



Teräspalkkisen varasillan rakentaminen ja ylläpitäminen

Riku Karvonen

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2020

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Infrarakentaminen

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Infrarakentaminen

KARVONEN, RIKU:

Teräspalkkisen varasillan rakentaminen ja ylläpitäminen

Opinnäytetyö 30 sivua ja 5 liitettä
Toukokuu 2020

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan teräspalkkisen varasillan rakentamista ja ylläpitämistä urakoitsijan näkökulmasta. Työn tarkoituksena on seurata teräspalkkisen varasillan rakentamista ja kerätä siitä kaikki rakentamisen vaiheet yhteen. Työssä tutustutaan myös Väylävirastolta vuokrattaviin kalustosiltoihin ja vertaillaan teräspalkkisen varasillan kokonaiskustannuksia samankokoisen Universal-kalustosillan kokonaiskustannusarvioon.

Opinnäytetyössä käsiteltävä teräspalkkinen varasilta sijaitsee Hirven siltatyömaalla Huittisissa, missä opinnäytetyön tilaaja Tehan Oy tekee sillankorjausta. Varasilta rakennettiin liikennettä varten korjattavan sillan viereen.

Opinnäytetyötä tehdessä on ollut käytössä kaikki urakka-asiakirjat ja työmaalla on oltu paikan päällä lähes päivittäin, joten työn etenemistä on seurattu hyvin ja hyödynnetty sitä opinnäytetyössä.

Työn tilaaja pystyy hyödyntämään opinnäytetyötä tulevilla projekteilla, joissa tarvitaan varasiltaa. Varsinkin tulevilla kustannuslaskennoilla työn tilaajan on helpompi vertailla vuokrattavan kalustosillan ja teräspalkkisen varasillan kustannuseroja.

Asiasanat: varasilta, teräspalkkisilta, kiertotie

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Civil Engineering

KARVONEN, RIKU:
Building and Maintenance of a Temporary Steel Girder Bridge

Bachelor's thesis 30 pages and 5 appendices
May 2020

The purpose of this thesis was to research the building and maintenance of a temporary steel girder bridge from the perspective of the contractor. The objective was to follow the construction of temporary steel girder bridge and collect all the construction steps together. The work sheds some light on pioneer reserve bridges which can be rented from Finnish Transport Infrastructure Agency. The work also compares the total cost of a temporary steel girder bridge to an estimated total cost of same-size Universal reserve bridge.

The temporary steel girder discussed in the thesis is located in Huittinen, where the company Tehan LLC was remodeling another bridge. The temporary bridge was built for traffic next to the bridge to be renovated.

The study was based on the author's observations obtained from the bridge site where he was working, and the contract documents related to the project.

The commissioner of this thesis can use the work as advantage in future projects where temporary bridges are needed. The thesis is especially useful for comparing the costs between rental reserve bridges and temporary steel girder bridges.

Key words: temporary bridge, girder bridge, bypass road

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
1.1	Yleistä	6
1.2	Käsiteltävä silta	7
2	VARASILLAT	8
2.1	Paikalla tehty varasilta	8
2.2	Kalustosilta.....	8
2.2.1	Bailey.....	8
2.2.2	Acrow Panel	9
2.2.3	Universal	10
3	RAKENTAMISEN SUUNNITTELU.....	11
3.1	Siltatyypin valinta	11
3.2	Varasillan suunnitelmat ja piirustukset	11
3.3	Rakentamisen valmistelu	12
4	RAKENTAMINEN	14
4.1	Raivaaminen ja kaivaminen	14
4.2	Anturat	14
4.2.1	Anturapaikat	14
4.2.2	Muotit.....	15
4.2.3	Raudoitus ja valaminen	16
4.3	Siipimuurit	20
4.4	Kansi ja kiertotie.....	21
4.4.1	Teräspalkit.....	21
4.4.2	Kaiteet	22
4.4.3	Pelkoitus.....	24
4.4.4	Mursketäyttö.....	24
4.4.5	Asfalttipäällystys	26
4.5	Tarkastaminen ja käyttöönotto	27
5	YLLÄPITO.....	28
5.1	Varasillan ylläpitäminen	28
5.2	Tien ylläpitäminen	28
6	POHDINTA	29
	LÄHTEET.....	30
	LIITTEET (POISTETTU).....	31

ERITYISSANASTO

Varasilta	Väliaikainen silta varsinaisen sillan korjaamisen/uudistamisen ajaksi.
Kiertotie	Liikenne kulkee kiertotien kautta työmaan ohi
Jännemitta	peräkkäisten tukilinjojen etäisyyttä kannen keskilinjaa pitkin mitattuna. (Tiehallinto 2004.)
Tilaaaja	Taho kenelle hanke tehdään
Kokonaisleveys	Sillan kantavan päällysrakenteen ulkoreunojen välinen pienin etäisyys
Hyödyllinen leveys	Sillan kaiteiden välinen pienin etäisyys
Bailey kalustosilta	Väylävirastolta vuokrattava kasattava varasilta
Acrow Panel- kalusto	Väylävirastolta vuokrattava kasattava varasilta
Universal kalustosilta	Väylävirastolta vuokrattava kasattava varasilta

1 JOHDANTO

1.1 Yleistä

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia teräspalkeista rakennettavan varasilan rakentamista ja ylläpitämistä urakoitsijan näkökulmasta. Tarkoituksena oli rakentaa teräspalkkinen varasilta ja koota sen rakentamisesta ja ylläpitämisestä kaikki vaiheet ja kustannukset yhteen. Opinnäytetyössä myös vertaillaan kustannusarvioita teräspalkkisen varasillan ja Universal kalustosillan välillä.

Varasillan laskelmat ja suunnitelmat tilattiin ulkopuoliselta firmalta, joten niihin ei tässä opinnäytetyössä paneuduttu muuta kuin rakentamisen kannalta.

Opinnäytetyön tilaajalle Tehan Oy:lle opinnäytetyö tuo näkökulmaa teräspalkkisen varasillan rakentamiseen. Se tuo myös esille teräspalkkisen varasillan kustannukset ja kustannusarvion samankokoisesta Universal kalustosillasta. Näin ollen Tehan Oy pystyy jatkossa laskemaan etukäteen varasillan kustannuksia ja pohtimaan mikä siltavaihtoehto on järkevin tulevilla kohteilla.

Tieliikennettä varten rakennetusta väliaikaisesta sillasta käytetään nimitystä varasilta. Varasilta voidaan rakentaa teräspalkeista, puuelementeistä tai tarkoitusta varten valmistetuista siltakalustoelementeistä.

(Varasiltakaluston hoito- ja varastointiohje, Liikennevirasto 2015)

Varasilta rakennetaan tai sitä käytetään

- pysyvän sillan rakennus- tai korjaustyön aikaista liikennettä varten,
- tietyömaiden sisäistä liikennettä varten,
- lyhentämään tietyömaiden massojen kuljetusmatkoja,
- korvaamaan sortunutta siltaa, vaurioitunutta siltaa tai kantavuudeltaan heikkoa siltaa.

(Varasiltakaluston hoito- ja varastointiohje, Liikennevirasto 2015)

1.2 Käsiteltävä silta

Hirven varasilta sijaitsee Huittisissa maantiellä mt230. Silta ylittää Punkalaitumenjoen. Varasilta rakennetaan maantieliikennettä varten Hirven sillan korjauksien ajaksi.

Rakenteen mitat

Rakennettava silta on tyypiltään rakenneteräspalkeista rakennettu terässilta.

Päällysrakenteen pituus: 18 m

Jännemitta: 17 m

Alikulkukorkeus: ~2,5 m

Kokonaisleveys: 4,64 m

Hyödyllinen leveys: 4,15 m

Suunnitteluvuosi: 2020

Suunnittelukuorma: Ajoneuvoasetus 2013, 76 tonnin ajoneuvo

2 VARASILLAT

2.1 Paikalla tehty varasilta

Paikalla tehtävällä varasillalla tarkoitetaan siltaa, joka rakennetaan erillisten suunnitelmien mukaisesti kokonaan paikan päällä. Se vaatii työtä enemmän verrattuna vuokrattaviin kalustosiltoihin, mutta pidemmissä urakoissa se on varmasti kannattavampaa kuin maksaa vuokraa pitkiä aikoja.

Paikalla tehty varasilta rakennetaan usein teräspalkeista tai puuelementeistä. Teräspalkeista rakennettava varasilta mahdollistaa pidemmät jännevälit ja näin ollen se myös valikoitui rakennetyypiksi opinnäytetyössä käsiteltävälle paikalle.

2.2 Kalustosilta

Kalustosillalla tarkoitetaan siltakalustoelementeistä rakennettavaa varasiltaa. Kalustosiltoja voidaan vuokrata valtion omistamalta Väylävirastolta. Väylävirastolla on vuokrattavana ristikkopalkkikalustot (Bailey, Acrow Panel ja Universal), palkkisiltakalusto VS 6-24 sekä ponttonikalustot (Uniflote, TVH-Float, Pioneer ja TIEL).

2.2.1 Bailey

Sillan pääkannattimet kootaan tappiliitoksilla 3,048 metrin pituisista kehistä (teräsristikoelementeistä). Pääkannattimet yhdistetään niskoilla (poikkikannattimilla), joiden päälle asennetaan kansivuolet ja kansilankut. Sillan kannen leveys on noin 4,2 m. Osa puukanteen tarkoitetuista kansivuolista on muutettu Suomessa teräskansielementeiksi hitsaamalla kansivuolien päälle teräslevy. Kevyenliikenteen siltoihin on laadittu tyyppiirustussarja puukannesta. (Liikennevirasto 2015.)

Bailey-kalusto on valmistettu tuumamitoitettuna. Ruuvit ja mutterit on valmistettu

BS- standardin mukaan Whitworth kierteisinä (BSW). Sen takia myös asennustyökalut on mitoitettu tuumissa eikä niitä saa sekoittaa metrijärjestelmälle mitoitettuihin työkaluihin. Kalustoon sisältyvät sillan asennuksessa tarvittavat tunkit ja asennusrullat. Kalustoon ei kuulu asennuksessa tarvittavia käsityökaluja. (Liikennevirasto 2015.)

Asennuksessa yleisperiaatteena on, että silta ja asennusnokka kootaan lähtörannalla rullien päälle ja työnnetään vastarannalle asennetuille rullille. Kevyttä asennusnokkaa käytetään tasapainottamaan rakennetta ja helpottamaan varsinaisen siltaosan saamista vastarannan rullastolle. Osa kansielementeistä asennetaan tasapainosyistä paikalleen jo siirron aikana. Kun varsinaisen siltaosan laakerilinja on saatu vastarannalla tuen laakerilinjan kohdalle, asennusnokka puretaan ja silta lasketaan tunkeilla laakereille. Puuttuvat kansielementit asennetaan paikoilleen ja tarvittaessa sillan päihin rakennetaan kalustoon kuuluvat kalturit (luiska-elementit) yhdistämään sillan pää ja tiepenger. Yleisempi tapa on tehdä sora-täyttö sillan päihin. (Liikennevirasto 2015.)

Bailey-kalusto on hankittu vuosien 1955–1975 välisenä aikana. Kaluston pintakäsittelynä on hankintahetkellä ollut maalaus, mutta peruskunnostuksen yhteydessä kaluston osia on myöhemmin kuumasinkitty. (Liikennevirasto 2015.)

2.2.2 Acrow Panel

Acrow Panel- kalusto on kehitetty Bailey-kalustosta. Pääkannattimien mitat ovat samat molemmissa siltatyypeissä. Acrow- kalustossa käytetyn lujemman teräslaadun ansiosta sillan osat kestävät paremmin rasitusta ja silta voidaan mitoittaa suuremmille liikennekuormille. Acrow-sillassa on kaksi poikkikannatinta (niskaa) yhtä kehäjaksoa kohti, kun niitä vastaavasti Bailey-sillassa on neljä kappaletta. Yksiajokaistaisen sillan ajoradan leveys on normaaliniskoja käytettäessä noin 4,15 m. Silta voidaan rakentaa kaksikaistaisena kalustoon kuuluvia pitkiä niskoja käyttäen, jolloin sillan leveys on noin 7,35 m. (Liikennevirasto 2015.)

Acrow- kalustossa on useita erityyppisiä niskoja ja teräksisiä kansilevyjä. Kevyet niskat ja kansilevyt soveltuvat normaaleille liikennekuormille. Raskaat niskat ja

kansilevyt on mitoitettu erikoiskuormille, joten niitä käytetään erikoiskuljetusreiteillä sekä työmaakäytössä olevilla silloilla, joilla liikkuu raskaita maansiirtodumpereita. (Liikennevirasto 2015.)

Myös Acrow- kalustosillan osat perustuvat pääasiassa tuumajärjestelmään, jotenka tämänkin kalustosillan rakentamiseen tarvitsee vuokrata asennustyökalut Väylävirastolta.

Acrow-kalusto on hankittu Suomeen kuumasinkittynä vuosien 1980–1994 välisenä aikana.

2.2.3 Universal

Universal-kalusto on myös kehitetty Bailey-kalustosta. Pääkannattimien kehien rakennekorkeus on suurempi ja kehät ovat pidempiä kuin Bailey- ja Acrow-kehät. Universal-kalustolla päästään pidempiin jänneväleihin tai sille sallitaan suurempi liikennekuorma kuin Bailey- tai Acrow-sillalle. Jäykemmät kehät mahdollistavat myös kaksikaistaisen sillan rakentamisen kohtuullisella pääkannatinmäärällä. (Liikennevirasto 2015.)

Universal on uusin ja pisimmälle kehittynein kalustosilta, mitä Väylävirastolla on tarjota vuokralle. Universal kalustoa on hankittu Suomeen 1991 lähtien.

3 RAKENTAMISEN SUUNNITTELU

3.1 Siltatyypin valinta

Siltatyypin valintaan vaikuttaa jännemitta ja kantavuus. Silta täytyy mitoittaa liikennemäärät, painavimmat liikennekuormat ja kaistamäärät huomioon ottaen.

Opinnäytetyössä käsiteltävän siltapaikan alittaa Hirvenkoski. Kyseinen paikka on ahdas, paikalla ei saa paaluttaa uomaan ja jännemitta on 17 metriä. Myöskään aikataulullisesti ei ollut mahdollista alkaa selvittämään kalustosiltojen saatavuuksia. Näin ollen paikalle päätettiin rakentaa silta teräspalkeista.

3.2 Varasillan suunnitelmat ja piirustukset

Urakoitsija tilasi varasillan suunnitelmat firmasta, joka on erikoistunut siltasuunnitteluun. Suunnitelmat olivat valmiit reilu vuosi ennen rakentamisen aloittamista, joten urakoitsijalla oli hyvin aikaa tutustua suunnitelmiin. Suunnitelmat sisälsivät laskelmat, rakennussuunnitelmaselostuksen, yleispiirustuksen, maatu- kien mitta- ja raudituspiirustuksen sekä siipimuurien suunnitelmapiirustuksen (liitteet 1–4).

Urakoitsija teki työ- ja laatusuunnitelman kiertotien rakentamisesta, joka sisälsi InfraRYLin vaatimusten mukaisesti:

- käytettävät resurssit ja työkapasiteetit
- työtavat, -järjestys ja -vaiheet
- työaikataulu
- noudatettavat vaatimukset ja ohjeet.

(InfraRYL 42001.4.4 Tekninen työsuunnitelma)

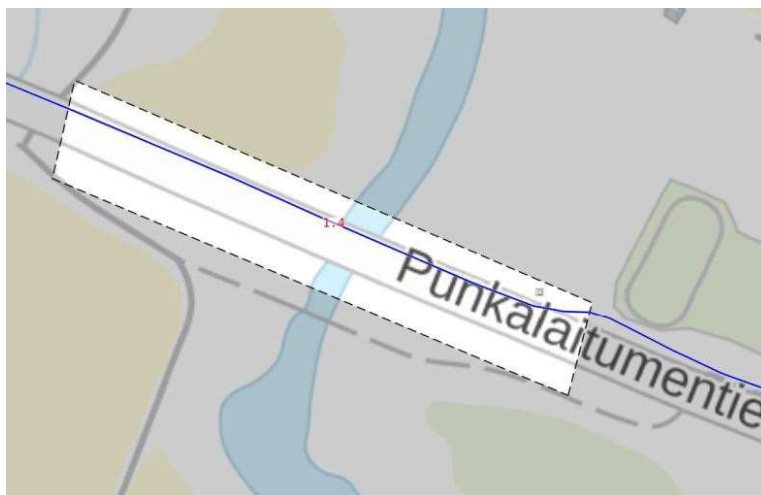
KORKEUSJÄRJESTELMÄ:	N2000
KOORDINAATTIJÄRJESTELMÄ:	ETRS-GK27
SAHATAVARA:	C24
TERÄSOSAT:	S355
TERÄSPALKIT:	S355
PONTIT:	LARSENEN 603 S240 TAI VASTAAVA
HITSAUSLUOKKA:	C (HITSIT TARKASTETAAN SILMÄMÄÄRÄISESTI)
BETONI:	MAATUET C25/30-2 SUOJABETONI 30 mm , MAATAVASTEN 100 mm
BETONIRAUDOITTEET:	A500HW JA B500K
KIINNITYSLEVYIT:	PEIKKO KL 100x100
ANKKURITANGOT:	DYWIDAG ANKKURITANKO Ø20 mm 20FA0105
VARASILLAN SUUNNITELMIIN KUULUUVAT: PIIRUSTUKSET: f1, f2 ja f3 LASKELMAT RAKENNUSSUUNNITELMASELOSTUS	
SILLALLE TULEE ASETTAA NOPEUSRAJOITUS 30km/h	

KUVA 1. Yleispiirustuksessa olevia vaatimuksia (Concari Oy, Tehan Oy)

3.3 Rakentamisen valmistelu

Ennen töiden alkua paikalle pitää tilata kaapelinäytöt, kuten aina ennen kaivuutöitä. Kaapelinäytöt tilataan maksimissaan kaksi viikkoa enne kaivuutöiden alkamista, sillä ne ovat voimassa vain rajoitetun ajan.

Hirven sillan alueella oli kaapeleita, mutta varasillan rakentamiseen vaikuttavia kaapeleita tai johtoja ei ollut. Kaapeleita oli maantien pohjoispuolella ja maantiesillan sisällä (kuva 2), mutta varasilta rakennettiin maantiesillan eteläpuolelle.



Kuva 2. DNA kaapeli (kuvakaappaus Johtotieto Oy:ltä tilatusta Kaivajan tulos-
teesta)

Urakoitsijalla on paljon työntekijöitä sekä kuljetus- ja nostokalustoa, joten niitä ei tarvinnut etukäteen etsiä ja varailia. Osa materiaaleista on hyvä tilata etukäteen hyvissä ajoin, jotta vältetään turhalta odottamiselta. Esimerkiksi Hirven sillalla isoimmat teräspalkit olivat tilattu valmiiksi, koska niin isoja palkkeja ei aina saa tilattua lyhyellä aikavälillä.

Hirven sillan urakkaohjelman mukaan urakoitsijan piti tehdä ilmoitukset melu-
vasta työstä, tiedotukset viranomaisille ja ympäristön asukkaille sekä lähettää
työ- ja laatusuunnitelmat tilaajalle kolme vuorokautta ennen kyseisen työvai-
heen alkamista. Nämä kaikki piti tehdä ennen varsinaisen rakentamisen aloitta-
mista. Ennen rakentamisen aloittamista on myös hyvä pitää mielessä dokumen-
toinnin tärkeys piiloon jääneistä työvaiheista. Näin saadaan valvojalle ja tilaa-
jalle todistettua, että työvaiheet on tehty suunnitelmien mukaisesti ja vältetään
mahdolliset epäselvyydet.

4 RAKENTAMINEN

4.1 Raivaaminen ja kaivaminen

Hirven sillan kiertotien rakennettiin maantiesillan ja kevyenliikenteensillan väliin. Kohdassa kasvoi jonkin verran puuta ja pusikkoa, mitkä piti poistaa. Puut kaadettiin moottorisahalla ja pusikot lähtivät pintamaan poiston yhteydessä kaivinkoneella. Pintamaat läjitettiin naapurin pellon laidalle omistajan luvalla.

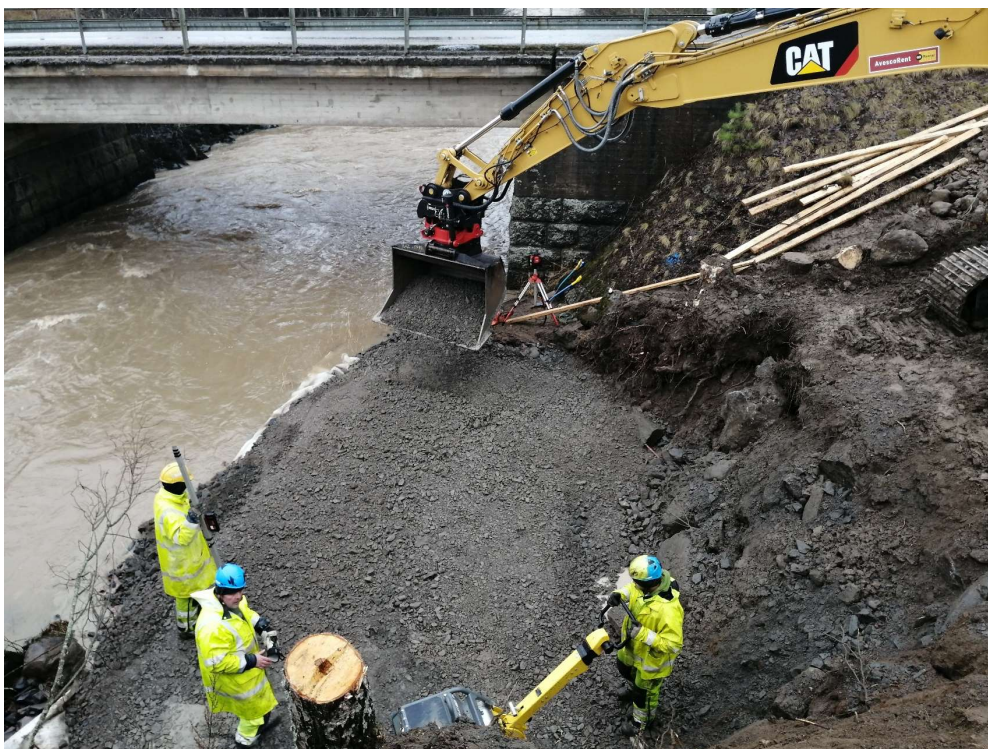
Anturat pitää saada mahdollisimman lähelle toisiaan, jotta jännemitta saadaan lyhyeksi. Hirven sillalla anturapaikat kaivettiin uoman reunoille, todella lähelle vesirajaa, suunnitelmien mukaisesti. Kaivuu tehtiin 500mm anturan pohjan tasoa syvemmälle, koska pohjalla piti olla 500mm kerros 0-63mm mursketta.

4.2 Anturat

4.2.1 Anturapaikat

Anturapaikan korkotaso pitää varmistaa ennen anturoiden muotitusta ja raudoittamista. Näin ollen varmistetaan, että laakeritasot tulevat samaan korkoon molemmin puolin ja kuormat sillan päältä jakautuvat tasaisesti.

Hirven sillalla anturapaikan korkeustaso mitattiin tasolaserilla mittamiehen aikaisemmin merkitsemästä tasosta. Anturapaikan pohjalle laitettiin suodatinkangas, jonka päälle 500mm kerros 0-63mm mursketta suunnitelmien mukaisesti. Se tiivistettiin 400kg tärylätkällä 300mm ja 200mm kerroksissa. Veden korkeus kossessa oli todella korkealla, mikä hieman hankaloitti työntekoa.



Kuva 3. Anturapaikan mursketäyttöä ja tiivistämistä

4.2.2 Muotit

Muottipaikan korkeustaso ja kulmien tarkat sijainnit pitää tarkistaa vielä ennen itse muottien rakentamisen aloittamista. Kun kaikki on tarkistettu suunnitelmien mukaiseksi voi muotin rakentaminen alkaa. Muotti voidaan rakentaa 22x100 laudasta. Tolpat, tukipuut ja koolaukset 50x100 puutavarasta. Muotti on helppompaa rakentaa kaksivaluiseksi, eli peruslaatta tehdään ensiksi ja etumuuri peruslaatan valamisen jälkeen. Kaksivaiheisessa valussa pitää muistaa työsauman piikkaaminen ennen toista valua.

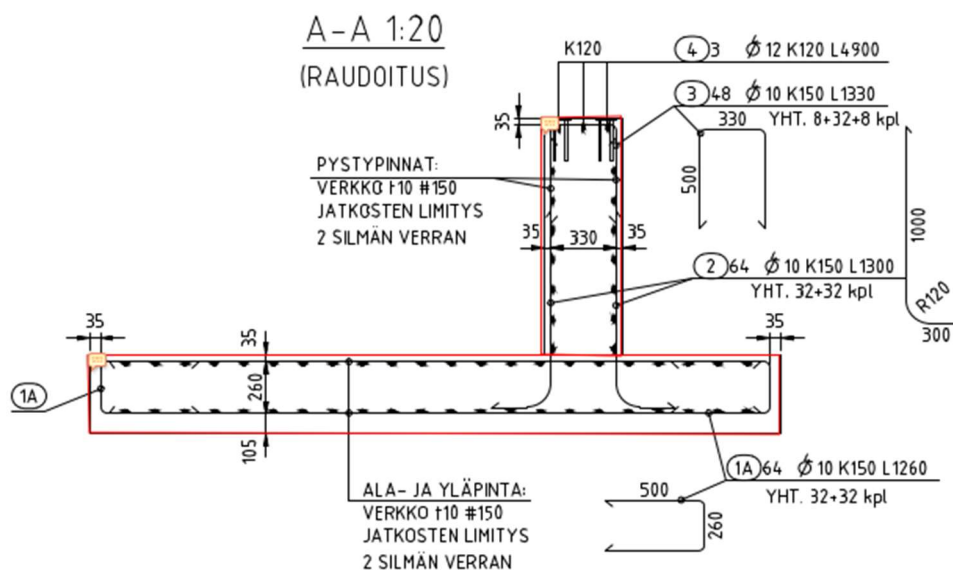


Kuva 4. Anturamuotin rakentamista

4.2.3 Raudoitus ja valaminen

Varasillan anturan raudoituksena käytetään yleensä A500HW luokan harjaterästä. Teräkset surrataan toisiinsa tukevasti kiinni ja asetetaan suunnitelmien mukaisille paikoilleen.

Suojabetonia Hirven varasillan suunnitelmissa oli määrätty olla 35mm, jotta raudoitus ei pääse ruostumaan. Käsiteltävä varasilta puretaan kuuden kuukauden kuluttua rakentamisesta, joten ruostuminen tuskin kerkeää alkamaan kyseisessä anturassa, mutta suunnitelmia pitää silti noudattaa tarkasti.



Kuva 5. Anturan raudoituskuva

Hirven sillalla peruslaatan ala- ja yläpintojen verkot, 1A ja 2 raudat (kuva 5) tehtiin valmiiksi kokonaan ennen ensimmäistä valuvaihetta, koska ne ovat peruslaatan sisällä. Alapintojen verkkoihin asennettiin myös sähkökäyttöiset lämpövastukset kiertämään, sillä rakentamisvaiheessa oli vielä aika kylmät kelit.

Kun raudoitus on tehty ja tarkistettu, peruslaatta voidaan valaa. Ilmakuplat pitää täryttää valusta pois, mikä samalla levittää betonimassan tasaiseksi. Tärytys aloitetaan ensimmäisen betonimassakerroksen jälkeen ja tärytetyn pinnan päälle saa heti alkaa laittamaan uutta betonimassakerrosta. Kun valupinta on oikealla tasolla tärytyksen jälkeen, voidaan pinta tasoittaa. Työsaumaa, eli kohtaa mihin etumuuri valetaan myöhemmin, ei tasoiteta.

Pinnan tasoittamisen jälkeen alkaa jälkihoito. Valun pintaan laitetaan jälkihoitoaine, joka pitää pinnan paremmin kosteana. Ennen valua mahdollisesti asennetut lämpövastukset kytketään sähköverkkoon, jotka lämmittävät betonimassaa sisältäpäin. Muotti peitellään isolla pressulla, jotta tuuli ja kylmyys ei pääse vaikuttamaan betonimassan kovettumiseen. Hirven sillalla pressun alle laitettiin myös lämpöpuhallin, koska yöllä ulkolämpötila meni pakkasen puolelle.



Kuva 6. Peruslaatan valmis raudoitus



Kuva 7. Peruslaatan valun täyttämistä

Kun peruslatta on saanut sopivan kovettumistason, voidaan työsauma piikata karheaksi ja etumuurin raudoitus tehdä loppuun. Kun raudoitukset ovat tarkistettu voidaan etumuuri valaa. Valu tehdään maksimissaan 30cm kerroksissa, joiden välissä betonimassa aina tärytetään. Kun oikea taso saavutetaan, tasoitetaan pintaa hieman ja lasketaan tartuntalevyt massan pintaan. Tämän jälkeen pinnan tasoitus viimeistellään.



Kuva 8. Etumuuri valmiina betonivaluun

Jälkihoito aloitetaan heti pinnan tasoittamisen jälkeen. Ensimmäiseksi pintaan laitetaan jälkihoitoaine tasaisesti. Tämän jälkeen muotti peitellään isolla pressulla ja kylmällä kelillä lämpöpuhallin laitetaan pressun alle lämmittämään.



Kuva 9. Anturat suojattu pressuilla valun jälkeen

4.3 Siipimuurit

Hirven varasillalla siipimuureiksi suunnittelija oli mitoittanut ponttiseinät riittäviksi. Ponttiseinät tuli ankkuroida toisiinsa kiinni ylhäältä suoraan sekä ylhäältä ristiin alas kuvan 10 mukaisesti. Ponttiseinät hitsattiin C luokassa HEB140 palkkeihin kiinni 50mm pitkällä hitsaussaumoilla. Kiinnittämisen jälkeen pohjalle levitettiin suodatinkangas ja siipimuurien väli täytettiin 0-63mm murskeella huolellisesti tiivistettynä.



Kuva 10. Ponttiseinät ankkuroituna toisiinsa kiinni

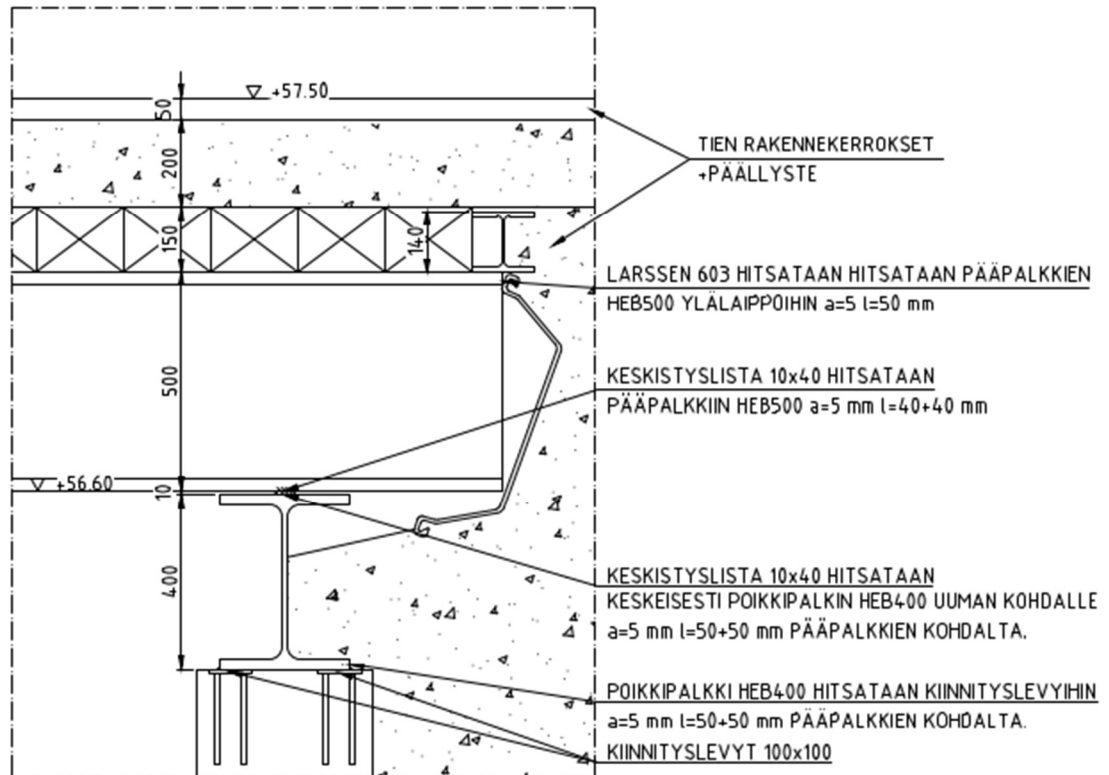
4.4 Kansi ja kiertotie

4.4.1 Teräspalkit

Ensimmäiseksi asennetaan poikkipalkit suunnitelmien mukaisesti anturoiden päälle. Poikkipalkkien päälle asennetaan pitkittäissuuntaiset pääpalkit. Kiinnitykset ja välikappaleet on tärkeä toteuttaa suunnitelmien mukaisesti kaikissa työvaiheissa.

Hirven varasillalla anturan päälle hitsattiin HEB400 poikkipalkki tartuntalevyihin kiinni kuvan 11 mukaisesti. Tämän jälkeen poikkipalkin päälle asennettiin keskityslista, joka hitsattiin kiinni tulevien pääpalkkien kohdista kiinni poikkipalkkiin. Pääpalkkeja HEB500 asennettiin 700mm välein ja ne hitsattiin myös kiinni keskityslistaan.

DET 2 1:10

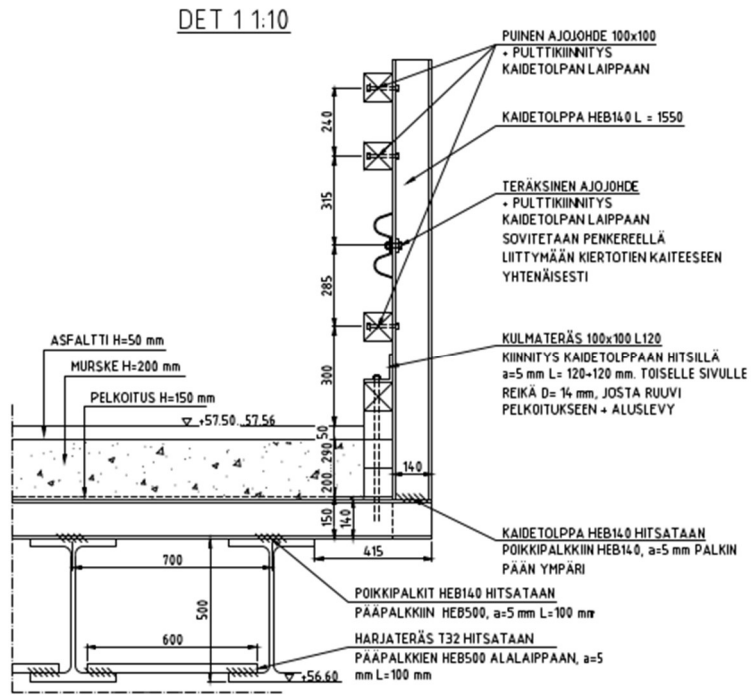


Kuva 11. Suunnitelmakuva anturan ja kansirakenteen liitoskohdasta

4.4.2 Kaitteet

Pääpalkkien päälle asennetaan poikittaiset palkit tulevien kaidetolppien kohdille. Näin ollen kaidetolpat päästään hitsamaan niihin kiinni. Kaidetolppiin kiinnitetään ajojohteet tukevasti kiinni, joilla estetään ajoneuvojen putoaminen varasilalta.

Hirven varasiltaan kaidetolppia HEB140 tuli 2m välein, joten pääpalkkien päälle tuli 2m jaolla poikkipalkkeja HEB140, joihin kaidetolpat hitsattiin kiinni kuvan 12 mukaisesti. Kaidetolppiin kiinnitettiin kolme puista ja yksi teräksinen ajojohde suunnitelmien mukaisesti, ettei sillalta pääse raskaampikaan ajoneuvo putoamaan uomaan.



Kuva 12. Suunnitelma kuva kannen ja kaiteiden rakenteesta



Kuva 13. Varasillan pääpalkit, poikkipalkit ja kaidetolpat asennettuna

4.4.3 Pelkoitus

Teräspalkkien asennusten jälkeen on hyvä tarkistaa kaikki hitsausseamit ennen kuin jatkaa rakentamista. Tässä vaiheessa on helpompi ja turvallisempi tehdä mahdollisia korjauksia ja tilaakin on enemmän.

Tarkastusten jälkeen asennetaan pelkoitus umpiladontana kuvan 14 mukaisesti. Tässä työvaiheessa työturvallisuus on tärkeässä roolissa, koska kannelta on puotomisvaara.



Kuva 14. Kannen pelkoitus, kaidetolpat ja teräksinen ajojohde

4.4.4 Mursketäyttö

Muiden töiden ohella voi kiertotien mursketäyttöä ja jyräystä hoitaa. Näin varmistetaan, että kaikille työmiehille on koko ajan töitä ja haastaviin työvaiheisiin saadaan riittävästi väkeä.

Pelkoituksen valmistuttua voidaan 0-32mm murske levittää kannen päälle. Ennen murskeen levitystä on hyvä asentaa suodatinkangas pelkoituksen päälle, vaikka suunnitelmissa ei niin mainittaisikaan. Tämä suojaa puuta paremmin ja helpottaa sillan purkamista. Kannen keskikohdalle pituussuunnassa mursketta levitettiin paksumpi kerros (290mm) joka ohenee päätyjä kohden (200mm). Näin ollen saadaan asfaltti viistämään niin, että vesi ei jää sillalle vaan valuu pois.



Kuva 15. Murskeen tasoittamista ja kaatojen tekemistä tasohöylällä

Ennen sillan kaiteiden alkamista tarvitaan myös raskasesteitä, jotta kaidejohteet saadaan oikeanlaisiksi. Näin ollen autot eivät pääse törmäämään kohtisuoraan kaiteet päätyä päin eikä ajamaan uomaan sillan luiskasta.



Kuva 16. Sillan kaiteita jatkettu raskasesteillä

4.4.5 Asfalttipäällystys

Hirven varasillalle murskeen päälle tilattiin rakennesuunnitelman mukaan 50mm kerros asfalttibetonia AB16/120. Asfaltti päällystettiin niin aikaisessa vaiheessa keväällä, että se tuotiin paikalle siihen vuodenaikaan ainoalta avoinna olevalta asfalttiasemalta Vantaalta asti. Tämä kannattaa ottaa huomioon jo kustannuksia laskettaessa, koska asfaltin kuljettaminen niin kaukaa on kallista.



Kuva 17. Asfaltointikalustoa

4.5 Tarkastaminen ja käyttöönotto

Ennen käyttöönottoa varasillan suunnittelija käy aina tarkastamassa sillan ja tekee tarkastusraportin ennen kuin varasilta voidaan ottaa käyttöön. Suunnittelijan ja tilaajan hyväksyessä tarkastuksen, voidaan varasilta ottaa liikenteelle käyttöön. Tämä edellyttää kuitenkin sitä, että liikennejärjestelyt ovat Väylä-ohjeiden mukaiset ja tilaajalla hyväksytetty.

5 YLLÄPITO

5.1 Varasillan ylläpitäminen

Suunnittelijan tarkastamisen jälkeen varasilltaa ei yleensä tarvitse tarkastella muuta kuin silmämääräisesti. Hirven varasillalla silmämääräisessä tarkastamisessa tarkistetaan muun muassa, että siipimuureina käytettävät ponttiseinät ovat pysyneet kiinni anturassa.

5.2 Tien ylläpitäminen

Tie ylläpidetään sellaisena, että liikennejärjestelyt pysyvät suunnitelmien mukaisina. Muun muassa liikennevalojen toimivuus varmistetaan, lamellit ja liikenne-merkit pidetään oikeilla paikoillaan ja varoitusvalaisimet toiminnassa.

Hirven varasillalla asfaltin halkeilua ja painumista seurataan yhdessä valvojan kanssa. Tarvittaessa pintaa paikataan tai päällystetään uudelleen isommaltakin alueelta.



Kuva 18. Valmis varasilta lamelleineen

6 POHDINTA

Varasilta rakennetaan siltatyömaille silloin, kun liikenne halutaan pois remontoitavalta tai uusittavalta sillalta. Usein varasiltana käytetään Väylävirastolta vuokrattavia kalustosilloja, mutta ne voivat olla usein vaikeasti saatavilla. Vaikean saatavuuden takia joudutaan usein rakentamaan varasilta itse ja siksi käsiteltäväksi opinnäytetyöhön valikoitui teräspalkkinen varasilta.

Opinnäytetyöhön kertyi teräspalkkisen varasillan kaikki työvaiheet. Myös liitteessä 5 vertaillaan opinnäytetyössä käsiteltävän sillan kustannuksia ja vastaavan kokoisen Universal sillan vuokrauskustannuksia ja arviota rakentamisen ja purkamisen kustannuksista. Näin ollen opinnäytetyön tilaaja pääsee vertailemaan kustannuseroja.

Teräspalkkisen varasillan kokonaiskustannukset kyseisellä sillalla olivat arviolta yli 70 prosenttia kalliimmat kuin samankokoinen vuokrattava Universal kalustosillan kokonaiskustannusarvio. Kokonaisuutta ajatellen on huomioon otettava muutakin kuin vain pelkät luvut. Teräspalkeista itse rakennettu varasilta antaa joustoa työaikaan, sillä vuokrahinnoista ei tarvitse välittää. Yritys myös pystyy käyttämään osan teräksistä uudelleen, mikä laskee tulevaisuudessa teräspalkkisten varasiltojen materiaalikustannuksia huomattavasti.

Opinnäytetyö oli helppo toteuttaa sillä toimin projektissa työmaainsinöörinä. Näin ollen minulla oli käytössä kaikki suunnitelmat ja laskut. Pystyin myös seuraamaan eri työvaiheita hyvin, sillä olin työmaalla paikalla lähes päivittäin.

Mielestäni sain opinnäytetyöstä sellaisen kuin halusimme yhdessä opinnäytetyön tilaajan Tehan Oy:n kanssa. Tehan Oy pystyy jatkossa hyödyntämään opinnäytetyötä tulevien urakoiden tarjouslaskennoissa ja teräspalkkisten varasiltojen rakentamisessa.

LÄHTEET

InfraRYL 2009/2. 42001.4.4 Tekninen työsuunnitelma

Liikennevirasto. 2015. Varasiltakaluston hoito- ja varastointiohje. Liikenneviraston ohjeita 24/2015

Liikennevirasto (2015). Varasiltakaluston hoito- ja varastointiohje. Liikenneviraston ohjeita 24/2015, Liite 8. Varasiltakaluston vuokrahinnat.

Tiehallinto (2004). Sillantarkastusohje. Suunnittelu- ja toteutusvaiheen ohjaus. Sillan päämitat

Uotila, T. 2017. Väliaikaisen sillan käyttäminen sillanrakennushankkeissa. Opinnäytetyö. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/126398/Ter-nola_Teemu.pdf?sequence=1&isAllowed=y

LIITTEET (POISTETTU)

1. Rakennesuunnitelmaselostus
2. Varasillan Yleispiirustus
3. Maatukien mitta- ja raudituspiirustus
4. Siipimuurien suunnitelmapiirustus
5. Teräspalkkisen varasillan ja kalustosillan kustannukset