

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka, Lappeenranta

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Infratekniikan suuntautumisvaihtoehto

Mikko Korhonen

Kulosaaren sillan palovaurioiden korjaustyö T5-T8

Opinnäytetyö 2012

Tiivistelmä

Mikko Korhonen

Kulosaaren sillan palovaurioiden korjaustyö T5-T8, 31 sivua, 2 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka, Lappeenranta

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Infratekniikan suuntautumisvaihtoehto

Opinnäytetyö 2012

Ohjaajat: Lehtori Petri Himmi, Saimaan ammattikorkeakoulu

Työmaapäällikkö Olli-Pekka Angeria, Destia Oy

Opinnäytetyö kertoo Kulosaaren sillalle aiheutuneista vaurioista, jotka tulipalo aiheutti Destia Oy:n sillankorjauskohteessa heinäkuussa 2010. Työssä käsitellään korjaukselle asetetut tavoitteet ja niiden laajuus. Resurssien tarvetta oli mietitty jo ennen korjauksen aloitusta. Pohdiskelen teknisen toteutuksen eri työvaiheita ja mitä kehitettävää eri vaiheissa mahdollisesti olisi voinut olla. Käsittelen yhtenä osiona toimintaa tämäntyyppisessä hätätyössä sillankorjaustyömaalla. Laadin tästä yleisohjeistuksen.

Kohteessa on käytetty aikaa huolelliseen suunnitteluun vaikean työkohteen takia. Opinnäytetyössä selvitetään eri työvaiheiden toteutusta suunnitellulla tavalla ja niiden onnistumista aikataulussa. Työkohteen korjausta hankaloittavat haastavat työolosuhteet sekä kohteen sijainti vilkkaalla sillalla, jossa on otettava huomioon sillan kantavuuden rajat. Matala vesistö ja sillan kantavuus tuovat omat ongelmansa sillan korjausta suunniteltaessa.

Työn tekemisessä käytin lähdetietoina sillankorjauskohteen laatuaineistoa, rakennuspiirustuksia, korjaussuunnitelmaa sekä tutustuin tutkimustuloksiin. Työskentelin myös itse työnjohtajana kyseisellä työmaalla. Eri työvaiheiden ongelmatilanteet ja niiden ratkaisut ovat tulleet työmaaolosuhteissa nopealla reagoinnilla. Myös vaihtoehtoisia ratkaisuja on mietitty. Lähteenä on käytetty pääasiassa työmaahenkilöstöä ja aineistoa.

Asiasanat: Kulosaari, silta, tulipalo, Destia Oy, hätätyö

Abstract

Mikko Korhonen

Fire damage repair work of Kulosaari bridge T5-T8, 31 Pages, 2 Appendices

Saimaa University of Applied Sciences

Technology, Lappeenranta

Infrastructure

Final Year Project 2012

Instructors: Mr Petri Himmi, Senior Lecturer, Saimaa University of Applied Sciences

Mr Olli-Pekka Angeria, Site Manager, Destia Oy

The purpose of the last year project was to tell about the damages in the bridge of Kulosaari which fire caused on Destia's bridge in July 2010. The work tells about the main goal for the bridge and what was the extent of correction. Resources had to be planned. The work will discuss the technical implementations and improvements which could have been used. The work handles one of the topics of emergency work in this kind of situations. General instructions for emergency work will be planned.

In this task a lot of time has been used by careful planning because it is really a hard target to fix. This project tries to explain different kind of situations we meet at construction and in schedule. Working conditions on the bridge make it harder. The bridge carries heavy traffic.

Also limits of the maximum load of weight must be considered. Shallow water and the maximum limit by weight on bridge will bring a lot of troubles.

Quality material and also the results of researches were used on this project. At construction site conditions you will have to react fast in hard situations. Also different conclusions on construction have to be resolved. To gather information for this project the main sources were the site personnel and the site information material.

Keywords: Kulosaari, bridge, fire, Destia Oy, emergency work

Sisältö

1 Johdanto	5
2 Kulosaaren silta	6
2.1 Yleistä	6
2.2 Tulipalo sillalla	7
3 Resurssien tarve eri työvaiheissa	9
3.1 Henkilöstö ja koneet	9
4 Teknisen toteutuksen eri vaiheet	10
4.1 Työturvallisuus	10
4.2 Liikennejärjestelyt	11
4.3 Pintarakenteiden purku	12
4.4 Vanhan teräspalkin vaihto	15
4.5 Uusien teräspalkkien asennus	17
4.6 Kansirakenteen uusiminen	19
4.7 Kaukolämpöputkien purku ja uuden asennus	22
5 Kehitettävää eri työvaiheissa	23
5.1 Resurssien hallinta	23
5.2 Aikataulun hallinta	24
5.3 Huolellinen ennakosuunnittelu	24
6 Aikataulun hallinta ns. hätätyössä	25
6.1 Hätätyön sattuessa	25
6.2 Työnsuunnittelu	25
6.3 Aikataulut	26
7 Yhteenveto	29
Kuvat	30
Lähteet	31
Liitteet	
Liite 1	Liikennejärjestely 2+2 ajokaistaa
Liite 2	Projektin hallinta hätätyössä

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön aiheena on pohtia Destia Oy:n ja sen sillankorjausyksikön korjaaman Kulosaaren sillan tulipalovaurioiden aiheuttamien seuraamuksien takia teknisen toteutuksen eri vaiheita. Sekä mitä mahdollisesti kehitettävää eri työvaiheissa olisi voinut olla. Myös aikataulun hallinta, niin sanotussa hätätyössä on otettu esille.

Haasteita aiheutti sillan sijainti, jonka kautta kulkee päivittäin noin 65 000 ajoneuvoa. Vilkasliikenteisellä sillalla työskentely asetti työmiehille sekä työnjohdolle tarkat vaatimukset sekä edellytti huolellista suunnittelua eri työvaiheiden toteuttamiseksi.

Kaikkiin työvaiheisiin kuuluu olennaisena osana aikataulutus ja sen huolellinen toteuttaminen. Sillan ruuhkautuessa väliaikaisten liikennejärjestelyiden vuoksi ylimääräistä päänsäivaa aiheuttivat turhautuneet ihmiset, jotka työkiireidensä takia purkivat kiukkuaan kirjeitse. Sillan kuormituksen takia työjärjestysten toteutus oli tarkkaan mietitty. Myös korjauksen aloitukseen meni aikaa, koska ennen perusteellisia tutkimuksia ei tiedetty kuinka paljon sillan rakenteiden kantavuus oli kärsinyt palossa. Kohteesta oli tehtävä tarkat tutkimukset, jotta korjattavan alueen laajuus saatiin selville.

Pohtiessani toteutusta käytän hyödyksi työmaalla kokemaani ja oppimaani sekä työmaalta kerättyä laatuaineistoa. Haastattelen myös työmaapäällikköä, joka vastasi toteutuksesta sillalla.

Kerron työvaiheista perustiedot, työn toteutuksen, mahdollisia tuloksia ja omia mietteitä sekä mitä kehittämiseen liittyviä mahdollisuuksia työvaiheissa voisi olla. Käsittelen myös yhdessä osiossa toimintaa tämän tyyppisessä hätätyössä sillankorjaustyömaalla. Laadin tästä yleisohjeistuksen.

2 Kulosaaren silta

2.1 Yleistä

Kulosaaren silta (kuva 1) on rakennettu vuonna 1957. Sillalla kulkee 3+3-ajokaistainen itäväylä. Sillalla on pituutta 356,5 metriä ja leveyttä 32,5 metriä. Silta suunniteltiin niin leveäksi, että metro mahtuisi sille, mutta ilmeni, että silta oli liian kapea. Metrosilta kulkee nykyisin Kulosaaren sillan vieressä.

Sillalla kulkee päivittäin noin 65 000 ajoneuvoa, joten silta on hyvin kuormitettu. Siksi sillan rakenteita on vahvistettu useiden vuosien ajan.

Ennen jatkuvaa teräspalkkisiltaa paikalla sijaitsi puurakenteinen avattava kääntösilta. Se purettiin Kulosaaren sillan valmistuttua. Vanhalla sillalla kulkivat myös Kulosaaren raitiotien kiskot. Vuonna 1936 siltapenkere vajosi ja raitiovaunuliikenne jouduttiin keskeyttämään. Linja liikennöi tilapäisesti 1939 sodan aiheuttaman linja-autopulan takia. (Wikipedia: Kulosaaren silta.)



Kuva 1. Kulosaaren silta (Christian Westerback, HS.)

2.2 Tulipalo sillalla

Tulipalo (kuva 2) sai alkunsa 10.07.2010 rakennustelineiltä tuntemattomasta syystä. Telineet oli rakennettu sillan kannen alle, josta kannen alapinta pystytettiin ruiskubetonoimaan, sekä sillan teräsrakenteita kunnostamaan hiekkapuhaltamalla ja maalaamalla. Rakennustelineet sekä kaukolämpöputkien (kuva 2 ja 3) eristeet syttyivät palamaan noin 60 metrin matkalta. Kannen alla tulipalon aiheuttama kuumuus heikensi sillan kantavia teräsrakenteita ja betonikantta laajalta alueelta.

Vaurioiden laajuudesta ei ollut vielä käsitystä, kun palomiehet saapuivat kannelle sammuttamaan paloa. Vaarana oli palokohdan kannen alla olevien tukien pettäminen. Tarkat tutkimukset ja vahinkojen kartoittaminen aloitettiin sillalla heti, kun reunimmainen ajokaista oli suljettu kokonaan.



Kuva 2. Palon aiheuttamaa vahinkoa sillan kannen alla



Kuva 3. Kaukolämpöputkien uretaanieristeet aiheuttivat suuren palokuorman



Kuva 4. Hunnebeteline koottiin lämpöputkien tukemiseksi

3 Resurssien tarve eri työvaiheissa

3.1 Henkilöstö ja koneet

Urakan aikana tuli eteen useita haasteellisia työvaiheita (kuva 5) toteutettavaksi. Seuraavassa listauksessa käydään läpi eri työvaiheissa tarvittavien henkilöstön ja työkoneiden määrät.

Henkilöstöä urakan eri vaiheissa:

<u>Henkilöstö</u>	<u>Määrä</u>	<u>Toimenkuva</u>
Tilaajan edustaja	1	Tekee päätöksiä työmaan toteutuksesta
Valvojat	2	Seuraavat työn ja laadun jälkeä
Suunnittelijat	2	Laativat suunnitelmat laskelmien pohjalta
Urakoitsija	18	Vastaa työn toteutuksesta
Aliurakoitsija	92	Toteuttavat työt vaatimuksien mukaisesti

Urakan toteutus vaiheittain (henkilöstön ja koneiden tarve):

<u>Selite</u>	<u>Työmiehet ja koneet</u>
Vaurioiden kartoitus	2 tutkijaa ja 2 mittamiestä
Mittaukset (jatkuva tarve)	1 mittamies
Työmaanperustaminen	2Rakennusmiestä
Liikennejärjestelyt	1 KA + 1 TJ + 3 RAM
Tulipalovaurioiden pesu - ja puhdistustyöt	4 rm, puhdistusautot 2 kpl
Kannen pintarakenteiden purku	1 asfaltinjyrsin+ 3 KA
Porapaalutus	1 porapaalutuskone, 2 ram
Työtelineet palaneen purku/ uuden rakentaminen	10 Telinemiestä (2ryhmää)
Sillan tuenta T7-T8	6 RAM
Betonikannen purku	2 kaivinkonetta 3 RAM 2 timanttisaha
Kaukolämpöputkien tuenta	5 ram, taljat, kurottaja
Sillan teräsrakenteiden uusiminen	6 ram, HIAB, nosturi, lautta
Sillan betonikannen rakentaminen	6 RAM + 4 raudoittajaa, HIAB, nosturi
Liikuntasaumalaite pohjoisreuna	2 RAM
Kaukolämpöputkienkorjaus ja tuennan purku	6 Rakennusmiestä
Tuennan T7-T8 purku	4 RAM, HIAB
Kannen pintarakenteet, Pohjoinen	10 ram, päällystekoneet, autot jne..
Sillan kaiteet ja meluseinä	4Kaidemiestä +2Ram
Työtelineiden purku sillan alla	6 RAM, lautta HIAB, Nosturi
Liikenteen siirto kaistoille 3+3	8 RAM, 2KA,kaivinkone,puhdistusauto
Työmaan purku	3 RAM, HIAB

Työvaiheissa saattoi olla useita aliurakoitsijan ja urakoitsijan työmiehiä samaan aikaan .

Kuva 5. Työvaiheissa resurssien tarve oli hyvin mietitty loppuun

4 Teknisen toteutuksen eri vaiheet

4.1 Työturvallisuus

Työturvallisuuteen tuli kiinnittää erityistä huolellisuutta. Liikkumavaraa sillan kannella oli rajoitetusti, johtuen metrosillan läheisyydestä sekä ajokaistojen määrästä vilkkaalla sillalla. Teräsarinan lisäksi tilaa veivät sillan kannella työkalukoppi sekä puutavara ja raudat. Tärkeää oli suorittaa viikottainen seuranta MVR-mittauksilla sekä raportoida siitä eteenpäin. Kaiteiden huolehtiminen paikalleen oli ensisijaista mereen putoamisen estämiseksi. Jätelavojen pitäminen sillan kannella auttoi puutavaran ja muun jätteen sijoittelussa. Näin pystyttiin pitämään työmaan kulkutiet puhtaana. Hyvän yleisjärjestelyn ja seurannan vuoksi työmaa voitiin viedä läpi ilman tapaturmia. Tapaturmariski oli suuri työmaakohteen sijainnin vuoksi. Puutteisiin tartuttiin heti ja korjaukset tehtiin välittömästi. Myös työmiehet kiinnittivät huomiota työturvallisuuteen liittyvään havainnointiin.

Rajoittava tekijä sillalla oli kuormarajat. Hunnebectelineen (Kuva 4 ja 17) nostoon käytetty nosturin sijoittelu sillalla oli suunniteltu etukäteen suuren painon takia. Nosturien jalat sijoitettiin niin, että nosturin ja hunnebectelineen paino saatiin jaettua tasaisesti teräspalkkien päälle. Näin pystyttiin minimoimaan sillan rakenteiden romahtamisriskit. Betoniautojen painavien kuormien jakaminen teräspalkeille oli välttämätöntä. Betoniautojen jaloista kohdistuva pistekuorma sillan kanteen olisi voinut olla liian suuri. Sillan kansilaatta ohuimmassa kohtaa reunapalkin vieressä oli vain 13 cm paksu.

Suuren riskin muodostivat sillan kannen alta palaneiden työtelineiden purkaminen sekä muut palossa vahingoittuneet osat.

Myös laivaliikenne Kulosaaren sillalla oli otettava huomioon turvallisuutta suunniteltaessa. Sillalla yksi tukien väli oli rajattu lippusiimalla ja merkinnöillä yläpuolisen työskentelyn takia. Vaarana oli, että jotain tavaraa olisi pudonnut.

Pelastusrenkaat ja vene olivat työmaalla lisäämässä turvallisuutta. Paukkuliivien käyttö oli pakollista vesistöistä käsin työskenneltäessä.

4.2 Liikennejärjestelyt

Lisäselvityksessä ja kartoituksessa sillan rakenteissa havaittiin lisävaurioita, ja sen vuoksi liikenneturvallisuuden varmistamiseksi päätettiin sulkea yksi kaista lisää. Kaupunkiin päin meneviä kaistoja oli näin käytössä vain yksi. Kyseinen liikennejärjestely kesti Kulosaaren sillalla noin kolme viikkoa. Sen jälkeen liikennejärjestelyjä (Liite 1) muutettiin niin, että molempiin suuntiin kulki kaksi ajokaistaa. Muutosjärjestely vaati paljon selvittelyjä ja suunnittelua, sekä suunnittelijoiden että toteuttajien osalta. Järjestelyt toteutettiin aina yöaikaan, sillä aamulla liikenteen tuli suuren liikennemäärien vuoksi kulkea sillalla hyvin. (Destia Oy.)

Lupa tilapäisestä liikennejärjestelystä haetaan Helsingin kaupungin rakennusvirastosta. Liikennejärjestelypäätos tehdään päätöksenhakijan esittämien liikennejärjestelyiden mukaisesti. Liikennejärjestelyjen muutoksista on ilmoitettava ajoissa.

Liikennejärjestelyt muutettiin useampaan otteeseen sillan kannella tehtyjen töiden valmistuttua. Esimerkiksi liikennejärjestelyjä lisättiin yhden ajokaistan verran, jotta voitiin helpottaa liikenteen sujuvuutta Helsingin suuntaan. Betoninorsuesteitä siirrettiin yhden ajokaistan verran ulommaksi, jotta kevyenliikenteen väylällä työskentelyyn jäi tarvittava tila. Liikennejärjestelyä pyrittiin keventämään sen ollessa mahdollista. Viimeisten liikennejärjestelyjen poistamiseen kului aikaa pari iltaa sillan pitkän pituuden takia.

Liikennejärjestelyissä opastuksen (kuva 6) piti olla kaksikielinen, kuten seuraavassa kuvassa ilmenee.



Kuva 6. Opastus työmaa-alueella

4.3 Pintarakenteiden purku

Kannen purkurajan toinen pää sijaitsi tukien T7-T8 välillä. Siksi alapuolisia kantavia rakenteita jouduttiin tukemaan porapaaluilla (kuva 7) ja HEB-palkeilla rakennettavien tukien (kuva 8) avulla. Paalujen paikat mitattiin ja merkittiin sillan kannelle. Betonikanteen tehtiin reiät (600 mm) paalutusta varten. Alueella olevat mahdolliset kaapeloinnit ja putkitukset varmistettiin. Pidettiin aloituspalaveri, jossa työn suorittajille selvitettiin työn laatu ja toteutustapa. Sillan kansipalkkien ja perustuksien painumia ja liikkeitä seurattiin. Ilman kehikon ja tunkkien apua vanhan teräsrakenteen poistaminen olisi ollut mahdotonta, sillä tällöin silta olisi romahtanut. Tunkeilla tuenta tuettiin sopivaan korkoon, jotta työskentely kannen päällä oli mahdollista ja rakenne pysyi oikeassa muodossa.



Kuva 7. Porapaalutus käynnissä



Kuva 8. Tuenta sillan alapuolella

Sillan kannen osalta tehtiin suunnitelma, jossa merkittiin purettava alue (Kuva 9). Sillan teräskateet poistettiin työvuoron päätyttyä sekä työskentelyn taukojen aikana huolehdittiin putoamissuojauksesta. Alla oleva jää puhdistettiin lumesta

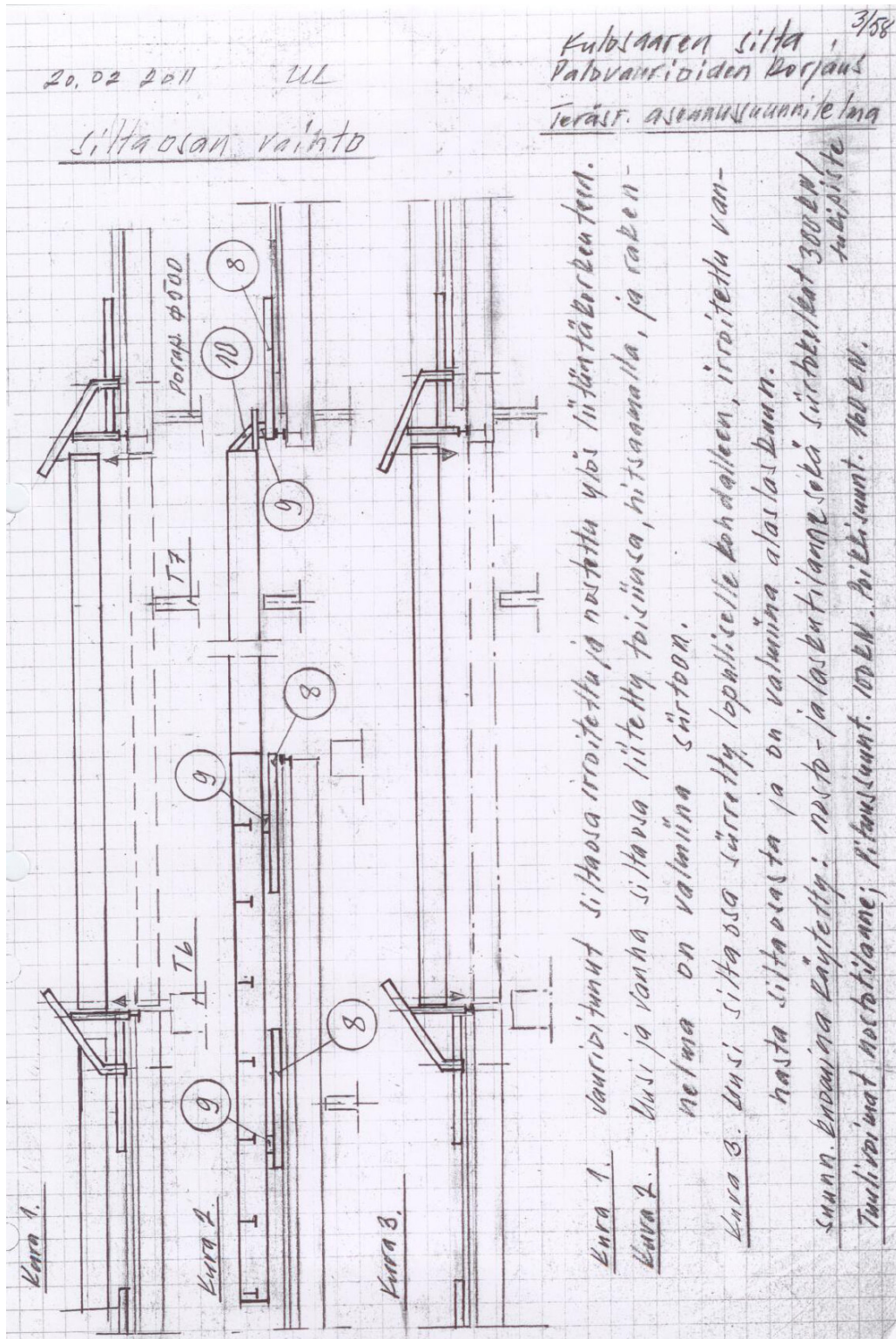
1,3 t painoisella bobcatilla. Aamuisin suoritettiin mittaukset jään päällä työskenneltävällä alueella ja varmistettiin, että jään paksuus oli vähintään 40 cm. Suunnitelmassa otettiin huomioon sillan kantavuudet ja ajolinjat, jotka olivat kantavien teräspalkkien päällä, jotta rasitus pystyttiin minimoimaan. Paloittelussa käytettiin timanttisahoja, joilla leikattiin kantaa 1*10 m:n paloiksi, jotka siirrettiin sillankannelle 30 t kaivukoneella. Asfaltin piikkausta suoritettiin 4 t kaivinkoneella. Kannella palat pienennettiin 1*1 m kokoisiksi paloiksi. Palat siirrettiin kuorma-autoon, josta ne toimitettiin jätteenvastanottopisteeseen. Alue rajattiin lippusiimalla sekä varoituskyltein. Valaistuksen täytyi olla kunnossa, työskenneltiin sillan kannella, josta oli korkea pudotus ja työskentely tapahtui yöllä. Jäällä liikkuvasta bobcatista poistettiin ovi ja kuljettaja pukeutui kelluntahaalareihin. (Destia Oy.)



Kuva 9. Purkutyöt sillan kannen osalta on aloitettu

4.4 Vanhan teräspalkin vaihto

Alla selostus siltaosan siirron yhteydessä tapahtuvasta vaihdosta (kuva 10).



Kuva 10. Teräsrakenteen asennussuunnitelma (Laine U. Asiantuntija 16.04.2012)

Vanhan silta-arinan poistettavan osan mittalinjojen päihin rakennettiin nostokehikko (kuva 11) varusteineen. Varustukseen kuului 4 kpl hydraulisia tunkkeja sekä 4 kpl M48 kierretankoja ja muttereita.

Vanha palanut teräsrakenne kiinnitettiin nostotangoilla molempien päiden nostokorvakkeisiin, jonka jälkeen tangot esikiristettiin tunkkeilla. Painetta oli reilusti yli 10 barin. Seuraavaksi polttoleikattiin arvioiduista liitoskohdista. Työvaroja oli 50 mm. Teräkset leikattiin hiukan viistoon, jotta saatiin vanha teräsrakenne nostettua ylös. Pääty kerrallaan alettiin nostamaan rakennetta ylöspäin. Puolta vaihdettiin kahden iskun jälkeen. Iskun pituus oli 150 mm. Nostossa meni aikaa 7–8 tuntia. Nostokorkeutta kertyi noin 2,7 m. Tärkeää nostotyössä oli saada vanha teräsrakenne uuden palkiston kanssa samaan tasoon liitettäväksi hitsaamalla. (Hämäläinen, H. Vastaava työnjohto. Jot Works Oy. Espoo. 12.04.2012. Tiedonanto puhelimitse.)

Tulipalossa vaurioitunut siltaosa tuli lujuusopillisesti tarkastaa ja vahvistaa niiltä osin, missä rakenne ei täyttänyt eurokoodien vaatimuksia.



Kuva 11. Nostokehikko valmiina vanhan teräsrakenteen nostoon

Vanha silta-arina leikattiin irti (kuva 12) ja nostettiin ylös uuden silta-arinan jatkoksi.



Kuva 12. Vanha teräsrakenne on saatu nostettua ylös

4.5 Uusien teräspalkkien asennus

Joulukuussa 2012 valmistuneen suunnitelman perusteella voitiin tilata siltaan uudet teräspalkit tulipalossa vaurioituneiden tilalle. Näiden massiivisten palkkien toimitusaika konepajalla tehtynä oli 3 kk. Viimeiset teräsosat saatiin työmaalle maaliskuun 2011 aikana ja niiden yhteen hitsaaminen aloitettiin välittömästi.

Ennen uuden teräspalkiston siirtoa kirvesmiehet asensivat valmiit telineristikot ja pukit palkiston ympärille. Telineistikot sidottiin palkiston ympärille dywidag kierretankojen, muttereiden ja aluslevyjen avulla. Kannen muotoilu, laudoitus ja reunapalkin muotit tehtiin, kun uusi teräsarina oli saatu siirrettyä ja laskettu omalle oikealle paikalleen. Teräsrakenteet hitsattiin yhteen ja vahvistettiin pulteilla. Liitoksien kunto tarkastettiin ultraäänitarkastuksella.

Uusi teräsrakenneosa kasattiin vaihdettavan osan Sörnäisten puolelle tuesta T6 alkaen. Teräsrakenneosan alle asennettiin siirtoradoiksi 2 *2 kappaletta HE

300-320B l=12 metrin pituisia palkkeja (kuva 13). Myös poistettavan osan Kulosaaren puolelle rakennettiin siirtorataa 12 metriä. Radoille tuli 2*3 kappaletta, liukumuovilevyllä varustettuja siirtokelkkoja. Siirtokelkkojen varassa siltaosaa siirrettiin vaiheittain Kulosaareen päin. Yksi siirtovaihe oli noin poikkipalkkiväli eli 7 m. Siirrossa tarvittiin 2 kappaletta 15 tonnin siirtotunkkeja, jotka kiinnitettiin pulteilla uuden siltalohkon ns. T6 päähän asennettuun HEA300-palkin uumaan. Vaijerit 2 kappaletta olivat 70 m pitkiä, jotka kiinnitettiin T6 tuella oleviin vetolevyihin. Vaijereiden vetoa säädettiin kaksitoimisella hydraulisella yksiköllä. Vaijereita kiristettiin varovasti liian suuren lohkojen ”hyppäyksen” estämiseksi. Vaijeritunkin siirtomatka/isku oli noin 300 mm. Tämän jälkeen kelkat siirrettiin taaksepäin, uutta siirtoa varten. Siirtoon tarvittava vaakavoima (n. 10 % kuormasta) tuotettiin hydraulisten vetolaitteiden ja teräsvaijereiden avulla jotka oli kiinnitetty toisen siltaosan päähän T6:lla. (JotWorks Oy.)



Kuva 13. Teräsarinan siirto käynnissä

Nosto ja laskuvaiheet suoritettiin pääosin tätä työtä varten valmistetuilla laitteilla. Siirron edetessä, vaurioitunutta siltaosaa paloiteltiin teräsromuksi,

vaihdettavan siltaosan Kulosaaren puolella. Ennen vanhan siltaosan irrotusta T7 Pendell -tuet tuettiin vaihdon ajaksi.

4.6 Kansirakenteen uusiminen

Uuden teräsarinan kiinnitys vanhaan rakenteeseen tehtiin hitsaamalla. Muottityöt aloitettiin heti sillan kannella. Telineistikot (kuva 14) oli asennettu paikalleen jo ennen uuden arinan siirtoa, jotta kannen muotoilu, laudoitus ja reunapalkin muotit oli helppo tehdä päälle.



Kuva 14. Käynnissä telineristikon asennus

Raudoitustyöt (kuva 15) käynnistettiin laudoituksen vielä ollessa käynnissä. Työt toteutettiin sillan kannella ja reunapalkkitelineellä. Kannen ja reunapalkin rauditus tehtiin valmiiksi (50 m) ja sen jälkeen reunapalkin rauditusta vielä yhteensä 55 metriä. Työvaiheessa tuli huomioida välikkeiden riittävyys sekä suojaetäisyydet, rakenteen toimiva korkeus ja muoto.



Kuva 15. Laudoitus ja raudoitus työt käynnissä

Kansilaatan valut suoritettiin kolmessa eri vaiheessa. Kansilaatta valettiin ensin, noin 50 m * 10 m. Valun yhteydessä suoritimme ilmamittaustarkistukset ja otimme koekappaleita. Koekappaleille tehtiin puristuslujuuskoe noin viikko valun jälkeen, jolla varmistimme betonikansirakenteen lujuuden kyseisellä hetkellä. Teräsrakenne oli esikohotettu sille tulevien pintarakenteiden painon mukaan. Seurasimme painumaa valun yhteydessä kepeillä, joihin olimme merkinneet seurantaan helpottavia korkopisteitä. Kansilaatan kovettuttua olimme varanneet sillan päähän valmiiksi betoninorsuja (kuva 16) jotka siirsimme kannelle painoksi, jotta uusi sekä vanha rakenne olisivat suhteessa toisiinsa samassa tasossa. Seuraavaksi valoimme jälkivalukaistan, joka oli vanhan ja uuden rakenteen välissä. Kokoa jälkivalukaistalla oli 50 m*1,2 m. Reunapalkkien vuoro tuli viimeisenä sekä liikuntasauha, joka oli laitettu kohdilleen ja hitsattu. Kuituja käytimme reunapalkkia valettaessa.



Kuva 16. Sillan kannen kuormitus betoninorsuilla

Eristeiksi sillalle tulivat epoksitiivistys sekä mastiksi eristys. Molemmista täytyi tehdä eristyspäiväkirjat, joista käy ilmi kannen pintakosteus, ilman lämpötila ja laite, jolla mittaus on suoritettu. Molempien eristeiden tuli antaa jähmettyä ennen seuraavaa kerrosta.

Asfalttiin tulivat suoja-, side- ja kulutuskerrokset. Massan paksuutta seurattiin jatkuvasti pistokokein sekä otettiin huomioon suunnitellut kallistukset. Reunapalkin ja massan väliin asennettiin muottilauta, joka otettiin pois seuraavana päivänä jyräyksestä, koska teimme kevyenliikenteen väylän eri aikaan. Sillan päistä täytyi palamattomalta alueelta jyrsiä asfaltti pois kevyenliikenteen väylältä. Asfaltin pintaan tuli 5 mm karkeutus, sekä reunapalkin ja asfaltin sauma kumibitumoitettiin suunnitelman mukaisesti. Kevyenliikenteen väylälle ennen asfalttia jouduimme asentamaan vanhan reunakiveyksen sekä mukulakivet paikoilleen.

4.7 Kaukolämpöputkien purku ja uuden asennus

Kaukolämpöputket tuettiin puusta tehdyillä pukeilla telineiltä väliaikaisesti 60 metrin matkalta kaukolämpöputken sekä sitä kannattelevan Hunnebecristikon väliin (kuva 17). Tuenta poistettiin, kun sillan palkisto oli uusittu ja kaukolämpöputket kiinnitetty uuteen palkistoon sekä pintakäsittelyt saatu viimeisteltyä.

Vanhaa kaukolämpöputkea jouduttiin uusimaan 60 m matkalta. Putkia tuli vierekkäin kaksi kappaletta. Ennen purkua jouduimme tekemään lisää telineitä putkien ympärille, jotta työtilaa oli tarpeeksi aloittaa purkutyöt. Uudet putket varastoitiin lähialueelle ja vanhoille putkille raivasimme tilaa sillan kannen alapuolelta. Vanha putki tulpattiin ennen purkamisen aloitusta. Putkea lyhennettiin noin 6 metrin osissa. Ensin jouduttiin poistamaan uretaanieriste (2,5 cm) putken ympäriltä, jotta putken katkaisu onnistui. Putket laskettiin alas pyöräkuormaajan piikkien avulla. Putken siirto tapahtui taljojen avulla vetämällä koko putkea aina jokaisen pätkän irrotuksen jälkeen.



Kuva 17. Hunnebectelineen nosto paikalleen sillan kannen purkutöiden jälkeen

Uudet putket siirrettiin sillan kannen alle pyöräkuormaajalla. Piikeillä putki tuotiin lähemmäs sillan kantta ja sidottiin liinojen avulla roikkumaan ilmaan. Putket liitettiin yhteen hitsaamalla. Liitoskohdat suojattiin eristeellä liitoskohdista. Putkea vedettiin vanhaa putkea kohti taljojen ja rullien avulla. Kun putkilinjat olivat valmiit, ne sidottiin pannoilla teräsarinan poikkipalkkien pohjiin kiinni.

5 Kehitettävää eri työvaiheissa

5.1 Resurssien hallinta

Kulosaaren sillan toteutuksessa oli paljon mietitty sitä, ketkä työmiehistä soveltuvat parhaiten tiettyihin työvaiheisiin. Ehkä mahdollista kehitettävää olisi ollut esimerkiksi pohtia, mikä olisi tehokkain ja optimein tapa toteuttaa eri työvaiheita. Työskenneltäessä useissa töissä jouduttiin tekemään pitkää päivää, jotta pysyttiin aikataulussa. Toinen vaihtoehto olisi ollut 2 vuorossa toteutettu työskentely, jossa 2 eri ryhmää olisivat tehneet töitä vuorokauden ympäri 12 tunnin vuoroissa. Olisiko se parantanut tuottavuutta ja tehokkuutta? Kyseessä oli kuitenkin aikataulullisesti tiukka urakka. Kaikki työvaiheet olivat riippuvaisia toistensa valmistumisesta. Ehkä työt olisivat osaltaan nopeutuneet, mutta turvallisuus ja rutiini olisivat voineet kärsiä. On tehokasta tehdä töitä, kun tiedät mihin olet viimeksi toteutuksessa jäänyt. Työkokemuksella oli suuri merkitys myös. Rutinoitunut henkilö pystyy heti pääättelemään seuraavat työvaiheet ja näkemään kokonaisuuden valmiina. Turhat liikkeet jäävät pois ja siten työskentelyn on tehokkuudeltaan hyvää. Esimerkiksi Destian työmiehet olivat erittäin kokeneita ja tiesivät heti, että mitä piti seuraavaksi tehdä. Ehkä 2 vuorossa toteutettavan työn soveltuvuus toisenlaisella työmaalle olisi paljon parempi. Nimenomaan juuri siksi, että työvaiheiden sovittaminen yhteen toteutui Kulosaaren sillalla tällä tavalla erittäin hyvin.

5.2 Aikataulun hallinta

Aikataulullisesti työt pystyttiin toteuttamaan vaaditun määräajan puitteissa. Muutamassa aliurakoitsijan tekemässä työvaiheessa luvatut aikataulut eivät aivan pitäneet. Pyrimme kyllä vaikuttamaan omalta osaltamme aliurakoitsijoiden työtehokkuuteen, jotta aikataulussa pysyttäisiin. Olisimme ehkä tarvinneet aliurakoitsijan suunnalta enemmän töiden edistymiseen liittyvää informaatiota. Olisimmeko pystyneet jollain tavalla saamaan palautetta töiden sujuvuuden ja työskentely olosuhteista enemmän aliurakoitsijalta osalta? Useimmiten aliurakoitsijalla voi olla useampi työmaa yhtäaikaaisesti menossa, mikä vaikuttaa myös työnjohdollisesti urakan seurantaan. On tärkeää tietää, että aliurakoitsijalla on käytössään resurssit toteuttaa työt aikataulussa. Suuri vastuu tässä asiassa on myös aliurakoitsijalla. Seurannalla on suuri vaikutus aikataulun hallintaan. Kaikkien aliurakoitsijoiden sitoutuvuus tulisi tarkistaa, että työt toteutuvat laaditun suunnitelman mukaisesti. Tämä helpottaa myös urakoitsijan työskentelyä, jotta välttään suuremmalta kuormitukselta. Kaikki työvaiheet saatiin kuitenkin sovitettua ja toteutettua aikataulullisesti hyvin. Esimerkiksi maalareiden töitä hidastivat hieman sillan kannen alla purettavan muotin pois kuljetus. Tässäkin kokemuksella oli suuri merkitys. Purkutyöstä voidaan suoriutua hyvinkin nopeasti tai todella hitaasti.

Pukkien päälle laudoittaminen jo ennen siirto vaihetta olisi ollut mahdollista. Kuitenkin putoamissuojauksesta ja puutavaran saannista ylös olisi täytynyt huolehtia.

5.3 Huolellinen ennakosuunnittelu

Suunnittelussa on hyvä tehdä mahdollisimman paljon paperitöitä pois ennen urakan aloitusta. Kulosaareissa suunnittelua oli paljon. Aliurakoitsijan työsuunnitteluun olisi voinut ehkä kiinnittää huomiota enemmän. Pitäisi käydä vielä tiiviimmin asiat läpi teknisen toteutuksen osalta. Tähän tosin vaikuttavat paljon monet tekijät, kuten raha, aikataulu ja resurssit. Tärkeää olisi pystyä kilpailuttamaan kaikki aliurakoitsijat. Aina raha välttämättä ei ratkaise vaan resurssit ja se että pysytään aikataulussa. Kaikkiin työvaiheisiin ei aina ole useampaa vaihtoehtoa saatavilla, joten on tyytyminen sillä hetkellä saatavaan

aliurakoitsijaan. Pitää myös muistaa rajalliset resurssit hoitaa kaikki tämä työ. Kaikki työnjohdollisesta tehtävästä suunnitteluun oli toteutettava tärkeysjärjestyksessä.

6 Aikataulun hallinta ns. hätätyössä

6.1 Hätätyön sattuessa

Ensimmäinen tehtävä tapaturman sattuessa on, ettei lisävahinkoja pääse syntymään (Liite 2). Tarvittavat liikennejärjestelyt on tehtävä. Palokunta hoitaa palon sammutukset ja auttaa apua tarvitsevia. Seuraavaksi selvitetään vahinkojen suuruus ja laajuus. Sillalle suoritetaan erikoistarkastus sekä annetaan lausuntoja. Tarkastuksessa käytetään aikaa huolelliseen tarkastukseen, jotta kaikki mahdolliset riskitekijät on kartoitettu. Selvityksen toteuduttua aletaan suunnittelemaan toteutusta. Hyvä suunnitelma antaa hyvän pohjan työskentelylle sekä mahdollisuuden teknisen toteutuksen osalta aikataulussa pysymiselle. Suunnittelun jälkeen aloitetaan tarvittavien hankintojen tilaus. Suuremmat hankinnat tehdään välittömästi niiden pitkän keston takia. Hankintojen saavuttua työmaalle voidaan aloittaa toteutus.

6.2 Työnsuunnittelu

Huolellisella suunnittelulla on suuri vaikutus aikataulussa pysymiseen. Useimmiten kokonaishintaurakat ovat tiukasti säädeltyjä. Tilaaja vaatii, että aikataulullisesti pysytään tavoitteissa. Uhkana on sakkoja, jos vaaditussa aikataulussa ei onnistuta pysymään.

Yleisaikataulun (kuva 18) pohjalta luodaan välitavoitteet aliurakoitsijalle, kuten Kulosaassa teräsarinan vaihdolle. Välitavoitteet oli asetettu 5 eri vaiheeseen, jolloin työn täytyi olla valmista. Aliurakoitsijan sitoutuminen tiukkaan aikatauluun (kuva 19) oli todella tärkeää, koska ajallisesti ei ollut varaa jäädä miettimään seuraavaa työvaihetta. Teräsarinan uusiminen oli kaikkein kriittisin vaihe koko urakan onnistumisen kannalta. Aikataulussa pysymiseksi oli luvattu bonus, jos toteutus onnistuu määräajassa. Uhkana oli sakkoja, jos asennusaika ylittyy. Tällainen työkohde vaatii jokaiselta joustoa työaikojen suhteen.

Pääurakoitsija piti joka viikko yhteisen aikataulupalaverin aliurakoitsijoiden kanssa. Palaverissa tarkasteltiin aikataulussa pysymistä ja toteutuksen yhteensovittamista. Koko työmaalla työntekijöitä oli parhaimmillaan noin 30 henkilöä ja eri aliurakoitsijoita samaan aikaan 6 kappaletta, joten töiden yhteensovitus ja aikataulutus olivat hyvin tärkeässä roolissa.

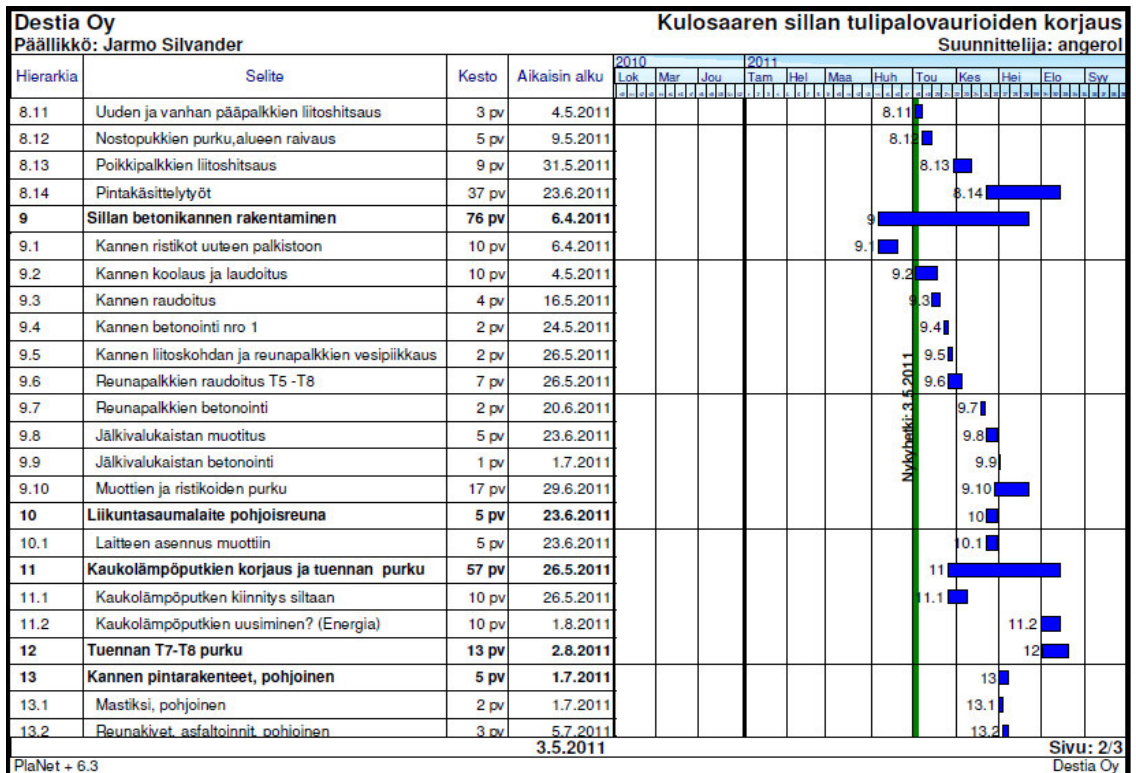
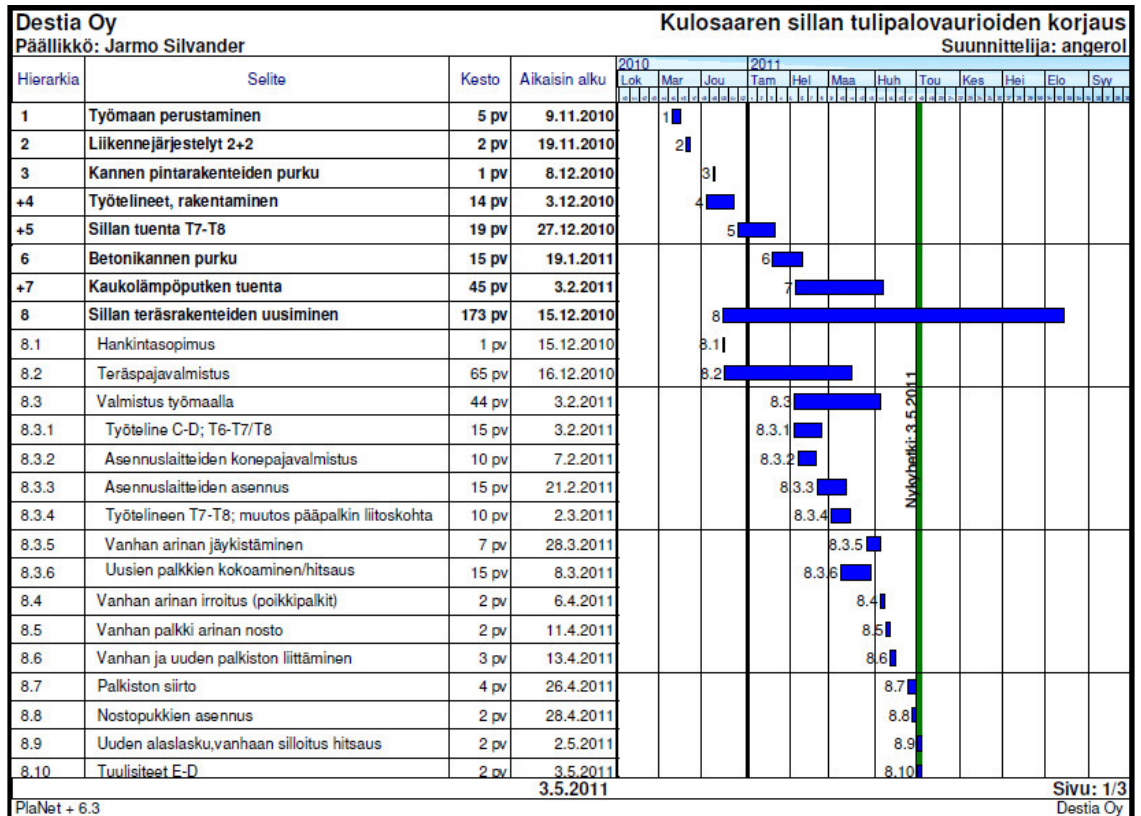
Hankinnoista hyvänä esimerkkinä on Ruukin toimittamat teräsosat, joiden toimitusaika oli 3kk. Toisin sanoen, aikataulullisesti hankinnat jo itsessään määrittivät työkohteen aloitusajankohtaa.

Työkohteen joutumisen kannalta tärkeää oli myös viikkoaikataulun teko, joka toimi muistilappuna. Myös seuraavat työvaiheet olivat selkeästi tiedossa useita viikkoja aikaisemmin. Oli paljon töitä, jotka täytyi toteuttaa tietyssä järjestyksessä ja siksi oli mahdottomuus kiristää aikataulussa. Työvaiheita oli hankala toteuttaa yhtäaikaaisesti. Kaikki oli mietitty hyvin tarkkaan ennen aloitusta.

Kaikki työt on hyvä aikatauluttaa. Aikataulua tulee seurata jatkuvasti ja siinä pysymisestä on huolehdittava. Työvaiheet on suunniteltava riittävän pitkälle, jotta nähdään mahdolliset esteet. Kaikki osapuolet on pidettävä ajan tasalla aikataulun suhteen. On mietittävä myös vaihtoehtoratkaisuja, joilla voi toteutuksen kannalta olla merkittävä vaikutus aikataulullisesti. Viikkopalavereja on hyvä pitää säännöllisesti.

6.3 Aikataulut

Tilaaja määritteli kohteelle määräajan, mihin mennessä työt pitivät toteuttaa. Tarkoituksena oli saada kaikki kaistat käyttöön ennen koulujen alkamista ja liikennemäärien kasvua. Kuvissa 18 ja 19 on esitetty työvaiheittain ajallinen kesto.



7 Yhteenveto

Sillankorjauskohteiden kunto ja ennen kaikkea sijainti ratkaisee, kuinka haastavaa korjauksen toteuttaminen on. Kulosaaren sillan korjaus tarjosi haasteita erityisen paljon. Vaikka tehtiin tarkkaa tutkimusta aiheutuneista vaurioista sillalle, niin yllätyksiltä ei välttytty. Vanhoihin poikkipalkkeihin jouduimme lisäämään poikkijäykisterivat. Näin saatiin jäykistettyä uumalevy suoraksi. Yllättävät kustannukset saattavat nostaa kustannukset huomattavan suuriksi.

Työssäni kerroin teknisen toteutuksen eri vaiheista. Kulosaaren sillan korjauksessa työtehtävät oli mietitty huolella. Mielestäni tässä urakassa kaikki on tehty mahdollisimman hyvin ottaen huomioon millainen tilanne oli palon aiheuttaman vaurion jäljiltä. Esimerkkinä tästä ovat suunnitelmat, jotka oli laadittu teräspalkiston vaihdosta. Sivuja oli kertynyt reilusti yli 50 piirustuksineen. Aikataulutuksen suhteen otin esille tehtävät sekä työvaiheet, joita alettiin laatia tilaajan asettaman aikarajan puitteissa. Paljon vaativaa työtä jouduttiin mahdollistamaan aikatauluun, eikä kohde ollut tekniseltä toteutukseltaan helpoimmasta päästä. Korjauksen toteutus tekee työmaakohteesta ainutlaatuisen.

Siton tekemän korjaussuunnittelun yhteydessä tehtiin perusteellinen erikoistarkastus, josta vastasi Siltaexpertit. Kulosaaren silta on myös Destian työpäällikkö Jarmo Silvanderille hanke, joka pysyy mielessä vielä pitkään: ”Pääsimme suunnittelemaan ja aikatauluttamaan korjaustöitä vasta näiden tutkimusten jälkeen. Palon kuumuus heikensi esimerkiksi siltaa kannattavia teräspalkkeja niin paljon, että useita niistä jouduttiin uusimaan kokonaan. Lisähaasteita olivat pahasti palaneet rakennustelineet ja kaukolämpöputket. Niitä oli uusittava yli 50 metrin matkalta. Hidasta purkutyötä oli riittämiin.” ”Liikennettä jouduttiin rajoittamaan senkin takia, ettei sen tärinä olisi haitannut teräselementtien kriittisiä liitostöitä. Paljon vaativia työvaiheita tehtiin hiljaiseen yöaikaan” Silvander kertoo. (Destia Oy, VIA- sidosryhmälehti).

Kuvat

Kuva 1. Kulosaaren silta (Christian Westerback, HS.), s. 6

Kuva 2 Palon aiheuttamaa vahinkoa sillan kannen alla, s. 7

Kuva 3. Kaukolämpöputkien uretaanieristeet aiheuttivat suuren palokuorman, s. 8

Kuva 4. Hunnebec teline kasattiin lämpöputkien tukemiseksi, s. 8

Kuva 5. Työvaiheissa resurssien tarve oli hyvin mietitty loppuun, s. 9

Kuva 6. Opastus työmaa-alueella, s. 12

Kuva 7. Porapaalutus käynnissä, s.13

Kuva 8. Tuenta sillan alapuolella, s. 13

Kuva 9. Purkutyöt sillan kannen osalta on aloitettu, s. 14

Kuva 10. Teräsrakenteen asennussuunnitelma (Laine U. Asiantuntija 16.04.2012), s. 15

Kuva 11. Nostokehikko valmiina vanhan teräsrakenteen nostoon, s. 16

Kuva 12. Vanha teräsrakenne on saatu nostettua ylös, s. 17

Kuva 13. Teräsarinan siirto käynnissä, s. 18

Kuva 14. Käynnissä telineristikon asennus, s. 19

Kuva 15. Laudoitus ja raudoitus työt käynnissä, s. 20

Kuva 16. Sillan kannen kuormitus betoninorsuilla, s. 21

Kuva 17. Hunnebec telineen nosto paikalleen sillan kannen purkutöiden jälkeen, s. 22

Kuva 18. Kulosaaren yleisaikataulu, s. 28

Kuva 19. Aliurakoitsijan välitavoitteet, s. 28

Lähteet

Destia Oy: Kulosaaren sillan liikennettä rajoitetaan tulipalovaurioiden vuoksi <http://www.destia.fi/ajankohtaista/tiedotteet/kulosaaren-sillan-liikennetta-rajoitetaan-tulipalovaurioiden-vuoksi.html> (Luettu: 15.02.2012)

Destia Oy: Kannen betonirakenteiden purku

Destia Oy, VIA- sidosryhmälehti 3/2011

<http://www.hs.fi/tulosta/1135263632064>

InfraRyl. 2006. 2008. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset osa3. Sillat ja rakennustekniset osat. Helsinki: Rakennustieto Oy

JotWorks Oy. Teräsrakenne asennussuunnitelma

Laine, U. Asiantuntija. Asennussuunnitelma 16.4.2012

Westerback, C. 2011 Helsingin sanomat.

Wikipedia: Kulosaaren silta
<http://fi.wikipedia.org> (Luettu: 15.02.2012)

Liitteet

KULOSAAREN SILLAN KESKUSTAN SUUNTAAN JOHTAVAN AJORADAN OIKEA JA KESKIMMÄINEN AJOKAISTA EROTETAAN LIIKENTEELTÄ SILLAN TULIPALOVAURIIDEN VUOKSI.

TARPEETOMAT MERKIT PEITETÄÄN

KAISTALEVEYDET SOVITAAN RAKENNUTTAJAN KANSSA ENNEN TYÖN ALOITTAMISTA.

LIIKENTEEN SIIRTO TEHDÄÄN YÖTYÖNÄ.

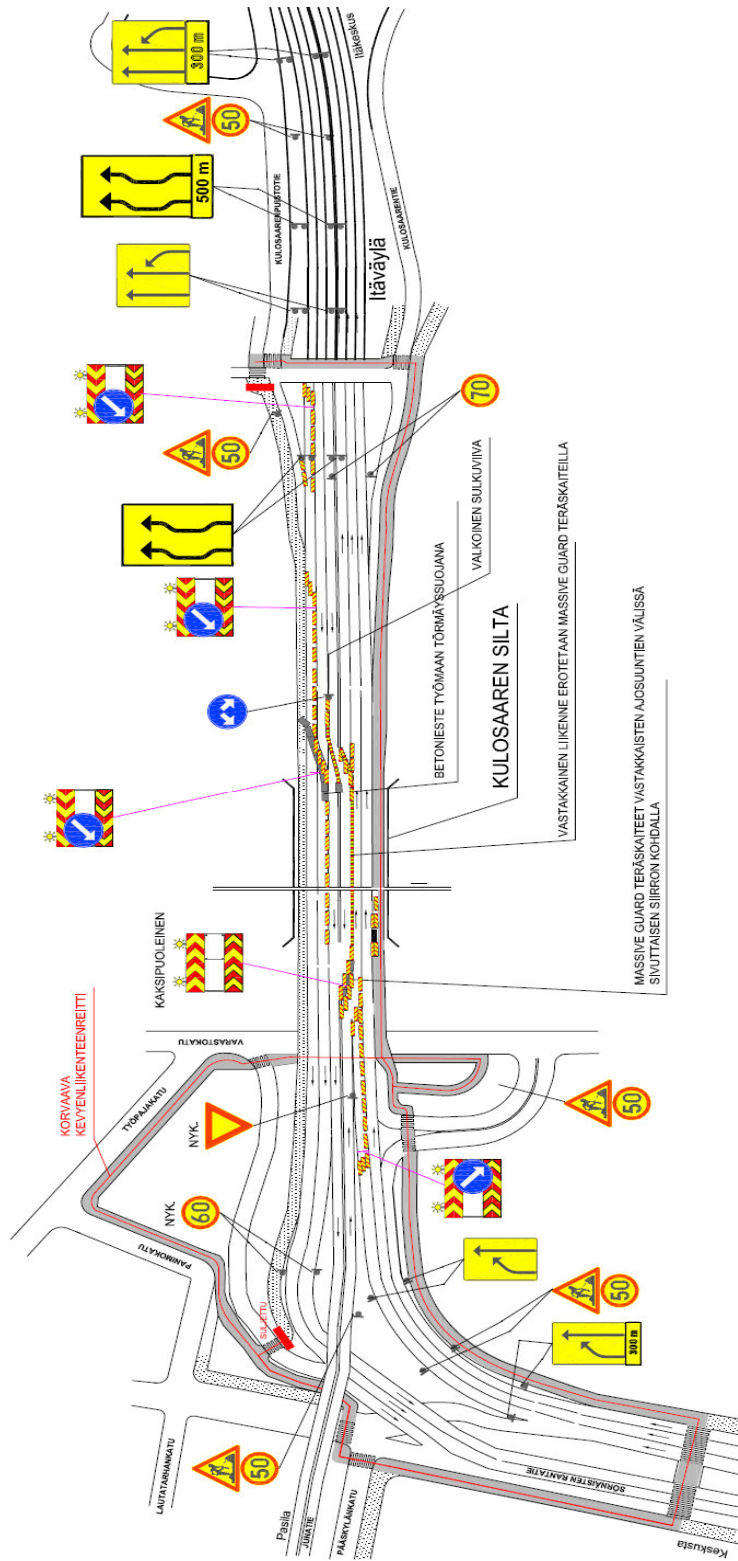
KESKUSTAN SUUNNASTA TULEVA ULOMPI AJOKAISTA SULJETAAN.

PASILASTA TULEVA AJOKAISTA OHJATAAN ITÄKESKUKSEEN JOHTAVALLE KESKIMMÄISELLE AJOKAISTALLE.

TARVITTAESSA RUUHKA-AJAN ULKOPUOLELLA NOPEUSRAJOITUS ON 30KM/H JA LIKENNETTÄ PYSÄYTETÄÄN HETKITTÄIN ALLE 3MIN AJAKSI.

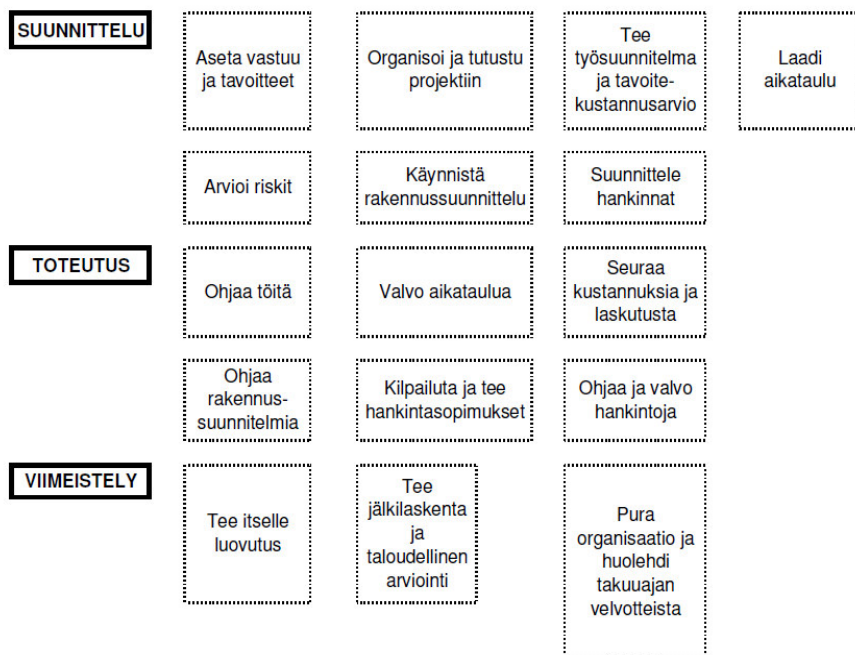
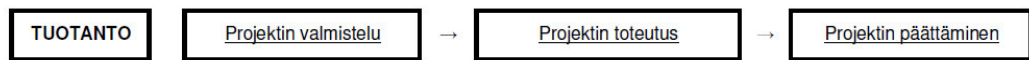
SILLAN POHJOISPUOLINEN KEVYENLIIKENTEENREITTI ON SULJETTU.

JALANKULKUAT JA PYÖRÄIJÄT OHJATAAN SILLAN ETELÄN PUOLEISELLE REITILLE VÄLISENÄ AIKANA.



Liite 1. Liikennejärjestely 2+2 ajokaistaa

PROJEKTIN HALLINTA



Liite 2. Projektin hallinta hätätyössä