

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Rakennustekniikka
Infratekniikka ja maa- ja kalliorakentaminen

Jarkko Rahkola

Tunkattavien ratasiltojen siirtotyön suunnittelu ja toteutus

Opinnäytetyö 2012

Tiivistelmä

Jarkko Rahkola

Siirrettävien ratasiltojen siirtotyön suunnittelu ja toteutus, 34 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennustekniikka

Infratekniikka ja maa- ja kalliorakentaminen

Opinnäytetyö 2012

Ohjaajat: lehtori Sami Laakso, Saimaan ammattikorkeakoulu, siltavastaava Jari Tirri, Destia Oy

Tämä insinöörityö tehtiin Destia Oy:lle helpottamaan tarjouslaskentaa, työsuunnittelua ja jälkilaskentaa. Yksityiskohtaista työkertomusta rautatieratasiltojen siirtotyöstä ei ole yleisesti saatavilla. Tavoitteenani oli tehdä selkeä kuvaus siitä, miten kahden eri rautatieratasillan (sillat 214 ja 216) siirtotyö etenee, millaisia työvaiheita siirrossa on, ja mitkä työvaiheet voidaan suorittaa yhtäaikaisesti. Lisäksi käsittelin tässä työssä Tittarajärven vesistönylityssillan siirtoa, sillä se poikkesi työympäristöltään ja siirtokalustoltaan kahdesta ratasillasta.

Materiaalin hankinnan suoritin keräämällä kahden vertailukelpoisen sillan sekä vesistönylityssillan tiedot ja siltojen työvaihe- ja aikataululuettelot siirtotöiden aikana. Näiden tietojen perusteella kokosin mahdollisimman selkeän ja kattavan kertomuksen siirtotyöstä. Yksi tavoite oli saada aikaan parannuksia työhön.

Työni sisältää myös neljä liitettä, joita ei julkaista yleisesti.

Lopputuloksena on tehty yhteenveto siltojen siirtojen työvaiheista ja työn kehittymisestä.

Asiasanat: siirrettävä, silta, rautatie, siltaprojekti

Abstract

Jarkko Rahkola

Transfer of movable side rail bridges, the work planning and implementation, 34 pages

Saimaa University of Applied Sciences

Technology, Degree Programme of civil and construction engineering

Civil engineering

Bachelor's Thesis 2012

Instructors: teacher Sami Laakso, Saimaa University of Applied Sciences,
Supervisor Jari Tirri, Destia Oy

The purpose of the study was to get a clear picture on how the railway track bridges can be transfer red and what kind of things we need to find out during the working process. There was need for this work, because this kind of explanation is not generally available for the public.

Data for this study was collected by working and making timetables and analysis between two railway bridge-projects (S214 and S216) and one water-crossing bridge, called Tittarajärvi.

This project was made for Destia.

The final result was the timetable and the methods to develop and speed up the bridge transfer process.

Keywords: bridge, bridge-projects, railway, transfer

Sisältö

Termit ja käsitteet	6
1 Johdanto	7
2 Perustiedot siirretyistä silloista	8
2.1 Jänhiälän alikulkusilta S 214	8
2.2 Pellisenrannan alikulkusilta S 216	8
2.3 Tittarajärven vesistön ylityssilta	9
3 Sillan S216 teline ja siirtosuunnitelma	10
4 Miten ratasillan siirron voi korvata	11
5 Miten siirrettiin sillat S 214 ja S 216	12
6 Kertomus siirron kulusta	16
6.1 Alustavat työt	16
6.2 Ajojohtimen maadoitus ja tukiseinien purku	17
6.3 Ratarakenteiden purku	17
6.4 Ratapenkan poisto	17
6.5 Siirtoratojen pohjien teko ja pelkoitus	17
6.6 Siirtokiskojen asennus	18
6.7 Sillan siirto ja paikalleen asennus	18
6.8 Ajojohdinpylvään ja kaapelikourun asennus	19
6.9 Sillan päätyjen täyttö ja siirtymälaattojen asennus	19
6.10 Ratarakenteiden teko	20
6.11 Radan tarkastusmittaukset ja maadoituksen purku	20
7 Miten kehityttiin siirtojen välillä	21
7.1 Alustavat työt	21
7.2 Maadoitus	21
7.3 Kiskojen ja pölkkyjen poisto	21
7.4 Ratapenkan poisto	22
7.5 Routaeristys ja salaojitus	22
7.6 Aluspelkkojen asennus	22
7.7 Siirtokiskojen asennus ja liittäminen	23
7.8 Sillan siirto ja paikalleen lasku	24
7.9 Päätyjen täyttö	25
7.10 Siirtymälaattojen asennus	26
7.11 Kannen sepelöinti	26
7.12 Ratapölkkyjen ja kiskojen asennus	27
7.13 Maadoituksen purku	27
7.14 Toppaus	27
8 Riskit	28
9 Parannusehdotuksia sillansiirtotyöhön	29
10 Siirtotyössä tarvittavat luvat	30
11 Siltakohtaisia rakennustyössä käytettäviä laatuvaatimusjulkaisuja	31
12 Yhteenveto	32
Kuvat	33
Lähteet	34

Liitteet

Liite 1 Työvaiheet ja tärkeät asiat, jotka pitää huomioida

Liite 2 Työvaiheet ja siirtotyön kone- ja miehistöluettelo
Liite 3 Siltojen S214 ja S216 toteutuneet aikataulut työvaiheittain
Liite 4 Tittarajärven sillansiirron toteutunut aikataulu työvaiheittain

Termit ja käsitteet

Aukean tilan ulottuma eli Atu = Katso ratatekniset ohjeet RATO kohdasta 2 radan geometria

KA = Kuorma-auto

Kenguru = Kaivinkoneeseen tuleva lisälaitte, jolla pystytään tiivistämään maata

Kkhp = Kaivinkone hydraalinen pyöräalustainen

Kkht = Kaivinkone hydraalinen tela-alustainen

Kup = Pyöräkuormaaja

KUPk = Kurottajakuormaaja

NAH = Ajoneuvonosturi, autoalustainen

Nostotunkki = Hydraalisesti toimiva nostin (toimii pystysuunnassa)

Pelkka = Noin 300*300 mm noin 2000 mm pitkä puuparru

Ram = Rakennusammattimies

Ratakatko = Aika, minkä junaliikenne saa olla pysähdyksissä

Toppaus = Raiderakenteiden tukeminen ja ratasepeliivistys

Työntötunkki = Hydraalisesti toimiva nostin (toimii vaakasuunnassa)

VTE = Raiteiden ja ajojohtimen mittatarkkuuden suorittava ”juna”

1 Johdanto

Destia Oy:lle tekemässäni opinnäytetyössä keskityn kahden sivusta siirrettävän ratasillan ja yhden vesistön ylityssillan eri työvaiheisiin.

Olin mukana seuraamassa siltojen siirtojen alustavia töitä, siirtojen etenemistä ja siltojen käyttöönottoa. Sillansiirtojen vertaaminen keskenään antaa tiedot eri työvaiheiden kestosta ja auttaa Destiaa pohtimaan oikeansuuntaista tarjouslaskentaa.

Opinnäytetyön tarkoitus on kertoa työvaiheittain sillan siirto. Työvaiheet siirron osalta alkavat alustavilla töillä. Tarkempi selvitys alkaa siitä, mitä tarvitaan ennen kuin aloitetaan itse siirtotyö ja miten siirto etenee. Opinnäytetyö loppuu siihen, kun juna menee siirretyn sillan ylitse. Työssä ei käsitellä sillan rakentamista. Opinnäytetyö keskittyy kahteen Destian siirtämään siltaan valtatie kuudella ja siirtotyön kehittymiseen, sivuten myös Tittarajärvellä siirrettyä siltaa.

2 Perustiedot siirretyistä silloista

2.1 Jänhiälän alikulkusilta S 214

Jänhiälän alikulkusilta S 214 sijaitsee Joutsenossa ja on tyypiltään teräsbetoninen jatkuva ulokelaattasilta. Jänhiälän alikulkusilta on valtatie kuuden vieressä ja se sijaitsee ratavälillä Joutseno–Imatra. Jännemitat ovat (2,0) + 14,0 + 15,5 + 10,5 (2,0) metriä, kokonaispituus on 51,0 metriä. Vapaakorkeus on 5,8 metriä, hyötyleveys 12,815 metriä. Laatan teoreettinen paino on 1790 tonnia, sepeli ja kiskot 220 tonnia.

Paalutyyppeinä ovat liittorakenteiset teräsputkipaalut. Tuilla 1 ja 4 paaluhalkaisijat ovat 711 millimetriä ja paalunseinämän vahvuus on 12,5 millimetriä. Tuilla 2 ja 3 paalunhalkaisijat ovat 813 millimetriä ja seinämänvahvuus on 16,0 millimetriä ja kaikkien paalujen teräksen laatu on S355J2H. Laakereita on 12 kiinteää kumipesälaakeria. Rakenteet sillan kannella ovat yksi ajojohdinpylväs, betoninen kaapelikanava, ja kannella olevien kiskojen viereen on mahdollisuus rakentaa toiset kiskot. (Laaksonen 2009a, 8.)

2.2 Pellisenrannan alikulkusilta S 216

Pellisenrannan alikulkusilta S 216 sijaitsee Joutsenossa ja on tyypiltään jatkuva ulokelaattasilta. Pellisenrannan alikulkusilta on valtatie kuuden vieressä ja se sijaitsee ratavälillä Joutseno–Imatra. Jännemitat ovat (2,0) + 11,0 + 15,5 + 11,0 + (2,0) metriä, kokonaispituus on 48,0 metriä. Vapaakorkeus on 5,8 metriä, hyötyleveys 11,7 metriä. Laatan teoreettinen paino on 1550 tonnia, sepeli ja kiskot 190 tonnia.

Paalut kaikilla tuilla ovat samat. Paalunhalkaisija on 813 millimetriä ja paalun seinämän vahvuus on 12,5 millimetriä ja paalujen teräksen laatu S355J2H. Laakereita on 12 kiinteää kumipesälaakeria. Rakenteet sillan kannella ovat yksi ajojohdinpylväs, betoninen kaapelikanava, ja kannella olevien kiskojen viereen on mahdollisuus rakentaa toiset kiskot. (Laaksonen 2009b, 8.)

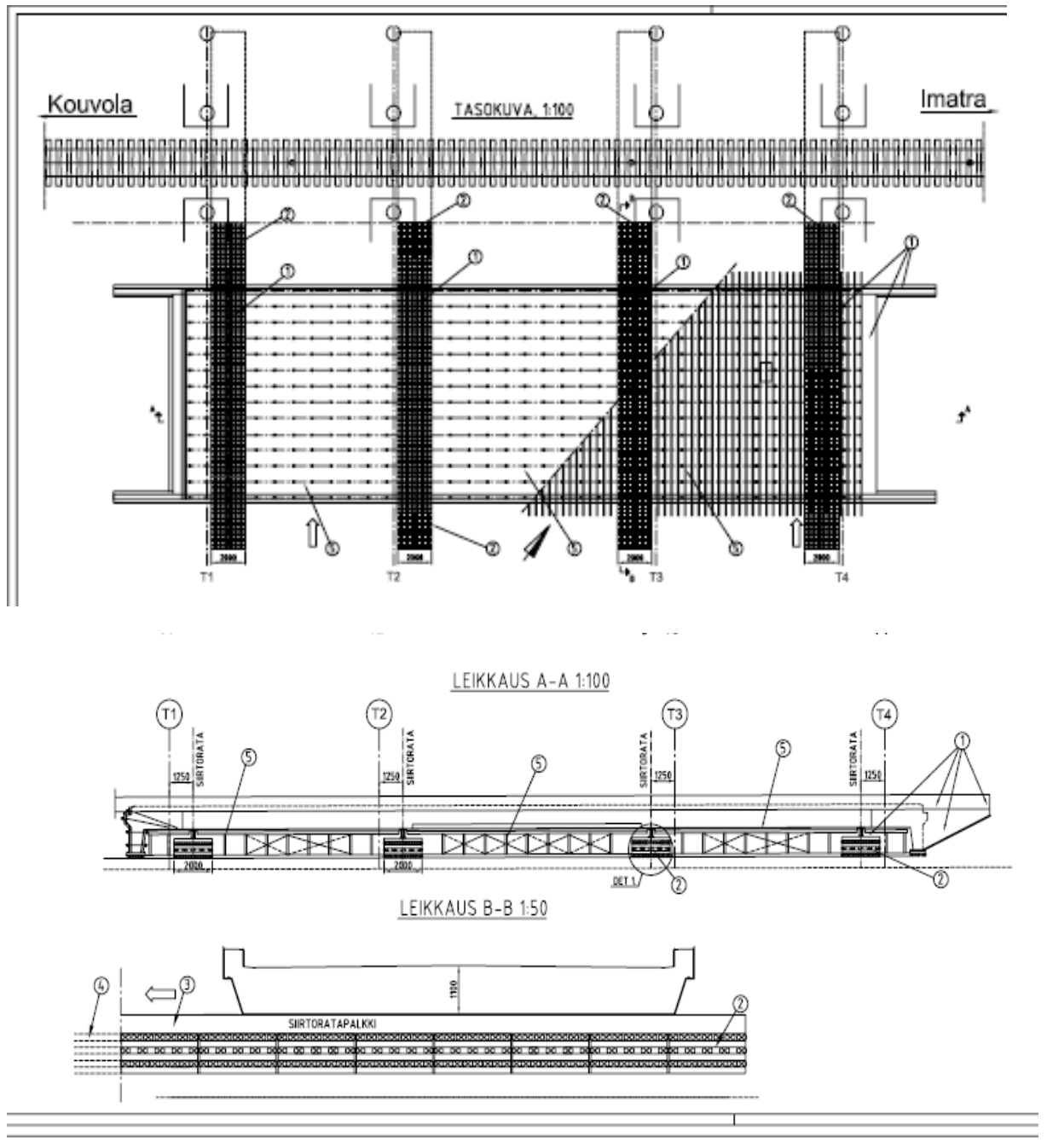
2.3 Tittarajärven vesistön ylityssilta

Tittarajärven vesistön ylityssilta sijaitsee Lappeenrannassa Tittarajärvellä rata-välillä Luumäki–Vainikkala. Tittarajärven silta on tyypiltään teräsbetoninen jatkuva ulokelaattasilta. Kokonaispituus on noin 15 metriä, leveys on noin 6 metriä. Vapaakorkeus on veden pinnasta riippuen noin 2 metriä. Teoreettinen paino on noin 400 tonnia, sepeli ja kiskot noin 60 tonnia.

Paaluina on neljä kappaletta teräspalkkipaaluja, jotka ovat halkaisijaltaan 813 millimetriä ja joiden seinämän vahvuus 12,5 millimetriä. Paalut suojattiin teräsholkeilla. Paalujen ja holkkien väli injektoitiin täyteen injektointimassalla. Rakenteen sillan kannella on betoninen kaapelikanava.

3 Sillan S216 teline ja siirtosuunnitelma

Piirustuksesta ilmenee siirtokiskojen, paalujen ja tukiseinien sijainti rataan nähden (kuva 1).



Kuva 1. Sillan S 216 siirtokiskojen, paalujen ja tukiseinien sijainti rataan nähden (Koivula 2009, 10)

4 Miten ratasillan siirron voi korvata

Ratasillan sivusiirto voidaan korvata joko tekemällä väistöraide nostamalla koko silta paikalleen tai käyttämällä apusiltoja. Nostossa on rajoitteena sillan paino ja maaperän kestävyys. Ratakatko olisi todennäköisesti lyhyempi kuin sivuttaissiirrossa. Nosto on muilta työtavoiltaan samanlainen kuin sivuttaissiirto.

Väistöraiteen teko asuinalueella on miltei mahdotonta tilan puutteen takia ja kustannukset ovat huomattavasti suuremmat kuin sivuttaissiirrossa. Väistöraiteen rakentamistapa on rakentaa korvaava rata olemassa olevan radan viereen ja sen jälkeen rakentaa paikallaan haluttu silta. Apusiltojen käyttöä rajoittaa apusiltojen jänneväli: apusiltojen suurimmat mitat ovat neljästätoista kahteenkymmeneen metriä. Kustannukset ovat sivustasiirtoon nähden huomattavasti suuremmat, ja apusiltojen käyttö aiheuttaa rakentamisaikaisen nopeusrajoituksen alentamisen junaliikenteeseen.

Sillan rakentamisen aikana sivustasiirrettävällä ratasillalla junaliikenne on normaali, koska silta rakennetaan radan viereen aukean tilan ulottuman (Atu) ulkopuolelle. Sillan siirron aikana liikenne katkaistaan kymmeneksi – kolmeksi kymmeneksi tunniksi ja siirron jälkeen junaliikenne palautuu normaaliksi. (Sillan rakentaminen liikennöidylle raiteille 2011, 11.)

5 Miten siirrettiin sillat S 214 ja S 216

Siltojen S 214 ja S 216 siirrossa ratapenkan viereen silloilla tuli ensin tukiseinät ponttiseininä joiden sisään tehtiin paalutus, jonka halkaisija on 813 millimetriä. Ne raudoitettiin ja betonoitiin sisäpuolelta. Tukiseinien tarkoitus on estää radan siirtymät, joita voisi tulla paalutustyössä. Kuvassa 2 näkyy tukiseinärakenteet. Niiden sisällä on paalut ja radan vieressä näkyy osa siltarakenteita. Paalutuksen jälkeen tehtiin sillanrakennuspaikan pohja ratapenkan viereen aukean ulottuman ulkopuolelle. Kyseessä olevien siltojen siirtokiskojen perustukset voitiin rakentaa maanvaraisena hyvän ja kestävä maaperän ansiosta. Kuvassa 2 näkyy myös, miten lähelle silta on rakennettu käytössä olevaa rataa. Kuvasta ilmenee myös pohjan, pohjapelkkojen ja siirtokaluston rakenne. Tämän jälkeen rakennettiin siirrossa käytettävät siirtokiskot mahdollisimman lähelle ratapenkaa. Tästä eteenpäin sillan rakentaminen noudattaa normaalia sillan rakentamista. Paalutus ja tukiseinien teko suoritettiin ratakatkojen aikana ja erillisen paalutussuunnitelman mukaisesti.



Kuva 2. Silta rakennettu radan viereen. (Destia Oy)

Siirto tapahtuu sivuttaissiirtona eli silta työnnetään sivusta tulevalle paikalleen. Työntö tapahtuu työntötunkeilla, jotka liikkuvat siirtokiskoja pitkin (kuva 3). Kuvassa 3 ilmenee myös lähtötilanne siirtoon.



Kuva 3. Työntötunkit valmiiksi asennettuina. (Destia Oy)



Kuva 4. Valmiiksi siirretty silta. (Destia Oy)

Kuvassa 4 silta on paikalleen siirretty ja seuraava työvaihe on sillan paikalleen lasku. Sillan paikalleen lasku tapahtuu nostotunkeilla, joilla lasketaan silta oikealle paikalleen. Paikalleen laskun jälkeen tulee tehtäväksi sillan päätyjen täytöt, tiivistys, siirtymälaattojen asennus, sepelöinti ja radan rakentaminen sekä tarkastustyöt. Kuvassa 5 näkyy sillan päädyn täyttöä ja tiivistystä. Kun radalle on tehty vaadittavat tarkastukset, junaliikenne palautuu normaaliksi.



Kuva 5. Sillan päädyn täyttö ja tiivistys. (Destia Oy)

6 Kertomus siirron kulusta

6.1 Alustavat työt

Tarvittavat luvat on oltava kunnossa, kun työskennellään junaradan läheisyydessä tai radalla. Alustaviin töihin kuuluvat lopullisten työmaateiden teko valmiiksi, kiskojen katkaisu ja -liittäminen sidekiskoliitoksin oikeasta kohdasta. Kiskojen väliaikainen liitos näkyy kuvassa 6. Siirtokaluston valinnasta johtuen saatetaan joutua tekemään koesiirto, jolla varmistetaan, että silta siirtyy kuten on suunniteltu. Alustaviin töihin kuuluvat myös valmistelevien töiden ennakkotarkistukset, tarvittavien materiaalien oikea varastointi työalueelle, tarvittaessa valaistuksen rakentaminen, koneiden huollot, riittävät työkalut, sosiaalitojen järjestäminen sekä yleinen siisteys. Kuvassa 7 näkyy valmiiksi jatkettut ja suojatut kaapelit. Myös radan takana oleva ratapenkki on poistettu niin pitkälle kuin on mahdollista.



Kuva 6. Kiskot katkaistu ja liitetty väliaikaisliitoksella. (Destia Oy)



Kuva 7. Kuvassa näkyy kaapeleiden suojaus. (Destia Oy)

Muotin purkutyö riippuu valittavasta siirtokalustosta. Jos mahdollista, muotti kannattaa purkaa etukäteen, jotta työmaa kestää siistinä ja sillan siirron jälkeen on enemmän tilaa työskennellä sillantekopuolella. Itse siirto alkaa viimeisen junan mentyä ja ratakatkon alettua.

6.2 Ajojohtimien maadoitus ja tukiseinien purku

Ensimmäinen työvaihe on ajojohtimien maadoitus, jonka suorittaa ratasähkötöihin luvallinen aliurakoitsija. Samaan aikaan voidaan tukiseinien kiinnityksiä aukoa polttoleikkaamalla ja ryhtyä purkamaan tukiseiniä. Tukiseinien poisto sillan puolelta pitää suunnitella huolellisesti. Maadoituksen valmistuttua voidaan ottaa ajojohdintolppa pois, jos tällainen on edessä.

6.3 Ratarakenteiden purku

Seuraava työvaihe on kiskojen purku. Ratakatkon tultua kiskojen ja ratapölkkyjen välisien kiinnityksien aukaisu alkaa välittömästi. Tähän työhön on radalla toimivilla yrityksillä omat toimintatavat sekä erikoistyökalut. Kiskot otettiin pois kyseessä olevilla työkohteilla ratatyöhön suunnitellulla kaivinkoneella ja kiskojen työaikainen varastointi tehtiin vetämällä kiskot siirtoalueen ulkopuolelle radan viereen. Kiskojen poiston jälkeen aloitetaan ratapölkkyjen poisto. Pölkkyjen poisto tapahtui pyöräkuormaajalla, jossa oli trukkipiikit.

6.4 Ratapenkan poisto

Ratapenkan poisto on alkanut tai alkaa välittömästi loppujen tukiseinien poiston yhteydessä. Ratapenkan poistossa on useita työkoneita yhtä aikaa töissä pienellä alueella. Kuvassa 9 näkyy osa työkoneiden määrästä ja työtilasta, jossa koneet työskentelevät.

6.5 Siirtoratojen pohjien teko ja pelkoitus

Siirtoratojen pohjien teko ja tiivistystyö alkaa välittömästi penkan poisoton jälkeen. Kyseessä olevilla työmailla siirtoratoja oli neljä kappaletta eli samaan aikaan oli käynnissä useampi työvaihe. Samaan aikaan tapahtui penkan poisottoa, siirtoratojen pohjantekoa, siirtoradan pohjapelkkojen asennusta, alimmaisten siirtoradan rakenteiden paikalleen asennusta ja itse siirtokiskojen asennusta

liittämisineen. Tähän vaiheeseen liittyy myös routaeristyksen asennus, salaojien teko ja kaapeleiden siirtoa niin paljon kun työmaalla on tarpeen. Siirtoratojen pohjien teko oli yllättävän haasteellinen työvaihe.

Pohjan koron ollessa toleranssissa, asennettiin aluspelkoitus maan ja tulevan aluskiskon väliin. Pelkat ovat puuta ja niiden koko on 300*300 millimetriä ja pituutta noin kaksi metriä. Pelkkojen asennus tapahtui kurottajan tuodessa pelkaniput työmaalle ja miesten jakaessa pelkat yhtenäiseksi pohjarakenteeksi koko siirtokiskon matkalle.

6.6 Siirtokiskojen asennus

Siirtokiskojen alusrakenteena oli kaksi toisiinsa hitsattua vierekkäistä I-profiilipalkkia, joiden välissä oli samasta profiilista tehty välikappaleet. Tämän yhden palkiston paino on noin 5500 kiloa ja tämän palkiston paikalleen asentamiseen tarvittiin nosturiautoa sekä kurottajaa. Palkiston asentaminen tapahtui nosturin ollessa tilanpuutteen takia sillan puolella ja näin ollen nosto tapahtui ajojohtimien yli tai ajojohtimien ja sillan välistä kurottajan auttaessa kiskon asennuksessa ja nostossa palkiston toisessa päässä. Aluspalkiston ja siirtokiskon väliin tuli poikittaispalkit, joita tarvitaan kyseisessä siirtokalustossa sitä varten, että saadaan laskettua silta paikoilleen. Poikittaispalkit ovat samaa I-profiilia kuin alusrakenne, mutta pienempää. Näiden asennus tapahtui kurottajan tuodessa poikittaispalkit aluspalkkien lähelle ja siitä miesvoimin halutuille paikalle aluspalkkien päälle. Siirtokiskot tulivat poikittaispalkkien päälle. Asennus tapahtui samalla tavalla kuin aluspalkkien asennus pohjapelkkojen päälle. Eroavaisuus tulee siinä, että siirtokiskon asennus on mittatarkempaa ja siirtokiskojen paino on noin puolet aluspalkeista.

6.7 Sillan siirto ja paikalleen asennus

Siirtokiskojen asentamisen jälkeen alkaa sillan sivuttaissiirto. Siirto tapahtuu siirtotunkeilla, joiden kiskon puolimmainen pää ottaa tukea siirtokiskosta ja lukittuu kiskoon halutuin välein. Tunkin työntömatka on noin 60 senttimetrinä metrin riippuen valitusta siirtokalustosta. Siirtokiskon ja sillan välissä on erillinen liukupala, jolla työntökitkaa voidaan vähentää. Kitkan vähennykseen käytetään teflonia, vaseliinia, ruostumatonta terästä tai muita kitkaa vähentäviä aineita.

Siirron aikana mittamies seuraa sillan tuille etenemistä ja kertoo tarvittaessa vaadittavat muutokset siirtotyöryhmälle. Jokaisella siirtokiskolla on oma miehensä seuraamassa, että työ sujuu ongelmitta. Siirtoaika riippuu siirtomatkasta, kalustosta, sillan massasta ja kiskojen lukumäärästä. Siirron tapahduttua seuraava työvaihe on sillan paikalleen lasku paalujen päälle. Sillan laskutapa riippuu siirtokaluston valinnasta. Kyseessä olevilla kohteilla lasku tapahtui vaiheittain noin 30 millimetrin osissa ja kolmessa eri laskussa. Sillan ja paalujen päiden väliin oli erikseen tehty metallilevyt, joilla saatiin silta sovitettua oikeaan korkoonsa. Nämä siltakohteet olivat erittäin mittatarkasti toteutettu.

6.8 Ajojohdinpylvään ja kaapelikourun asennus

Ajojohdinpylväs ja kaapelikourut asennettiin heti paikoilleen, kun silta oli laskettu paikalleen.

6.9 Sillan päätyjen täyttö ja siirtymälaattojen asennus

Sillan alaslaskun ja sovittamisen jälkeen alkoi siltojen päätyjen täyttö. Täyttö tehtiin kaivinkoneella noin puolen metrin kerroksissa välillä tiivistäen. Kerroksista otettiin tiiveyskokeet (Loadman). Päätyjen täytön saavutettua haluttu korko, aloitettiin siirtymälaattojen asennus. Laattojen kokonaispituus on viisi metriä, leveys 0,6 metriä ja korkeus 0,25 metriä ja paino on noin 1900 kiloa. Siltojen päihin tulevia laattoja oli 22 kappaletta, eli 11 kappaletta puolelleen. Laatat tulivat paikalleen sillan päädyissä oleviin harjaterästappeihin, jotka oli asennettu siltaan sillan raudoituksen yhteydessä. Siirtymälaatan sillan puoleiseen päähän oli tehty varauskolo sillassa olevaa terästappia varten. Laatan asennus on elementtiasentamista ja laatan nosto tapahtui sillan päädyssä kaivinkoneen avulla. Asentajina oli kolme miestä. Siirtymälaattojen väliin jäävät saumat ja varauskolo täytettiin asennuksen jälkeen bitumilla. Laattojen paikoilleen asennuksen jälkeen laattojen päälle pantiin haluttu rakennekerros käyttötarkoitukseen sopivaa maa-ainesta.

6.10 Ratarakenteiden teko

Tämän jälkeen alkoi radan rakentaminen. Raidesepeli oli ensimmäisessä siirrossa valmiiksi levitettyä sillan kannelle, mutta tämä käytäntö vaikeutti ja hidasti siirtoa ja ennen kaikkea sillan paikalleen asennusta. Toisessa siirrossa sepelöinti suoritettiin sillan ollessa paikoillaan ja siirtymälaattojen asennuksen jälkeen. Laattojen asennuksen aikaan sillan kannelle voitiin jo tuoda sepeliä sillan sivusta. Sepelin tuonti oli mahdollista, kun sillan muotti oli purettu ja alue oli siivottu etukäteen. Sepelöinti saatiin haluttuun korkoonsa pyöräkuormaajalla. Sepelöinnin jälkeen alkoi ratapölkkyjen asennus. Asennus tapahtui kaivinkoneessa olevan lisälaitteen avulla, joka levitti pölkkyt halutuille kohdilleen. Pyöräkuormaaja avusti tuomalla ratapölkkyjä kaivinkoneelle levitettäväksi. Seuraava työvaihe oli kiskojen asennus paikoilleen; kaivinkone asensi kiskot kohdilleen. Kiskojen kiinnitys tapahtui miesvoimin erikoistyökaluin.

6.11 Radan tarkastusmittaukset ja maadoituksen purku

Tarkastusmittauksien jälkeen radalle voitiin laskea toppakone, joka tiivisti ratapölkkyjen alla olevan sepelin ja työsti radan lopulliseen kuntoon. Toppausta varten ratarakenteet rakennetaan noin 20 millimetriä alle halutun koron, koska toppakoneella ei voida tehdä muuta kuin tiivistää ratarakenteiden alla oleva raidesepeli. Samaan aikaan purettiin maadoitus. Toppaus suoritetaan niin monta kertaa, että rata on oikealla kohdallaan. Juuri siirretyllä sillalla junien nopeusrajoitus on normaali. Vte tarkistaa vielä radan sijainnin ja mitat.

7 Miten kehityttiin siirtojen välillä

7.1 Alustavat työt

Pellisenrannan alikulkusillan S 216 siirrossa osattiin katsoa oikeita asioita, joiden pitää olla valmisteltu ennen siirtoa.

7.2 Maadoitus

Jänhiälän alikulkusillan S 214 siirrossa viimeinen juna meni jo kymmenen minuuttia aiemmin, kuin sillalla S 216, mutta maadoitustyössä tämä etu oli jo käytetty. Tämän työn suoritti ratasähkötyöhön luvallinen aliurakoitsija eikä ole tarkempaa tietoa sitä mistä johtui aikasäästö.

7.3 Kiskojen ja pölkkyjen poisto

Sillalla S 214 kiskojen ja ratapölkkyjen poistossa meni yli tunti pidempään, kuin sillalla S 216. Tämä johtui monista eri seikoista ja tulee ilmi parhaiten liitteessä 3. Kuvasta 8 ilmenee, millainen työtapa on ratapölkkyjen poisto.



Kuva 8. Kiskojen alla olevien ratapölkkyjen poisto. (Destia Oy)

7.4 Ratapenkan poisto

Sillan S 214 siirrossa penkan purkutyö oli aikataulullisesti nopeampi, mutta työ ei noudattanut seuraaville töille nopeinta tietä. Siirrossa S 214 ei täysin noudatettu suunnitelmaa ja työn valvonta petti. Tästä johtuen kokonaisuus kärsi. S 216:n siirrossa noudatettiin paremmin työjärjestystä, joka mahdollisti seuraavien työvaiheiden paremman läpiviemisen.

7.5 Routaeristys ja salaojitus

Routaeristys ja salaojitus molemmissa siirroissa kesti noin kymmenen minuuttia työparilta ja voidaan tehdä muun työn lomassa. Tämä työvaihe pitää lomittaa sellaiseen ajankohtaan, jossa kaivinkone on valmiiksi työkohteen lähellä ja ehtii kaivamaan salaojaputken paikoilleen ja täyttämään kaivannon.

7.6 Aluspelkkojen asennus

Aluspelkkojen asennus sitoo paljon työntekijöitä ja on hidas. Toisilla siirtoja tekevillä firmoilla on betonista tehdyt elementit, jotka nostetaan paikoilleen autonosturilla. Molemmissa siirroissa työ kesti yhtä pitkään ja S 216:n siirrossa saavutettu aikatauluetu tuli edellisistä työvaiheista. Kuvassa 9 näkyy routaeristys, siirtoradan pohjan tekoa ja pelkoitusta. Lisäksi kuvasta selviää yhtäaikaisessa työssä olevan konekaluston määrä.



Kuva 9. Siirtoratojen pohjien teko ja sillanpäädyn routaeristys. (Destia Oy)

7.7 Siirtokiskojen asennus ja liittäminen

S 214:n eli ensimmäisen sillan ja S 216:n eli toisen sillan siirtokiskojen asennukset olivat ajallisesti yhtä pitkiä. S 216:n siirrossa aluskiskon ja poikittaisten kiskojen väliin pantiin tarvittava määrä ja tarvittava korkeus korkolappuja. Tällä työmenetelmällä säästettiin aikaa siirtoratojen pohjien teossa. Alimmaisen siirtokiskon asennus pohjapelkkojen päälle on kuvattu kuvassa 10.

Siirtokiskojen toisiinsa liittäminen valitulla siirtokalustolla tapahtui hitsaamalla kiskojen päät toisiinsa kiinni (ympärihitsaus). Tämä on työläs ja hidas työvaihe. Toisenlaisen siirtokaluston valinnassa kiskojen toisiinsa liittäminen tapahtuu erillisten aluslevyjen avulla kiskojen uumasta pulttiliitoksella ja pelkästään kiskojen päällys hitsataan umpeen. Tämä ei vaadi erillisiä erikoisosaajia ja on huomattavasti nopeampi työtapa.



Kuva 10. Siirtoradan pelkoitus valmiina ja siirtokiskon alle tulevan palkkien asennus. (Destia Oy)

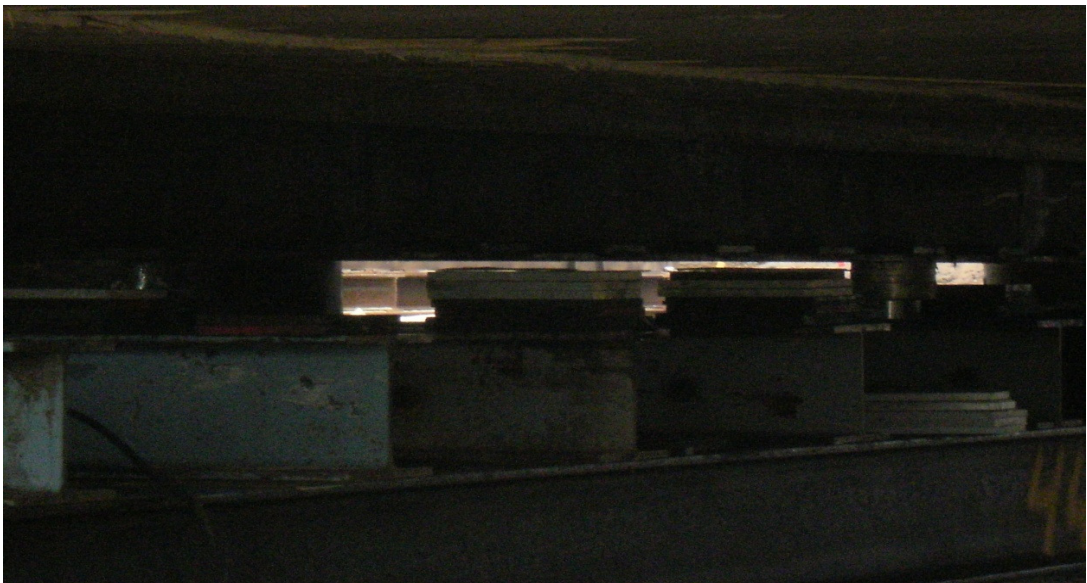
7.8 Sillan siirto ja paikalleen lasku

Sillan S 214 siirrossa yritettiin säästää aikaa sepelöimällä sillan kansi valmiiksi tulevan radan kohdalta. Sepelöinti aiheutti sillassa epäkeskisyyttä, joka aiheutti ongelmia siirrossa ja sillan paikalleen laskussa. S 216:n siirrossa sepelöinti jätettiin pois ja saavutettu aikataulusäästö johtui tästä. Paikalleen lasku sitoo paljon miehistöä, sillä jokaisen siirtoradan vieressä pitää olla kolme miestä. Miehistön paljous johtuu kaluston valinnasta; kyseisellä kalustolla lasku tapahtuu vaiheittain metallisia levyjä pois ottaen. Levyt otetaan pois vuorotellen tunkin ja kiskon päältä, välillä siltaa laskien ja nostaen. Tässä työvaiheessa on ainakin kaksi eri tapaa, jotka määräytyvät jo siirtokalustoa valittaessa. Ensimmäinen työtapa on käytössä ollut tapa, jossa siirtokiskot ovat korkeammalla kuin paalujen päät ja silta lasketaan siirron jälkeen paikalleen. Tässä työtavassa nostotunkit sijaitsevat siirtokiskojen alapuolella ja alaslasku tapahtuu vaiheittain noin 30 millimetrin laskuissa. Toinen vaihtoehtoinen työtapa on tehdä siirtokiskot vähän paalujen päiden koron alapuolelle. Silta nostetaan ylös siirtokiskojen päältä ja

silta siirretään oikealle paikalleen ja lasku tapahtuu kerralla. Kuvissa 11 ja 12 näkyy käytössä ollut tapa ja sillan paikalleen laskun kaluston rakenne.



Kuva 11. Sillan paikalleen laskuun tarvittavat nostotunkit ja siirtokiskojen rakenne valmiina. (Destia Oy)



Kuva 12. Sillan paikalleen lasku käynnissä. (Destia Oy)

7.9 Päätyjen täyttö

Päätyjen täyttö tapahtui kahdella kaivinkoneella ja päädyn tiivistys tapahtui neljäsataakiloisella tärylätkällä, joka näkyy kuvassa 5. Tiivistys tapahtui noin puo-

len metrin kerroksissa ja sillan pääty täytetään aina siirtymälaatan alapinnan korkoon asti.

7.10 Siirtymälaattojen asennus

Siirtymälaattojen nosto tapahtui kaivinkoneella ja paikalleen asennuksessa oli apuna kolme miestä sillan molemmilla puolilla. Laattojen varausaukot ja laattojen väliin jäävät raot täytettiin hiekkabitusseoksella. Sillan S 216 siirron aikana säästö tuli siitä, kun työ tehtiin jo toista kertaa. Tästä syystä jäivät turhat työliik-
keet pois.

7.11 Kannen sepelöinti

Sillan S 214 siirrossa kansi oli sepelöity melko pitkälle valmiiksi. Tämä oli tehty alustavissa töissä. Kuitenkaan tästä työstä ei saatu haluttua hyötyä, vaan päinvastoin tämä söi aikaa siirrosta ja paikalleen laskusta. S 214:n siirrossa ei myöskään sillan muottia ollut purettu, mikä osaltaan hidasti sepelin kannelle tuontia.

Sillan S 216 siirrossa muotti oli valmiiksi purettu ja pois raivattu, mikä mahdollis-
ti sillan kannelle sepelin kannon sillan sivusta.



Kuva 13. Raidesepeli valmiina. (Destia Oy)

7.12 Ratapölkkyjen ja kiskojen asennus

Kuvassa 14 näkyy ratapölkkyjen asennukseen suunniteltu erikoistyökalu. Silloissa S 214 ja S 216 ratapölkkyjen ja kiskojen asennusten työvaiheet olivat ajallisesti yhtä pitkiä.



Kuva 14. Raidepölkkyjen asennus. (Destia Oy)

7.13 Maadoituksen purku

Maadoituksen purkuun käytettiin silloissa S 214 ja S 216 saman verran aikaa.

7.14 Toppaus

S 214 sillalla toppaus meni ensimmäisellä kerralla hyväksytysti läpi. Sillalla S 216 toppaus jouduttiin suorittamaan kolmesti. Tästä johtui se, että toisella kerralla aikaa kului yli tunti pidempään. Toppaus pystyttiin suorittamaan rauhassa valmiiksi sillalla S 216, koska aikataulussa oli riittävästi varaa.

8 Riskit

Siirtotyössä on monia riskejä. Siirtotyön aikana on otettava huomioon työturvallisuus. Ihmisten ja työkoneiden läheisyys sekä aikataulun kiireellisyys aiheuttavat omat riskinsä. Näitä riskejä ei voida täysin poistaa siirtotyön aikana. Ennaltaehkäisyä voidaan tehdä perehdyttämällä, suunnittelemalla, hyvällä henkilöstöhuollolla siirtotyön aikana ja valvomalla työt mahdollisimman tarkasti.

Suurimmat rahalliset riskit ovat puutteelliset lähtötiedot maaperästä ja se, mitä on ratapenkan alla. Jos maaperä on oletettua heikompaa, voi silta painua liian alas, jolloin siirron aikana tehtävät korjaukset vievät liikaa aikaa ja ratakatko ylittyy. Painumat voidaan ehkäistä hyvällä suunnittelulla ja tarpeeksi laajoilla maaperätutkimuksilla, oikeilla tulkinnoilla ja oikean toteutustavan valinnalla. Hyvät tutkimukset myös estävät ratapenkan alla olevat yllätykset, joita voivat olla esimerkiksi poislouhittavat kalliot tai suuret kivet. Jos louhintaan ei ole varauduttu ja sitä ilmenee siirtotyön aikana, on todennäköistä, että ratakatkoon varattu aika ei riitä.

Aluesuunnittelu ja riittävän varavoiman (sähkön) tärkeyttä ei voi liikaa korostaa. Huono aluesuunnitelma aiheuttaa turhaa materiaalin ja koneiden siirtelyä, joka taas johtaa aikataulun pettämiseen. Sähkökatkosten varalle pitää varautua riittävän suuritehoisella generaattorilla. Siirtotyössä tarvittava sähköistys pitää suunnitella niin, että sähkökatkon sattuessa yhdellä kaapelinvaihdolla saadaan varavoimasta sähkö sähköä tarvitseville.

Koneiden kestävyys on myös riski. Tätä riskiä voidaan ehkäistä koneiden huollolla ja varakoneiden varaamisella. Varakoneita ei välttämättä tarvitse olla varattuna työmaalla, mutta tarpeeksi nopea saatavuus on varmistettava, jos konerikko tapahtuu.

9 Parannusehdotuksia sillansiirtotyöhön

Siirrettävillä silloilla työskentelevien työhön perehdyttäminen ja tarkkan työnkuvan kertominen on oleellisen tärkeää. Ennen siirtotyön aloitusta pitäisi pari kertaa käydä tuleva kohde yhteistyössä kaikkien työhön osallistujien kanssa läpi ja kerrata, mitä kukin työntekijä tekee siirron aikana ja milloin. Yhdessä kommunikamalla saadaan uusia ideoita siitä, miten jokin työvaihe tulisi tehdä. Myös aikataulu- ja taloudellinen säästö on huomattava.

Sillan muotin purku ja raivaus tulee sisällyttää alustaviin töihin. Vaikka muotti ei olisi edessä, muotti kannattaa purkaa. Tämä työ varmistaa lisää tilaa siirron lopputöille, sillä tilaa ei ole koskaan liikaa. Purku ja raivaus ei ole sen kalliimpaa eikä aikaa mene juuri sen enempää kuin silta olisi siirretty pois edestä, mutta siirron aikana tehtävä purku ja raivaus on riski aikataulussa.

Aluesuunnitelmat tulee tehdä tarkemmiksi ja yksityiskohtaisemmiksi, etteivät työssä olevat materiaalit tai koneet ole toistensa edessä työtä tehdessä (Tirri 2012, 29).

10 Siirtotyössä tarvittavat luvat

Sillan siirrossa tarvittavat luvat ovat pitkälle haettu ja suunniteltu ennen kuin urakoitsija on valittu. Suunnittelija ja radan haltija päättävät milloin sillan siirto on mahdollista. Urakoitsijalle jäävät luvat ovat henkilöstön pätevyyksien varmistaminen ja kurssittaminen. Luvat ovat enimmäkseen oikeassa ajassa erilaisten katkojen varmistamista ja ilmoituksia alkavista töistä. Esimerkiksi haettaessa jännitekatkoa pitää muistaa, miten paljon ennen työn suorittamista lupa pitää hakea. Ohjeistus tarvittaviin lupiin ja katkoihin: www.rhk.fi - tietopalvelu.

11 Siltakohtaisia rakennustyössä käytettäviä laatuvaatimusjulkaisuja

Seuraavassa on lueteltu siltatyön rakentamisessa käytettäviä laatuvaatimusjulkaisuja.

- SYL- R, Rautatiesiltojen yleiset laatuvaatimukset, RHK 2006
- SYL 1-7, Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset, osat 1-7, Tiehallinto 2005
- RSTO, rautatiesiltojen tekniset ohjeet, RHK 1997
- RSO, Rautatiesiltojen suunnitteluohjeet, RHK 1997- 2002
- Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RATO), RHK
- RMYTL 1-9, Rautateiden maanrakennustöiden yleiset työselitykset ja laatuvaatimukset, RHK 1998 - 2002
- PYL, Päällysrakennetöiden yleiset laatuvaatimukset, RHK 1988 – 2000
- Suurpaalutusohjeet SPO – 2001
- Teräsputkipaalut TIEL 2173448, 1999
- Teräsputkipaalut rautatiesilloissa, Oy VR - Rata Ab
- Siltapaalujen laadunvarmistus iskuaaltomittauksella, Oy VR – Rata Ab
- Lyöntipaalutusohjeet (LPO – 2005)
- Tuettujen kaivantojen suunnittelu, VR / ratayksikkö / georyhmä, 1993
- Tuettujen kaivantojen rakentaminen, VR / ratayksikkö / georyhmä, 1993
- TYLT, Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset, Tielaitos 1991
- Suomen rakentamismääräyskokoelman B4, betonirakenteet
- SILKO, Siltojenkorjaus, kansiot 1- 4, Tielaitos
- BY 40, Betonipinnat, Suomen betoniyhdistys, 2003
- Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO), RHK: n julkaisu B24
- Liikennöinti ja ratatyö rautatiejärjestelmässä RVI / 479 / 412 / 2008
- Sähköratamääräykset 2006, RHK: n julkaisu B22
- SSR, Sähköistyksen kiinteiden laiteiden suunnittelu ja rakentaminen
- Kaapeleiden käsittelyohjeet, VR Rsä 18 / 540 / 98
- Maakaapeleiden kaivu- ja asennusohjeet, RHK: n julkaisu B7
- Yleisohje johdoista ja kaapeleista, RHK: n julkaisu B13

Lisäohjeita ja tietoa Ratahallintokeskuksen kotisivuilta www.rhk.fi

(Laaksonen 2009c, 31.)

12 Yhteenveto

Tämä opinnäytetyö tehtiin auttamaan sivustasiirrettävien ratasiltojen tarjouslaskentaa, työvaiheiden suunnittelua ja jälkilaskentaa. Sivustasiirrettäviä ratasiltoja on siirretty useita, mutta tarkempaa konkreettista työvaiheiden kuvausta työmaalta ei ole yleisesti saatavilla. Vertailevan materiaalin puute vaikeutti myös näyttötyöni tekemistä. Työstäni ei ollut tarkoituskaan tehdä mitään suoranaista työkalua, vaan kertoa, mitä pitää ottaa huomioon työn laskennassa ja siirtotyön suunnittelussa. Työni on käytössä Destialla tarjouslaskennan aputyökaluna. Toivoisin, että työtä käytettäisiin muiden saatavilla olevien materiaalien kanssa ja työ auttaisi toteutuksen työsuunnittelussa. Tämä työ ei ole yleispätevä kaikkiin siirrettäviin siltoihin, mutta tätä pystyy soveltamaan kohteiden muuttuessa.

Kokoonnuimme ohjaajieni kanssa pohtimaan työni etenemistä ja siihen tulevaa materiaalia kolme kertaa. Palavereja olisi ollut enemmänkin, mutta kaikkien henkilöiden saaminen saman pöydän ääreen hankaloitui muiden työkiireiden takia. Tarvittavia lisätietoja näyttötyön tekemiseen sain riittävästi puhelinkeskustelujen avulla.

Näissä kahdessa sillansierrossa työtehot olivat suurimmalta osaltaan samalla tasolla, mutta viimeisin siirto (S 216) oli noin neljä tuntia nopeampi. Erotus tuli aikatauluvertailun mukaan paremmasta työsuunnittelusta ja toteuman valvonnasta. Viimeisimmässä (S 216) siirrossa seurattiin tarkemmin kriittistä polkua ja työvaiheet lomittuivat paremmin toisiinsa.

Suunnitelman ja toteutuksen valvonta vaikuttaa oleellisesti aikatauluun. Valvonnan vastuu täytyy jakaa selkeästi, jotta jokainen työtätekevä tietää jo etukäteen tehtävänsä. Työaikana oleviin muuttujiin ei voi täysin varautua. Aikataulu on tavallisesti niin kireä, ettei suuriin suunnitelman ja toteutuksen muutoksiin ole työn aikana mahdollisuutta.

Kuvat

Kuva 1. Sillan S 216 siirtokiskojen, paalujen ja tukiseinien sijainti rataan nähden (Koivula. 2009, 10)	s.10
Kuva 2. Silta rakennettu radan viereen. Kuva Destia Oy	s.12
Kuva 3. Työntötunkit valmiiksi asennettu. Kuva Destia Oy	s.13
Kuva 4. Valmiiksi siirretty silta. Kuva Destia Oy	s.14
Kuva 5. Sillan päädyn täyttö ja tiivistys. Kuva Destia Oy	s.15
Kuva 6. Kiskot katkaistu ja liitetty väliaikaisliitoksella. Kuva Destia Oy	s.16
Kuva 7. Kuvassa näkyy kaapeleiden suojaus. Kuva Destia Oy.	s.16
Kuva 8. Kiskojen alla olevien ratapölkkyjen poisto. Kuva Destia Oy	s.21
Kuva 9. Siirtoratojen pohjien teko ja sillanpäädyn routaeristys. Kuva Destia Oy	s.23
Kuva10. Siirtoradan pelkoitus valmiina ja siirtokiskon alle tulevan palkkien asennus. Kuva Destia Oy.	s.24
Kuva 11. Sillan paikalleen laskuun tarvittavat nostotunkit ja siirtokiskojen rakennus valmiina. Kuva Destia Oy.	s.25
Kuva 12. Sillan paikalleen lasku käynnissä. Kuva Destia Oy.	s.25
Kuva 13. Raidesepeli valmiina. Kuva Destia Oy.	s.26
Kuva 14. Raidepölkkyjen asennus. Kuva Destia Oy.	s.27

Lähteet

Destia Oy, Koivula. P. 2.10.2009. Telinepiirustus S216 Pellisenrannan alikulkusilta, Lappeenranta.

Laaksonen, A. 2009a. Jänhiälän alikulkusillan S214 työpiirustukset.

Laaksonen, A. 2009b. Pellisenrannan alikulkusilta S216 työpiirustukset.

Laaksonen, A. 2009c. Ratahallintokeskuksen työselitys. Siltakohtaiset laatuvaatimukset ja työselitykset S216 Pellisenrannan alikulkusilta, Lappeenranta.

Sillanrakentaminen liikennöidylle raiteille, sillanrakennuspätevyyskurssi opintomateriaali 2011 Rso 5.

Tirri, J. siltavastaava, Destia Oy 2012. Opinnäytetyöpalaveri 17.1.2012