



SILLAN VÄLIAIKAINEN TUENTA KORJAUSTYÖN AIKANA

Case Nokianvirran silta

Tero Lahdensivu

Opinnäytetyö
Toukokuu 2013
Rakennustekniikka
Infrarakentaminen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infrarakentaminen

LAHDENSIVU, TERO:

Sillan väliaikainen tuenta korjaustyön aikana
Case Nokianvirran silta

Opinnäytetyö 44 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Toukokuu 2013

Tämä opinnäytetyö käsitteli sillan väliaikaista tuentaa korjaustyön aikana. Korjausikään tulevien siltojen määrä lisääntyy koko ajan, ja tällaisetkin, nyt vielä melko harvinaiset työvaiheet tulevat lisääntymään. Sillan laakereiden vaihdon yhteydessä silta tuetaan yleensä laakeritasolta, mutta pidempiaikainen perustusten varaan rakennettava väliaikainen tuenta voi tulla kysymykseen esimerkiksi kantavien rakenteiden korjauksen aikana.

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin sillankorjauksen työvaiheita, joiden aikana väliaikaista tuentaa tarvitaan sekä selvitettiin erilaisia tuentatapoja. Työssä esitellään esimerkki-kohteena Nokianvirran sillalla vuonna 2012 käytetty väliaikainen tuenta. Kyseisessä kohteessa laattasillan pääty tuettiin väliaikaisesti terästuen varaan päällysrakenteista löytyneiden vaurioiden korjauksen ajaksi. Tässä työssä esitellään Nokianvirran sillan tuennan suunnitteluprosessi sekä tarvittavat työvaiheet resurssineen. Pääosa materiaalista tähän työhön kerättiin henkilöhaastattelujen avulla.

Yleisin sillankorjauksen työvaihe, joka vaatii väliaikaisen tuennan, on laakereiden vaihtaminen. Tällöin silta tuetaan lyhytaikaisesti laakeritasolta. Yleisin tapa tukea silta pidemmäksi aikaa väliaikaisen tuen varaan on rakentaa teräksinen tukirakenne, kuten Nokianvirran sillan tapauksessa. Valmiita teräsrakenteitakin on tuentaa varten saatavilla, mutta niissä ongelmaksi saattaa muodostua tarvittavan tilan puute sekä korjattavan rakenteen purkutyön vaatima työvara. Myös sillan nostossa käytettäviä tunkkeja käytetään väliaikaisessa tukemisessa.

Nokianvirran sillan väliaikainen tuenta toteutettiin paikalla rakennetun terästuen avulla. Tuenta suunniteltiin ja toteutettiin Destia Oy:n toimesta. Tuentatyö sisälsi mittaustyöt, perustustyöt, terästuen rakentamisen, sillan ylöstunkkauksen ja tuen purkamisen. Tuennan suunnittelu ja rakentaminen kestivät yhteensä kuusi viikkoa ja silta oli tuettuna väliaikaisesti noin kuusi kuukautta. Tuentatyön osuus sillankorjausrakan kokonaiskustannuksista oli noin 8,5 %.

Asiasanat: silta, korjausrakentaminen, tuenta

ABSTRACT

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

LAHDENSIVU, TERO:
Temporary Supporting of a Bridge During Repair
The Case of Nokianvirta Bridge

Bachelor's thesis 44 pages, appendices 3 pages
May 2013

This thesis dealt with the temporary supporting of a bridge during its repair. The number of bridges in need of repair will increase in the future and that is why the number of these kinds of yet not so common stages will also increase. Temporary supporting can be done from the bearing surface of the bridge or if the supporting structures are in need of repair, the bridge deck may have to be supported with a specially founded steel structure.

The most common stages which need temporary supporting during bridge repair were documented in this thesis. Different ways to support a bridge were also documented. Nokianvirta bridge was supported temporarily during its repair in summer 2012 and that is used as an example case in this thesis. This thesis will present the case from planning to dismantling.

The most common stage when temporary support is needed is changing the bearings. In that case support will be quite short-termed. Longer-term supports are usually steel structure built in the construction site as was the temporary support of Nokianvirta bridge. There are also ready to be used frameworks as temporary support in the market. However using these frameworks may not give enough space for demolition work which bridge repairing usually needs. Supporting a bridge temporarily means usually that the bridge has to be lifted up. A hydraulic jack used in lifting up the bridge can also be a part of the supporting structure.

Temporary supporting of the Nokianvirta bridge was built of steel. Supporting work included planning, measuring, foundation, steel support, jacking and dismantling. Planning and building lasted six weeks and bridge was supported temporarily about six months. Cost of the temporary supporting was about 8,5 % of contract price.

Key words: bridge, renovation, support

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	SILLAN VÄLIAIKAINEN TUENTA KORJAUKSEN AIKANA.....	6
2.1	Työvaiheita, jotka edellyttävät sillan väliaikaisen tuennan	6
2.2	Esimerkkejä erilaisista tuentatavoista	7
2.3	Tuentatavan valintaan vaikuttavia tekijöitä	12
3	NOKIANVIRRRAN SILTA.....	14
3.1	Kohteen tiedot.....	14
3.2	Korjaustyön vaiheet	17
4	NOKIANVIRRRAN SILLAN VÄLIAIKAINEN TUENTA.....	18
4.1	Tuentatarve ja tuentaratkaisun valinta	18
4.2	Väliaikaisen tuennan suunnittelu	21
4.2.1	Teräsrakenteen jäykistys	22
4.3	Väliaikaisen tukemisen työvaiheet	24
4.3.1	Väliaikaisen tuen paikalleenmittaus.....	24
4.3.2	Väliaikaisen tuen perustaminen	24
4.3.3	Terästuen rakentaminen	28
4.3.4	Sillan ylöstunkkaus	30
4.3.5	Väliaikaisen tuen purkaminen.....	33
4.4	Väliaikaisen tuennan kustannukset.....	35
4.5	Väliaikaisen tuennan aikataulu	36
5	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	37
	LÄHTEET.....	39
	LIITTEET	41
	Liite 1. Nokianvirran sillan pituusleikkaus	42
	Liite 2. Väliaikaisen tuennan suunnitelmapiiirustus	43
	Liite 3. Väliaikaisen tuennan aikataulu	44

1 JOHDANTO

Destia Oy korjasi kesällä 2012 Nokianvirran siltaa ja käytti väliaikaista tuentaa sillan liikuntasauaman ja laakeritason betonirakenteiden korjauksen yhteydessä. Tien ja kevyenliikenteenväylän ylittävän laattasillan pääty jouduttiin tukemaan terästuen varaan. Nokianvirran sillan korjauksen aikana käytetty väliaikainen tuenta oli laajuudessaan melko harvinainen. Kirjallista tietoa tällaisesta erikoistyöstä ei ole juurikaan saatavilla, joten urakoitsijan ehdotuksesta se valikoitui tämän opinnäytetyön aiheeksi.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää lukijalle, mitkä sillankorjausurakan työvaiheet tyypillisesti vaativat väliaikaisen tuennan ja millaisia tuentatapoja niissä voidaan käyttää. Työssä selvitetään tuentatavan valintaan vaikuttavia tekijöitä ja esitellään Nokianvirran sillan korjauksen yhteydessä käytetty väliaikainen tuenta case tyypillisesti. Työssä kuvataan Nokianvirran sillan tuennan suunnitteluprosessi sekä rakentamisvaihe työvaiheittain ja selvitetään, mitä resursseja kukin työvaihe vaatii. Työ ei sisällä tuennan rakennusteknistä mitoitus- ja kustannusvaikutuksia ja aikatauluvaikutuksia osana korjausurakkaa.

Sillan korjaus voi sisältää uusien pysyvien tukien rakentamisen, joilla lyhennetään sillan jänneväliä ja näin parannetaan sillan kantavuutta. Uusien siltojen rakennusvaiheessa voidaan myös käyttää väliaikaista tuentaa. Esimerkiksi Destia Oy:n Helsingin Kalasatamaan rakentama metrosilta tuettiin väliaikaisesti ennen pysyvien tukipilareiden rakentamista. Lisäksi uutta betonisiltaa rakennettaessa käytetään muottien tukemisessa tukelineitä. Näitä tuentatapauksia ei kuitenkaan käsitellä tässä opinnäytetyössä. Tämä opinnäytetyö käsittelee vain korjauksen aikana käytettävää väliaikaista tuentaa.

Työn pääasiallinen lähdeaineisto koostuu henkilöhaastatteluista sekä suunnittelu että urakointipuolelta. Lisäksi työssä on käytetty lähteinä muun muassa Nokianvirran sillan korjaustyön työselitystä ja suunnitelmapiirustuksia, sekä sillan tunkkauksessa käytettyjen tunkkien tuoteluetteloa.

2 SILLAN VÄLIAIKAINEN TUENTA KORJAUKSEN AIKANA

2.1 Työvaiheita, jotka edellyttävät sillan väliaikaisen tuennan

Yleisin työvaihe sillankorjauksen aikana, joka vaatii väliaikaisen tuennan, on laakereiden vaihtaminen (Salmijärvi 2013). Laakereiden vaihtaminen ei välttämättä kuulu sillankorjausurakkaan vaan voi olla yksittäinen sillalle tehtävä korjaustoimenpide. Esimerkiksi vanha teräksinen rullalaakeri voi haljeta ja menettää toimintakykynsä. Laakeri on vaihdettava sillan liikenteellisen kapasiteetin säilyttämiseksi. (Sihvo 2013.)

Suurille kantaville rakenteille tehtävät korjaustyöt saattavat alentaa sillan rakenteellista kantavuutta hetkellisesti, joten silta on tuettava väliaikaisesti. Tällaisia töitä ovat esimerkiksi pääkannatinpalkkien vaihtaminen, sekä välitukien ja laakereiden alapuolisten rakenteiden korjaustyöt. (Väisänen 2013.) Vesipiikkaus on yleinen työvaihe sillan betonirakenteiden rapautumien korjauksessa. Vesipiikkausta käytetään sillan kannen ja ulokkeiden yläpintojen, sekä tukien korjauksessa. Vanhoissa silloissa betoni voi olla niin rapautunutta, että vesipiikkauksen johdosta rakenteen pääteräkset tulevat näkyviin. Tämä saattaa heikentää sillan rakenteellista toimivuutta niin paljon, että väliaikaista tuentaa on ainakin harkittava. (Koivula 2013.) Kääntösillan kääntörenkaan vaihtaminen on myös esimerkki suuresta, joskin harvinaisesta työvaiheesta, joka vaatii sillan väliaikaisen tuennan (Sihvo 2013).

Väliaikainen tuenta voi tulla kysymykseen myös onnettomuustilanteissa. Esimerkiksi ajoneuvon törmäminen sillan välitukeen voi heikentää sitä. Orivedellä valtatie 9:n ylittävä kevyenliikenteen ylikulkusilta jouduttiin tukemaan väliaikaisesti, kun erikoiskuljetus törmäsi sen välitukeen ja silta notkahti hieman alaspäin. (Sihvo 2013.)

Sillan kannatuksella olevia rakenteita voidaan myös joutua tukemaan väliaikaisesti korjausurakan aikana. Esimerkiksi sillan rakenteiden, jossa kulkevat kaukolämpö- tai vesiputket, korjaus vaatii sen, että putket tuetaan väliaikaisesti. (Koivula 2013.)

Koivulan (2013) mukaan myös olemassa olevan tukilinjan siirto vaatii väliaikaisen tuennan. Helsingissä Kulosaaren sillan yksi olemassa oleva tukilinja jouduttiin siirtämään. Sillan alittavaa tietä levennettiin vastaamaan nykyisiä liikennemääriä. Tukilinjan siirron

yhteydessä sillalle tehtiin myös joitain peruskorjausrakkaan liittyviä korjaustoimenpiteitä. Liikenneteknisten mittojen muuttuminen voi johtaa myös siihen, että sillan alikukkorkeutta on kasvatettava. Tällöin siltaa tunkataan ylöspäin ja se tuetaan väliaikaisesti. Sillan tukien korottaminen voidaan näin tehdä väliaikaisen tuennan aikana.

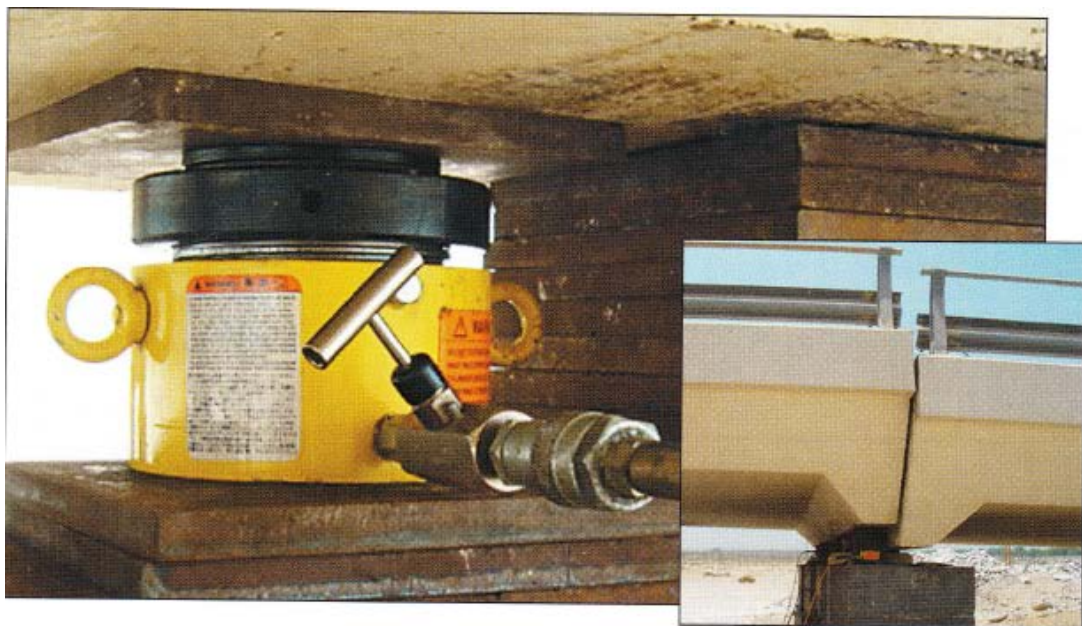
2.2 Esimerkkejä erilaisista tuentatavoista

Sillan väliaikainen tuenta korjaustyön aikana on melko harvinainen toimenpide korjausrakoiden määrään verrattuna. Jos silta kuitenkin joudutaan tukemaan väliaikaisesti korjauksen ajaksi, tuennan laajuus voi vaihdella sillan laakeritasolle asennettavasta hetkellisestä tuennasta erillisten perustusten varaan tuettavaan rakenteeseen, jonka varaan koko sillasta aiheutuvat kuormat ohjataan. Pidempiaikaiset väliaikaiset tuennat ovat harvinaisempia ja tulevat yleensä kysymykseen, kun sillan rakenteellinen kantavuus on heikentynyt tai korjaustyö saattaa sitä heikentää. Sillan väliaikainen tuenta sisältää yleensä sillan tunkkauksen ylös. Tunkkauksella saadaan sillasta aiheutuva kuorma siirrettyä pois korjattavalta rakenteelta väliaikaiselle tuelle. Lisäksi sillan nostolla varmistetaan, että korjattavan rakenteen purkutyölle ja uuden rakenteen tekemiselle jää riittävästi työvaraa. (Salmijärvi 2013.)

Teräs on yleisin materiaali sillan väliaikaisen tuennan toteuttamiseen. Teräksen suuri kuormakapasiteetti rakenteen mittasuhteisiin nähden ja sen vakioprofiilien hyvä muokattavuus ovat ominaisuuksia, jotka helpottavat tuennan suunnittelua sekä rakentamista. Lisäksi teräsrakenteen liitosten tekeminen työmaalla on melko yksinkertaista. Liitokset tehdään joko pulttiliitoksina tai hitsaamalla. Yleensä väliaikaisen teräsrakenteen hitsaamiseen riittää hitsausluokka c. (Koivula 2013.) Standardissa *SFS-EN 25817: Terästen kaarihitsaus* hitsit on jaettu sallittavien hitsausvirheiden ja niiden koon perusteella luokkiin b (vaativa), c (hyvä) ja d (tyydyttävä). Luokassa c sallitaan hieman suurempia ja määrällisesti enemmän virheitä kuin luokassa b. Luokka c edustaa hyvää konepajakäytäntöä ja sitä käytetään yleensä staattisesti kuormitetuissa rakenteissa. (Lukkari 2000, 4.)

Sillan laakereita vaihdettaessa väliaikainen tuenta tehdään laakeritasolta. Tuenta voidaan tehdä kuvan 1 mukaisesti teräslevyillä, teräksisillä putkipalkeilla tai HE-palkeilla. Jos tuenta tehdään putkipalkeilla, niiden päihin on asennettava teräslevyt jakamaan

kuormia. Ilman levyjä betonirakenteille aiheutuva pistekuorma kasvaisi liian suureksi. HE-palkkien etuna on niiden helpompi asennettavuus, koska putkipalkkien katkaisu oikeaan pituuteen ja katkaisujäljen saaminen tasaiseksi työmaaolosuhteissa on hankalaa. Putkipalkkien ainevahvuus on yleensä niin suuri, että niiden katkaisu joudutaan tekemään polttoleikkaamalla. Polttoleikkausjäljen saaminen tasaiseksi on hankalaa. Lisäksi HE-palkkien laipat jakavat itsessään kuormia, eikä niiden alle tarvitse välttämättä asentaa teräslevyjä kuten putkipalkkeja käytettäessä. Laakeritasolta tunkattaessa myös tunkkien alle ja tunkkien mäntien päälle on asennettava teräslevyt estämään liiallisten pistekuormien syntymistä (KUVA 1). (Salmijärvi 2013.)



KUVA 1. Sillan tunkkaus laakeritasolta ja tuenta teräslevyillä (Enerpac 2010, 20)

Sillan tukia korjattaessa väliaikainen tuki tehdään yleensä teräksisistä pilareista ja HE-palkeista (Koivula 2013). Esimerkiksi Oriveden ylikulkukäytävän törmäyksessä vaurioitunut pilari korvattiin kahdella teräspilarilla ja niiden päälle asennettavalla HE-palkilla. Teräspilarit perustettiin olemassa olevan tuen perustusten varaan. (Sihvo 2013).

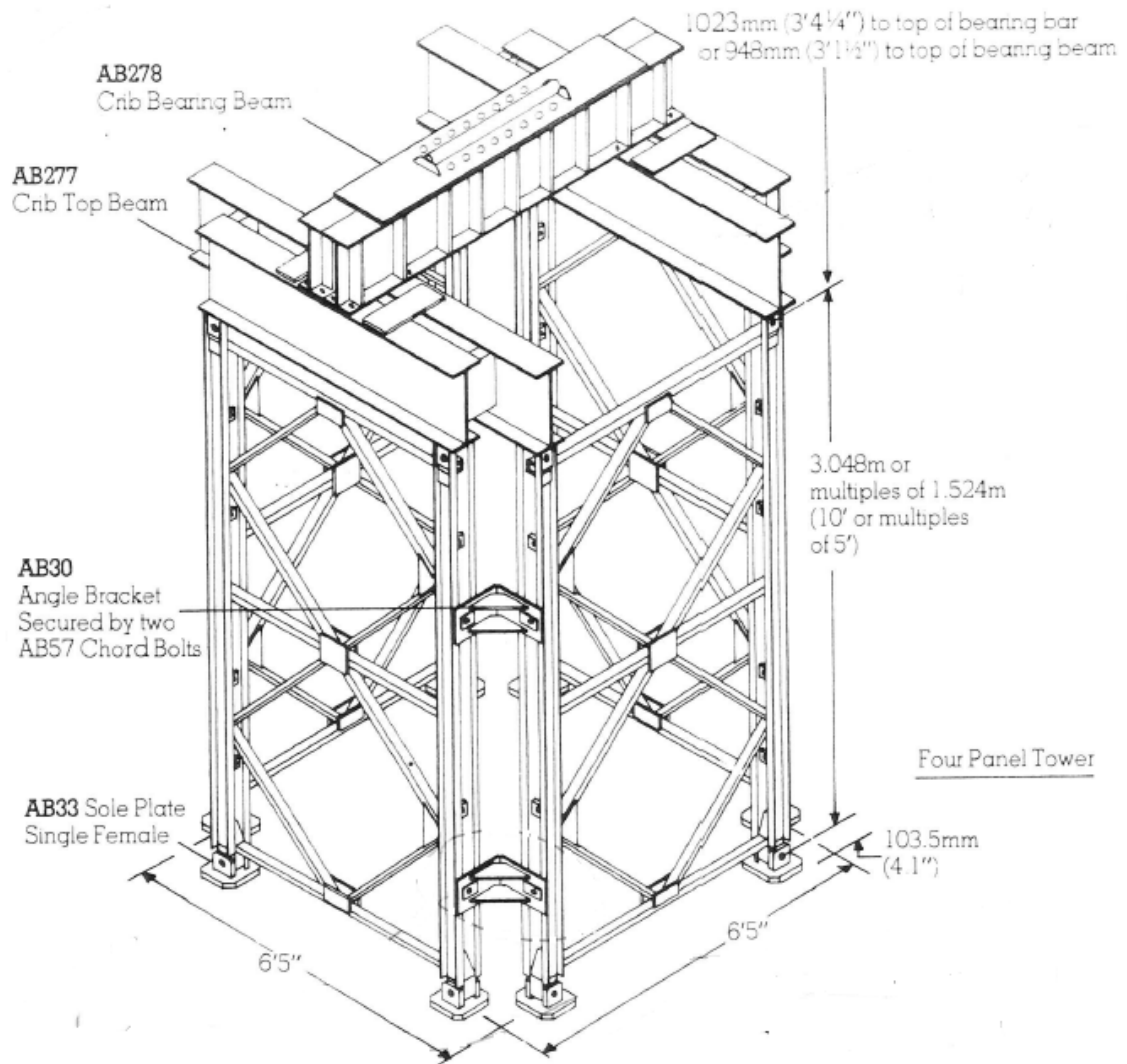
Teräksen lisäksi joissain lyhytaikaisissa tuennoissa voidaan käyttää myös puuta. Puuta käytettäessä kuormat ovat yleensä suhteellisen pieniä. Tuennoissa voidaan käyttää myös sillan ylostunkkauksessa käytettyjä tunkkeja. Yleensä tunkeilla tehtävä tuenta on lyhytaikainen. Tämä voi tulla kysymykseen esimerkiksi laakereiden vaihdon yhteydessä, kun silta tuetaan laakeritasolta. Kun tuenta tehdään tunkeilla, siltaa voidaan tarvittaessa tun-

kata nopeasti lisää. Tunkkeissa on oltava lukkorenkaat, jos niitä käytetään pidempiaikaiseen väliaikaiseen tuentaan (KUVA 2). (Salmijärvi 2013.)



KUVA 2. Lukkorenkain varustettuja hydraulitunkkeja (Enerpac 2010, 48)

Väliaikainen tuenta voidaan toteuttaa tarvittaessa teräsrakenteen ja tunkkien yhdistelmällä. Visuveden kääntösilta Ruovedellä oli tuettuna terästuen avulla kääntörenkaan vaihdon ajaksi. Vanhan kääntörenkaan poistaminen liukupetiä pitkin vaati sillan tunkkauksen ylös, joten tuen ja sillan välissä oli tunkit (KUVIO 1). Sillan väliaikainen laakerointi hoidettiin siten, että tunkkien mäntien päihin asennettiin kalottilaakerit. (Sihvo 2013.)



KUVIO 2. Neljästä valmiista kehästä koottava terästuki (Acrow panel bridging)



KUVA 3. Silta tuettuna valmiilla teräsrakenteilla (Acrow Bridges)

Jos väliaikaisesti tuettavan sillan kuormat ovat pieniä, voidaan tuenta tehdä myös telineillä kuvan 4 mukaisesti. Kuvan 4 tapauksessa hiilen kuljetukseen käytetty rautatiesilta on tuettu korjattavan tukipilarin molemmilta puolilta telineillä, joista molemmat kantavat noin 42 tonnin kuorman. (Stroyrent.)



KUVA 4. Telineillä toteutettu väliaikainen tuenta (Kuva: Stroyrent)

2.3 Tuentatavan valintaan vaikuttavia tekijöitä

Sillan väliaikainen tuentatapa valitaan aina tapauskohtaisesti riippuen korjattavasta rakenteesta ja korjaustyön kestoajasta. Suuret ja pidempiaikaiset työvaiheet vaativat järeämmän tuennan ja kuten edellisessä kappaleessa on mainittu, hetkelliset tuennat voidaan toteuttaa helposti jopa sillan nostossa käytettävillä tunkeilla. Väliaikaisen tuentatavan valintaan vaikuttavat myös käytössä oleva tila sekä rakenteen korjauksessa tarvittavat purkurajat ja työvarat. Lisäksi tuentatavan valintaan vaikuttavat pohjaolosuhteet sekä mahdollisuus hyödyntää olemassa olevia rakenteita ja niiden perustuksia väliaikaisessa tukemisessa. (Koivula 2013.)

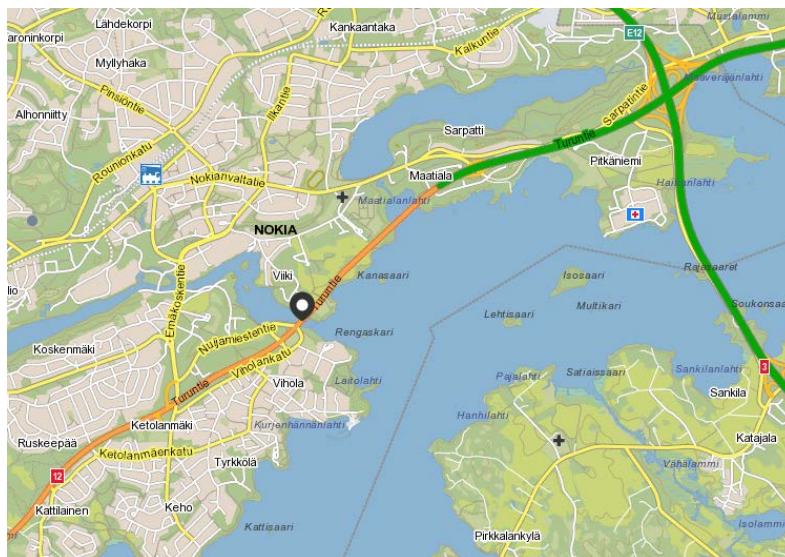
Sillan väliaikaisessa tukemisessa on tärkeää minimoida tukirakenteen painumat. Näin myös pystytään minimoimaan sillan ylimääräiset liikkeet väliaikaisen tuennan aikana. Mahdollisimman vähän painuvan rakenteen aikaansaamiseksi suuret ja pitempiäaikaiset väliaikaiset tuennat joudutaan rakentamaan perustusten varaan. Tuennan perustaminen voidaan tehdä maanvaraisesti teräsbetonisen anturan varaan pohjaolosuhteiden niin sallissa. Joskus perustukset voidaan joutua myös paaluttamaan, kuten Kulosaaren sillan tapauksessa. (Koivula 2013.)

3 NOKIANVIRRAN SILTA

3.1 Kohteen tiedot

Destia Oy aloitti keväällä 2011 sillankorjausurakan, johon kuului Nokianvirran sillan lisäksi Kehon ja Vaahterakadun risteyssillat. Urakka sisälsi kaikkien siltojen päällysrakenteiden korjauksen sekä kannen pintarakenteiden, varusteiden ja laitteiden uusimisen. Lisäksi siltojen tukien betonirakenteet paikattiin ja pinnoitettiin. Risteyssiltojen korjaus valmistui syksyllä 2011, mutta Nokianvirran sillan korjauksen yhteydessä löydettyjä lisävaurioita pidensivät urakka-aikaa ja korjaustyöt keskeytettiin talveksi 2011–2012. Työt jatkuivat keväällä 2012. Urakan tilaajana oli Pirkanmaan Ely-keskus, ja suunnitelmista sekä rakennuttamisesta vastasi Ramboll Finland Oy.

Nokianvirran silta on valmistunut vuonna 1960 ja se sijaitsee Nokialla valtatie 12:lla (KUVAT 5 ja 6). Liikennemäärä sillalla on 11749 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskaan liikenteen osuus on noin 6,1 %. Nopeusrajoitus sillalla on 80 km/h. (Korjaustyön työselitys 2010, 1.)

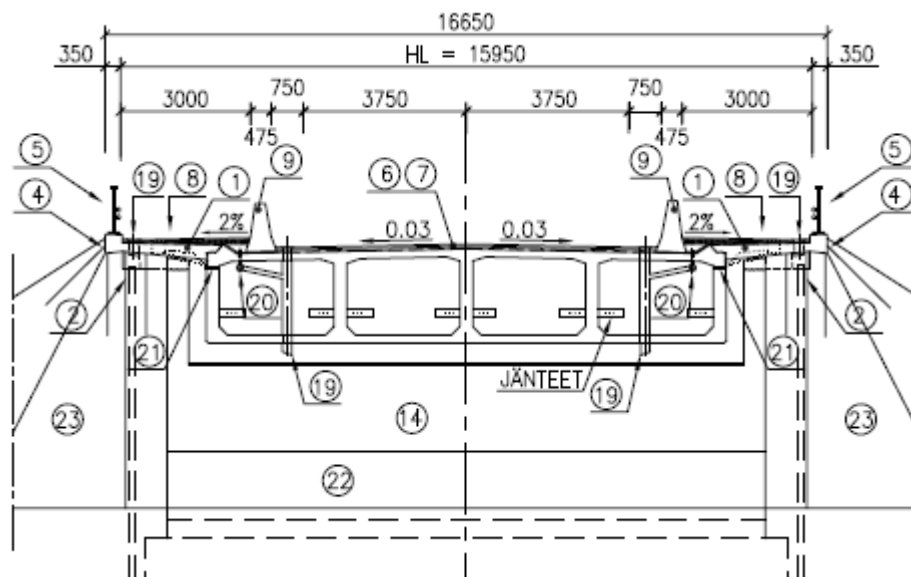


KUVA 5. Kohteen sijainti (fonecta)

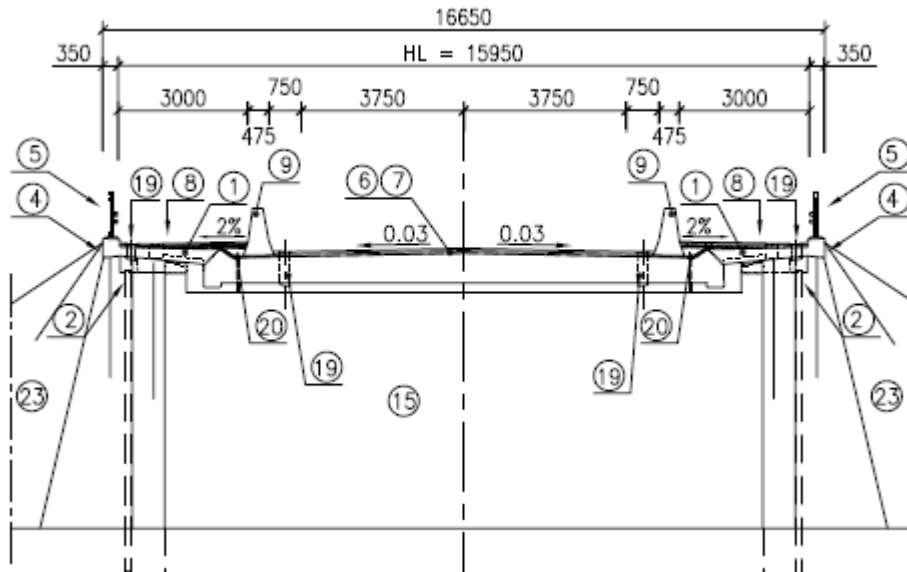


KUVA 6. Ilmakuva kohteesta (fonecta)

Sillan pääsiltatyyppe on jälkijännitetty teräsbetoninen jatkuva viisteellinen kotelopalkkisilta (KUVIO 3), ja se jatkuu eteläpäässä Nuijamiestentien ylittävänä teräsbetonisena jatkuvana laattasiltana (KUVIO 4) (Ks. Liite 1). Kotelopalkkisiltaa on vahvennettu ulkoisilla jänteillä vuonna 1975. (Korjaustyön työselitys 2010, 1.)



KUVIO 3. Poikkileikkaus kotelopalkkisillasta (Korjaussuunnitelman yleispiirustus 2010)



KUVIO 4. Poikkileikkaus laattasilasta (Korjaussuunnitelman yleispiirustus 2010)

Nokianvirran sillan mittatiedot:

- kokonaispituus 158,00 m
- kokonaisleveys 14,55 m (sillan leventämisen jälkeen 16,65 m)
- hyötyleveys 14,00 m (sillan leventämisen jälkeen 15,95 m)
- alikulkukorkeus kotelopalkkisillalla 6,00 m
- alikulkukorkeus laattasilalla 3,90 m
- jännemitat 12,00 m + 12,00 m + (1,10 m) + 38,00 m + 52,00 m + 27,00 m. (Korjaustyön työselitys 2010, 1.)

Silta on perustettu maanvaraisesti ja sillan tukirakenteet ovat tyypeiltään seuraavat:

- T1 massiivinen maatuki
- T2 massiivinen virtapilari
- T3 massiivinen virtapilari
- T4 seinämäinen välituki
- T5 kuudesta pilarista koostuva välituki
- T6 massiivinen maatuki. (Korjaussuunnitelman yleispiirustus 2010.)

Sillan liikuntasaumalaitteet sijaitsevat tukien T1 ja T4 kohdilla. Kotelopalkkisilta on laakeroitu tulta T1, T2, T3 ja T4. Laattasilta on laakeroitu tuelta T4. Tuen T3 laakerit ovat kiinteät ja tukien T1, T2 ja T4 laakerit liikkuvia. Kaikki liikkuvat laakerit ovat teräksisiä rullalaakereita, mutta laattasilalla ne vaihdettiin korjaustöiden yhteydessä ku-

milevyllaakereihin. Suunnittelukuorma sillalla on 14 tonnin akselikuorma. (Korjaustyön työselitys 2010, 1.)

3.2 Korjaustyön vaiheet

Nokianvirran sillan korjausurakka sisälsi seuraavat työvaiheet:

- kannen reunaulokkeiden uusiminen ja reunapalkkien uusiminen korkeana reunapalkkina
- kaiteiden uusiminen korkeana sälekaiteena
- vedeneristysalustan kunnostus
- kannen vedeneristyksen uusiminen kermieristyksenä
- korotettujen kevyenliikenteenväylien rakentaminen sillan molempiin reunoihin
- 1,2 m korkeiden betonisten melukaiteiden asennus kevyenliikenteenväylien ja ajoradan väliin
- betonipintojen paikkaus ilman muottia
- sillan kannen alapinnan ja sivujen pinnoitus
- tukien rapautuneen betonin poisto vesipiikkaamalla ja paikkaus ilman muottia, sekä niiden ruiskubetonointi ja maalaus
- liikuntasaumalaitteiden uusiminen massaliikuntasaumana
- laakereiden huoltokäsittely ja maalaus
- vedenohjauslaitteiden uusiminen
- tuuletusreikien poraus kotelopalkkisillan sivupintoihin
- siltapaikan kunnostus
- sillan varustaminen valaisinpylväillä. (Korjaustyön työselitys 2010, 3. Muokattu.)

Laattasillan päädyn väliaikainen tuenta ja päällysrakenteiden uusiminen tuen T4 kohdalla eivät kuuluneet alkuperäiseen korjaussuunnitelmaan vaan ne olivat lisätöitä.

4 NOKIANVIRRRAN SILLAN VÄLIAIKAINEN TUENTA

4.1 Tuentatarve ja tuentaratkaisun valinta

Korjausurakan yhteydessä löydetty vauriot sillan päällysrakenteista tuen T4 kohdalla olivat niin suuret, että sillan rakenteellinen toiminta oli heikentynyt. Vanha liikuntasaumarakenne oli päästänyt sade- ja sulamisvedet valumaan pitkin betonirakenteita ja aiheuttanut näin merkittävää pakkasrapautumaa betonirakenteisiin. Kuten kuvista 7 ja 8 nähdään, rapautumisen johdosta teräksiä suojaavan betonipeitteen paksuus oli pienentynyt tai suojabetoni oli poistunut kokonaan. Betonin rapautuminen oli johtanut teräskorroosioon, joka oli lisännyt betonipeitteen vaurioita merkittävästi. Tiesuolauksessa käytetty kloridiliuos oli edesauttanut terästen korroosiovaurioita. (Koivula 2013.)



KUVA 7: Vaurioita laattasillan päällysrakenteessa



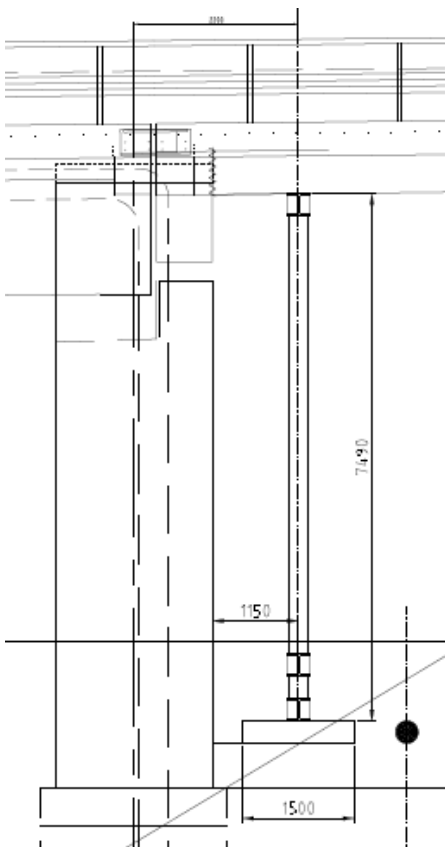
KUVA 8: Paikallinen vaurio kotelopalkkisillan päällysrakenteessa

Urakoitsija päätti yhdessä tilaajan kanssa, että tuen T4 laakerit ja laakeritaso, sekä kotelopalkkisillan ja laattasillan päätyjen betonirakenteet uusitaan liikuntasauaman kohdalta (KUVA 9). Alkuperäisen suunnitelman mukaan laakerit oli tarkoitus vain huoltokäsitellä, mutta koska laattasillan vanhat rullalaakerit tuella T4 poistettiin laakeritason purkutöiden yhteydessä, ne päätettiin uusita huoltovapaampiin ja ennen kaikkea helpommin asennettaviin kumilevylaakereihin (Järvinen 2009, 75). Nämä korjaustoimenpiteet tarkoittivat sitä, että laattasillan pääty tuen T4 kohdalla jouduttiin tukemaan väliaikaisesti. Väliaikaisen tuennan suunnittelusta vastasi urakoitsija itse, ja suunnitelmat sillan uusittavista rakenteista toimitti Ramboll.



KUVA 9: Uusittavat rakenteet

Nokianvirran sillan väliaikaisen tuentatavan valintaan vaikuttivat eniten vanhan rakenteen purkurajat sekä työvarat. Tämän lisäksi tuentatapaan vaikutti käytettävissä oleva tila. Sillan välituen T4 läheisyydessä sijaitsi Nokian veden vesiputki (KUVIO 5). (Koiluola 2013.)



KUVIO 5. Sivukuva tuennasta (Sillan korjaussuunnitelma, laattasillan tuenta 2012)

Väliaikainen tuenta toteutettiin maanvaraisesti perustetulla terästuella kuvan 10 mukaisesti.



KUVA 10: Valmis väliaikainen tuenta

4.2 Väliaikaisen tuennan suunnittelu

Nokianvirran sillan väliaikaisen tuennan suunnittelusta vastasi Destia. Sillan väliaikainen tuenta suunnitellaan tapauskohtaisesti, mutta suunnittelu sisältää aina samat vaiheet tuen koosta tai sen sijoituspaikasta riippumatta. Ennen tuennan suunnittelun aloittamista pidetään aloituspalaveri, jossa kaikkien työmaan organisaatioiden on oltava edustettuna. Työmaan organisaatioita ovat yleensä urakoitsijat, tilaaja sekä rakennuttaja. Tämän lisäksi suunnittelijan olisi hyvä tehdä urakoitsijan kanssa aloituskatselmus työmaalla, jotta välttyttäisiin mahdollisilta yllätyksiltä tuennan rakentamisvaiheessa. Nokianvirran sillalla aloituskatselmus tehtiin. Väliaikaisen tuennan suunnitteluprosessi voidaan jakaa kahteen vaiheeseen: lähtötietojen hankintaan sekä itse suunnitteluun. (Koivula 2013.)

Lähtötietojen hankinta aloitetaan tarkastamalla tuettavan sillan suunnitelmapiirustukset ja niiden paikkansapitävyys. Nokianvirran sillan vanhojen piirustusten mittatiedot piti-

vät paikkansa. Vanhojen piirustusten lisäksi tulee tarkistaa korjattavan rakenteen uudet suunnitelmat, koska sillan alkuperäiset mitat saattavat muuttua. Nokianvirran sillan tuennan suunnittelussa oli huomioitava, että tuen T4 laakeritason mitat muuttuivat korjauksen yhteydessä hieman entisestä. Muita lähtötietoja, joita tarvitaan ennen suunnittelun aloittamista, ovat pohjaolosuhteet, siltapaikan kunnallistekniikka ja kuormitukset. Kuormituksista selvitetään sillan alkuperäinen mitoituskuorma sekä vallitsevat liikennekuormat. Nokianvirran sillan tuennan määräävän liikennekuorman muodostivat sillalla kulkevat erikoiskuljetukset. (Koivula 2013.)

Koivulan (2013) mukaan tuennan suunnittelu voidaan jakaa seuraaviin vaiheisiin:

1. tuentaperiaatteen ja toteuttamiskelpoisuuden tarkastelu yhdessä urakoitsijan kanssa (luonnoksen hahmottelu)
2. valitun toteutusratkaisun lopullinen mitoitus ja suunnitelmapiirustusten viimeistely
3. suunnitelman laadunvarmistus
4. suunnitelman tarkastus
5. suunnitelman hyväksyttäminen.

Suunnitelman laadunvarmistuksesta vastaa suunnittelutoimisto oman toimintajärjestelmänsä mukaisesti. Suunnitelman tarkastaa tuentatyöstä vastaava urakoitsija yhdessä tilaajan tai tilaajan nimeämän konsultin kanssa. Lopullisen hyväksynnän tekee yleensä tilaaja, mutta joissain vaativimmissa tapauksissa suunnitelmat on hyväksyttävä myös Liikennevirastossa. Nokianvirran sillan tuennan suunnitelmat hyväksyi tilaaja eli Pirkanmaan ELY-keskus. (Koivula 2013.)

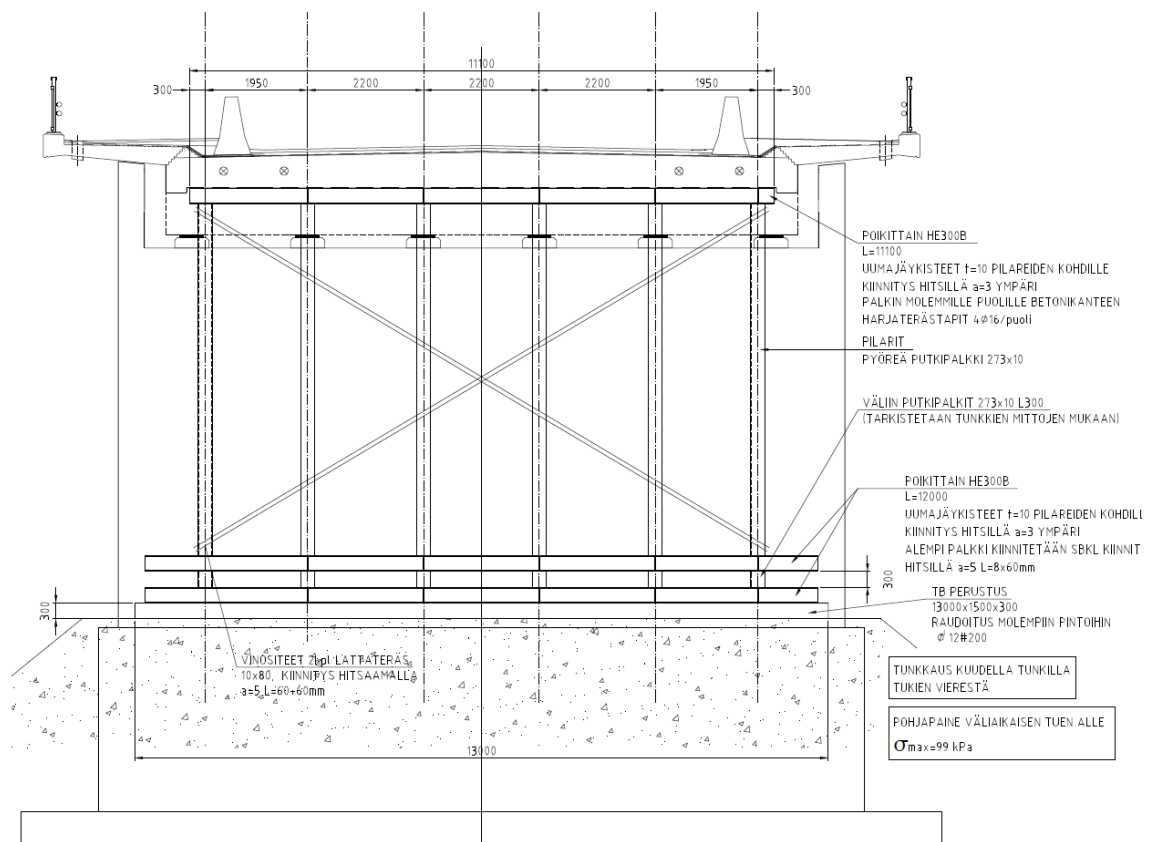
Eniten Nokianvirran sillan tuennan suunnittelussa mietityttivät pohjaolosuhteet sekä perustamistöiden onnistuminen. Tuennan perustamistavaksi valittiin maanvarainen teräsbetoniantura. Kaivutyön ja mursketäytön tiivistämisen onnistumisesta riippui, kuinka paljon tuenta tulisi painumaan pystyssä olonsa aikana. (Koivula 2013.)

4.2.1 Teräsrakenteen jäykistys

Teräsrakenteen jäykistämiseen tulee aina kiinnittää huomiota vaikka rakenne olisikin vain väliaikainen. Teräs on kevyt materiaali, eikä se pysty omalla painollaan ja massii-

visuudellaan absorboimaan voimia riittävästi. Tämän vuoksi oikean jäykistämistavan valinta on oleellista. (Pehrsson 1996, 77.) Teräsrakenteiden jäykistämistapana käytetään yleensä kehäjäykistystä tai ristikkojäykistystä (vinosidejäykistystä) (Teräsrakenteiden suunnittelu ja mitoitus 2010, 117).

Nokianvirran sillan väliaikaisen tuennan teräsrakenteen jäykistäminen tehtiin vinositein kahden ristikkäisen lattateräksen avulla (KUVIO 6). Jäykistys mitoitettiin poikittaiselle vaakakuormalle Tiehallinnon Siltojen kuormat ohjeen mukaan. Sillan pituussuuntaisia vaakakuormia tuelle ei otettu, koska purettavan tuen T4 laakerit eivät alun perinkään ottaneet sillansuuntaisia kuormia vastaan. Poikkisuuntaisista kuormista otettiin huomioon purettua tukea kohden tulevan vaakasysäyksen määrä. Tämä saatiin jakamalla koko sillan vaakasysäys olemassa olevien tukien määrällä. Rakenteen suunnittelun yhteydessä arvioitiin, mitä vaakakuormia sillalle tulee ja onko niiden esiintyminen täydellä arvolla todennäköistä korjaustyön aikana, joka on kestoajaltaan kuitenkin melko lyhyt. Liikenne kulki normaalisti sillan yli väliaikaisen tuennan aikana. (Koivula 2013.)



KUVIO 6. Tuennan poikkileikkaus (Sillan korjaussuunnitelma, laattasillan tuenta 2012)

4.3 Väliaikaisen tukemisen työvaiheet

4.3.1 Väliaikaisen tuen paikalleenmittaus

Väliaikainen tuki mitattiin paikoilleen vertaamalla sen paikkaa välitukeen T4 sekä laatasillan kanteen. Anturan paikalleen mittaus tehtiin mittanauhalla ja etäisyys sillan kannen alapinnasta mitattiin etäisyysmittarilla. Teräsbetonisen anturan yläpinnan suoruus tarkistettiin tasolaserilla valun jälkeen. Tällaisen rakenteen paikalleen mittaamisessa ei ole tarkoituksenmukaista käyttää tarkempia mittalaitteita kuten takymetriä, sillä rakenne on väliaikainen, ja mittanauhan sekä etäisyysmittarin tarkkuudet ovat riittävät. Tuen paikalleenmittauksen teki työmaapäällikkö. (Salmijärvi 2013.)

4.3.2 Väliaikaisen tuen perustaminen

Terästuki perustettiin maanvaraisesti teräsbetonisen anturan varaan. Väliaikaisen tuen perustuksia tehtäessä erityistä huomiota oli kiinnitettävä Nokian veden vesiputkeen, joka sijaitti aivan anturan vieressä. Vaatimuksena oli, että tuesta ei aiheudu ylimääräistä kuormaa putkelle. Tämä varmistettiin kaivamalla putki esiin ja selvittämällä putken todellinen sijainti (KUVA 11). Lisäksi perustamistasoa nostettiin noin 400 mm, koska alkuperäisten suunnitelmien mukaan vesiputken toinen kylki olisi jäänyt paljaaksi anturan rakentamisvaiheessa. Paineellisen vesiputken on kuitenkin oltava tuettuna aina joka suunnalta. Perustamistasoa nostamalla saatiin myös terästuen korkeutta lyhennettyä ja näin teräsputkipilarien nurjahduskestävyyttä parannettua. (Salmijärvi 2013.)

Väliaikaisen tuen perustamisessa voidaan käyttää hyväksi myös olemassa olevien tukien perustuksia. Nokianvirran sillan väliaikaista tukea ei kuitenkaan perustettu tuen T4 anturan varaan, koska anturan sijainti suhteessa tarvittavaan työnaikaiseen tuentaan oli sopimaton. (Koivula 2013.)



KUVA 11: Vesiputken paikka varmistettiin kaivamalla se esiin (Kuva: Vesa Salmijärvi 2012)

Väliaikaisen tuen perustamistason varmistamisen jälkeen tehtiin tarvittavat kaivutyöt ja 300 mm vahvuinen murskearina anturan alle (KUVA 12). Erityistä huomiota kiinnitettiin murskearinan tiivistykseen. Hyvällä tiivistystyöllä pyrittiin varmistamaan mahdollisimman vähän painuva mursketäyttö ja hallitsemaan näin koko väliaikaisen tuen painumia. (Salmijärvi 2013.)



KUVA 12: Murskearinan tekoa (Kuva: Vesa Salmijärvi 2012)

Minkäänlaisia pohjatutkimuksia ei ennen väliaikaisen tuen perustamista tehty. Tämän vuoksi tuen painuman seurantaan kiinnitettiin erityistä huomiota heti rakentamisen jälkeen. Painumaa seurattiin aluksi päivittäin vertaamalla väliaikaisen tuen korkeusasemaa vanhaan rakenteeseen (välitukeen T4). Painumaa mitattiin mittakepin avulla. Väliaikainen tuki painui ensimmäisen vuorokauden aikana 5 mm ja pysähtyi siihen. Painuman seuranta jatkettiin koko väliaikaisen tuennan ajan vähintään kerran viikossa. (Salmijärvi 2013.)

Anturan muotti tehtiin lautamuottina ja anturan raudoitus tuli työmaalle kahtena valmiina osana, jotka sidottiin toisiinsa (KUVA 13). Anturan yläpintaan asennettiin kiinnitys-

levyt teräksiselle HE-palkille suunnitelman mukaisesti (Ks. Liite 2). Levyt kiinnitettiin anturan raudoitukseen ennen valua. (Salmijärvi 2013.)



KUVA 13: Väliaikaisen tuen anturan muotti ja raudoitus (Kuva: Vesa Salmijärvi 2012)

Tuennan perustamistöissä käytetyt resurssit:

- työnjohtaja
- 2 rakennusammattimestä
- kaivinkone 5 tn
- nosturilla varustettu kuorma-auto
- maantiivistäjä 450 kg. (Salmijärvi 2013.)

4.3.3 Terästuen rakentaminen

Terästuki rakennettiin luiskassa vaaka-asennossa valmiiksi siten, että se pystytettiin nostamaan alimman HE-palkin päälle asennettujen työnaikaisten palkkien ja toppareiden varaan. Kuva 14 on otettu tuen purkuvaiheessa, mutta siinä näkyy kaksi työnaikaista poikittaispalkkia ja niihin hitsatut topparit. Nämä palkit ja topparit jäivät lopulta tuen pystyttämisen jälkeen osaksi rakennetta. Tuki on kuvassa 14 samassa asennossa, jossa se koottiinkin. Ennen tuen kokoamista alimman HE-palkin ja anturan kiinnityslevyjen väliin asennettiin harjateräkset, joilla palkki saatiin hieman irti anturan yläpinnasta. Anturan yläpinnan ja palkin väliin jäänyt tyhjä tila täytettiin juotosbetonilla ja näin varmistettiin palkin ja anturan välinen kosketuspinta tasaiseksi. (Salmijärvi 2013.)



KUVA 14: Työnaikaiset poikittaiset HE-palkit ja topparit

Terästuen rakentamisvaiheessa suunnitelmista jouduttiin hieman poikkeamaan. Teräsosien saatavuuden vuoksi tuen pilarit vaihdettiin kooltaan 323,9x8 oleviin pyöreisiin putkipalkkeihin, kun suunnitelmien mukaan ne olisivat olleet 273x10 putkipalkkeja. Halkaisijaltaan suuremman, mutta ainevahvuudeltaan ohuemman teräksisen putkipalkin staattiset arvot tarkastettiin putkipalkkien valintataulukosta (taulukko 1). Kuvan 14 alareunassa näkyy myös yksi kuudesta tunkkaustasolle tuen pilareiden alle asennettavasta HE-palkin pätkästä, jotka suunnitelmien mukaan olisivat olleet putkipalkkeja. Putkipalkit vaihdettiin uumajäkistettyihin HE-palkkeihin niiden helpomman asennettavuuden vuoksi. Teräsprofiilien vaihtaminen missä tahansa rakenteessa vaatii kuitenkin aina suunnittelijan hyväksynnän. (Salmijärvi 2013.)

TAULUKKO 1. Pyöreät putkipalkit (Oy Kontino Ab, Varastoluettelo, 61. Muokattu)

Pyöreät putkipalkit (SFS 5001)										
Ulko- halkaisija	Seinämän paksuus	Paino	Poikkileikk. pinta-ala	Ulkopuol. pinta-ala	Staattiset arvot					
Ø mm	t mm	kg/m	cm ²	m ² /m	I cm ⁴	W cm ³	S cm ³	i cm	I ₁ cm ⁴	W ₁ cm ³
273	4,0	26,5	33,8	0,858	3058	224	289	9,51	6166	448
	5,0	33,0	42,1	0,858	3781	277	359	9,48	7562	554
	6,3	41,4	52,8	0,858	4696	344	448	9,43	9392	668
	8,0	52,3	66,6	0,858	5852	429	562	9,37	11700	857
	10,0	64,9	82,6	0,858	7154	524	692	9,31	14310	1048
	12,5	80,3	102	0,858	8697	637	849	9,22	17390	1274
323,9	4,0	31,6	40,2	1,02	5143	318	409	11,3	10290	635
	5,0	39,3	50,1	1,02	6369	393	509	11,3	12740	787
	5,6	44,0	56,0	1,02	7094	438	567	11,3	14190	876
	6,3	49,3	62,9	1,02	7929	490	636	11,2	15860	979
	8,0	62,3	79,4	1,02	9910	612	799	11,2	19820	1224
	10,0	77,4	98,6	1,02	12160	751	986	11,1	24320	1501
	12,5	96,0	122	1,02	14850	917	1213	11,0	29690	1833

Terästuen pilareihin hitsattiin teräksiset kannatinpalkit työtelineä varten sekä kiinnikkeet telineen kaiteelle. Telineet tehtiin puusta tuen pystytyksen jälkeen. Telineen kannatinpalkit toimivat myös toppareina tuen nostovaiheessa. Kaikki hitsausliitokset tarkastettiin silmämääräisesti urakoitsijan toimesta ennen tuen pystyyn nostamista. Tuki nostettiin pystyyn kahdella kuorma-autoalustaisella nosturilla ja varmistettiin kahdella kiinnitysketjulla vanhojen laakereiden takaa (KUVA 15). Ketjuille asennettiin kiinnitysketjujen ylimmän HE-palkin alalappaan terästuen rakentamisen yhteydessä. Ketjut pitivät tuen pystyssä ennen sillan tunkkausta ja kuormien siirtämistä väliaikaiselle tuelle. Kiinnitysketjujen asennuksessa käytettiin kuorma-auton nosturin lisälaitteena ollutta nostokoria. Ketjut poistettiin korjattavien rakenteiden purkutöiden yhteydessä. (Salmijärvi 2013.)



KUVA 15: Tuen nosto ja varmistus ketjuilla (Kuva: Vesa Salmijärvi 2012)

Terästuen rakentamisessa ja nostossa käytetyt resurssit:

- työnjohtaja
- 3 rakennusammattimiestä
- nosturilla varustettu kuorma-auto tuen rakennusvaiheessa (lisävarusteena nostokori kiinnitysketjujen asennusta varten)
- 2 kuorma-autoalustaista nosturia tuen nostovaiheessa. (Salmijärvi 2013.)

4.3.4 Sillan ylöstunkkaus

Laattasillan päätä tunkattiin terästuen ja hydraulitunkkien avulla noin 15 mm ylöspäin siten, että vanhojen laakereiden kuorma poistui. Riittävä tunkkaus varmisti myös sen, että betonirakenteiden uusimisen jälkeen kumilevylaakereiden asentamiselle jäi riittävästi tilaa. Työ tehtiin kuudella hydraulitunkilla tunkkaustasolta terästuen pilareiden vierestä suunnitelman mukaisesti. Riittävän nostonvaran varmistamiseksi tunkkien alle asetettiin kaksi 30 mm paksuista teräslevyä. Kun siltaa oli nostettu tarpeeksi, tunkkaustasolle tuen pilareiden kohdalle asennettiin HE-palkin pätkät ja kaksi teräslevyä. (Salmijärvi 2013.)

Kuva 16 on otettu tuen purkuvaiheessa, mutta siinä näkyy tunkkien sijoittelu sekä tunkkaustasolle asennetut uumajäykistetyt HE-palkin pätkät ja teräslevyt.



KUVA 16: Tunkit asetettiin tuen pilareiden viereen tunkkaustasolle

Hydraulitunkit on kytkettävä rinnan ja jokaisella tunkilla on oltava oma sulkuventtiili ja painemittari, jotta tunkeista saadaan niin sanotusti ”löysät pois”. Tämä tarkoittaa sitä, että tunkkien nostorenkaat ottavat kiinni nostettavaan rakenteeseen, mutta eivät nosta sitä vielä, ja paine jokaisella tunkilla on sama. Näin tunkatessa ei synny epätasaista siirtymää, joka saattaisi aiheuttaa haitallisia kuormituksia rakenteille. Kun on varmistuttu siitä, että kuorma jakaantuu tasan tunkeille, voidaan pääsulkuventtiilin avulla nostaa kaikkia tunkkeja samaan aikaan ja kaikki tunkit nousevat tällöin yhtä paljon. Hydraulitunkkien oikea ja turvallinen käyttö vaatii aina osaavan työnjohtajan. Tunkattavalta silta on katkaistava liikenne tämän työn ajaksi. (Salmijärvi 2013.)

Väliaikaisen tuen suunnitelmissa tunkattavan siltalaatan oman painon osuus puretulle tuelle oli 150,6 tn (Koivula 2013). Täten suunniteltu tunkkausvoima olisi ollut 25 tn/tunkki. Tunkkauskalustoksi valittiin kuitenkin teholtaan 150 tn olevat tunkit, koska laattasillan tuet T5 ja T6 ovat kiinteät, ja sillan päätyä tuen T4 kohdalta piti käytännössä vääntää ylöspäin. Tämän takia käytettiin selvästi suuritehoisempia tunkkeja. Silta lähti nousemaan, kun tunkkien painemittarit näyttivät 180 bar. (Salmijärvi 2013.)

Kun silta lähti nousemaan, toteutunut tunkkausvoima yhtä tunkkia kohden saatiin laskemalla alla olevalla kaavalla.

$$F = p \times A = 1800 \frac{N}{cm^2} \times 198,6 cm^2 = 358200 N = 35,8 tn \quad (1)$$

Kaavassa (1) F on toteutunut laskettava tunkkausvoima ja p on painemittarin lukema muutettuna yksikköön N/cm^2 (Enerpac 2010, 247). A on tunkin sylinterin tehokas pinta-ala, joka saadaan hydraulitunkkien valintataulukosta (Enerpac 2010, 50). Toteutunut tunkkausvoima sillan lähtiessä nousemaan oli siis 35,8 tn/tunkki, ja koska tunkkeja oli kuusi, saadaan tunkkausvoimaksi yhteensä 214,8 tn. Tunkkausvoimaa ei laskettu sillan kannen ollessa yläasennossa, koska siltaa nostettiin vain 15 mm ja maksimi tunkkausvoima oli vain hieman laskettua lähtötilannetta suurempi. Tunkkien teho riitti siis hyvin sillan nostamiseen. (Salmijärvi 2013.)

Tunkit olivat siis ylimitoitettuja, koska todellisen tunkkausvoiman tarkan arvon määrittäminen suunnitteluvaiheessa oli hankalaa. Nokianvirran sillan kaltaisissa tilanteissa on kuitenkin hyvä valita tunkkausteholtaan selvästi ylimitoitettut tunkit. Jos tunkkien teho ei riitä nostamaan siltaa, työt viivästyvät ja kustannukset nousevat. (Salmijärvi 2013.)

Sillan nostossa käytetyt tunkit olivat malliltaan sellaisia, että ne olisi voinut lukita tunkkauksen jälkeen ja jättää paikoilleen osaksi tukirakennetta. Näin ei kuitenkaan tehty tuennan pitkäaikaisuuden vuoksi. Silta ei tarvinnut myöskään lisätunkkausta, koska tuenta painui vain noin 5 mm koko sen pystyssä olon aikana. (Salmijärvi 2013.)

Tuenta tarkastettiin ja hyväksyttiin heti tunkkauksen jälkeen. Tarkastuksessa mukana olivat suunnittelija, työmaapäällikkö sekä tilaajan konsultti. (Salmijärvi 2013.)

Sillan tunkkausvaiheessa käytetyt resurssit:

- työnjohtaja
- 3 rakennusammattimiestä
- tunkkauskalusto. (Salmijärvi 2013.)

4.3.5 Väliaikaisen tuen purkaminen

Väliaikainen tuki purettiin, kun sillan päällysrakenteet tuen T4 kohdalla oli saatu korjattua ja uudet laakerit asennettua paikoilleen. Purkamisvaiheessa sillan tunkkaus tapahtui liikennekatkon aikana samalla tavalla kuin tuen pystytysvaiheessa (Salmijärvi 2013). Sillan kannen ja laakereiden välinen etäisyys tarkastettiin ennen sillan laskemista uusien laakereiden varaan (KUVAT 17 ja 18). Näin varmistettiin sillasta aiheutuvan kuorman tasainen jakautuminen laakereille. (RIL 179 Sillat 1989, 387.)



KUVA 17: Laakereiden ja kannen välisen etäisyyden tarkistus sekä terästuen varmistus kuormaliinalla ennen tunkkausta



KUVA 18: Uusi kumilevylaakeri

Ennen tunkkauksen aloittamista terästuki sidottiin kahdella kuormaliinalla laakeritason sivuseinämistä (KUVA 17) ja puiset työtelineet sahattiin poikki terästuen leveydeltä. Kun siltaa oli tunkattu hieman ylöspäin, tunkkaustasolta HE-palkkien päältä poistettiin teräslevyt, ja silta laskettiin uusien laakereiden varaan. Tämän jälkeen tunkit poistettiin ja liikenne katkaistiin sillan alittavalta kevyenliikenteenväylältä. Kuormaliinat irrotettiin varovasti ja tuki kaadettiin hallitusti luiskaan (KUVA 19). (Salmijärvi 2013.)



KUVA 19: Terästuki kaadettuna luiskaan

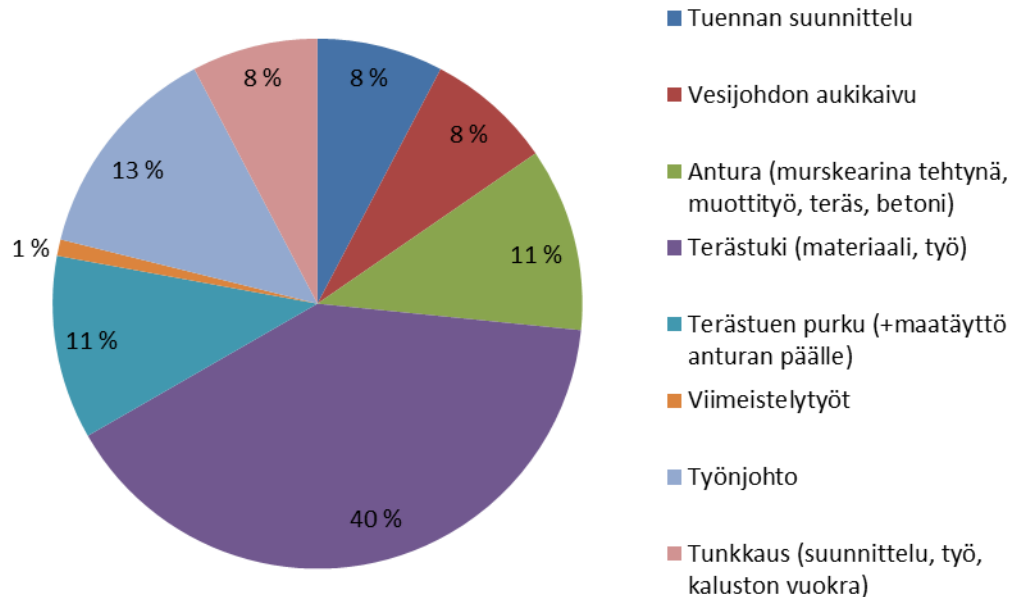
Terästuki purettiin polttoleikkaamalla ja teräsosat toimitettiin romumetallin keräykseen. Väliaikaisen tuen teräsbetonianturaa ei purettu vaan se jätettiin paikoilleen ja peitettiin luiskan viimeistelyn yhteydessä. (Salmijärvi 2013.)

Väliaikaisen tuen purkuvaiheessa käytetyt resurssit:

- työnjohtaja
- 4 rakennusammattimiestä
- tunkkauskalusto
- nosturilla varustettu kuorma-auto. (Salmijärvi 2013.)

4.4 Väliaikaisen tuennan kustannukset

Nokianvirran sillan osuus kolmen sillan korjausurakan hinnasta oli lisätöineen noin 1,2 miljoonaa euroa. Väliaikaisen tuennan osuus tästä oli noin 8,5 prosenttia. Tuennan kustannusten jakautuminen on esitetty kuviossa 7. (Tarjous lisätyöstä 2012.)



KUVIO 7. Väliaikaisen tuennan kustannusten jakautuminen

Urakoitsijalle jääneiden terästukimateriaalien kustannukset hyvitetiin tilaajalle väliaikaisen tuennan hinnasta. (Tarjous lisätyöstä 2012.)

4.5 Väliaikaisen tuennan aikataulu

Nokianvirran sillan korjausurakka jatkui maaliskuussa 2012 väliaikaisen tuennan perustamistöillä. Aikataulusta (Ks. Liite 3) nähdään, että tuennan perustaminen ja terästuen rakentaminen, sekä sillan tunkkaus, kestivät yhteensä viisi työviikkoa. Laattasillan pääty oli tuettuna väliaikaisen tuen varaan noin 25 viikkoa. Tänä aikana tehtiin päällysrakenteiden betonirakenteiden korjaukset muiden urakkaan liittyvien töiden lomassa. Tuennan purkamisen kesti kaksi päivää. (Korjausurakan työmaapäiväkirja, Nokianvirran silta 2012.) Suunnittelu oli kokonaistyömäärältään noin 40 tuntia, mutta se jakaantui noin kuukauden ajalle (Koivula 2013).

Väliaikaisen tuennan rakentamisvaiheessa oli huomioitava, että vesiputken esiin kaivaminen on normaaliin kaivutyöhön verrattuna tarkempaa ja hitaampaa työtä. Työhön varattiinkin hieman normaalia enemmän aikaa, koska jos vesiputki olisi hajonnut, työt olisivat viivästyneet varmasti. (Salmijärvi 2013.)

Väliaikaiseen tuentaan liittyvät työt kestivät yhteensä siis 5,5 työviikkoa. Työt tehtiin kuitenkin kevättalvella, jolloin sillankorjausurakan muita työvaiheita ei pystytty vielä tekemään. Tuennan rakentaminen ei vienyt resursseja alkuperäisen urakan työvaiheilta eikä siis vaikuttanut merkittävästi urakka-aikaan. Päällysrakenteiden korjaus tuen T4 kohdalla kuitenkin sitoi resursseja urakkaan kuuluvilta töiltä ja pidensi näin urakka-aikaa.

5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Sillan väliaikaista tuentaa tarvitaan yleensä tiettyjen peruskorjauksen työvaiheiden aikana, mutta tuentaa voidaan tarvita myös onnettomuuden vaurioita korjattaessa ja sillan, tai sen alittavan väylän, liikenteellisen välityskyvyn parantamisen aikana. Yleisimmät sillalle tehtävät korjaustoimenpiteet, jotka edellyttävät väliaikaisen tuennan, ovat laakerien vaihtaminen sekä välitukien korjaus. Sillan välitukeen kohdistunut törmäys on esimerkki onnettomuudesta, jonka korjaustyöt voivat vaatia väliaikaisen tuennan.

Yksinkertaisin tapa tukea silta väliaikaisesti on asentaa sen laakeritasolle jokin teräsraakenne, esimerkiksi HE-palkki, jonka varaan kansi tuetaan sillan ylöstunkkauksen jälkeen. Myös laajemmat väliaikaiset tukirakenteet tehdään yleensä teräksestä. Tuki voidaan rakentaa työmaalla, jos olosuhteet sen sallivat, tai tukena voidaan käyttää valmiina saatavia teräsrakenteita. Suurempien ja pidempiaikaisten tuentojen perustamiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota, jotta saadaan minimoitua painumat ja sitä myöden pystytään ehkäisemään sillalle mahdollisesti tapahtuvat haitalliset liikkeet.

Ennen vuotta 2013 väliaikaiset tuet suunniteltiin Tiehallinnon Siltojen kuormat ohjeen mukaan, kuten Nokianvirran sillan tapauksessa. Nykyään suunnittelussa käytetään Eurokoodin mukaista uutta ohjetta. Suunnittelusta voi vastata urakoitsija itse tai tilaaja voi tilata suunnittelun joltakin suunnittelutoimistolta, jos urakoitsijan resurssit tai pätevyudet eivät suunnitteluun riitä. Nokianvirran tapauksessa suunnittelu hoitui helposti Destian oman suunnitteluosaston kautta.

Nokianvirran sillan väliaikaiseksi tuentarkeiksi valittiin paikalla rakennettava terästuki, koska tuki pystyttiin rakentamaan luiskassa valmiiksi ja nostamaan siitä helposti teräsbetonianturan varaan. Kevyempi tuenta laakeritasolta ei ollut mahdollinen, koska korjaustyöt sisälsivät laakeritason uusimisen. Lisäksi paikalla rakennettu tuki oli todennäköisesti kaikkein edullisin vaihtoehto. Valmiin terästukiratkaisun vuokraus olisi säästänyt tuen rakentamisajan eli kolme viikkoa, mutta vuokrausajan pituuden vuoksi olisi todennäköisesti tullut kalliimmaksi, vaikka terästuen rakentaminen muodostikin suurimman yksittäisen kustannuserän sillan korjaushankkeessa.

Nokianvirran sillan väliaikainen tuenta ja päällysrakenteiden korjaus olivat alkuperäiseen sillankorjausurakkaan kuulumattomia lisätöitä ja korjaustyön kustannukset muo-

dostuivatkin ennakoitua suuremmiksi. Sillan tarkastuksiin onkin jatkossa kiinnitettävä enemmän huomiota, koska nyt rakenteiden huonoa kuntoa ei tarkastuksissa havaittu.

Tässä opinnäytetyössä ei otettu kantaa erilaisten tuentaratkaisujen kustannus- tai aika-
tauluvaikutuksiin. Niinpä tälle työlle jatkoa voisi olla esimerkiksi työmaalla rakennetta-
van terästuen ja valmiin terästukirakenteen vertailu keskenään. Jälkilaskenta olisi hyvä
keino saada selville kaikkein edullisin ratkaisu. Suomen sillaston korjaustarve on kas-
vamassa, joten tällaisetkin vielä melko harvinaiset työvaiheet tulevat lisääntymään. Tä-
mä tarkoittaa sitä, että myös jonkinlaiselle väliaikaisen tuennan työ- tai suunnitteluoh-
jeelle saattaa olla tulevaisuudessa kysyntää.

LÄHTEET

Acrow Bridges. Shoring and superprops. Luettu

25.3.2013. <http://www.acrowcanada.com/en/shoring-and-superprops.htm>

Acrow panel bridging. Technical handbook. Thos Storey (Engineers).

Enerpac. 2010. E326e. Tuoteluettelo.

Fonecta Oy.

ku. <http://www.fonecta.fi/kartat/Turuntie+170%2C+37120%2C+Nokia>

Järvinen, V. 2009. RTEK-360 Sillanrakennuksen perusteet. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto.

Lukkari, J. 2000. Hitsien laatu ja hitsausvirheet. Hitsausuutisissa julkaistut artikkelit, osat 1-5. Oy Esab. Luettu

5.5.2013. http://www.esab.fi/fi/fi/support/upload/Hitsien_laatu_ja_hitsausvirheet.pdf

Koivula, P. yksikön päällikkö, suunnittelupalvelut, Destia Oy. 2008. Väliaikaisen tuennan suunnittelumateriaali, Kulosaaren silta.

Koivula, P. yksikön päällikkö, suunnittelupalvelut, Destia Oy. 2013. Haastattelu 1.2.2013. Haastattelija Lahdensivu, T. Tampere.

Korjaussuunnitelman yleispiirustus, Nokianvirran silta. 2010. Ramboll Finland Oy.

Korjaustyön työselitys, Nokianvirran silta (H-701). 2010. Ramboll Finland Oy.

Korjausurakan työmaapäiväkirja, Nokianvirran silta. 2012. Destia Oy.

Kääntörenkaan vaihtopiirustus 2, Visuveden silta. 2012. Insinööritoimisto Pontek Oy.

Oy Kontino Ab. Varastoluettelo.

Pehrsson, R. 1996. Teräsrungon suunnittelu. Teoksessa Saarni, R. (toim.) Teräsrakentaminen 1996. Tampere: Rakennustieto Oy, 77.

RIL 179 Sillat. 1989. Helsinki. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Salmijärvi, V. työmaapäällikkö, Destia Oy. 2013. Haastattelu 18.1.2013. Haastattelija Lahdensivu, T. Tampere.

Sihvo, J. työmaapäällikkö, Destia Oy. 2013. Haastattelu 18.1.2013. Haastattelija Lahdensivu, T. Tampere.

Sillan korjaussuunnitelma, laattasillan tuenta. 2012. Destia Oy.

Stroyrent. Projects. Swanbank Railway Bridge. Luettu

25.3.2013. <http://www.stroyrent.bg/en/home.html>

Tarjous lisätyöstä, Nokianvirran sillan tuen T4 ja laattasillan rapautumavaurioiden korjaus ja väliaikainen tuenta. 2012. Kustannuserittely. Destia Oy.

Teräsrakenteiden suunnittelu ja mitoitus. 2010. Eurocode 3 –oppikirja. Teräsrakenneyhdistys ry.

Väisänen, E. työpäällikkö, Destia Oy. 2013. Puhelinhaastattelu 14.1.2013. Haastattelija Lahdensivu, T.

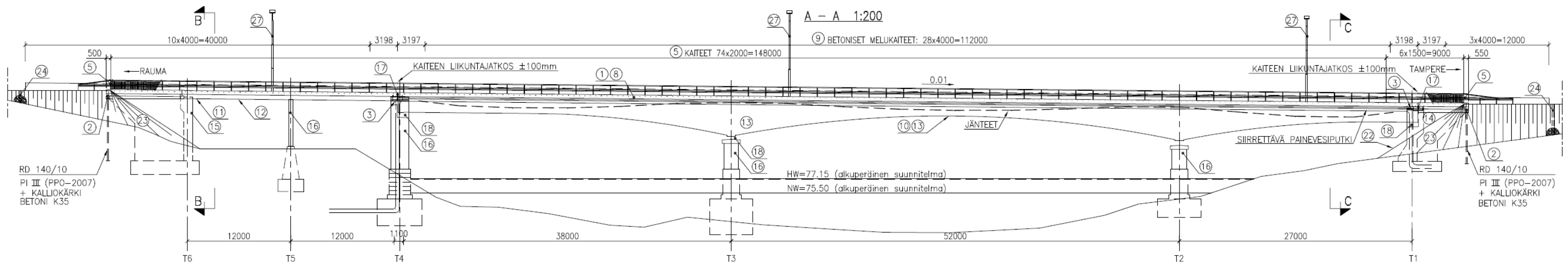
LIITTEET

Liite 1: Nokianvirran sillan pituusleikkaus (Korjaussuunnitelman yleispiirustus 2010)

Liite 2: Väliaikaisen tuennan suunnitelmapiirustus

Liite 3: Väliaikaisen tuennan aikataulu

Liite 1. Nokianvirran sillan pituusleikkaus



Liite 2. Väliaikaisen tuennan suunnitelmapiirustus

