusvaatimuksesta 45 MPa.						
Koska vertailulujuus Kk on										93,3 % nimellisujuusvaatimuksesta arvosteluerä voidaan hyväksyä. Myös muiden SYL 3:n kohdassa 3.3.1.5 esitettyjen laatuvaatimusten on täyttyvä.						

Reunapalkki etelä

PROCEQ - PROFOMETER B (V2.3.1, #7.8538)

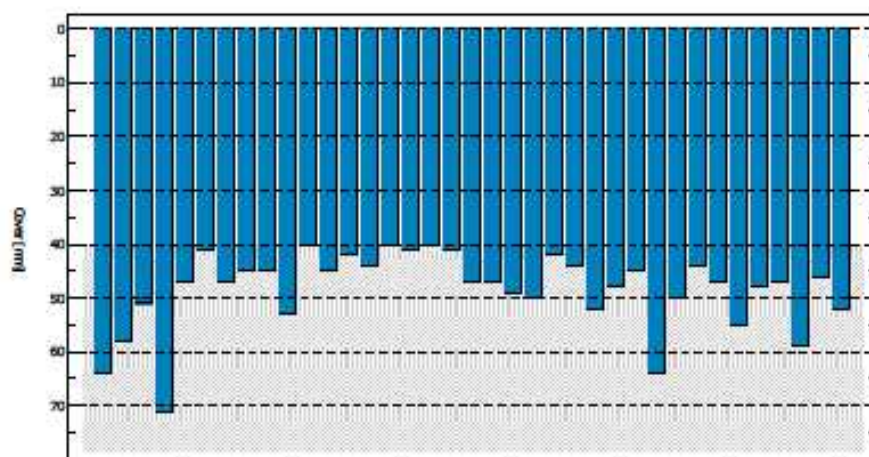
Rebar Locator

Title: U-1740

Date: 17-Sep-2013

Name: reunapalkki

Remarks: eteläpuoli



Set parameters

Bar diameter

D = 12 mm

Limit value of covers

s(Min) = 40 mm

Statistic

Number of measured bars

N = 37

Average measured cover

m = 46,4 mm

Standard deviation

s = 7,2 mm

Maximum of measured covers

Max = 71 mm

Minimum of measured covers

Min = 40 mm

Span

R = 31 mm

Cover values below limit

<s(Min) = 0,0 %

Measured covers [mm]

64	58	51	71	47	41	47	48	45	53	40	46	42	44	40	41	40	41	47	47	49	50	42	44	52	46	45	64	50	44	47	55	48	47	59	46	52
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

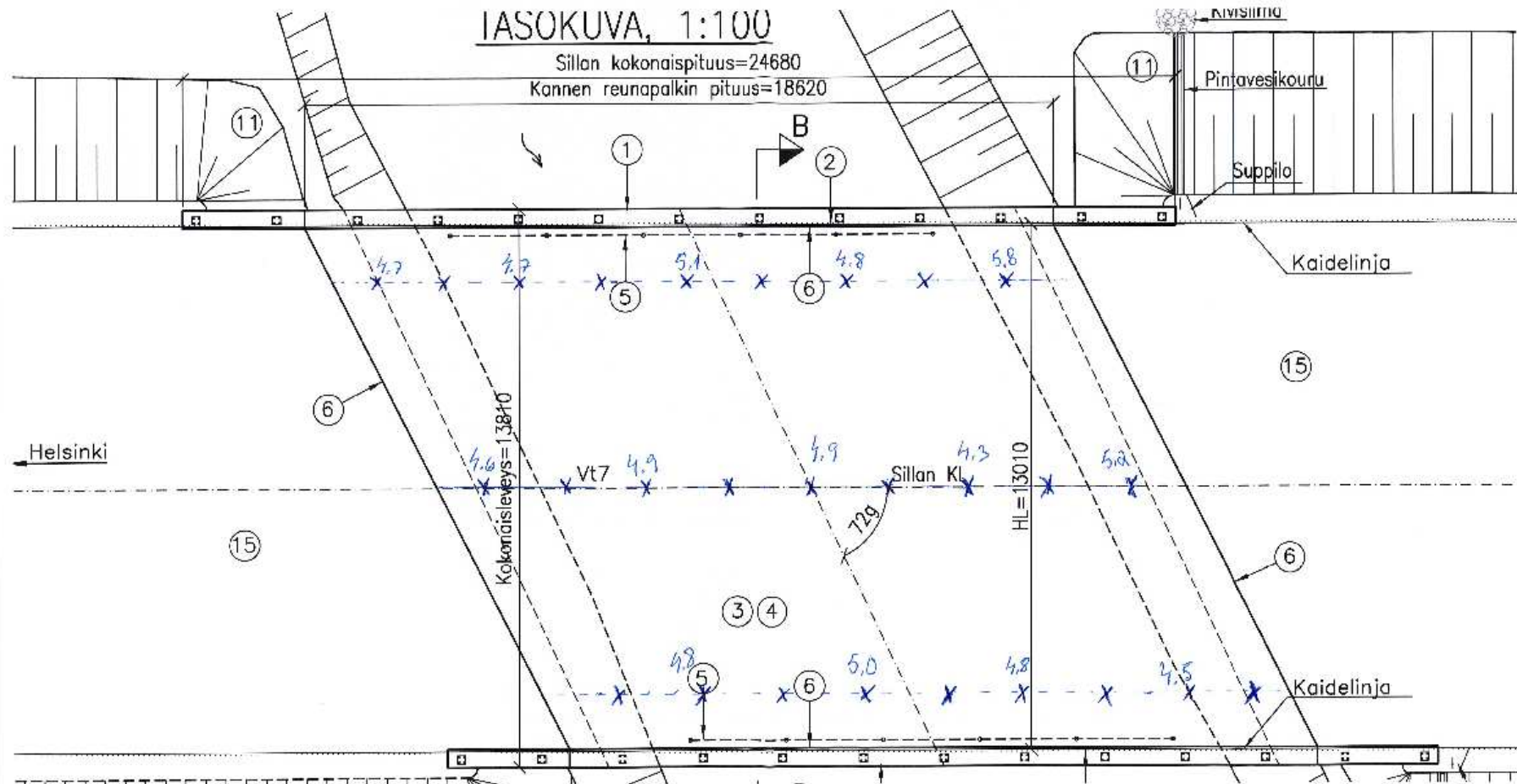
LIITE 8: BETONIPINTOJEN TARKASTUSPÖYTÄKIRJA

BETONIPINTOJEN
TARKASTUSPÖYTÄKIRJA

Projekti, urakkaosa U-1740 Lähteensilta		Laatija Matti Laaksonen
Tilaaja LiVi		Pöytäkirja laadittu, pvm 24.9.2013
Tarkistuksen suorittajat Matti Laaksonen		
TARKASTETTAVA RAKENNEOSA	U-1740 Reunapalkit (kansi & siivet), kansilaatta	
TARKASTETTAVAN PINNAN NÄKYVYYS	VAATIMUSLUOKKA	VÄRIVAIHTELULUOKKA
Muottikangasta vasten valetut pinnat	A	B
Muottia vasten valettu näkyvlin jäävä pinta	A	B
Muottia vasten valettu ei näkyvlin jäävä pinta	A	B
HUOMAUTUKSET JA VAADITTAVAT KORJAUKSET Reunapalkeissa n. 2m välein kutistumahalkeamat, reunapalkkirakenne väistämättä halkeaa valettaessa uusirakenne vanhaan kiinni. Halkeamat imeytetty Luxitilla		
Laadittu polkkeamaraportti liitteeksi		
Polkkeamat korjattu		
Pvm. 24.9.2013	Allekirjoitukset Matti Laaksonen	

LIITE 9: MUOTOILUVALUN PINTAKOSTEUS MITTAUKSET

Tasausvalun pintakosteusmittaus 10.9.2013



LIITE 10: VESIERISTYSPÖYTÄKIRJA

SKANSKA

Urakoitsija:

Skanska Infra Oy

PVM: 12.9.2013

Projekt:

E 18: TYL-pulteri / Järvaenselkä

Eristyspöytäkirja

Pinnan tyyppi:

betoni

Pinta hyväksytty:

kyllä

Pinnan valmistaja:

niekkapuuhallus

Eristysmenetelmä:

eliminators

Käytävä	Komponentit	Materiaalien eränumerot	pvm	Aloitus klo	Lopetus klo	Materiaalimenekki			Levitysmenetelmä (Huskutuslaaja)	% RH	Ilman lämpötila (°C)	Pinnan lämpötila (°C)	Kosteus
						Alue (m ²)	Määrä (kg)	Menekki (kg/m ²)					
Päämuri, Parti		130628-007	12.9.	20:45	22:25	247	110	0,45	terästä	82,6	16,2	16,5	12,4
										83,1	16,0	10,5	12,4
										78,9	17,2	18,5	13,2
Eliminator, 1. korros	A	130621-009	12.9.	11:10	16:30	247	270	1,00	ruiskutus	82,6	18,7	18,5	11,5
	B kelt	120927-001					270	1,00		52,8	22,7	19,0	12,6
Eliminator, 2. korros	A	130621-000	12.9.	19:45	21:50	247	240	0,97	ruiskutus	79,2	16,0	17,5	10,9
	B harm	130619-017					240	0,97		78,2	14,2	17,0	9,4
Tack Coat no 2		130620-009	12.9.	22:45	23:50	247	15	0,18	ruiskutus	83,7	11,8	13,6	9,5
										83,2	11,5	13,0	8,4

Vakokoodi 12.9.2013	Luokitus	Integrointi	Ennen primäri levitystä tehty kovaluus: GPO G50g /20kg ok.
1	3.05 / 2.65	100/100 % betoni	
2	2.81 / 2.74	100/100 % betoni	
3	2.74 / 2.78	100/100 % betoni	
4			

Muuta:

- Päämuriin materiaalienekki vaatimus on nimissään 0,25 kg/m², toteutunut menekki 0,45, kg/m².
- Materiaalin kalvopaksuudet mitattu märkäkeivosta pinnanteen märkälämpötilalla 10°C/10°C/10°C.
- Valmiin vesieristeen materiaalienekki vaatimus on 3,2 - 4 kg/m², toteutunut menekki on 4,12 kg/m².
- Tack Coat no 2 materiaalienekki vaatimus on 0,10 - 0,20 kg/m², toteutunut menekki on 0,18 kg/m².
- Vesieristykseen esijaves tarkastettu kipinähuuvalla ja havaittu: puutteet korjattu 12.9.2013, tarkastaja Jouko Ahlgren

Allekirjottanut:

Pekka Kyttäjä

PVM:

20.9.2013

Hakittu:

LIITE 11: ITSELLELUOVUTUKSEN MAASTOKATSELMUS



Sillan itselleluovutuspöytäkirja Maastokatselmus

Aika ja paikka: 28.11.2013 Loviisa

Läsnäolijat: Jussi Laamanen, Antti Kakko

Sijaintipaikka: U-1740 Lähteen silta

	OK	Ei	Korj.	Pvm+allekirjoitus	Valok.
1. Perustalattojen betonipinnat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Pilareiden betonipinnat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Maatukien betonipinnat (sisä- ja ulkopinnat)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Päällysrakenteen yläpuoliset betonipinnat	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Päällysrakenteen alapuoliset betonipinnat	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Reunapalkkien betonipinnat	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Vesieristykset	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Käiteet / suojalaitteet (mm. kalvopaksuudet)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Asfalttipäällysteet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Keilaverhoukset	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Varusteet: (panoskoukut, kaapelihyllyt, kontaktitapit, yms.)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Betonipintojen verhoukset: (Impregnointi, töhrysuojaus)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Pintavedet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>9.12.2013 Jla</u>	<input type="checkbox"/>

LIITE 12: YHTEENVETO KORJAUSTYÖNLAADUSTA

Sillan laaturaportti, Laatumisohje / Liite 2

Sivu 1/4

YHTEENVETO KORJAUSTYÖN LAADUSTA				Silta: U-1740 (S101)	Pvm: 14.11.2013	
Rakennese- tai työväsihe	Täyttääkö vaatimuksen OK/ Ei	Poikkeamia suunnitelmasta			Rakennese- tai työväsihekohtainen laaturaportti	Huomautuksia
		Rakenteeseen jääviä	Korjattuja	Suunnitelma muutoksia		
1. Sillan päämitat	OK					Reunapalkkien korjaustyö on tehty suunnitelmapöytäkirjojen R15 12209 r-1 ja r-3 mukaisesti
2. Betonirakenteet	OK					
betonirakenteiden purkaminen	OK					
reunapalkin uusiminen	OK					
betonin paikkaus	OK					Uloimmat jännepalkkien sivupinnat on pinnoitettu StoCrete FB joustosementtipinnoitteella
korjausruutubetonilla						Ei kuulu korjaussuunnitelmaan
halkeamien injektointi	OK					T2 injektoinnissa käytetty Luxit injektointiepoksia
vedeneristyslustan kunnostus	OK					
betonipinnan kunnostus	OK					
3. Teräsrakenteet	OK					
kaiteen uusiminen	OK					
laakerin huoltohoito						Ei kuulu korjaussuunnitelmaan
4. Kuivatuslaitteet						
tippuputkien uusiminen / kunnostus	OK					
työkoneiden uusiminen						
valojen tulo						
vedenjohtolaitteiden korjaaminen	OK					
5. Saumat	OK					
liikuntasaumojen korjaaminen						sillassa ei ole liikuntasaumalaitteita
kumibitusaukukset	OK					Materiaalitodistus
6. Vedeneristykset ja päällysteet	OK					
vedeneristyksen korjaaminen	OK					Eliminator vesieristysmenelmä
Asfalttipäällysteen uusiminen	OK				Massanäytteet AB5, AB11 ja AB16	
7. Sillan liittyvät rakenteet						
betonikivi- ja hiekkakiven tulo						
harmiviennoksen tulo						
Lisäselvityksiä						
Urakoitsija Laatinut, nimi ja pvm						
Tilaja Tarkastanut, nimi ja pvm						