

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Yhdyskuntatekniikka

Tutkintotyö

Niina Onninen

RAJASAAREN TYÖSILLAN RAKENTAMINEN

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere

TKL Reijo Rasmus
Tieliikelaitos, valvojana Martti Kiviniemi

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

Yhdyskuntatekniikka

Onninen, Niina

Tutkintotyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Toukokuu 2005

Hakusanat

Rajasaaren työsillan rakentaminen

42 sivua + 2 liitesivua

TKL Reijo Rasmus

Tieliikelaitos, valvojana Martti Kiviniemi

työsilta, Rajasaaren silta, sillanrakennus

TIIVISTELMÄ

Työsilta on väliaikainen rakenne, jonka tarkoituksena on toimia päällysrakenteen työnaikaisena kantavana rakenteena, huoltotienä tai molempina. Tämän työn tarkoituksena on selvittää, milloin työsillan rakentaminen on tarpeen ja minkälaisia rakenteellisia vaihtoehtoja yleensä käytetään. Työn toteuttaminen nähtiin tarpeelliseksi, koska olemassa oleva kirjallinen materiaali on vähäistä ja tieto on useissa teoksissa hajallaan sekä sillan rakentajien tietotaitona. Työsillan rakentaminen kuuluu erikoisrakentamiseen ja on siksi useimmille rakennusalan ammattilaisillekin tuntemattomampaa aihealuetta. Aiheeseen on perehdytty pääasiassa haastattelujen, kirjallisen materiaalin sekä käytännön kokemuksen kautta. Työssä havainnollistetaan rakenneratkaisuja piirustuksin ja valokuvin paljon. Ne helpottavat yksityiskohtien ja asiakokonaisuuksien hahmottamista.

Työsiltaa käsitellään yleisesti toisessa kappaleessa. Siinä esitetään erilaisia rakenneratkaisuja, joista yleisimmät ovat puu- tai teräspuutkipaalujen varaan rakennetut työsillat. Tämän lisäksi kappaleessa käydään läpi työsillan rakentamista, aikataulua, kustannuksia, työturvallisuus- ja ympäristöasioita sekä purkua. Valtatie kolmelle Tampereen läntiselle kehätielle rakenteilla oleva Pyhäjärven ylittävä Rajasaaren sillan työsilta toimii tässä työssä esimerkkinä. Kolmas kappale käsittelee kokonaisuudessaan Rajasaaren työsiltaa. Siinä tarkastellaan samoja asioita kuin toisessa kappaleessa, mutta Rajasaaren työsillan rakentamisen näkökulmasta.

TAMPERE POLYTECHNIC

Construction Engineering

Civil Engineering

Onninen, Niina

Construction of the Rajasaari Temporary Bridge

Engineering Thesis

42 pages + 2 appendices

Thesis Supervisor

Reijo Rasmus (Lic.Tech.)

Commissioning Company Tieliikelaitos, Supervisor Martti Kiviniemi

May 2005

Keywords

temporary bridge, Rajasaari bridge, bridge construction

ABSTRACT

Temporary bridge is an interim construction, which is used for superstructure's supporting structure during working, for service road or for both. The purpose of this thesis is to find out when it is necessary to build a temporary bridge and what sort of structural choices are usually used. There is very little written information available about temporary bridges, it is scattered or it goes as know-how among bridge constructor professionals. Building a temporary bridge is part of special constructing and it is therefore quite unknown territory even for building trade professionals. Based on these facts writing this thesis was seen justified and useful. Material for this thesis is gained mainly with interviews, written material available and also with practice. Structural solutions are illustrated with number of drawings and photographs in this work which make it easier for a reader to understand details in them.

Temporary bridge is described in general in the Chapter 2. Different kind of structural solutions for supporting temporary bridge of which wooden and steel pipe poles are the most common ones are discussed in the chapter. In addition to that building a temporary bridge, schedule, costs, occupational safety, environmental issues and finally demolition work are explained in the chapter. There is currently a major bridge under construction at highway three near Tampere city. The bridge goes across lake Pyhäjärvi and it is called Rajasaari bridge. Temporary bridge for the Rajasaari bridge works as an example in this thesis and it is covered in the Chapter 3. The chapter covers same things which are covered in the Chapter 2 but from the Rajasaari temporary bridge point of view.

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka
Yhdyskuntatekniikka

Onninen, Niina

Tutkintotyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Toukokuu 2005

Hakusanat

Rajasaaren työsillan rakentaminen

42 sivua + 2 liitesivua

TKL Reijo Rasmus

Tieliikelaitos, valvojana Martti Kiviniemi

työsilta, Rajasaaren silta, sillanrakentaminen

ALKUSANAT

Tämä tutkintotyö sai alkunsa kesällä 2004, jolloin etsin itselleni sopivaa aihetta. Olin harjoittelemassa Tieliikelaitoksella Tampereen läntisellä kehätiellä ja esimieheni Matti Westersund ehdotti, että kannattaisi tehdä tutkintotyö työsillasta. Jonkin aikaa aihetta sulateltuani ryhdyin etsimään alustavasti materiaalia. Pengottuani kirjastoja ja etsittyäni tietoa Internetistä törmäsin ongelmaan; kirjallista materiaalia työsilloista on erittäin niukasti saatavilla. Pienen lannistumisen jälkeen näkyi taas valoa tunnelin päässä, sillä Martti Kiviniemi lupasi antaa kaiken tietämyksensä käyttööni. Niinpä tätä tutkintotyötä varten on istuttu tunti jos toinenkin Martin kanssa keskustellen ja muistiinpanoja tehden. Haluankin kiittää Tieliikelaitosta, Matti Westersundia ja etenkin Martti Kiviniemeä, jota ilman tätä tutkintotyötä ei varmasti olisi syntynyt. Kiitokset myös Tampereen ammattikorkeakoululle ja ohjaavalle opettajalleni Reijo Rasmukselle, joka on ollut yhtenä innostavana osapuolena mukana tämän tutkintotyön tekemisessä. Viimeisenä muttei vähäisimpänä kiitokset avomiehelleni Tonille, joka on jaksanut tukea ja kannustaa silloinkin, kun itsestäni on tuntunut lähes toivottomalta.

Tampere, 2005

Niina Onninen

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
ALKUSANAT	4
SISÄLLYSLUETTELO	5
1 JOHDANTO	6
2 TYÖSILLAN KÄYTTÖ SILLANRAKENNUKSESSA	7
2.1 YLEISTÄ	7
2.2 TELINESUUNNITELMAN LAATIMINEN	8
2.3 RAKENNE	9
2.4 RAKENTAMINEN.....	15
2.5 AIKATAULU	17
2.6 KUSTANNUKSET.....	18
2.7 TYÖTURVALLISUUS JA YMPÄRISTÖASIAT	18
2.8 PURKU.....	20
3 RAJASAAREN TYÖSILTA	21
3.1 YLEISTÄ	21
3.2 RAKENNERATKAISUT	22
3.2.1 <i>Lähtökohdat</i>	26
3.2.2 <i>Työnaikaiset muutokset</i>	27
3.3 RAKENTAMINEN.....	29
3.4 AIKATAULU	33
3.5 KUSTANNUKSET JA MATERIAALIMENEKIT.....	34
3.6 TYÖTURVALLISUUS JA YMPÄRISTÖASIAT	36
3.7 PURKU.....	39
4 YHTEENVETO	40
LÄHTEET	41
LIITTEET	42
LIITE 1: RAJASAAREN TYÖSILLAN PIIRUSTUS	42
LIITE 2: TELINEKANNATAJIEN PAALUKOIDEN PIIRUSTUS	42
KUVALUETTELO	42

1 JOHDANTO

Suomessa on noin 14 000 siltaa, joista vesistösiltojen osuus on yli 60 % eli noin 9 000 kappaletta /9/. Silloistamme suurin osa eli yli 90 % on rakennettu toisen maailmansodan jälkeen. Nykyisin siltoja rakennetaan keskimäärin kaksisataa kappaletta vuosittain. Suurin siltamme on Raippaluodon silta Mustasaassa, jonka kokonaispituus on 1 045 metriä ja pisin jänneväli 250 metriä /9/. Valtatie kolmella Tampereen läntisellä kehätiellä rakenteilla olevan Rajasaaren sillan kokonaispituus on kolmesataa metriä ja sen pisin jänneväli on 120 metriä. Tässä työssä käsitellään työsillan rakennetta ja rakentamista, jossa Rajasaaren työsilta ja sen rakentaminen toimii esimerkkinä.

Tämän työn toteuttaminen koettiin tarpeelliseksi, koska työsilloista ei ole olemassa yhtenäistä kirjallista materiaalia vaan tieto on hajallaan eri teoksissa ja ammattilaisten tietotaitona. Näin ollen työn tarkoituksena on koota yhtenäinen materiaali työsillan rakenteesta ja rakentamisesta käyttäen kuvia sekä esimerkkejä havainnollistamisen apuna.

Aiheen rajaus tehtiin siten, että pääpaino on itse työsillan tekemisessä. Työssä käsitellään rakennetta, rakentamista, aikataulua, työturvallisuus- ja ympäristöasioita, kustannuksia sekä purkamista. Mitoittamista sekä suunnittelua tarkastellaan ainoastaan yleisellä tasolla työn laajuuden hallitsemiseksi.

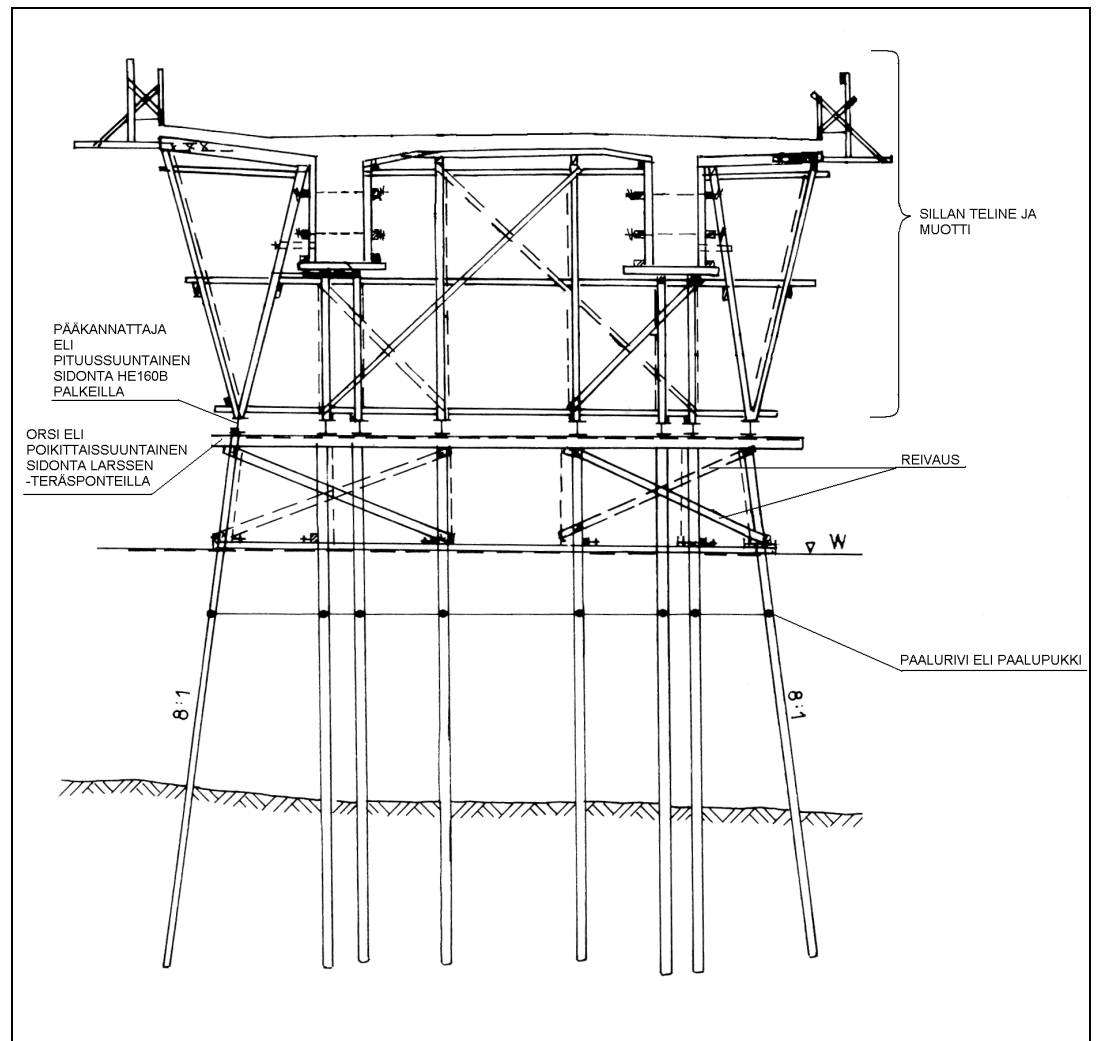
2 TYÖSILLAN KÄYTTÖ SILLANRAKENNUKSESSA

2.1 Yleistä

Työsilta on väliaikainen rakenne. Sen tarkoituksena on toimia joko sillan päällysrakenteen työnaikaisena kantavana rakenteena, huoltotienä tai molempina. Mikäli huoltotietä ei rakenneta erikseen viereen, joudutaan käyttämään joko hinaajaa tai lauttaa huoltoreittinä, jotka ovat yleensä kustannuksiltaan kalliimpia kuin huoltotien paalutus. Huoltoreittinä voidaan käyttää talvella myös jäätietä, mikäli työsilta rakennetaan virtaamattomaan paikkaan ja jää on riittävän kestävä. Jäätietä käytettäessä on noudatettava erityistä varovaisuutta ja jään kantavuutta on seurattava jatkuvasti.

Yleisimmin työsilta rakennetaan vesistösiltaa rakennettaessa, mutta myös kuivalle maalle voidaan rakentaa työsilta. Tämä tulee kyseeseen silloin, jos maaperän kantavuus ei ole riittävä tai painumat ovat suuria. Tutkintotyössäni käsittelen vesistöön rakennettavan työsillan rakentamista, mutta samat pääperiaatteet pätevät myös kuivalle maalle rakennettavalle työsillalle.

Tutkintotyössäni käytetään työsillan osista yleisesti käytettyjä nimityksiä. Osien nimitykset on esitetty puupaaluilla paalutetun työsillan poikkileikkauksessa (kuva 1). Lisäksi se havainnollistaa työsillan rakennetta ja on apuna työn lukemisessa.



Kuva 1 Puupaaluilla paalutetun työsillan poikkileikkaus ja osien nimitykset /vrt. 6/.

2.2 Telinesuunnitelman laatiminen

Telinesuunnitelman laatii telinesuunnittelija. Telinesuunnitelman laatijalta vaaditaan riittävää kokemusta, ammattitaitoa ja hänellä on oltava vähintään teknikon tutkinto. Vaativia telinesuunnitelmia laativalla suunnittelijalla on oltava vähintään insinööritutkinto. Tämän lisäksi hänellä on oltava kokemusta ja ammattitaitoa rakennusosalta. /5, s. 8/

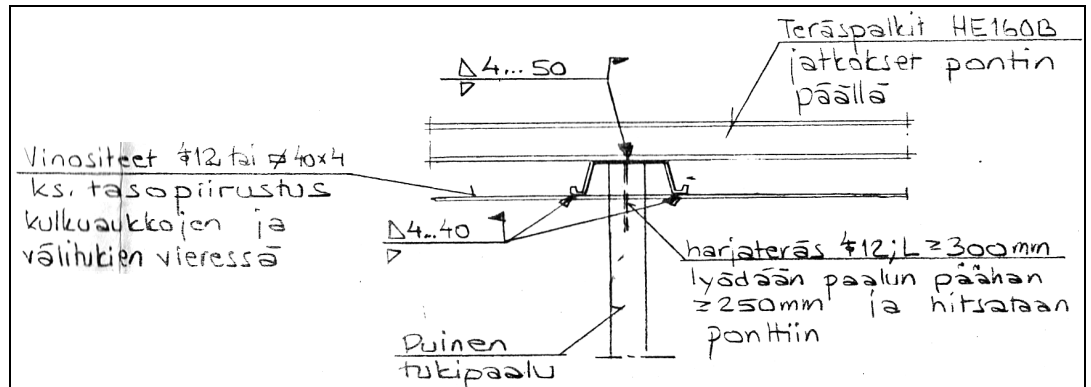
Telinesuunnittelun mitoitus perustuu siihen, että telineen on pystyttävä kantamaan siihen kohdistuvat kuormat eri rakennusvaiheissa. Suunnittelussa käytetään statii-kan ja lujuusopin laskentaperiaatteita ja mitoitus tehdään sallittujen jännitysten tai rajatilatarkastelujen avulla. Tarvittaessa voidaan myös käyttää mitoituksen tukena koekuormitusta. /5, s.7/

Telinesuunnitelmille kuten myös työsillan suunnitelmille tehdään tarkastukset. Suunnitelmat hyväksytään yleensä sisäisessä tarkastuksessa. Hyväksytyjen suunnitelmien pohjalta voidaan aloittaa työsillan rakentaminen.

2.3 Rakenne

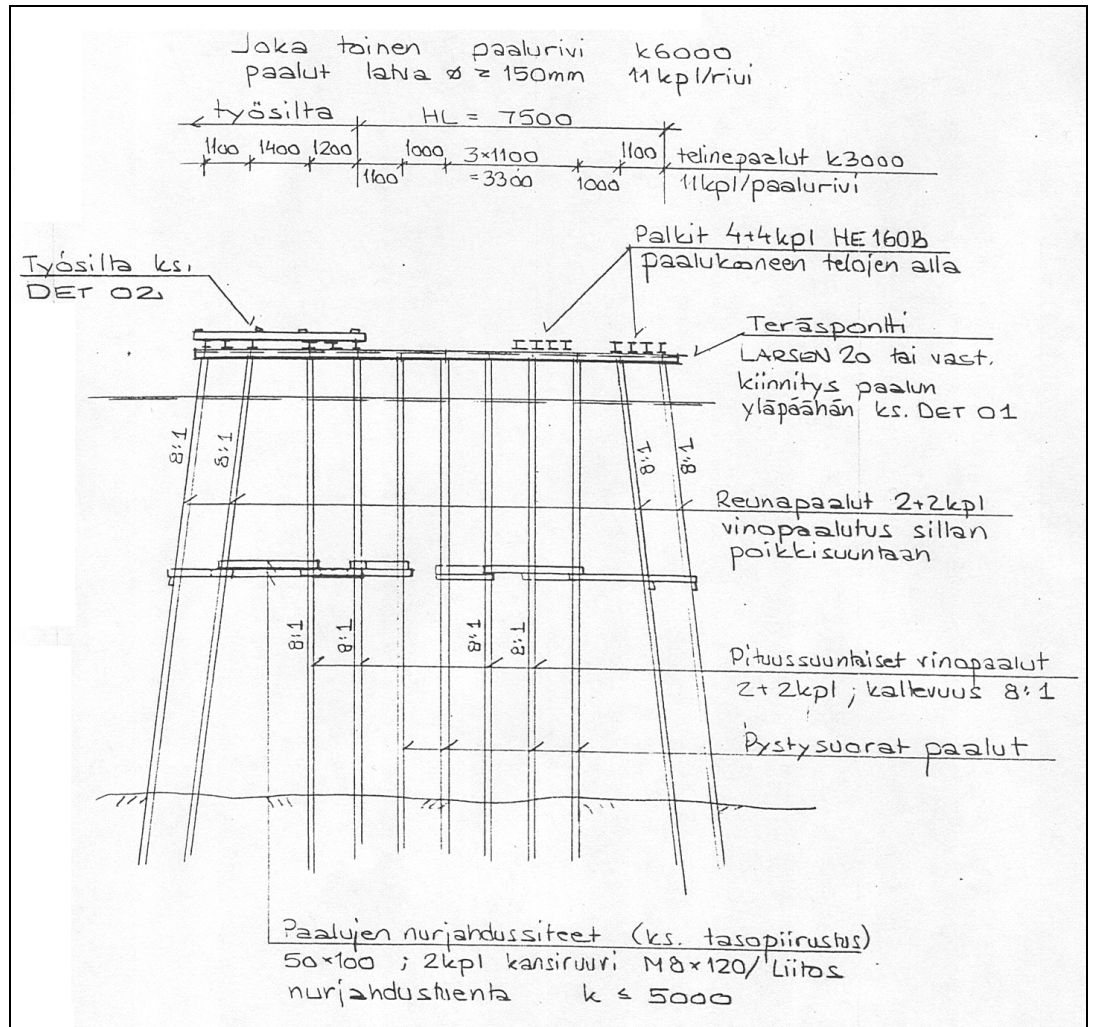
Työsilta rakennetaan paalujen varaan. Mikäli kovan pohjan ja työsillan etäisyys on alle kolme metriä, on yleensä taloudellisempaa tehdä massanvaihto paalutuksen sijaan. Paaluina käytetään puupaaluja, teräsputkipaaluja tai joskus jopa rataakseloja.

Puupaalut tulevat kyseeseen silloin, kun paalujen pituus on 3-18 metriä. Telinepaaluina käytettävät puupaalut ovat mäntyä tai kuusta ja niiden latvaläpimitta on tavallisesti 125-175 mm /6, s. 238/. Puupaaluille rakennetussa työsillassa paalupukkien eli paalurivien väli on yleensä kolme metriä. Paalupukkijako määrää pituussuuntaisten palkkien koon eli pienemmällä pukkijaolla voidaan käyttää pienempiä palkkeja kuin suuremmalla paalupukkijaolla. Puupaalujen päät sidotaan poikkisuunnassa teräsponteilla, jotka kiinnitetään paalujen päihin lyötyihin harjaterästappeihin hitsaamalla. Detaljipiirustus pontin ja paalun sidonnasta kuvassa 2. Pituussuuntaisina pääkannattajina käytetään yleisesti HE160B-teräspalkkeja, jotka asennetaan teräsponttien päälle. Palkit kiinnitetään pontteihin hitsaamalla ja niiden jatkokset sijoitetaan aina tuelle eli teräsponttien kohdalle.



Kuva 2 Detaljipiirustus pontin ja puupaalun sidonnasta /4/.

Mikäli vesisyvyys ylittää kymmenen metriä, on puupaaluille tehtävä vedenalainen reivaus nurjahdusvaaran vuoksi. Reivaukseen käytetään nurjahdussiteinä puutavaraa, yleensä 50*100 mm. Ne kiinnitetään pulteilla paaluihin vedenalaisena työnä kuten Harvaluodon työsillassa (kuva 3). Reivaus tehdään paalujen nurjahduksen välttämiseksi, mutta sitä pyritään välttämään työtekniisten seikkojen ja kustannusten vuoksi, jos se vain on mahdollista. Jos vettä on vähän ja pehmeää pohjamaata pakusti, niin pohjamaa estää nurjahduksen. Reivaus voidaan tehdä myös vesirajan yläpuolelle (kuva 1), joka on huomattavasti helpompi toteuttaa. Se on myös edullisempi vaihtoehto.

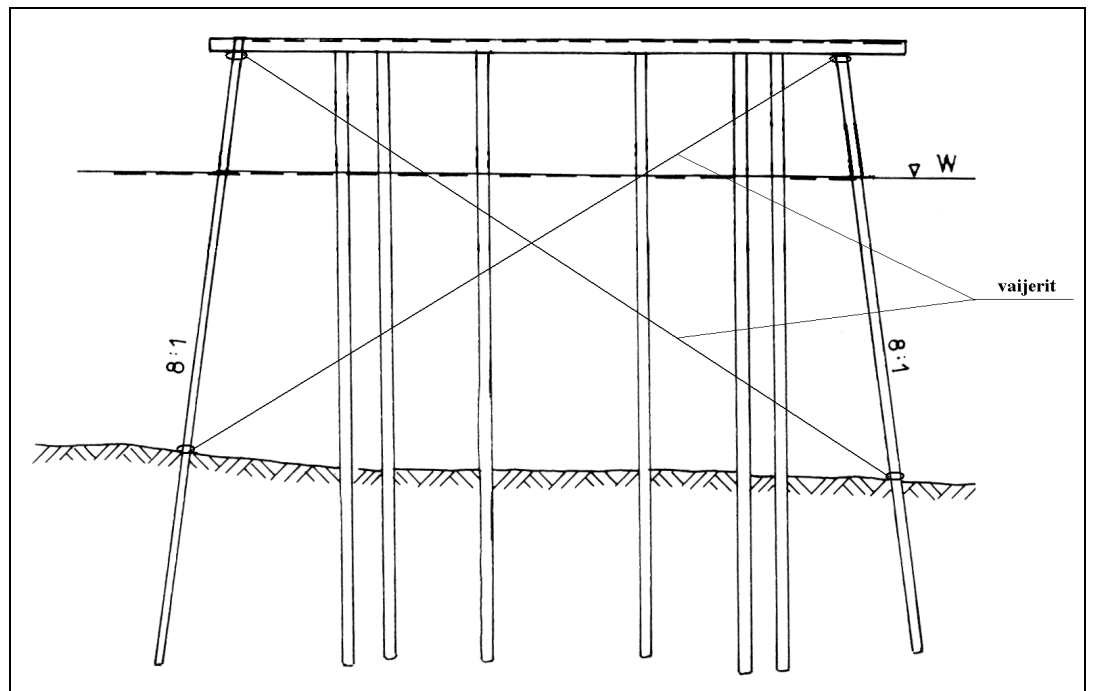


Kuva 3 Harvaluodon sillan työsillan poikkileikkaus, jossa on vedenalainen reivaus /4/.

Teräsputkipaalujen käyttö on taloudellisesti kannattavaa vasta, kun paalujen pituudet ylittävät 18 metriä /2/. Teräsputkipaalujen varaan rakennetussa työsillassa paalupukkien jakoon vaikuttaa monta asiaa. Yleisimmin käytetään neljän metrin jakoa, jolloin 12 metrin teräspalkkien jako menee tasan paalupukkien kanssa. Jos paalutus tehdään työsillalta, on neljän metrin paalupukkijako suurin mahdollinen jako, koska paalutuskoneet eivät pysty lyömään paaluja kauemmas toisistaan. Suurempaan paalupukkien väliin päästään vain siinä tapauksessa, että paalut lyödään lautalta. Teräsputkipaalujen päät sidotaan yleensä poikki- ja pituussuunnassa HE200B-teräspalkeilla. Poikittaissuuntaiset palkit kiinnitetään hitsaamalla teräsputkipaalujen päihin ja pituussuuntaiset palkit hitsataan kiinni poikittaissuuntaisiin palkkeihin.

Vesisyvyyden ollessa yli kymmenen metriä syntyy nurjahduksen vaara, joten teräsputkipaalujen putkikokoa on suurennettava. Tällöin vältetään vedenalaiselta reivaukselta toisin kuin puupaaluilla. Joissakin tapauksissa voidaan teräsputkipaaluilakin käyttää vedenalaista reivautusta, vaikka se onkin kustannuksiltaan kallista. Reivaus tehdään siten, että teräsputkipaaluihin hitsataan ennen lyöntiä ns. korvakkeet kuivalla maalla. Paalurivin paalutuksen jälkeen U-palkki kiinnitetään nurjahdusiteeksi vedenalaisena työnä pulteilla korvakkeisiin.

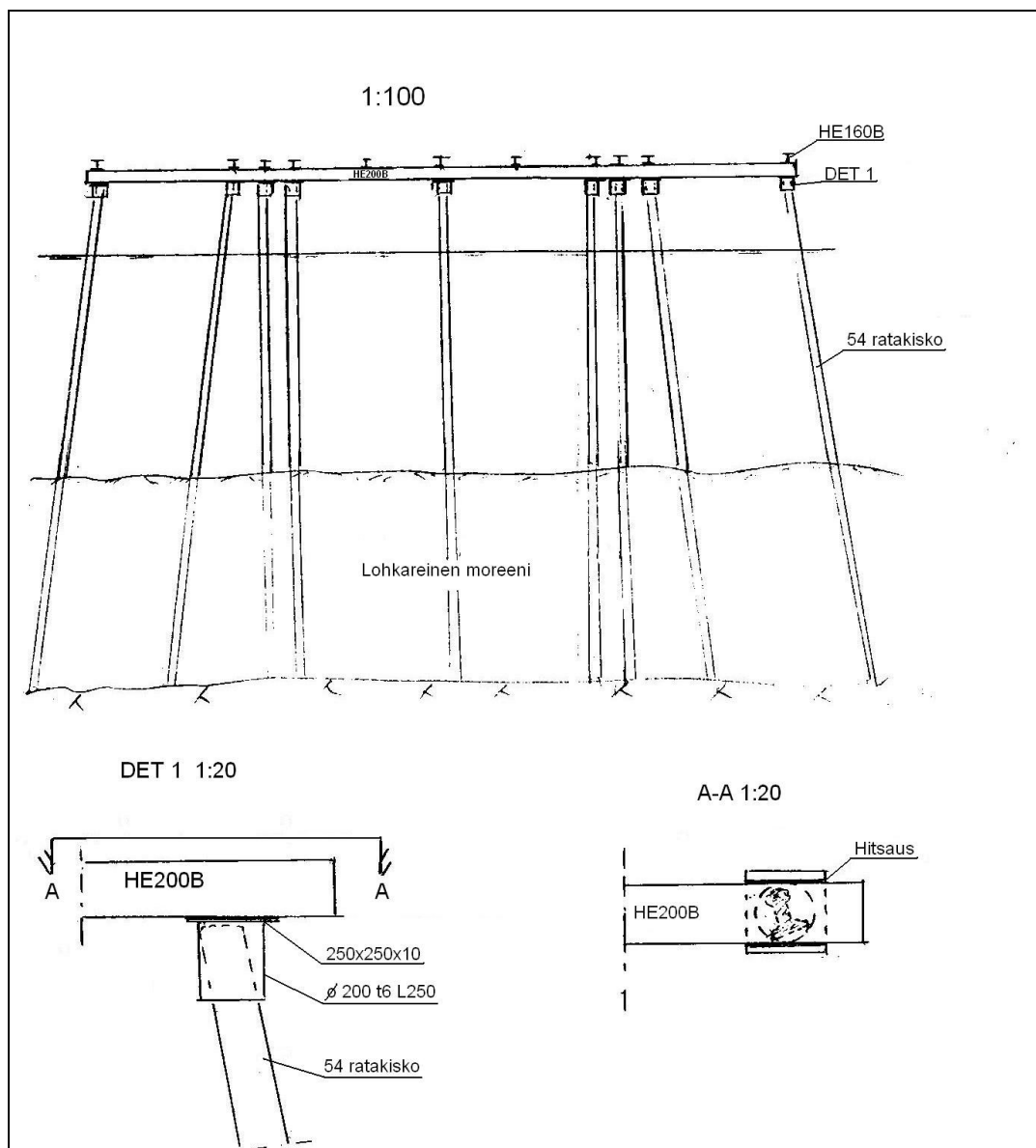
Sivuttaisvakavuutta voidaan parantaa vaijereiden avulla, jotka eivät kuitenkaan vaikuta nurjahdukseen. Vaijerin päät kiinnitetään paalupukin reunimmaisiiin paaluihin ristiin (kuva 4). Alapäähän asennettava vaijeri voidaan kiinnittää paaluun jo ennen paalun lyömistä kuivalla maalla. Kun koko paalupukki on paalutettu, vaijerin toinen pää kiinnitetään toisen puolen reunimmaisien paalun yläpäähän. Lopuksi vaijeri kiristetään kireälle. Vaijeri voidaan asentaa myös paalutustyön jälkeenkin, jolloin se on yleensä tehtävä sukellustyönä. Sivuttaisvakavuuden parantamiseksi käytettyä vaijerimenetelmää voidaan käyttää kaikilla paalutyypeillä.



Kuva 4 Sivuttaisvakavuuden parantaminen vaijereiden avulla.

Kivisissä olosuhteissa puu- ja teräspalkit saattavat olla vaikeita käyttää. Sen sijaan ratakisko on todettu toimivaksi telinepaaluksi. Ratakiskojen käyttö aiheuttaa aina erikoistoimenpiteitä jo senkin vuoksi, että niitä on vaikea hitsata. Ratakiskoja tuleekin käyttää ainoastaan hyvin vaikeissa kohteissa, kun muut mahdollisuudet ovat poissuljettuja.

Ratakiskojen päälle poikittaissuunnassa tuleva palkki sidotaan kiskoihin siten, että paalujen eli ratakiskojen päihin asennetaan holkit ja palkki nostetaan holkkien päälle ja hitsataan holkin ylälevyyn poikkileikkaus ja detalji 1 (kuva 5). Myös pituus-suuntainen sidonta tehdään palkkeilla, jotka hitsataan kiinni poikittaissuuntaisiin palkkeihin.



Kuva 5 Työsillan paalutus ratakiskoilla /2/.

2.4 Rakentaminen

Ennen työsillan rakentamista on tehtävä tarkat pohjatutkimukset, koska vähäisillä tai epätarkoilla pohjatutkimuksilla saattaa olla kauaskantoiset seuraukset. Puutteelliset tulokset voivat nostaa rakentamiskustannuksia, jos perustamistapaa tai materiaaleja joudutaan muuttamaan työn aikana tai materiaalien menekit nousevat. Alustavissa pohjatutkimuksissa selvitetään vesisyvyys siltapaikalla sekä muodostetaan yleiskäsitys maaperäolosuhteista perustamistöitä varten /1, s. 29/. Tarkat pohjatutkimukset tehdään useimmiten kairaamalla, jolla varmistetaan kovan pohjan sijainti.

Paalutustyö suoritetaan Lyöntipaalutusohjeiden 1987 mukaisesti, ellei paalutus suunnitelman piirustuksissa tai työselityksessä ole annettu muita ohjeita. Paalutustyötä johtaa paalutustyönjohtaja, jonka on oltava perehtynyt ja tottunut paalutustyöhön /7/.

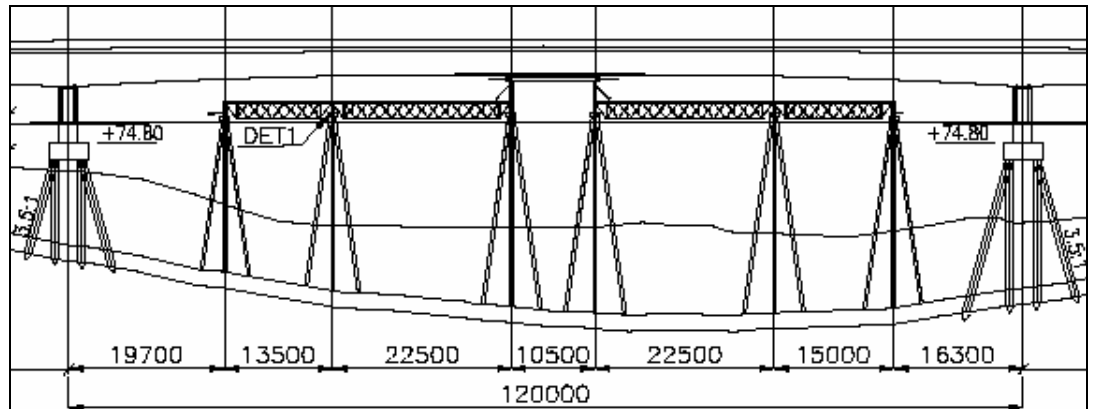
Paalutustyö tehdään joko lautalta tai työsillalta. Lautalta tehtävän työsillan etuna on se, että palkkeja ei tarvitse asetella paalutuskonetta varten väliaikaisesti kuten työsillalta käsin tehtävässä paalutustyössä. Työsilta saadaan heti lopulliseen muotoonsa lautalta paalutettuna, kuten Harvaluodon työsilta (kuva 6). Paalutus lautalta ei aina ole mahdollista. Lautan käyttöä rajoittavat lautan kuljetus siltapaikalle, suuri virtausnopeus tai jäät talvella. Lautalta paaluttaminen on taloudellisesti kannattavinta suurissa kohteissa lautan siirtokustannusten vuoksi.



Kuva 6 Lautalta paalutettu Harvaluodon työsilta /2/.

Mikäli työsiltaa käytetään huoltotienä, niin palkkien asennuksen jälkeen niiden päälle ladotaan ratapölkkyistä tai muusta vastaavasta materiaalista huoltotie. Jos työsilta toimii ainoastaan päällysrakenteen kantavana rakenteena, niin palkkien päälle asennetaan naulauspuu, joiden päälle varsinainen sillan teline tehdään. Naulauspuuna käytetään useimmiten vierekkäin kahta 31*100 mm kokoista puuta, jotka kiinnitetään palkkeihin Hilti-nauloilla. Työsilta voidaan rakentaa sekä huoltotieksi että päällysrakenteen kantavaksi rakenteeksi kuten Rajasaaren työsilta.

Työsillan rakentamisessa voidaan käyttää myös telinekannattajia joko kokonaan tai osittain. Telinekannattajat ovat yleensä Hünnebeck- tai Peiner-ristikkokannattajia. Ne asennetaan paalupukkien varaan kuten esimerkiksi Rajasaaren työsillassa (kuva 7).



Kuva 7 Pituusleikkaus ristikkokannattajista Rajasaaren työsillassa.

2.5 Aikataulu

Työsillan rakentamisaikatauluun vaikuttaa ensisijaisesti paalutustyö. Yleisimmin työsilta on kaksitoista metriä leveä, jolloin pukkirivin tekoon lasketaan kuluvaksi yksi työvuoro, jos paalutustyö tehdään työsillalta käsin. Tämän lisäksi palkkien asetteluun ja valmisteluihin kuluu yksi päivä. Lautalta paalutettavaan työsillan lasketaan lyötävän yhtä paalupukkia puolitoista työvuoroa./2/

Aikataulun suunnittelussa on otettava huomioon mahdolliset viivästymiset, joita saattavat aiheuttaa esimerkiksi konerikot tai työnaikaiset muutokset. Paalutuskooneen rikkoutuminen saattaa viivästyttää työsillan rakentamista useitakin päiviä. Aikatauluun vaikuttava työnaikainen muutos voi olla esimerkiksi suunniteltua pidemmät paalupituudet. Tämä voi johtaa siihen, että joudutaan tekemään reivaukset, vaikkei niitä olisi ollut alun perin tarkoitus tehdä tai paalukokoja joudutaan suurentamaan. Materiaalin vaihdos voi viivästyttää aikataulua, koska suurempia paaluja ei välttämättä ole aina heti saatavissa.

2.6 Kustannukset

Työsillan kustannukset koostuvat pääasiassa materiaaleista ja paalutustyöstä. Työsillan rakentaminen tulee erittäin kalliiksi, jos kaikki teräsputkipaalut, palkit ja pontit joudutaan hankkimaan vain yhtä tiettyä työsiltaa varten. Yritykset pyrkivätkin siihen, että materiaaleja uusiokäytetään ja että niiden käyttöaste on koko ajan niin suuri kuin mahdollista.

Työsiltojen huoltoteiden osuuksilla usein käytetyt puiset ratapölkkyt ovat ennen olleet helposti saatavaa, edullista ja erittäin käyttökelpoista materiaalia. Nykyisin vanhat ratapölkkyt ovat ongelmajätettä eikä niitä enää luovuteta tai myydä sillanrakennuskohteisiin. Ellei urakoitsijoilla ole varastoissa ratapölkkyjä, joudutaan ne korvaamaan pelkalla. Pelkkojen käyttö nostaa kustannuksia huomattavasti, sillä niiden hinta on moninkertainen ratapölkkyihin verrattuna.

Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että työsillan neliöhinta on 70-150 €. Neliöhintaan vaikuttavat rakennustapa sekä käytettävät materiaalit. Puupaalusta rakennettava työsilta on huomattavasti edullisempi ratkaisu kuin teräsputkipaalusta rakennettu työsilta.

2.7 Työturvallisuus ja ympäristöasiat

Työturvallisuuden on kiinnitettävä erityistä huomiota veden ääressä työskennellessä. Ennen työsillan teon aloitusta aliurakoitsijan kanssa pidetään aloituspalaveri, jossa työn teknisen suorittamisen lisäksi käydään läpi työturvallisuusasiat.

Veden päällä työskennellessä paikalle on varattava vene, asianmukaiset pelastusvälineet ja työskentelytasot on tehtävä niin, että veteen putoaminen pyritään estämään. Valaistuksen on oltava asianmukainen ja riittävä kaikkina työskentelyaikoina. Paalutusalueen on oltava tukeva ja liukumisen estämiseksi osa palkeista on hitsattava kiinni.

Kaikilla työntekijöillä on oltava asianmukaiset turvavarusteet, joita ovat turvakengät, suojavaatetus, kypärä sekä kuulosuojaimet. Veden päällä työskennellessä on aiemmin mainittujen varusteiden lisäksi käytettävä pelastusliivejä.

Paalutuskoneelle ja muille työsillalla tai lautalla oleville koneille on tehtävä käyttöönottotarkastukset sekä viikkotarkastukset säännöllisesti asianmukaisine pöytäkirjoineen. Tämän lisäksi vaijereiden ja nostoketjujen kuntoa on seurattava päivittäin. Mahdolliset öljyvuodot on huomioitava erityisesti, kun työskennellään vesistöissä. Saatavilla on oltava öljyntorjuntakalustoa ja suunnitelma, miten toimitaan, jos öljyvuoto sattuu.

Työskennellessä vesistöissä on kiinnitettävä huomiota muihinkin ympäristöasioihin. Työmaalla on huolehdittava siitä, ettei puutavara eivätkä muutkaan rakennusaineet karkaa ympäristöön. Käyttökelpoisin torjunta tätä vastaan on rakentaa puomit työmaan ympärille, mikä toimii aluksi myös öljyvuomina.

Veden sameneminen on eräs ympäristöön välittömästi näkyvä vaikutus, joka pitää selvittää viranomaisten kanssa ennen työn aloittamista. Joissakin tapauksissa vettä samentavia töitä rajoitetaan tiettyinä vuodenaikoina mm. kalojen kutuaikana. Veden samenemisen vaikutus on otettava myös huomioon lähistöllä sijaitsevien kiinteistöjen kannalta.

Tiedottaminen on yksi tärkeimpiä huomioon otettavia seikkoja vesistösiltaa rakennettaessa. Lähikiinteistöille sekä vesiliikenteelle on annettava riittävästi informaatiota, mitä työmaalla tapahtuu, mitä rajoituksia se mahdollisesti aiheuttaa ja kuinka kauan työvaihe kestää. Vesiliikennettä varten jätettävät kulkuaukot työsillan on hyväksyttävä viranomaisilla, ja ne on merkittävä asianmukaisilla vesiliikennemerkeillä. Kulkuaukot saattavat rajoittaa väylän korkeutta ja leveyttä. Rajoituksista on tiedotettava, jotta vesilläliikkujat osaavat ennakoida rajoituksen.

2.8 Purku

Työsillan purkaminen on suunniteltava jo rakentamisvaiheessa, koska muuten siitä voi tulla vaikea ja kallis työvaihe. Purkutyön kustannukset saattavat nousta yhtä suuriksi kuin työsillan rakentaminenkin ennalta suunnittelemattomana. Työsillan purkaminen on vaikeinta silloin, jos vesisyvyys on pieni ja päällysrakenne on lähellä veden pintaa, koska tällöin työskentelytila jää ahtaaksi.

Purkutyö tehdään useimmiten kannelta käsin, mutta se voidaan tehdä myös lautalta. Purkutyössä on otettava huomioon työturvallisuus sekä paalujen karkaaminen vesistöön. Paalut voidaan vetää ylös, mutta useimmiten ne eivät lähde ylös vetämällä, joten ne on katkaistava uoman pohjan tasosta. Vedenalaisen katkaisutyön tekee sukeltaja.

Puupaaluista rakennettu työsilta voidaan purkaa siten, että paalut katkaistaan harjaterästappien alapuolelta noin 30 cm, joilla ne on sidottu kiinni teräspontteihin. Pontti nostetaan lyhyiden paalunpätkien kanssa pois. Paalut halkaistaan moottorisahalla, jolloin ne saadaan helposti irti harjaterästapeista. Lopuksi harjateräkset irrotetaan teräspontista. Työ voidaan tehdä myös siten, että harjateräkset polttoleikataan irti pontista, mutta se on paljon enemmän aikaa vievää työtä sekä vaarallisempaa, koska joudutaan työskentelemään veden päällä. Elleivät paalut lähde vetämällä ylös, ne voidaan katkaista myös sivulle vetämällä, jolloin ne katkeavat noin metrin pohjan alapuolelta. Katkaisun voi tehdä myös sukeltaja, jos paaluja ei voida vetää edellä mainitulla tavalla.

Teräsputkipaaluista rakennetun työsillan purku aloitetaan irrottamalla pääkannattajat orsista ja orret paaluista. Paalut vedetään useimmiten vajereiden avulla ylös. Mikäli paalut ovat niin kovin kiinni kovassa pohjassa, etteivät ne lähde ylös vetämällä, niin ne voidaan siinä tapauksessa katkaista polttoleikkaamalla pohjan tasosta sukellustyönä.

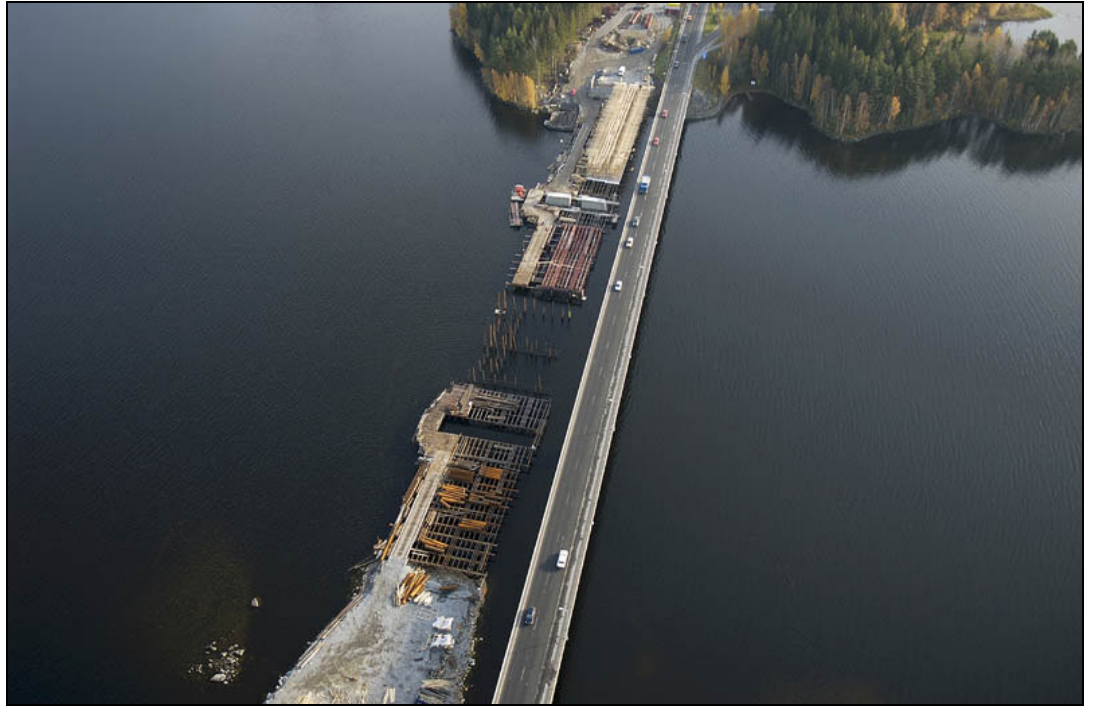
3 RAJASAAREN TYÖSILTA

3.1 Yleistä

Valtatie kolmella Tampereen läntinen kehätie muutetaan kaksikaistaisesta tiestä moottoritieksi välillä Kalkku - Pirkkala. Siltoja rakennetaan seitsemän kilometrin mittaiselle urakka-alueelle yhteensä noin neljäkymmentä ja suurin niistä on kolmesataa metriä pitkä Rajasaaren silta. Se on suurin vesistösilta Tampereen läntisen kehätien ensimmäisessä vaiheessa.

Rajasaaren sillan rakentaminen alkoi vuoden 2003 lopussa, ja se valmistuu vuonna 2006. Rajasaaren silta rakennetaan kaksikantisena vanhan Rajasalmen sillan viereen ylittämään Pyhäjärveä. Ensimmäinen eli läntinen kansi betonoidaan huhtikuussa 2005. Itäinen kansi valetaan syksyllä 2005. Vanha Rajasalmen silta jää paikallistien sillaksi, jolle rakennettiin jo kesällä 2004 kevyenliikenteen väylä.

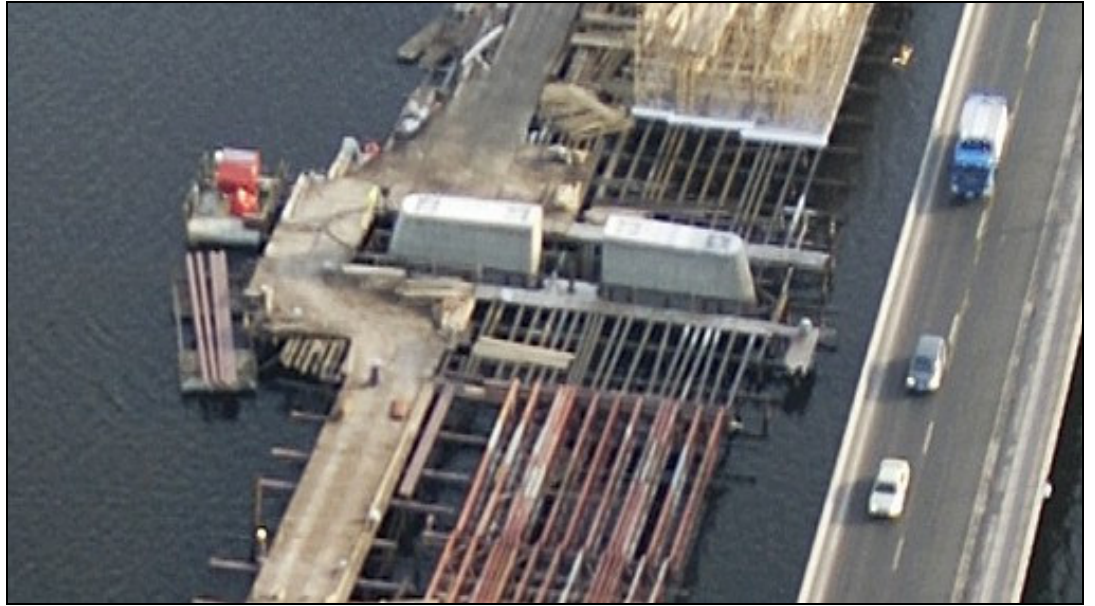
Rajasaaren työsilta on 300 metriä pitkä ja 25 metriä leveä (kuva 8). Se toimii sekä päällysrakenteen työnaikaisena kantavana rakenteena että huoltotienä. Työsillan rakentaminen aloitettiin vuoden 2003 lopussa, ja se valmistui vuoden 2005 alussa.



Kuva 8 Rajasaaren työsilta lokakuussa 2004 /8/.

3.2 Rakenneratkaisut

Rajasaaren työsilta rakennettiin puupaaluista, teräsputkipaaluista ja keskiaukossa käytettiin ristikkokannattajia kulkuaukon molemmin puolin. Työsillan lisäksi paa-lutettiin molempien välitukien kohdalle huoltotiet (kuva 9). Huoltoteitä ei ole piir-retty suunnitelmiin (liitteet 1 ja 2), vaikka niiden rakentamisesta päätettiin jo suun-nitteluvaiheessa. Ilman huoltoteitä tavarankuljetus olisi ollut vaikeaa, koska molempien kansien välituet ovat yhtenäiset ja keskiaukolle pääseminen olisi käynyt mahdottomaksi.



Kuva 9 Huoltotie välituen 3 kohdalla /8/.

Puupaaluilla edettiin molemmilta rannoilta välitukia kohti. Kun vesisyvyys ylitti kymmenen metriä, siirryttiin käyttämään teräsputkipaaluja aina keskiaukon paalu-koille asti, jotta reivausta ei tarvinnut tehdä. Myös keskiaukon paalukot ovat teräsputkipaaluja, mutta ne ovat halkaisijaltaan suurempia kuin muissa työsillan paalupukeissa suuremman vesisyvyyden vuoksi.

Puupaaluilla rakennetun työsillan pukkiväli on kolme metriä, jonka puupaalut ovat 8-18 metriä pitkiä ja niiden latvaläpimitta on 160 mm. Orsina on käytetty Larsen 22 –teräspontteja ja pituussuunnassa HE160B-palkkeja (kuva 10). Teräsponnit on kiinnitetty paaluihin kuvan 2 osoittamalla tavalla, ja palkit on hitsattu teräspontteihin.



Kuva 10 Rajasaaren työsillan puupaaluosuus.

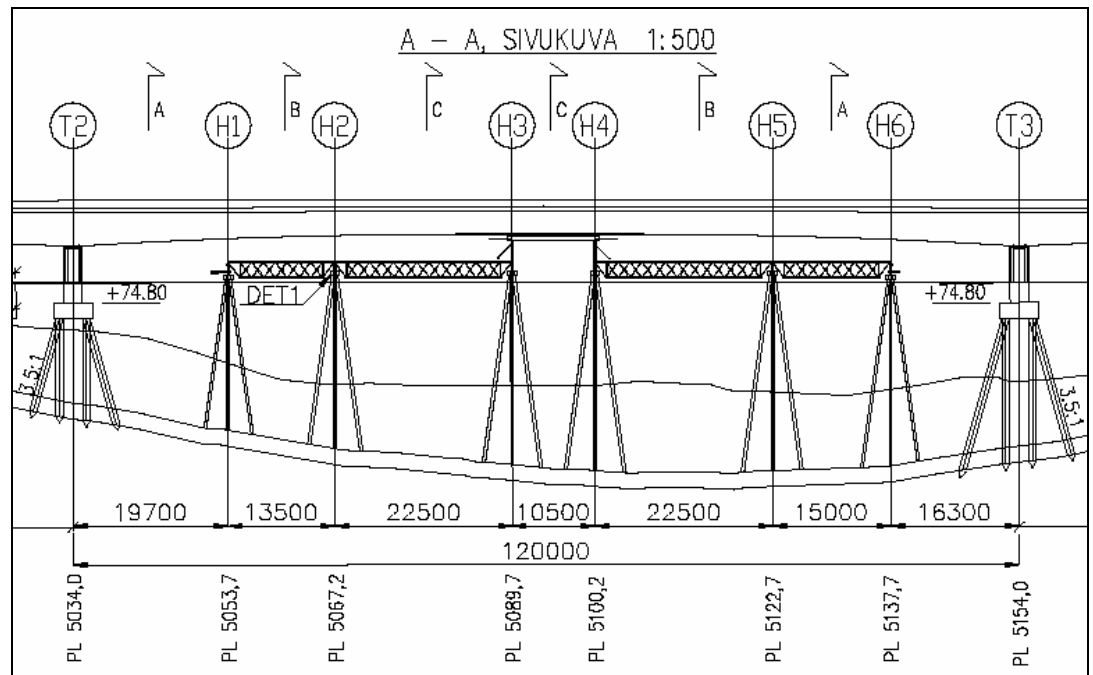
Työsillan teräsputkipaalut ovat halkaisijaltaan 197,3 mm tai 273 mm, ja niiden seinämävahvuus on joko 5 mm tai 6 mm. Teräsputkipaalujen pituudet vaihtelevat Rajasaaren työsillassa 18 metrin ja 24 metrin välillä. Teräsputkipaalujen orsina sekä palkkeina käytettiin HE200B-palkkeja. Orret kiinnitettiin paaluihin hitsaamalla ja palkit vastaavasti hitsattiin orsiin kiinni. Teräsputkipaaluosudella pukkivälinä käytettiin neljää metriä (kuva 11).



Kuva 11 Teräspalkkipaaluosuus Rajasaaren työsillassa.

Ristikkokannattajien paalukoissa käytettiin suurempia paalukokoja kuin muissa työsillan osissa. Paalut ovat ristikko-osuudella kooltaan 323,9*8 mm ja 406,4*6 mm. Paalujen sijainnit ja koot on eritelty tarkemmin työsillan piirustuksissa (liite 1 ja 2).

Työsiltaan oli tehtävä vesiliikennettä varten kulkuaukko. Se on leveydeltään kymmenen metriä ja korkeudeltaan viisi ja puoli metriä. Kulkuaukko sijaitsee paalukoiden H3 ja H4 välissä (kuva 12). Ristikkokannattajat asennettiin paalukoiden H1-H3 sekä H4-H6 päälle ja ristikkokannattajien väliin asennettiin HE500B-palkit kulkuaukkoa varten.



Kuva 12 Rajasaaren työsillan keskiaukon paalukot.

3.2.1 Lähtökohdat

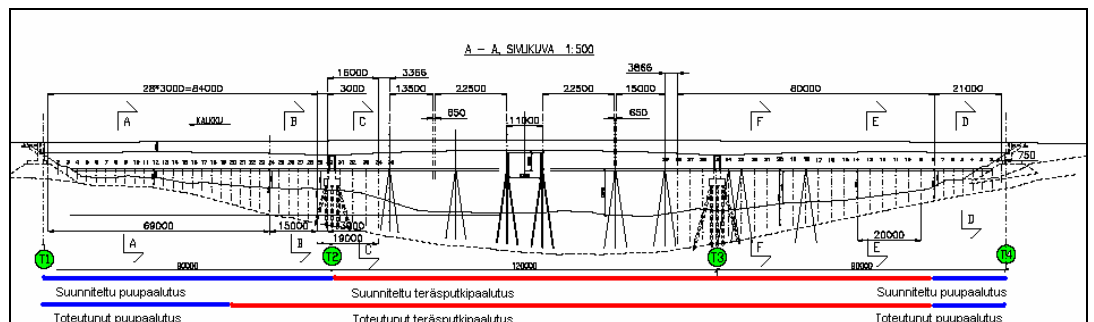
Alun perin Rajasaaren työsillan suunnittelussa lähdettiin liikkeelle siitä, että koko työsilta rakennetaan puupaaluilla lukuun ottamatta ristikko-osuutta. Vesisyvyyden ja ennakoitua paksunnan pehmeikön johdosta osa puupaaluista muutettiin suunnitelmissa teräsputkipaaluiksi. Näin välttyttiin vedenalaiselta reivaukselta, joka olisi vienyt aikaa ja pidentänyt suunniteltua aikataulua.

Keskiaukossa eli ristikko-osuudella pysyttiin alkuperäisessä suunnitelmassa rakentaa se teräsputkipaaluille. Ristikkokannattajien käyttö ei olisi ollut rakenteellisesti välttämätöntä. Niiden käyttöön kuitenkin päädyttiin, koska teräsputkipaaluja olisi pitänyt hankkia huomattavasti lisää, mutta ristikkokannattajia oli käyttämättömänä Tieliikelaitoksen varastossa.

Rajasaaren työsillan rakentamisessa oli yhtenä lähtökohtana se, että vesiliikenteen on päästävä liikkumaan koko sulan veden ajan. Työsiltaan oli suunniteltava kulkuaukko, josta myös suurten alusten on mahdollista liikkua. Kulkuaukosta suunniteltiin kymmenen metriä leveä ja viisi ja puoli metriä korkea, joka on myös vanhan Rajasalmen sillan alikulkukorkeus.

3.2.2 Työnaikaiset muutokset

Rajasaaren työsiltaa suunniteltaessa oli tarkoitus käyttää puupaaluja mahdollisimman paljon, kuvassa 13 suunnitellut sekä toteutuneet puu- ja teräsputkipaalujen osuudet. Tuelta neljä alkanut paalutus suunniteltiin jatkuvan puupaaluilla riville kahdeksan asti. Tästä eteenpäin tuelle kolme oli suunniteltu käytettäväksi teräsputkipaaluja. Tämä toteutuikin suunnitelmien mukaisesti, mutta tuelta yksi alkanut paalutus ei toteutunutkaan kuten suunniteltiin. Paalutus oli tarkoitus tehdä puupaaluilla tuelta yksi aina tuelle kaksi saakka, mutta paalujen pituudet alkoivatkin kasvaa liikaa, koska vesisyvyys oli oletettua suurempi. Näin ollen puupaalut jouduttiin vaihtamaan teräsputkipaaluihin ennen tukea kaksi.



Kuva 13 Suunnitellut paalutukset.

Syynä paalujen vaihtoon olivat puutteelliset pohjatutkimukset. Tarkat pohjatutkimukset oli tehty vain välitukien T2 ja T3 kohdalta. Näiden tutkimusten perusteella oletettiin, että vesisyvyys laskee suoraviivaisesti rannasta välituille. Näin ei kuitenkaan ollut, vaan kova pohja olikin syvemmällä jo pian rannan tuntumassa.

Toinen rakenteellinen muutos tehtiin työaikana kulkuaukkoon. Koska vesiliikennettä ei ole talven aikana, niin kulkuaukkoa madallettiin kaksi metriä. Kulkuaukon korkeudeksi tuli näin ollen kolme ja puoli metriä (kuva 14). Tämä oli mahdollista tehdä läntisen kannen kohdalla, koska se betonoidaan huhtikuussa 2005. Teline puretaan ennen kuin suurimmat vesiliikenteen alukset lähtevät liikenteeseen keväällä. Pienemmät veneet pääsevät kulkemaan kulkuaukosta heti, kun jäät sulavat.



Kuva 14 Palkkien asennus kulkuaukon kohdalle.

3.3 Rakentaminen

Rajasaaren työsilta rakennettiin lyömällä paalut työsillan päältä. Perusteluina sille, että paalutus päätettiin tehdä työsillalta, olivat niin työtekniset kuin aikataulullisetkin syyt. Koska paalutus aloitettiin talvella ja jos paalutustyö olisi tehty lautalta, niin jäät olisivat vaikeuttaneet lautan siirtymiseen. Tällöin aikataulu olisi saattanut viivästyä.

Rajasaaren työsillan paalutustyö aloitettiin samanaikaisesti molemmilta rannoilta kohti keskiaukkoa. Paalutus aloitettiin ensin tuelta neljä kohti välitukea kolme (kuva 15). Vähän myöhemmin aloitettiin paalutus tuelta yksi kohti välitukea kaksi. Paalutustyö oli nopeaa Pyhäjärven ollessa jäässä. Kutakin paalua varten tehtiin jäähän reikä moottorisahalla. Paalu pysyi pystyssä ja oli heti oikeassa paikassa, kun se oli sille tehdyssä reiässä.



Kuva 15 Paalutustyö käynnissä tuella neljä tammikuussa 2004.

Työsillan paalutustyö jatkui molemmilta tulta kohti keskiaukkoa puu- ja teräsputkipaaluilla. Työn tekemiseen osallistuivat paalutuskone, kaksi rakennusammattimiestä sekä kuorma-auto. Puupaaluosuuden paalupukin valmistumiseen kului kaksi työvuoroa ja teräsputkipaaluista lyödyn paalupukin tekoon kului kaksi ja puoli työvuoroa. Kun teräsputkipaaluja jatkettiin työmaalla, niin yhden pukin valmistuminen vei kolme työvuoroa.

Välitukien kohdalla työsillan paalutus tehtiin aivan tuelle tulevien paalujen ympärille, jotta ne päästiin lyömään suurella paalutuskoneella (kuva 16). Kun välituen paalutus oli valmis, työsiltaa purettiin tuen paalujen ympäriltä ja rakennettiin uudestaan kasuunimuotin asennusta varten tuen ympärille (kuva 17). Tämä rakennusvaihe oli hidas ja työläs, mutta se oli otettu huomioon jo suunnitteluvaiheessa.



Kuva 16 Työsilta välituen paalujen ympärillä.



Kuva 17 Työsilta välituen kasuunimuotin ympärillä.

Työsillan keskiaukon paalukoiden paalutustyö tehtiin lautalta käsin (kuva 18). Lautan käyttö ei aiheuttanut ongelmia, koska keskiaukon paalutus ajoittui kesään. Teräsputkipaalut kuljetettiin rannalta uittamalla hinaajan avulla paalutuslautalle yksi kerrallaan. Keskiaukon kohdalle itäisen kannen puolelle rakennettiin huoltotie paalukoiden varaan, jota käytetään läntisen kannen rakentamisen ajan. Välitukien kohdalle lyötiin paaluja huoltotietä varten (kuva 9), joten kaikki huolto- ja materiaalit päästään tekemään työsillalta.



Kuva 18 Keskiaukon paalukot.

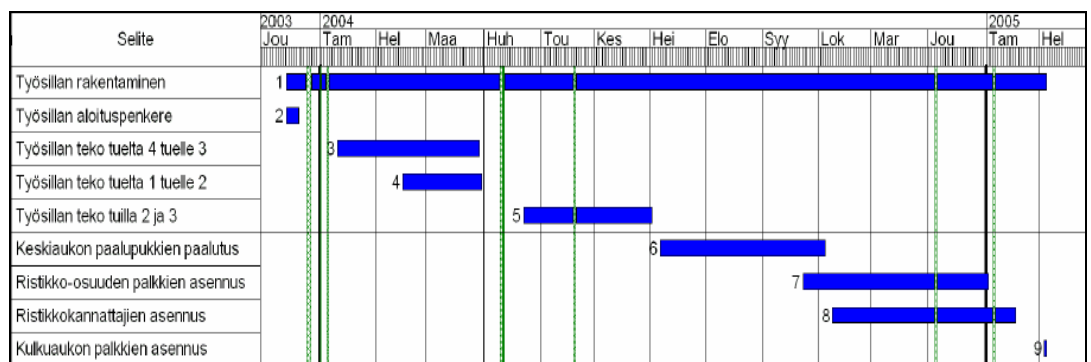
Telinekannattajat asennettiin keskiaukkoon paalukoiden paalujen katkaisun jälkeen. Hünnebeck H33:n kokoonpano ja purkaminen tehdään TVH:n sillanrakennuksen työsuunnittelutiedot kortin 5520 mukaan. Telinekannattajat asennettiin väleille H1-H3 ja H4-H6 (kuva 12), ja ne sidottiin paaluihin kuvan 19 osoittamalla tavalla. Kulkuaukon palkit asennettiin pukkivälille H3-H4 sen jälkeen, kun telinekannattajat oli asennettu. Kuvassa 14 kulkuaukon palkkien asennuksesta.



Kuva 19 Telinekannattajien sidonta paaluihin pukkivälillä H1-H2.

3.4 Aikataulu

Rajasaaren työsillan rakentaminen aloitettiin joulukuussa 2003, ja varsinainen paalutustyö alkoi 12.1.2004. Kokonaisuudessaan työsilta valmistui 3.2.2005 eli sen rakentamiseen kului noin vuosi, ks. aikataulu (kuva 20).



Kuva 20 Rajasaaren työsillan toteutunut aikataulu /3/.

Rajasaaren työsillassa aikatauluun keskeisesti vaikuttaneet asiat olivat työnaikaiset muutokset, aliurakat sekä konerikot. Kuitenkin konerikot viivästyttivät työtä vain päivän tai kaksi, eli niistä johtuneet viivästykset eivät juurikaan vaikuttaneet kokonaisaikatauluun.

Aikataulu muuttui ehkä eniten suunnitellusta työnaikaisista muutoksista johtuen. Määrien lisääntyminen ja paalujen jatkaminen hidastivat paalutustyötä noin yhdellä kuukaudella. Kaiken kaikkiaan aikataulu viivästyi kahdella kuukaudella. Toinen syy aikataulun myöhästymiseen oli paalutuksen aliurakoitsijan vaikeus pysyä aikataulussa. Myöhästyminen tapahtui etenkin paalutuksessa tuelta neljä tuelle kolme.

Keskiaukon paalutukseen kului aikaa noin kolme kuukautta, mutta se ei ollut aikataulullisesti kriittisessä asemassa. Osasyynä hitaasti etenevään paalutukseen oli paalupituuden muutos. Vaikka keskiaukon telinekannattajien osuus oli vielä kesken, niin varsinaista sillan telinettä päästiin kuitenkin rakentamaan. Sillan telinetyö aloitettiin tuilta yksi ja neljä samaan aikaan, kun työsillan rakentamista vielä jatkettiin keskiaukossa.

3.5 Kustannukset ja materiaalimenekit

Rajasaaren työsillan rakentamiskustannukset olivat noin 70-150 €/m² riippuen paalujen materiaalista ja pituuksista. Rakennuskustannuksiin on laskettu paalujen, orsien, palkkien, paalutuskoneen, rakennusmiesten sekä kuorma-auton kustannukset. Työsillan purkamista ei ole laskettu rakentamiskustannuksiin.

8-18 metrisistä puupaaluista rakennetun työsillan kustannukset olivat edullisimmat. Neliöhinta jäi noin 70 % edullisemmaksi kuin 18 metristä teräspalkkipaaluista rakennetun työsillan. Työmaalla jatketuista teräspalkkipaaluista tehdyn työsillan neliöhinta kohosi kaikkein korkeimmalle. Työnaikaiset muutokset aiheuttivat Rajasaaren työsillan kustannuksiin noin 70 prosentin hinnan nousun, joka aiheutuu lähes kokonaan teräspalkkipaalujen materiaalikustannuksista ja teräksen hinnannoususta.

Jos työsilta olisi rakennettu kokonaan puupaalujen varaan kuten alunperin oli suunniteltu, niin kustannukset olisivat jääneet huomattavasti pienemmiksi. Puupaalujen reivaus olisi aiheuttanut lisäkustannuksen, mutta tällöin teräsputkipaalujen materiaalikustannukset olisivat puuttuneet kokonaan, ja kokonaishinta olisi pysynyt matalampana.

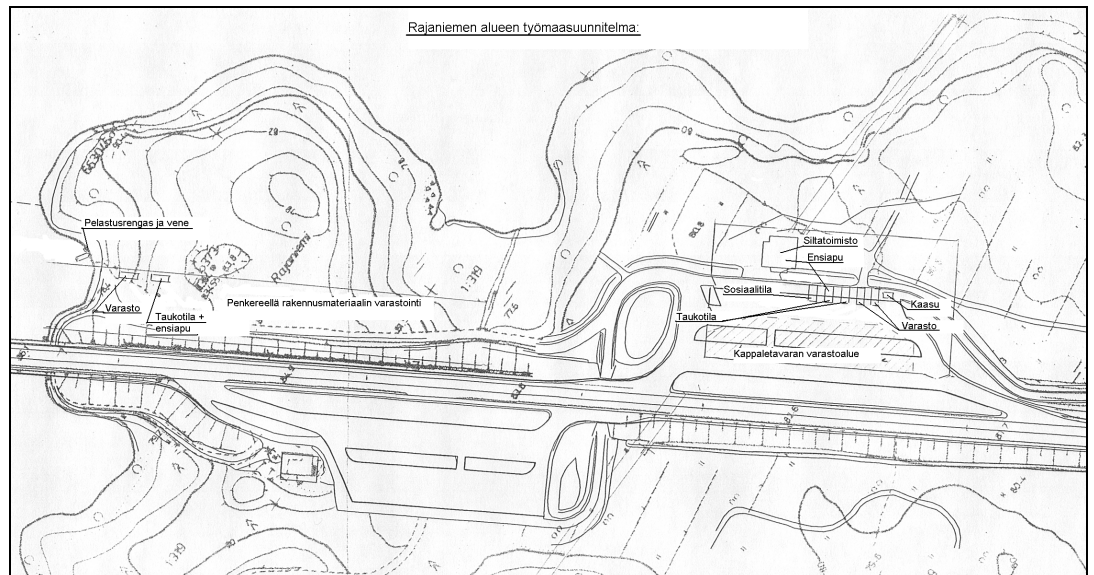
Työsillan materiaalimenekit ovat taulukoituna puupaalujen, teräsputkipaalujen, teräsponsittien ja palkkien osalta taulukkoon 1. Näiden lisäksi keskiaukon ristikkosuuteen käytettiin Hünnebeck H33 –ristikkokannattajia.

Taulukko 1 Materiaalimenekit

Materiaali	Määrä (m)
puupaaluja	8 000
teräsputkipaaluja	14 000
Larssen -teräsponsitteja	600
HEB -palkkeja	8 000

3.6 Työturvallisuus ja ympäristöasiat

Koska Rajasaaren työsillan rakennustyömaalla työskennellään vesistössä, on siellä oltava normaalien ensiaputarvikkeiden lisäksi pelastusvälineet ja vene. Rajaniemen alueesta on laadittu työmaasuunnitelma (kuva 21), josta käy ilmi työmaateiden, sosiaalitilojen, varastojen, pelastusvälineiden, veneen sekä ensiaputarvikkeiden sijainti.



Kuva 21 Rajaniemen alueen työmaasuunnitelma.

Kaikilta työntekijöiltä vaaditaan Tieturva I –koulutus, joka antaa valmiudet työskennellä tietyömaalla turvallisesti. Tämän lisäksi Tieliikelaitos on perehdyttänyt kaikki työmaalle tulleet työntekijät ja jakanut jokaiselle ”Työmaan säännöt” –oppaan. Opas sisältää ohjeita ja määräyksiä, joita jokaisen on noudatettava niin oman kuin muidenkin turvallisuuden vuoksi.

Työsillalla työskentelevillä henkilöillä on oltava normaalien henkilökohtaisten suo-
jaimien lisäksi pelastusliivit. Henkilökohtaisiin suojaimeihin kuuluvat heijastinliivi,
turvakengät, kuulosuojaimet sekä nostotöissä kypärä. Pelastusliiveinä Rajasaaren
työsillalla käytetään ns. paukkuliivejä, jotka täyttyvät vasta vedenvaraan joudutta-
essa, jonka ansiosta ne eivät vaikeuta työntekoa.

Ympäristöasioihin on kiinnitetty huomiota tekemällä ympäristönsuojelusuunnitel-
man. Tilaaja eli Tiehallinto on hankkinut ympäristöluvat sillan rakentamiselle. Ra-
jasaaren sillan rakentamisesta tehtiin vesilain 85§ mukainen toiminnan aloitusil-
moitus. Lupa saatiin Länsi-Suomen Ympäristövirastosta 4.9.2003, ja sen numero
on 50/2003/1. Lupailmoituksessa on selostus toiminnan laadusta ja vaikutuksesta
vesistöön sekä siitä, missä ja milloin toimenpiteeseen on tarkoitus ryhtyä. /10/

Lupapäätöksessä vaaditaan selvitettävien asioita, jotka esitetään vesilain mukaisessa
toiminnan aloitusilmoituksessa. Selvitettävät asiat koskevat koko rakennusaikaa.
Alla on aloitusilmoituksessa esille tuodut ympäristöasiat, jotka koskevat työsillan
rakentamista.

”Rakennustyöt on tehtävä siten ja sellaisena aikana, että niistä aiheu-
tuu mahdollisimman vähän haittaa vesialueelle, vesistön käytölle, ka-
lastukselle sekä kala- ja rapukannoille sekä siten, ettei vettä tarpeet-
tomasti padoteta. Luvan saajan on tarkkailtava rakennustöiden vaiku-
tuksia vesistöön Pirkanmaan ympäristökeskuksen hyväksymällä ta-
valla. Ehdotus tarkkailuohjelmaksi on toimitettava ympäristökeskuk-
selle hyvissä ajoin ennen töiden aloittamista. Tarkkailutulokset on
toimitettava myös Hämeen työvoima- ja elinkeinokeskukselle ja
Pirkkalan kunnan ympäristösuojeluviranomaisille. Silta ja sen uoma
on pidettävä tarkoitustaan vastaavassa kunnossa.” /10/

”Luvan saajan on huolehdittava veneiden pääsystä siltatyömaan ohit-
se. Kulkuaukon leveyden on oltava vähintään 10 m. Kulkuaukko on
merkittävä Järvi-Suomen merenkulkupiirin hyväksymällä tavalla. Ra-
kennustelineet on tarvittaessa suojattava johteilla. Rakennustöiden
päätyttyä rakennustelineet ja rakennusjätteet on poistettava vesialu-
eelta pohjaa myöten ja rakennuspaikka on muutoinkin saatettava
asianmukaiseen ja maisemallisesti hyväksyttävään kuntoon.” /10/

Tavaran karkaaminen vesistöön on estetty Rajasaaren sillalla siten, että työsilan palkkien päälle on asennettu suodatinkangas. Varsinaista sillan telinettä rakennettaessa puutavara eikä muu rakennusmateriaali putoa vesistöön. Kankaan päältä ne on vaivatonta kasata ja kuljettaa asianmukaiseen jätteenkeräykseen. Kankaan lisäksi työsilan ympärille on rakennettu puutukeista yhtenäinen puomi, joka estää niin rakennus- kuin purkuvaiheessakin mahdollisesti vesistöön pääsevän puutavaran karkaamisen ja toimii samalla alkuun öljypuomina.

Työnaikainen kulkuaukko on merkitty asianmukaisin vesiliikennemerkein ja työmaa-alueella on alennettu nopeusrajoitus (kuva 22). Ennen kuin kulkuaukko oli valmis, reunimmaisiet paalut merkittiin näkyvästi ja valaistusta lisättiin, jotta vesiliikenne sujuisi turvallisesti. Myös paalutuksessa käytettyyn lauttaan kiinnitettiin heijastinmerkkejä havaittavuuden parantamiseksi (kuva 22).



Kuva 22 Vesiliikenne- ja heijastinmerkit Rajasalmessa työnaikana.

3.7 Purku

Purkutyöstä voin esittää vain suunnitelmat, koska varsinainen työ tapahtuu vasta työni valmistumisen jälkeen. Yleisessä osiossa kohdassa 1.6 on käsitelty työsillan purkamista laajemmin.

Rajasaaren työsillan purkaminen tapahtuu vuoden 2006 keväällä jäiden lähdettyä. Purkutyö tehdään työsillalta ja lautalta käsin. Teräsputkipaalut vedetään ylös ja puupaalut katkaistaan vetämällä sivulle, jolloin ne katkeavat metrin pohjan alapuolelta.

Keskiaukon ristikko-osuus on tarkoitus siirtää läntisen kannen puolelta itäisen kannen puolelle yhtenäisenä rakenteena kannen muotin ja telineen purun jälkeen. Tämä nopeuttaa aikataulua huomattavasti, kun lähdetään rakentamaan Rajasaaren sillan itäistä kantta.

4 YHTEENVETO

Työsillan rakentamisessa keskeisimpiä asioita ovat paalujen ja työtekniikan valinta. Tämän lisäksi riittävä pohjaolosuhteiden tunteminen on ensisijainen edellytys työsillan rakentamisessa. Jos pohjaolosuhteita siltapaikalla ei tunneta, on mahdotonta valita oikea paalumateriaali ja oikea työtekniikka. Tärkeä asia työsillan rakentamisessa on myös suunnittelijan ja työn toteuttajan yhteistyö. Mikäli työsilta suunnitellaan huonosti tai sen purkamista ei suunnitella lainkaan suunnitteluvaiheessa, saattavat kustannukset nousta yllättävästi. Useimmiten nämä asiat hioutuvat parhaiksi kokonaisuuksiksi, kun suunnittelija ja työn toteuttaja keskustelevat ja suunnittelevat rakenteen ja työsuorituksen yhdessä.

Työsiltojen rakentaminen on vaativaa ja ammattitaitoa vaativaa työtä, ja tulevaisuudessa työsillan rakentajista tulee olemaan pulaa. Vesistösiltoja tullaan rakentamaan todennäköisesti vielä pitkää samoilla menetelmillä käyttäen väliaikaisia työsiltoja rakennusvaiheessa, vaikka tekniikka kehittyikin jatkuvasti. Paalujen materiaalit saattavat tulevaisuudessa muuttua ja teräsputkipaalujen käyttö ehkä lisääntyy ja vastaavasti puupaalujen käyttö vähenee. Uusia menetelmiä ei ainakaan lähitulevaisuudessa ole tulossa, mutta tilanne saattaa olla täysin toinen muutaman vuosikymmenen kuluttua.

Kirjallinen materiaali on työsiltojen osalta hyvin vähäistä ja suurin osa kokemuksesta ja tietotaidosta kulkee ainoastaan kokeneiden sillanrakentajien mukana. Tämä tutkintotyö käsittelee työsiltojen rakennetta ja rakentamista, mutta tarpeellista saattaisi olla myös tutkia yksityiskohtaisesti eri asiakokonaisuuksia tai esimerkiksi käytössä olevia tai aivan uusia materiaaleja.

LÄHTEET

- 1 Junnila, Antti, Siltojen pohjatutkimukset. Tielaitos, Tie- ja liikennetekniikka. Helsinki 1999. 69 s.
- 2 Kiviniemi, Martti, rakennusmestari. Haastattelut syksy 2004 ja kevät 2005. Tieliikelaitos.
- 3 Kiviniemi, Martti, Työmaapäiväkirjat joulukuu 2003 - helmikuu 2005. Tieliikelaitos.
- 4 Käkönen, Tapio, Harvaluodon sillan työsillake ja telinepaalutus. Piirustus 9.6.1997. Insinööritoimisto TAK-Plan.
- 5 RIL 147-1993 Tukitelineet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. Helsinki 1997. 91 s.
- 6 RIL 179 Sillat. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. Hanko 1989. 390 s.
- 7 Suomen Geoteknillinen Yhdistys r.y., LPO-87 Lyöntipaalutusohjeet. Rakennustieto Oy. Saarijärvi 1999. 120 s.
- 8 Tiehallinto. [www-sivu]. [viitattu 10.4.2005] Saatavissa: <http://www.tiehallinto.fi/vt3/lantinenkeha/>.
- 9 Tiehallinto. [www-sivu]. Tiehallinnon sillaston rakenne, palvelutaso ja kunto, Helsinki 2004. [viitattu 10.4.2005] Saatavissa: <http://www.tiehallinto.fi/julkaisut/>.
- 10 Vesilain mukainen toiminnan aloitusilmoitus, Nro 50/2003/1. Länsi-Suomen Ympäristölupavirasto.

LIITTEET

Liite 1: Rajasaaren työsillan piirustus

Liite 2: Telinekannattajien paalukoiden piirustus

KUVALUETTELO

KUVA 1 PUUPAALUILLA PAALUTETUN TYÖSILLAN POIKKILEIKKAUS JA OSIEN NIMITYKSET /VRT. 6/.	8
KUVA 2 DETALJIPiIRUSTUS PONTIN JA PUUPAALUN SIDONNASTA /4/.	10
KUVA 3 HARVALUODON SILLAN TYÖSILLAN POIKKILEIKKAUS, JOSSA ON VEDENALAINEN REIVAUS /4/.	11
KUVA 4 SIVUTTAISVAKAVUUDEN PARANTAMINEN VAJEREIDEN AVULLA.....	12
KUVA 5 TYÖSILLAN PAALUTUS RATAKISKOILLA /2/.	14
KUVA 6 LAUTALTA PAALUTETTU HARVALUODON TYÖSILTA /2/.	16
KUVA 7 PITUUSLEIKKAUS RISTIKKOKANNATAJISTA RAJASAAREN TYÖSILLASSA.	17
KUVA 8 RAJASAAREN TYÖSILTA LOKAKUUSSA 2004 /8/.	22
KUVA 9 HUOLTOTIE VÄLITUEN 3 KOHDALLA /8/.	23
KUVA 10 RAJASAAREN TYÖSILLAN PUUPAALUOSUUS.....	24
KUVA 11 TERÄSPUTKIPAALUOSUUS RAJASAAREN TYÖSILLASSA.....	25
KUVA 12 RAJASAAREN TYÖSILLAN KESKIAUKON PAALUKOT.	26
KUVA 13 SUUNNITELLUT PAALUTUKSET.....	27
KUVA 14 PALKKIEN ASENNUS KULKUAUKON KOHDALLE.	28
KUVA 15 PAALUTUSTYÖ KÄYNNISSÄ TUELLA NELJÄ TAMMIKUUSSA 2004.	29
KUVA 16 TYÖSILTA VÄLITUEN PAALUJEN YMPÄRILLÄ.	30
KUVA 17 TYÖSILTA VÄLITUEN KASUUNIMUOTIN YMPÄRILLÄ.....	31
KUVA 18 KESKIAUKON PAALUKOT.	32
KUVA 19 TELINEKANNATAJIEN SIDONTA PAALUIHIN PUKKIVÄLILLÄ H1-H2.....	33
KUVA 20 RAJASAAREN TYÖSILLAN TOTEUTUNUT AIKATAULU /3/.	33
KUVA 21 RAJANIEMEN ALUEEN TYÖMAASUUNNITELMA.	36
KUVA 22 VESILIIKENNE- JA HEIJASTINMERKIT RAJASALMESSA TYÖNAIKANA.....	38