



**TEKNIikka JA LIIKENNE**

**Rakennusalan työnjohto**

**MESTARITYÖ**

**SILLANRAKENNUSTYÖMAAN LAADUNHALLINTA**

**Työn tekijä: Wiljam Salminen  
Työn ohjaaja: Ville Lonka**

**Työ hyväksytty: \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 2011**

**Valvojaopettaja:  
Timo Riikonen  
lehtori**



## **ALKULAUSE**

Tämä mestarityö tehtiin Niska & Nyssönen Oy:lle. Haluan kiittää projektissa mukana olutta ohjaajaani Ville Lonkaa, valvojaani Timo Riikosta sekä tyttöystävääni Jaana Hautajokea. Lisäksi erityiskiitokset yrityksen laatupäällikölle Markku Savolalle asiantuntija-avusta.

Helsingissä 15.2.2011

Wiljam Salminen

## TIIVISTELMÄ

<b>Työn tekijä:</b> Wiljam Salminen	
<b>Työn nimi:</b> Sillanrakennustyömaan laadunhallinta	
<b>Päivämäärä:</b> 15.2.2011	<b>Sivumäärä:</b> 29 s. + 1 liite
<b>Koulutusohjelma:</b> Rakennusalan työnjohto	
<b>Työn ohjaaja:</b> lehtori Timo Riikonen <b>Työn ohjaaja:</b> laatuinsinööri Ville Lonka	
<p>Tämä mestarityö tehtiin Niska &amp; Nyyssönen Oy:n toimeksiannosta vuonna 2011. Mestarityön tekemiseen johtanut ongelma on yhtenäisen laadunhallinnan puuttuminen yrityksen sillanrakennustyömailla. Ongelma esiintyy etenkin pienillä työmailla, joiden pääpaino on tien tai kunnallistekniikan rakentamisessa.</p> <p>Mestarityön tarkoitus on helpottaa laadunhallintaa kaiken kokoisilla sillanrakennustyömaille. Työn on tarkoitus toimia selkeänä koosteenä monen eri lähteen sillanrakennukselle antamista määräyksistä ja säädöksistä. Tämä mestarityö on tarkoitettu avuksi henkilölle, joka vastaa sillanrakennuksen laadunhallinnasta työmaaolosuhteissa. Tämän ohjeen avulla pyritään säilyttämään sillanrakennustyömaiden laadunhallinta aina yhtä hyvällä tasolla työmaan koosta tai pääpainosta riippumatta.</p> <p>Mestarityössä kuvataan tärkeimpien sillanrakennustyön laatutehtävien sisältö ja vaatimukset. Tärkeimmistä laatudokumenteista on myös esitetty esimerkkikuva. Työtä voidaan soveltaa kaikkiin maalle rakennettaviin betonirakenteisiin siltoihin. Mestarityö sisältää myös miellekartan, jossa käy ilmi sillanrakentamisen laadunhallinnan tärkeimmät vaiheet.</p>	
<b>Avainsanat:</b> sillanrakennus, laadunhallinta, miellekartta	

## ABSTRACT

<b>Name:</b> Wiljam Salminen	
<b>Title:</b> The bridge construction site's quality control	
<b>Date:</b> february 15 <sup>th</sup> 2011	<b>Number of pages:</b> 29 + 1
<b>Department:</b> Construction manager	
<b>Instructor:</b> lecturer Timo Riikonen	
<b>Supervisor:</b> engineer Ville Lonka	
<p>This graduate study has been made by the request of Niska &amp; Nyyssönen Oy in 2011. The subject of the study has been chosen in order to solve the problems among bridge construction's lack of consistent quality surveillance. These problems appear especially on smaller construction sites where the primary stress is on building roads or municipal engineering.</p> <p>The purpose of this graduate study is to ease the quality control on bridge construction sites of any size. It is meant to work as an explicit summary created out of several different sources instructions and regulations on how to sufficiently fulfill bridge's quality control. Study is made in order to give assistance for the person who is on charge of the bridge quality control management in actual worksite conditions. With this guideline the quality of the bridge construction is helped to preserve a good level no matter what the size of the site is or where the direction of the primary stress is.</p> <p>The graduate study describes the content and regulations about the most important quality tasks. There is also a picture displayed about the most necessary quality documents. The study can be applied to all concrete structured bridges on land. It also includes a mind map showing the important steps when creating documentation about bridge building's quality control.</p>	
<b>Keywords:</b> bridge building, quality control, mind map	

## SISÄLLYS

### ALKULAUSE

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

### SISÄLLYS

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>TYÖN TAVOITTEET</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>TUTKIMUSMENETELMÄT</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>LAATUSUUNNITTELU</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>SILLANRAKENTAMISEN LAATUTEHTÄVÄT TYÖVAIHEITTAIN</b>	<b>4</b>
5.1	Käsitteet	4
5.2	Paalutustyöt	5
5.3	Peruslaatat	6
5.4	Pääty- ja välituet	7
5.5	Kansi	8
5.6	Jännitystyöt	9
5.7	<b>Pintarakenne</b>	<b>10</b>
5.7.1	<i>Epoksitiivistys</i>	10
5.7.2	<i>Eristystyöt</i>	10
5.7.3	<i>Suojabetonointityöt</i>	11
5.7.4	<i>Asfaltointityöt</i>	11
5.8	<b>Varusteet ja laitteet</b>	<b>12</b>
5.8.1	<i>Laakerointityöt</i>	12
5.8.2	<i>Kaiteiden ja johteiden asennustyöt</i>	12
5.8.3	<i>Siirtymälaatat</i>	13
5.8.4	<i>Liikuntasaumalaitteet</i>	13
<b>6</b>	<b>LAATUKANSIO</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>SUUNNITELMAT</b>	<b>15</b>
7.1	Urakan toiminta- ja laatusuunnitelma	15
7.2	Laadunvarmistussuunnitelma	16
7.3	Työ- ja laatusuunnitelma	18
7.4	Tekninen työsuunnitelma	21
7.5	Laaturaportointi töiden jälkeen	23
7.6	Miellekartta laadunhallinnan vaiheista	25

<b>8</b>	<b>YHTEENVETO</b>	<b>26</b>
	<b>VIITELUETTELO</b>	<b>28</b>
	<b>LIITTEET</b>	

LIITE 1: Urakan toiminta- ja laatusuunnitelman sisällysluettelo

## 1 JOHDANTO

Niska & Nyysönen Oy on vuonna 1994 perustettu maanrakennusalan yritys, joka toimii myös pilaantuneiden maiden käsittelijänä sekä jätehuoltoon ja ympäristöön liittyvässä rakentamisessa. Yritys on myös erikoistunut stabilointiin, rautatierakenteisiin sekä satamarakennushankkeisiin. Yrityksellä on toimipisteet Espoossa, Jyväskylässä ja Oulussa. Niska & Nyysönen Oy:n liiketoiminta kattaa koko maan ja yritys työllistää 175 henkilöä. Yrityksen liikevaihto oli 64,0 miljoonaa euroa vuonna 2009[1.]

Niska & Nyysönen Oy:n toiminta on keskittynyt pääosin kotimaahan. Kotimaan toiminnan lisäksi yritys on mukana ulkomaisissa hankkeissa konsultoimalla tai toteuttamalla. Yrityksen tärkeimmät yhteistyökohteet ulkomailla ovat Baltiassa ja Pohjoismaissa [1.]

Vuonna 2010 yritys myytiin Soraset Oy:lle. Niska & Nyysönen Oy säilytti kuitenkin vielä virallisen nimensä, mutta vuoden 2011 aikana molempien yritysten tuleva yhteinen nimi on Soraset Yhtiöt Oy. Yrityksoston myötä yritykselle tuli toimipisteet myös Tampereelle ja Kuopioon.

Opinnäytetyön tekemiseen johtanut syy on yhtenäisen laadunhallinnan puuttuminen yrityksen sillanrakennustyömailla. Sillanrakennustyömailla suurimmat puutteet laatuasioissa ovat muun muassa rakennusteknisten tarkastusten ja mittauksen laatudokumentoinnin puute ja sillasta kerätyn laatuaineiston ns. laatukansion sisältö. Myös laadunvarmistussuunnitelmien sisältö on monissa tapauksissa ollut puutteellinen.

Sillanrakentamisessa on ensiarvoisen tärkeää kiinnittää huomiota laatuasioihin, koska silta on 1. luokan betonirakenne. Betonirakenteiden 1. luokka tuo mukanaan esimerkiksi pätevyysvaatimuksia työnjohdolle, erityissuunnittelua, erityistöitä sekä laadunvalvontaan liittyviä tarkastuksia ja vaatimuksia. Sillan rakentamisesta kerätyn laatuaineiston tarkoitus on osoittaa sillan rakenteiden sekä varusteiden ja laitteiden vaatimustenmukaisuus. Paras tapa sillan laatuaineiston hallintaan on laatukansio.

## 2 TYÖN TAVOITTEET

Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä ohje sillanrakennustyömaan laadunhallintaan, jonka avulla jokaisella Niska & Nyysönen Oy:n sillanrakennustyömaalla hoidetaan sillanrakentamiseen liittyvät laatuasiat aina samalla tavalla, työmaan koosta riippumatta. Ohjeesta pyritään tekemään yksinkertainen ja selkeä, että sen avulla sillanrakentamisen laatuasioista vastaavan henkilön on helppo tehdä sekä vaatia, esimerkiksi aliurakoitsijalta, tarvittavat suunnitelmat, tehdä laadunvalvontaan liittyviä tarkastuksia sekä ylläpitää kunnollista ja selkeää laatudokumentointia.

Työn tavoitteiden saavuttaminen vaatii sillanrakennustyön laatumaailmaan tutustumista sekä vaatimusten selkeää tulkintaa ja ulosantia. Paras tapa työn lopputuloksen testaamiseksi on soveltaa ohjetta sillanrakennustyömaan laadunhallinnassa työmaaolosuhteissa.

## 3 TUTKIMUSMENETELMÄT

Opinnäytetyö toteutetaan Niska & Nyysönen Oy:n laatujärjestelmään tukeutuen mestarityön tekijän normaalin työajan ulkopuolella. Niska & Nyysönen Oy tarjoaa opinnäytetyön tekemiseen tarvittavat välineet ja materiaalit sekä myös opinnäytetyön tekemisen vaatimaa opastusta. Opinnäytetyön aikana perehdytään InfraRYL- ja SYL-määräyksiin sekä yrityksen laatujärjestelmään. Opinnäytetyötä varten pyritään selvittämään sillanrakennustyömaiden laadunhallintaan liittyvät määräykset. Määräysten pohjalta pyritään kehittämään ohje, joka yhtenäistää yrityksen sillanrakennustyömaiden laadunhallinnan, työmaan koosta ja pääpainosta riippumatta.



#### 4 LAATUSUUNNITTELU

Laatusuunnittelun lähteenä ovat INFRARYL, SYL-määräyksien osat 1–7, maanrakennuslaki, yrityksen oma laatujärjestelmä sekä työmaan toiminta- ja laatusuunnitelma. Laatusuunnittelu on tärkeässä roolissa nykypäivän rakentamisessa ja kaikki rakennustoiminta pyörii laadun ja laatuvaatimuksien ympärillä. Rakennustöiden kunnolliseen laatusuunnitteluun tulee kiinnittää erityistä huomiota. Kunnollinen laatusuunnittelu antaa hyvän kuvan yrityksestä ja sen toiminnasta sekä toimii myös tarvittaessa takeena siitä, että yritys hoitaa työnsä lakien ja säännösten mukaisesti. Laatusuunnittelun suurimpia ongelmakohtia on suunnitelmien sisältö ja tavoite. Huonoimmassa tapauksissa esimerkiksi jonkun työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma on tehty vain siksi, että se pitää tehdä. Syitä tähän on monia, mm. ajanpuute, tietämättömyys ja puutteellinen materiaali. Työvaihekohtaiset laatusuunnitelmat pitäisi tehdä jo hyvissä ajoin ennen kuin työ aloitetaan, eikä silloin kun työ on jo tehty.

## 5 SILLANRAKENTAMISEN LAATUTEHTÄVÄT TYÖVAIHEITTAIN

### 5.1 Käsitteet

Alle on listattu sillanrakennustyömaan laatutehtävien sisältämiä mittaussmenetelmiä, mittalaitteita sekä yleistä termistöä tarkemmin selitettynä.

**Ilmamäärämittaus** kertoo betonimassan sisältämän ilmamäärän. Ilmamäärämittauksia tehdään valun aikana jos kyseessä on P-lukubetoni.

**Kimmoasaratestaus** on ainetta rikkomaton betonin puristuslujuuden testusmenetelmä [2].

**Lasihelmikoe** on testausmenetelmä, jonka avulla määritetään asfaltti- tai betonipäällysteen pinnan karkeus. Koe tehdään sillan kansirakenteelle ennen epoksitiivistystä [3.]

**PDA-mittaus** tarkoittaa dynaamista koekuormitusta. Mittausta käytetään maahan iskeytyjen paalujen suorana kantavuuden määrittämismenetelmänä [4.]

**P-luku** kertoo betonin pakkasenkestävyysluokan. Pakkaskestävyysluokat ovat P20, P30, P50 ja P70. P-luku betonia sillanrakennuksessa käytetään yleisesti sillan pilareissa ja reunapalkeissa [5.]

**P-lukulaskelma** on laskelma jolla voidaan varmistaa ja todistaa betonimassan pakkasenkestävyysluokka [5].

**Profometri** on ainetta rikkomaton betoniraudoitteiden paikannuslaite, jolla voidaan määrittää betonipinnan peitepaksuudet ja raudoituksen halkaisija [6].

**Pudotuspainolaite** on mittalaite jonka avulla voidaan mitata rakennekerrosten ominaisuuksia taipuman avulla [7].

## 5.2 Paalutustyöt

Sillan alusrakenteiden paalutukseen liittyvissä töissä on huomioitava seuraavat laatutehtävät sekä niihin liittyvät toimenpiteet sekä huomiot:

- Paalutuksesta on laadittava työ- ja laatusuunnitelma.
- Raudoituksesta on laadittava työ- ja laatusuunnitelma, jos kyseessä putkipaalut.
- Hitsaustöistä on laadittava työ- ja laatusuunnitelma, jos kyseessä työmaalla jatkettavat putki- ja porapaalut.
- Paalutustyöstä on laadittava paalutuspöytäkirja.
- Paalujen paikalleen mittaus on suoritettava työn aikana.
- PDA-mittauspöytäkirja on laadittava erillisen suunnitelman mukaan.
- Hitsaussaumoista on tehtävä ultraäänitarkastuspöytäkirja erillisen suunnitelman mukaan.
- Paalut on tarkemitattava, mittauksessa on myös huomioitava kaltevuudet.
- Raudoitustarkastuspöytäkirja on tehtävä, putkipaaluissa myös yläpään suojaetäisyydet on huomioitava.
- Paalujen betonointipöytäkirja on tehtävä jos käytetään putki- ja porapaaluja.
- Paalujen betonin puristuslujusmittaukset on tehtävä, jos käytetään putki- ja porapaaluja.
- Paalujen ja varusteiden materiaalitodistukset esimerkiksi putkipaalut ja kalliokärjet [8.]

### 5.3 Peruslaatat

Sillan alusrakenteiden peruslaattojen rakentamiseen liittyvissä töissä on huomioitava seuraavat laatutehtävät sekä niihin liittyvät toimenpiteet sekä huomiot:

- Peruslaatoista ja raudoituksista on tehtävä työ- ja laatusuunnitelma.
- Peruslaatan betonoinnista on tehtävä betonointisuunnitelma.
- Kaivupohja on tarkemittattava, mittaus tehdään kerrospaksuuden tarkistamista varten.
- Pohjaolosuhteet on tarkastettava silmämääräisesti.
- Materiaalin toimittajan on toimitettava täyttömateriaalin rakeisuuskäyrä.
- Täytön tiiveys- ja kantavuuspöytäkirja tehdään pudotuspainolaitteella ja levykantavuuskokeella.
- Täytön yläpinnalle on tehtävä tarkemittaus, jossa huomioidaan taso, tasaisuus ja täytön paksuus.
- Peruslaattojen muotit on tarkemittattava ennen valua.
- Peruslaatan raudoituksesta on laadittava raudoitustarkastuspöytäkirja jossa huomioidaan myös betoniraudoituksen suojaetäisyydet.
- Peruslaatan betonoinnista on laadittava betonointipöytäkirja.
- Betonin lujuudenkehitystä on seurattava alhaisissa lämpötiloissa sekä talvella.
- Betonin puristuslujuuspöytäkirja tehdään kimmoasaratestauksella tai puristuskoekappaleella.
- Ilmamäärämittaukset ja P-lukulaskelmat on suoritettava, jos valussa käytetään P-lukubetonia.
- Betonipinta on tarkastettava silmämääräisesti valun jälkeen.
- Valettu peruslaatta on tarkemittattava.
- Suojaetäisyydet on mitattava Profometrin avulla [9.]

#### 5.4 Pääty- ja välituet

Sillan alusrakenteiden pääty- ja välitukien rakentamiseen liittyvissä töissä on huomioitava seuraavat laatutehtävät sekä niihin liittyvät toimenpiteet ja huomiot:

- Pääty- ja välituista on tehtävä työ- ja laatusuunnitelma.
- Raudoituksesta on laadittava työ- ja laatusuunnitelma.
- Väli ja päätytukien betonoinnista on tehtävä betonointisuunnitelma.
- Tukien paikalleen mittaus on suoritettava.
- Muotti on tarkemitattava, myös pystysuuntainen suoruus on huomioitava.
- Raudoitustyöstä on laadittava raudoitustarkastuspöytäkirja, jossa on huomioitu myös suojaetäisyydet sekä varustelu.
- Betonimassan ilmamäärämittaukset betonivalun aikana, jos kyseessä P-lukumassa.
- Väli- ja päätytukien betonointityöstä on tehtävä betonointipöytäkirja.
- Betonin lujuuskehitystä on seurattava alhaisissa lämpötiloissa ja talvissä.
- Betonin puristuslujuus on mitattava kimmoasaratestauksella tai puristuskoekappaleella.
- Ilmamäärämittaukset on suoritettava ja P-lukulaskelmat on laadittava, jos kyseessä P-lukumassa.
- Betonipinnat on tarkastettava silmämääräisesti.
- pääty- ja välituet on tarkemitattava, myös suoruus tarkastettava pystysuunnassa.

Pääty- ja välituissa muuta huomioitavaa on, että tuet voidaan yhdistää vain, jos kyseessä ovat samanlaiset rakenteet. Pääty- ja välitukien erotessa toisistaan on rakenteet eroteltava erillisiksi osioiksi [10.]

## 5.5 Kansi

Sillan kansirakenteen rakentamiseen liittyvissä töissä on huomioitava seuraavat laatutehtävät sekä niihin liittyvät toimenpiteet ja huomiot:

- Kannen rakentamistöistä on laadittava työ- ja laatusuunnitelma.
- Sillan suunnittelijan on toimitettava muotti- ja telinesuunnitelmat sekä niihin liittyvät kuvat ja laskelmat.
- Muottien ja telineiden purkusuunnitelma on tehtävä aina.
- Sillan kannen muotista on tehtävä tarkemittaukset.
- Kansirakenteen muotti ja telineet on tarkastettava.
- Kannen raudoituksesta on laadittava työ- ja laatusuunnitelma, suunnitelman toimittaminen kuuluu aliurakoitsijalle.
- Kannen betonoinnista on laadittava betonointisuunnitelma.
- Kansirakenteen raudoituksesta on tehtävä raudoitustarkastuspöytäkirja, jossa huomioidaan myös suojaetäisyydet.
- Sillan varusteet on tarkastettava ennen valun alkua.
- Siltakannen jännitysrakenteiden tarkistukset on tehtävä ennen valua, tarkastuksessa on huomioitava raudoitus, jännityspäät ja putkitarkkeet.
- Betonimassan ilmamäärämittauksia on suoritettava valun aikana.
- Sillan kansirakenteen betonoinnista on laadittava betonointipöytäkirja.
- Betonin puristuslujuus on mitattava puristuskoekappaleella tai kimmo-vasaratestauksella.
- Betonintoimittajan on toimitettava P-lukulaskelmat.
- Betonipintojen silmämääräinen tarkastus on tehtävä koko siltaan.
- Kansi on tarkemittattava valun jälkeen.
- Kannen varusteista ja laitteista täytyy olla materiaalitodistukset [11.]

## 5.6 Jännitystyöt

Sillan päällysrakenteen jännitykseen liittyvissä töissä on huomioitava seuraavat laatutehtävät sekä niihin liittyvät toimenpiteet ja huomiot:

- Jännitystyöstä on laadittava työ- ja laatusuunnitelma.
- Suunnittelijan on laadittava ja toimitettava jännityssuunnitelma.
- Suojaputkien tarkemittaukset on suoritettava ennen kannen valua.
- Lisäraudoitusten tarkastukset on tehtävä ennen kannen valua.
- Betonin jännityslujuus on varmistettava kimmoasaratestauksella, koekappaleella tai lämpötilan avulla.
- Jännityspäät on tarkemittattava päiden purun jälkeen.
- Jännitystyön tekijän on laadittava työnaikainen jännitystyöpöytäkirja.
- Jännitystyöstä vastaavan on pyydettävä katkaisulupa suunnittelijalta.
- Injektointilaastista on oltava suhteutuspöytäkirja, jossa huomioidaan myös vesi-sementtisuhte.
- Injektointilaastin puristuslujuus on varmistettava puristuskoekappaleilla.
- Injektointilaastin turpoamiskoe on suoritettava SFS- EN 445-standardin mukaan.
- Injektointilaastin erottumiskoe on suoritettava SFS- EN 445-standardin mukaan.
- Jännitystyössä tarvittavasta materiaalista on oltava materiaalitodistukset, kuten punokset, laasti ja ankkurikappaleet [12.]

## 5.7 Pintarakenne

Sillan pintarakenteiden rakentamisessa on enintään neljä osa-aluetta, jotka on esitetty neljänä eri työvaiheena.

### 5.7.1 Epoksitiivistys

Pintarakenteiden epoksitiivistystöihin laaditaan työ- ja laatusuunnitelma ennen töiden aloitusta. Mikäli epoksitiivistys tehdään useaan siltaan, on jokaisesta sillasta laadittava työ- ja laatusuunnitelma erikseen. Ennen tiivistystöiden aloittamista tiivistysalustan karkeus tarkistetaan lasihelmikokeella ja tarkastuksesta laaditaan pöytäkirja. Tiivistysalustasta mitataan myös alustan absoluuttinen kosteus koepalan avulla. Tiivistystöiden alkaessa laaditaan tiivistystyöpöytäkirja, jossa kerrotaan ilman lämpötila, ilmankosteus, kastepiste ja epoksin menekki. Tiivistyspöytäkirjan liitteeksi laitetaan myös käytetyn epoksin materiaalitodistukset. Tiivistyskerroksen kuivattua epoksille tehdään tiiveysmittaus ja tartuntavetokoe sekä pöytäkirjat molemmista mittauksista [13.]

### 5.7.2 Eristystyöt

Pintarakenteiden eristystöihin laaditaan työ- ja laatusuunnitelma ennen töiden aloitusta. Eristysalusta tarkistetaan ennen eristystöiden aloitusta ja tarkastuksesta laaditaan tarkastuspöytäkirja. Ennen eristyksen aloitusta eristysalustan absoluuttinen kosteus on mitattava koepalan avulla. Eristystöiden alkaessa laaditaan eristystyöpöytäkirja, jossa mainitaan kermin limitys, menekit, padan lämpötila ja sääolosuhteet. Pöytäkirjan liitteeksi laitetaan materiaalitodistukset käytettävästä kermistä ja bitumista. Eristystöiden jälkeen kermille tehdään tartuntalujuusmittaus, josta laaditaan tartuntalujuusmittauspöytäkirja [14.]



### 5.7.3 Suojabetonointityöt

Pintarakenteiden suojabetonointitöitä varten laaditaan työ- ja laatusuunnitelma ennen töiden alkua. Suojabetoniin tulee myös raudoitus joka tarkistetaan silmämääräisesti ja tehdään raudoitustarkastuspöytäkirja. Betonointivaiheessa laaditaan betonointipöytäkirja. Suojabetonin valun jälkeen tarkastetaan raudoituksen suojaetäisyys Profometri-mittauksella. Lisäksi suojabetonin pinnan tasaisuus ja koko valun paksuus tarkistetaan silmämääräisesti [15.]

Sillanrakennuksessa suojabetonointimenetelmää käytetään yleensä raskasliikenteen silloissa esimerkiksi junaradoilla. Suojabetoni tekee kuitenkin jo tuloan myös tieliikennesilloille.

### 5.7.4 Asfaltointityöt

Sillan pintarakenteiden asfaltointitöitä varten aliurakoitsija laatii työ- ja laatusuunnitelman asfalttiurakan tilaajalle hyvissä ajoin ennen töiden aloitusta. Asfaltointitöiden jälkeen urakoitsija toimittaa asfaltointitöiden laatuaineiston tilaajalle. Siltatöihin liittyvissä asfaltointitöissä pitää huomioida myös asfalttimassan runkoaineen rakeisuuskäyrä, tyhjätila, sideainepitoisuus, asfalttimassan menekki sekä kerrospaksuus [16.]

## 5.8 Varusteet ja laitteet

Sillan varusteiden ja laitteiden asentamisessa sekä rakentamisessa on huomioitava laakereiden, kaiteiden ja johteiden, siirtymälautojen sekä liikuntasaumalaitteiden vaatimat laatutehtävät.

### 5.8.1 Laakerointityöt

Sillanrakennuksen laakerointitöihin tehdään työ- ja laatusuunnitelma ennen töiden aloitusta. Töiden valmistavaan vaiheeseen kuuluu laakereiden tarkemittaukset, joissa huomioidaan myös laakereiden sijainti ja kaltevuus. Työn suoritusvaiheessa, asemalta tulevasta laakerin valumassasta otetaan koekappale, jonka avulla valumassan lujuus mitataan. Mittauksesta laaditaan mittauspöytäkirja johon liitetään myös laakeroinnissa käytetyn massan materiaalitodistus [17.]

### 5.8.2 Kaiteiden ja johteiden asennustyöt

Siltakannen kaiteiden ja johteiden asennustyöstä laaditaan työ- ja laatusuunnitelma ennen töiden aloitusta. Ennen asennustöitä täytyy kaiteista ja johteista saada materiaalitodistukset ja sinkitystodistukset. Asennustyön aikana suoritetaan tarvittavia mittauksia huomioiden myös hyötylevyyden mittaus sekä pidetään asennuspöytäkirjaa [18.]

### 5.8.3 Siirtymälaatat

Siltakannen siirtymälaattojen rakennustöitä varten laaditaan työ- ja laatusuunnitelma ennen rakennustöiden varsinaista aloitusta. Siirtymälaatat raudoitetaan, raudoitus tarkistetaan ja tarkastuksesta laaditaan raudoitustarkastuspöytäkirja. Siirtymälaatan betonoinnista laaditaan betonointipöytäkirja. Valun jälkeen siirtymälaatta tarkastetaan silmämääräisesti ja tarkastuksesta laaditaan tarkastuspöytäkirja. Tarkastuksessa voidaan käyttää apuvälineenä Profometriä suojaetäisyyksien määrittystä varten sekä kimmovasaraa betonin puristuslujuuden selvittämistä varten [19.]

### 5.8.4 Liikuntasaumalaitteet

Siltakannen liikuntasaumalaitteiden asennustyötä varten laaditaan työ- ja laatusuunnitelma ennen töiden alkua. Liikuntasaumalaitteiden paikat myös tarkemmitataan siten että liikuntasaumalaitteen ennakko ja liikevarat huomioidaan. Liikuntasaumalaitteista tarvitaan myös materiaalitodistukset laitteiden toimittajalta [20.]

## 6 LAATUKANSIO

Laadunhallinnassa on olemassa monenlaisia ongelmia. Yleisesti hyvinkin merkittävä ongelmakohta on laatudokumentointi. Laatudokumentointi helpottaa laadun osoittamista ja toimii myös eräänlaisena tarkastuslistana. Yksi hyväksi havaittu menetelmä on tehdä esimerkiksi siltakohtainen laatukansio. Laatukansion tekemisessä ja ylläpitämisessä on myös omat ongelmansa. Esimerkiksi ei oikein tiedetä, mitkä asiat kuuluvat laatukansioon ja mitkä eivät. Seuraavan ison ongelman muodostaa ylläpidon puute. Työmaaolosuhteissa käteen saadut laatudokumentit helposti unohtuvat takin taskuun tai työmaakopin pöydälle ja jäävät näin ollen kokonaan laittamatta kansioon. Laatukansion sisällön selkeyteen tulee myös kiinnittää erityistä huomiota. Kansion sisältö hyvin usein on vain sekainen kasa paperia, joten kaikkien papereiden seasta juuri tietyn paperin löytäminen voi olla yllättävän haastavaa. Laatukansion sisältöä on helppo hallita erittelemällä sisältö rakenneosiin (Kuva 1).

1. **Rakennussuunnitelmat ja laatuvaatimukset**
2. **Täytöt**
3. **Paalutukset**
4. **Perustukset suunnitelmat**
  - a. **muotti ja raudoitus, raudoitustarkastukset**
  - b. **betonointi, bet. pöytäkirjat**
  - c. **Kelpoisuusdokumentit**
5. **Väli- ja päätytuot suunnitelmat**
  - a. **muotti ja raudoitus**
  - b. **betonointi**
  - c. **kelpoisuusdokumentit**
6. **Päällysrakenteet**
  - a. **muotti ja raudoitus**
  - b. **betonointi**
  - c. **kelpoisuusdokumentit**
7. **Eristys –ja pintarakenteet**
8. **Varusteet ja laitteet**
9. **Poikkeamat**

*Kuva 1. Esimerkki sillan laatukansion sisällysluettelosta*

## 7 SUUNNITELMAT

### 7.1 Urakan toiminta- ja laatusuunnitelma

Ennen rakennustöiden aloittamista laaditaan urakan toiminta- ja laatusuunnitelma, joka kattaa kaikki sopimusasiakirjojen mukaiset työt (ks. liite 1).

Urakan toiminta- ja laatusuunnitelma sisältää seuraavia asioita:

- rakennuskohteen yleiset tiedot ja tilaajan organisaatio
- projektin organisointi
- riskikartoitus
- tuotannon suunnittelu ja laadunvarmistus
- hankinnat
- suunnittelun ohjaus (ST-hankkeet)
- urakan luovutukseen liittyvät asiat
- takuuajkaan liittyvät asiat [21.]

## 7.2 Laadunvarmistussuunnitelma

Urakan toiminta- ja laatusuunnitelman yhteydessä tehdään myös projektille laadunvarmistussuunnitelma laadittavista työvaihekohtaisista laatusuunnitelmista ja teknisistä työsuunnitelmista. Laadunvarmistussuunnitelman avulla on helppo seurata, mitkä suunnitelmat on laadittu ja ovatko suunnitelmat ajan tasalla [22.]

Laadunvarmistukseen kuuluu laatusuunnittelu, laadunohjaus, laaduntarkastus, laatupoikkeamien käsittely, laatutietojen dokumentointi, laaturaportointi, vaatimuksenmukaisuuden osoittaminen ja laatudokumenttien säilytys [22].

Laatusuunnitelma on asiakirja, jossa määritetään, mitä menettelyjä ja niihin liittyviä resursseja tiettyyn projektiin, tuotteeseen, prosessiin tai sopimukseen sovelletaan, kuka niitä soveltaa ja missä vaiheessa [22].

Laadunvarmistussuunnitelma pitää sisällään projektin tiedot, laadittavat suunnitelmat ja suunnitelmien sisällön yleisesti. Laadunvarmistussuunnitelmaa voidaan pitää eräänlaisena tarkastuslistana jonka avulla näkee mitä suunnitelmia pitää olla ja kenelle niiden toimittaminen kuuluu. Suunnitelmien tekijät määrittää joko tilaaja tai joissain tapauksessa myös pääurakoitsija (Taulukko 1).

Taulukko 1. Esimerkki työmaan laadunvarmistussuunnitelmasta

Laadunvarmistussuunnitelma										
Taitorakenteet										
Projekti	Päivä									
Tilaaja										
Nro.	Aihe	Työ- ja laatusuunnitelma	laadittu, pvm	Erillinen tekninen työsuunnitelma	laadittu, pvm	Allurakoitsijan työ- ja laatusuunnitelma	laadittu, pvm	Työsuoiheen laaturaportti	laadittu, pvm	Huomioita
	<b>Siltojen täytöt</b>									
15	S12 täytöt	*	19.8.2009					*	21.10.2010	
52.1	Täytöt yleinen suunnitelma	*	10.2.2010							
60.1	S31, S32 ja S5 täytöt	*	22.2.2010							
81	S18	*	22.2.2010							
89	S6 täytöt	*	21.4.2010							
67	S4 täytöt	*	12.12.2010							
89	<b>Kaiteet, hankekohtainen</b>					*	21.12.2009			
	<b>S17 itäinen + läntinen</b>							*	7.6.2010	
	<b>S1</b>							*	7.12.2010	
93.1	<b>Epoksiteivitys ja kermieristys, hanke</b>									
	<b>S1</b>	*	16.3.2010							
	<b>S17 itäinen</b>							*	25.10.2010	
	<b>S17 läntinen</b>							*	27.5.2010	
88	Eristystyöt					*	24.2.2010	*	27.5.2010	
89	Epokspinnointi					*	23.2.2010			
106	Pintarakenteet, hankekohtainen	*	28.4.2010							
64	<b>Jännitystyöt, hankekohtainen</b>					*	11.1.2010			
	<b>S1</b>							*	7.6.2010	
	Valaistus					*				
	Siltojen purkutööt					*				
78.1	Haravalujen paikkaus, työohje					*	16.2.2010			
87	Haravalujen paikkaus muuttien avulla, työohje					*	23.2.2010			
	Työmaan siisteyden ylläpito					*	10.12.2009			
	<b>Paalutustööt</b>									
5	S12 teräspuikupaalaus	*	1.7.2009					*	7.6.2010	
94	S6 TB ja teräspuikupaalaus	*	11.3.2010							
16	betonointisuunnitelma YTI rummun korjaus					*	21.8.2009			
111	Vesijohdon tunnelisilta Y11					*	10.11.2010			
112	Tunnelisillan kannen betonointisuunnitelma					*	1.12.2010			
	<b>Meluaidat</b>									
90.2	Mel1, Mel5, Mel6, Mel7, Mel11 ja Mel12 meluaita	*	10.11.2010							
91	Mel4 meluaita	*	26.2.2010							
109	Mel7 meluaita	*	10.11.2010							
110	Mel3, Mel4, Mel5 ja Mel6	*	10.11.2010							
107	Sokkelelementtien ja pilareiden asennussuunnitelma					*	9.7.2010			
	Elementtien asennussuunnitelma					*	16.6.2010			

### 7.3 Työ- ja laatusuunnitelma

Työ- ja laatusuunnitelma laaditaan laadunvarmistussuunnitelman mukaisesti. Suunnitelmat tehdään aina tapauskohtaisesti työmaan vaatimukset huomioon ottaen. Työ- ja laatusuunnitelmassa suunnitellaan työvaiheen tekninen toteutus ja siinä huomioitavat laatuvaatimukset yksityiskohtaisesti (Kuva 2 ja taulukko 2).

Suunnitelmat laaditaan käyttäen apuna yrityksen suunnitelmamalleja, aikaisemmin vastaaviin projekteihin laadittuja hyväksytyjä suunnitelmia sekä niistä saatuja kokemuksia.

Työ- ja laatusuunnitelmaan sisällytetään seuraavat asiat:

- työmäärä
- käytettävät materiaalit
- käytettävät resurssit (varajärjestelyt tarvittaessa)
- työtapa
- aikataulu
- työturvallisuus ja ympäristöasiat
- työvaiheen liittyminen muihin töihin
- ilmoitukset ja luvat
- laatuvaatimukset
- toleranssit
- mittausmenetelmät
- mittausten määrä
- dokumentointi
- vastuuhenkilöt [23.]



TYÖVAIHEKOHTAINEN TYÖ- JA LAATUSUUNNITELMA			
Urakka:			
Työvaihe:		TYÖSELITYS:	LPO2005 / InfraRYL 1311
Laatija:		Työnumero:	
Päivämäärä:		Numero:	
<b>RESURSSIT</b> Käytettävä kalusto Työryhmä Käytettävät materiaalit	<b>MATERIAALI:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teräsputkipaalut S355J2H EN 10219-1 Ø610/t=10 kalliokärjet ovat rakenneterästuurnalla varustettuja rakenneteräs kalliokärjillä. Paalujen valmistaja on yritys Oy</li> <li>- Teräsbetonipaalu 300x300, vinopaaluihin kalliokärki (4 kpl) ja pystypaaluihin laatikkokärki (4 kpl)</li> </ul> <b>HENKILÖSTÖ:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vastaava työnjohtaja</li> <li>- paalutustyönjohto</li> <li>- työntekijät 1 kpl</li> <li>- koneenkuljettajat 1..2 kpl</li> <li>- mittausryhmä 1 kpl ( tarvittaessa)</li> </ul> <b>PAALUTUSURAKOIT SIJA:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- yritys Oy</li> </ul> <b>KALUSTO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Juntta: Junttan PM23 1 kpl</li> </ul>		
<b>VALMISTAVA VAIHE</b> Edelliset työvaiheet Ilmoitukset ja informointi Muut	<ul style="list-style-type: none"> <li>- merkitään paalujen paikat ja sidotaan maastoon (mittatarkkuus 10,mm).</li> <li>- merkitään työkohteen läheisyydessä olevat kaapelit ja putkijohdot maastoon</li> <li>- tehdään paalutuskoneelle kulkureitti, huomioiden alustan tasaisuus.</li> <li>- kaivetaan/tarvittaessa vasaroidaan paalutuskuoppa.</li> <li>- määritetään suunnitelmien mukaan paalupituudet.</li> <li>- kuljetetaan paalut työpisteeseen</li> </ul>		
<b>TYÖTURVALLISUUS JA YMPÄRISTÖ:</b>  Suojavälineet Nostolaitteet Käyttöönotto tarkastukset Turvallisuus suunnitelmat Varottavat laitteet Haitalliset aineet Liikenteen ohjaus  Pohjavesialueet Materiaalien käsittely Melun torjunta Pölynsidonta Liukkaudentorjunta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tehdään koneiden käyttöönottotarkastukset ja nostureiden pystytystarkastukset</li> <li>- Varoitusvaatteiden ja suojaimien käyttö työn aikana</li> <li>- Toimitaan liikenteenohjaussuunnitelman ja turvallisuussuunnitelman mukaisesti</li> <li>- Hälytysnumerot: YLEINEN HATANUMERO 112</li> <li>- Paalutuspaikan olosuhteet:</li> <li>- Paalujen varastointi</li> <li>- Varautuminen lyöntivaikkeuksiin</li> <li>-</li> </ul>		
<b>TYÖN SUORITUS</b> Menetelmät Aikataulu Vastuut Informointi Muut	<b>PAALUTUS</b> Työaika on klo 7.00...18.00.  Paalu nostetaan nostoketjulla iskutyynyn alle  Paalut upotetaan lyömällä suoraan tavoitetasoon (kallio/moreeni) pohjarakennussuunnitelman mukaan.  Kaikista paaluista pidetään jatkuvaa pöytäkirjaa, johon merkitään paalun upotuksen kaikki vaiheet.  Paalut täytetään vedellä lyönnin aikana tai lyönnin jälkeen, jos havaitaan paalujen nousemista.  Paalutus tapahtuu työpenkereeltä.  loppulyöntiehto suunnittelijalta tai LPO:sta		

Kuva 2. Esimerkki työvaihekohtaisesta työ- ja laatusuunnitelmasta

Taulukko 2. Esimerkki paalutustyön työ- ja laatusuunnitelman laadunvarmistuslistasta

LAADUN- VARMISTUS	LAATU- TEKIJÄ	VAATIMUS/ TOLERANSSI	Viite	Dokumentti	Mittaaja	Ajankohta	Mitt.kohta	MITTAUS- MENETELMÄ
	Paalujen materiaali	S355J2H/TB-paalut		Aines-todistus	Toimittaja	Ennen työtä		
	Yksitt.paalun sijainti	+/- 200 mm	InfraRYL, taulukko 13212	Pöytäkirja	Mittaja	Työnaikana	Joka paalu	Takymetri
	Yksittäisen paalun kaltevuuspoikkeama	+/- 40 mm/m	LPO-2005/InfraRYL, taulukko 13211:T1	Pöytäkirja	Mittaja	Työnaikana	Joka paalu	Takymetri
	Loppulyönti	LPO 2005 taulukko 7.4 / suunnittelija	LPO-2005	Pöytäkirja	työn tekijä	Työn aikana	Jokainen paalu	Mittaus työn aikana
	Paalun kärjen laatuvaatimukset	kalliokärki, laatikkokärki	Toimittaja	Aines-todistus	Toimittaja	Ennen työtä	Joka paalu	
	Suurpaalujen sallittu kaltevuuspoikkeama	+/- 20 mm	InfraRYL, taulukko 13212	Pöytäkirja	Mittaja	Työnaikana	Joka paalu	Takymetri
	Geotekninen kantavuus, paalun eheys	Iskuvaatimuksen vaatimuksena on vähintään 2,0-kertainen paalukuorma	LPO-2005	Pöytäkirja	Paaluttajan konsultti	Työnaikana	mittaus per tuki	PDA-mittaus
	Katkaisutaso	+/- 20 mm	Rakennussuunnitelmat	Pöytäkirja	Mittaja	Työnaikana	Joka paalu	Takymetri

#### 7.4 Tekninen työsuunnitelma

Tekninen työsuunnitelma tehdään tarvittaessa täydentämään työ- ja laatusuunnitelman jotain tiettyä työvaihetta. Tekninen työsuunnitelma sisältää kyseisen työvaiheen tarkan kuvauksen.

Teknisessä työsuunnitelmassa on esitettävä yksityiskohtaisesti

- käytettävät resurssit ja työkapasiteetit
- työtavat, työjärjestys ja työvaiheet
- työaikataulu
- työssä noudatettavat vaatimukset ja ohjeet.

Tekniseen työsuunnitelmaan liitetään lisäksi esimerkiksi vaarallisten aineiden käyttöturvallisuustiedotteet, suomenkieliset käyttöohjeet ja tuoteselosteet [21].

Suunnitelma on toimitettava tilaajan edustajalle viimeistään viikkoa ennen kyseisen työn aloittamista ellei SYL:n muissa osissa ole annettu tarkentavia vaatimuksia [21] (Kuva 3).

Harvavalujen paikkaus muottien avulla			
Urakka:			
Työvaihe:		TYÖSELITYS:	SILKO 2.232
Laatija:		Työnumero:	
Päivämäärä:		Nro:	

<b>RESURSSIT/KOHDE:</b>	<p><i>MATERIAALIT</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Muotissa käytettävän puutavaran lujuusluokka vähintään T24.</li> <li>Betoni K35-1 S2 P30 max raekoko 16 mm.</li> <li>Betonitoimittaja yritys Oy</li> </ul> <p><i>OLOSUHTEET</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lämpötila yli +5 astetta. Paikkaustyö tehdään sääsuojan sisällä.</li> </ul> <p><i>TYÖSUOJELU</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ennen korjaustöiden aloittamista korjauksesta vastaava työnjohtaja tarkastaa korjaustoimia suorittavien työntekijöiden henkilökohtaisten suojavälineiden, suojalasit, kuulosuojaimet ja hengityssuojain, kunnon ja olemassaolon.</li> </ul>
-------------------------	---

<b>TYÖN TOTEUTUS:</b>	<p><i>VALMISTAVA VAIHE</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vaurioitunut betoni poistetaan piikkaamalla. Piikkaus ulotetaan raudoitustangon halkaisijan tai vähintään 20 mm raudoitustangon taakse. Piikatun pinnan tulee olla rosainen ja karkea. Tartuntapintaan ei saa jäädä irtainta ainesta tai epäpuhtauksia. Paikattava alue rajataan tarvittaessa kulmahiomakoneella. Useat lähekkäin sijaitsevat pienet paikkausta vaativat kohdat yhdistetään.</li> <li>Raudoitustangot puhdistetaan ruosteesta teräsharjalla.</li> <li>Piikkauksen ja raudoitustankojen puhdistuksen jälkeen pinta puhdistetaan huolellisesti.</li> <li>Korjaustyötä edeltävänä päivänä alusta kastatellaan.</li> </ul> <p><i>MUOTITUS</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Muotti rakennetaan siten, että korjatun kohdan pinta sopeutuu rakenteen ympäröivään pintaan.</li> <li>Muotti rakennetaan hienosahatusta mitallistetusta laudasta. Muottiin ei rakenneta valukantta.</li> <li>Muottia rakennettaessa kiinnitetään erityistä huomiota muotin tiiveyteen ja paineellisena tehtävän valun aiheuttamaan valupaineeseen.</li> </ul> <p><i>BETONOINTI</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Betonoinnin alkaessa betonotavan pinnan tulee olla kostea, muttei märkä (kiiltävä).</li> <li>Betonia täytetään niin kauan, että pinta on tasoittunut ja ilmakuplia ei enää nouse pintaan.</li> <li>Jälkitärytys tehdään massan jälkitärytysajan puitteissa.</li> </ul>
-----------------------	---

	<p><i>JÄLKIHOITO JA MUOTTIEN PURKAMINEN</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Valun jälkeen valun pinnalle ruiskutetaan jälkihoitoaine.</li> <li>Muotit puretaan aikaisintaan paikkauksen saavutettua muotin purkulujuuden.</li> <li>Muotin purun jälkeen muottipinnoille ruiskutetaan jälkihoitoaine.</li> </ul>
--	--

<b>TYÖN RAPORTOINTI:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Korjaustyön toteuttamisesta täytetään liitteenmukaista pöytäkirjaa.</li> <li>Pöytäkirja liitetään harvavalusta tehtyyn poikkeamaraporttiin, joka liitetään osaksi sillan rakenneosan laaturaporttia.</li> </ul>
--------------------------	--

Kuva 3. Esimerkki teknisestä työsuunnitelmasta

## 7.5 Laaturaportointi töiden jälkeen

Laaturaportti tehdään erikseen jokaiseen sillan rakenneosaan aina kyseisen rakenneosan työ- ja laatusuunnitelman yhteydessä. Laaturaportin sisältöä täydennetään sitä mukaa, kun laatudokumenteja kertyy. Laaturaportti on kooste kyseisen rakenneosan sisältämistä laatudokumenteista ja voidaan liittää laatakansioon kyseisen rakennusosan välilehden taakse. Laaturaportin tarkoitus on osoittaa rakenneosan vaatimustenmukaisuus. Laaturaportti toimii erinomaisena tarkastuslistana rakennesosan laatudokumenteille, ja raportista on myös helppo ja nopea tarkistaa, että rakenneosan kaikki laatudokumentit ovat tallella ja ajan tasalla. Laaturaportti sisältää laatusuunnitelmassa määritetyt laatutekijät, niiden toleranssit, poikkeamien kappalemäärän suhteessa mittausmäärään, laatudokumentin tyypin ja mahdolliset huomautukset. Rakennusosan valmistuttua laaturaportti täytetään loppuun, tarkistetaan ja hyväksytetään tilaajan edustajalla (Kuva 4).

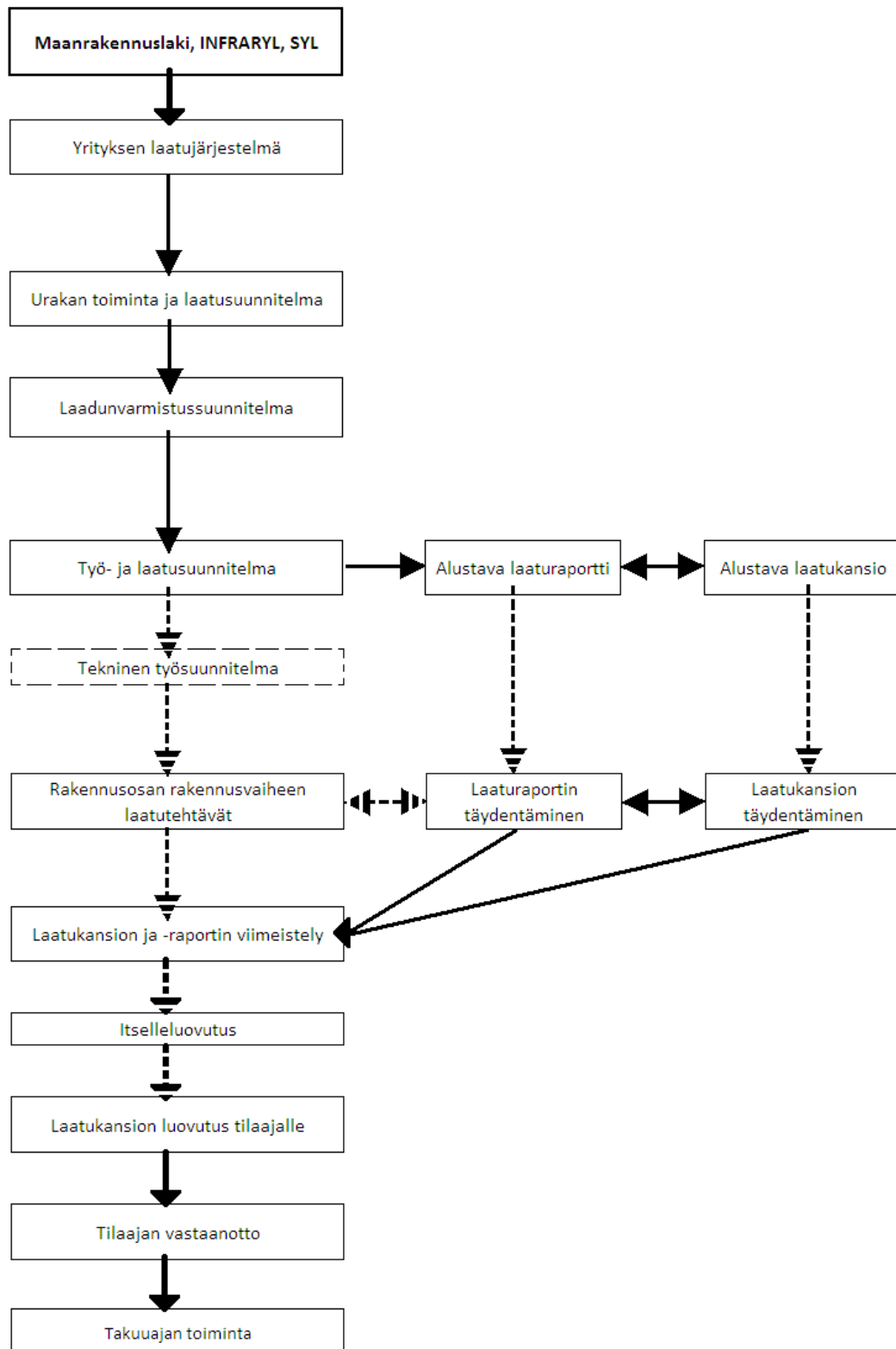
Sillan valmistumisen jälkeen tehdään vielä koko sillan kattava laaturaportti, johon kirjataan sillan kaikki rakenneosat. Laaturaportista käy ilmi, onko kaikki rakenneosat hyväksytyt, rakenteisiin jäävien poikkeamien lukumäärä, mahdolliset muut huomautukset sekä sillan rakennusaikana tulleet poikkeamaraportit ja niille tehdyt toimenpiteet.

Laaturaportti				
Urakka	Pvm	Työmaapäällikkö		
Rakennuttaja / tilaaja	Vastaava mestari	Työmaainsinööri		
<b>Rakenneosa, kohde</b>	<b>Rakenteen kelpoisuus</b>			
	<input type="checkbox"/> Hyväksytty <input type="checkbox"/> Hyväksytään poikkeamiseen ( selvitykset raportissa ) <input type="checkbox"/> Muu hyväksyntä			
<b>Laatutekijä ( laatusuunnitelmassa määritetyt )</b>	Toleranssi	Poikkeamia kpl / mittausmäärä	Dokumentti	Huomautukset
Jännemitta ja ulokkeen pituus	+ L/1000 - L/2000	0/18	tarke	
Vapaa aukko	+ L/1000 - L/2000	0/8	tarke	
Kulkukorkeus	- 25 + 50 mm	0/16	tarke	
Hyödyllinen leveys	- 30 + 60 mm	0/24	tarke	
Ajoradan leveys	- 30 + 60 mm	0/50	tarke	
Sillan muotopoikkeama pystysuunnassa	L / 1000 mm	0/2	laaturaportti	
Sijainti pystytasossa	- 20 + 20 mm	4/60	tarke	
Sijainti vaakatasossa	- 40 + 40 mm	0/60	tarke	
Näkyviin jäävän pinnan käyryys	-0,25 +0,25 %	0/7	laaturaportti	
Yläpinnan pituus- ja poikkikaltevuuden poikkeama	-0,5 + 0,5 %	0/1	laaturaportti	
Pinnan aaltoilu 2 metrin matkalla	3 mm / 1,5 m	0/1	laaturaportti	
Betonin puristuslujuus kansilaatassa	Suunnitelman mukainen	0/2	mittauspöytäkirja	
Betonin puristuslujuus reunapalkeissa	Suunnitelman mukainen	0/3	mittauspöytäkirja	
Betonin pakkasenkestävyys kansilaatassa	P30	0/8	P-lukulaskelma	
Betonin pakkasenkestävyys reunapalkissa	P50	0/2	P-lukulaskelma	
Rakenneosasta tehdyt poikkeamaraportit		N:o	Huom.	
Kannen jirissä vesi lammikoitui paikoitellen. Poikkeama korjattu jyrsinnällä sekä epoksihiekillä			korjattu, ei vaikuta lopputuotteeseen	
Sillan sijaintipoikkeamissa maksimi poikkeama on positiiviseen suuntaan 2 mm. Poikkeaman vähäisyydestä johtuen erillistä raporttia ei ole laadittu			ei vaikuta lopputuotteeseen	
<b>Huomioita</b>				
<b>Allekirjoitukset</b>				
Pvm	Laatija		Hyväksyjä	

Kuva 4. Esimerkki sillan kannen laaturaportista [24]

## 7.6 Miellekartta laadunhallinnan vaiheista

Miellekartan tarkoituksena on selventää sillanrakennustyön tärkeimpiä laadunhallinnan vaiheita sekä vaiheiden riippuvuuksia toisistaan (Kuva 5).



Kuva 5. Miellekartta sillanrakentamisen laadunhallinnasta

## 8 YHTEENVETO

Mestarityön tarkoituksena oli tehdä ohje sillanrakennustyömaalle olemassa olevien tämänhetkisten määräysten ja säännösten pohjalta. Työn tuloksena oli tuottaa sillanrakennustyömaan laadunhallintaohje, joka yhtenäistäisi laadunhallinnan yrityksen sillanrakennustyömailla, työmaiden koosta tai pääpainosta riippumatta.

Sillanrakennustyömailla hyvinkin yleinen ongelma on laatusuunnittelu ja -dokumentointi. Suurin ongelma yrityksen työmailla on yhtenäisen laadunhallinnan puute. Työmailla, joissa pääpaino on sillanrakentamisessa, voidaan olettaa, että sillanrakennuksen laatupaperit ja -asiat ovat kunnossa. Eniten ongelmia sillan laatusuunnittelussa ja -dokumentoinnissa on pienillä työmailla joissa pääpaino on esimerkiksi tien tai kunnallistekniikan rakentamisessa.

Mestarityön perimmäinen tarkoitus on helpottaa kaiken kokoisten sillanrakennustyömaiden laadunhallintaa työmaaolosuhteissa. Mestarityö onkin tarkoitettu avuksi henkilölle, joka vastaa sillanrakennuksen laadunhallinnasta. Työn on tarkoitus olla selkeä kooste siitä, mitä eri laadunhallinnan vaiheita ja tehtäviä sillan rakentamiseen kuuluu. On selvää, että työmaan kiireessä helposti unohdetaan asia jos toinenkin, mutta tämän ohjeen avulla on jatkossa tarkoitus pitää sillanrakennukseen liittyvät laadunhallintatehtävät aina yhtä hyvällä mallilla yrityksen kaikilla sillanrakennustyömailla.

Sillanrakennustyömaan laadunhallinnan ohjeita on olemassa monessa eri paikassa, mutta niiden kaikkien hallinta työmaalla on aikaa vievää ja hankalaa. Mestarityön on tarkoitus toimia kattavana koosteena, joka kokoaa yhteen monen eri lähteen vaatimukset ja säädökset sillanrakennustyöhön. Ohje on tehty yleisesti sillanrakennukseen, mutta esimerkkilomakkeissa on käytetty tavallisen betonirakenteisen tieliikennesillan tietoja.

Siltarakentaminen tuo aina mukanaan haasteita niin suunnittelussa kuin toteutuksessaakin. Sillanrakennus on erikoisrakentamista, joka eroaa mm. laatuvaatimustensa takia tavallisesta maanrakennuksesta merkittävästi. Sillanrakennuksen laatumaailma pohjautuu kokonaan InfraRYL-määräyksiin. Sillanrakennuksessa pääosaa näyttelevät ammattitaito, kunnollinen laatusuunnittelu, pätevyudet sekä määräysten, ohjeiden ja lakien hämmennys.



Laatumaailma nykypäivän rakentamisessa on vähintäänkin monivivahteinen ja kehittyä jatkuvasti. Laadun kehittymiseen vaikuttavat mm. uudet Euroopan sisäiset säädökset, materiaalien vaatimustasojen muutokset, päästö- ja ympäristövaatimukset ja käyttöikämitoitukset. On hyvinkin todennäköistä, että jo vuonna 2012 esimerkiksi InfraRYL saa uuden painoksen, joka sisältää taas uusia ja tarkennettuja määräyksiä ja laatuvaatimuksia.

Mestarityön tekemiseen oli tarjolla riittävästi asiantuntija-apua, alan kirjallisuutta sekä riittävää ohjausta ja opastusta. Parhaiten onnistui tietojen kerääminen yrityksen tarjoamasta aineistosta. Mestarityön tekemisen aikana suuritöisimmäksi vaiheeksi osoittautui aineiston yhtenäistäminen ja lopputuloksen selkeäksi saattaminen. Aineisto oli muodoltaan hieman hankalaa käsitellä ohjeen muotoon, mutta kyseisessä vaiheessa onnistuttiin vähintäänkin hyvin.

Mestarityössä on tuotu esille ne asiat, jotka aiemmin oli suunniteltukin ja jotka ovat ajantasalla uusimpien laatuvaatimusten mukaisesti. Työ toimii kattavana ohjeena sillanrakennustyömaan laadunhallintaa varten. Yritys tarjosi pääsyn tarvittaviin tietolähteisiin, joissa oli kiitettävä määrä tietoa aiheeseen liittyen. Kaiken kaikkiaan voidaan uskoa, että tämä mestarityö on saavuttanut tavoitteensa, joka on tuoda selvyyttä sillanrakennustyömaan laadunhallinnan monimuotoiseen viidakkoon.

**VIITELUETTELO**

- [1] Niska & Nyyssönen Oy, [Verkkosivu], viitattu: 4.2.2011  
Saatavissa: <http://www.niska-nyyssonen.fi/fi/info.html>
- [2] Kimmovasaraohje, Tiehallinto, [Verkkodokumentti], viitattu: 23.1.2011  
Saatavissa: [alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/syl/syl1\\_2005v.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/syl/syl1_2005v.pdf)
- [3] Lasihelmikoe, Päällystealan neuvottelukunta, [Verkkodokumentti],  
viitattu: 23.1.2011, Saatavissa: [www.pank.fi/files/270\\_PANK5103.pdf](http://www.pank.fi/files/270_PANK5103.pdf)
- [4] PDA-mittaus, TKK, [Verkkodokumentti], viitattu: 23.1.2011  
Saatavissa: [https://noppa.tkk.fi/...50.../Rak-50\\_3135\\_luennot\\_10\\_-\\_11\\_uusi\\_versio.pdf](https://noppa.tkk.fi/...50.../Rak-50_3135_luennot_10_-_11_uusi_versio.pdf)
- [5] P-luku, Tiehallinto, [Verkkodokumentti], viitattu: 23.1.2011  
Saatavissa: [alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/p-luku\\_2006v.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/p-luku_2006v.pdf)
- [6] Profometri, Semtu Oy, [Verkkodokumentti], viitattu: 24.1.2011  
Saatavissa: <http://www.semtu.fi/?1;2;2700;900;175.html>
- [7] Pudotuspainolaite, Tiehallinto, [Verkkodokumentti], viitattu: 24.1.2011  
Saatavissa: [alk.tiehallinto.fi/tppt/pdf/1-pplmittaus.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/tppt/pdf/1-pplmittaus.pdf)
- [8] Paalutus, InfraRYL 2006 Osa 3, Rakennustietosäätiö RTS, viitattu: 9.1.2011  
litterat 42017–42019
- [9] Peruslaatat, InfraRYL 2006 Osa 3, Rakennustietosäätiö RTS,  
viitattu: 8.1.2011, littera 42070
- [10] Pääty- ja välituet, InfraRYL 2006 Osa 3, Rakennustietosäätiö RTS,  
viitattu: 6.1.2011, litterat 42110 ja 42111
- [11] Kansi, InfraRYL 2006 Osa 3, Rakennustietosäätiö RTS, viitattu: 11.1.2011  
littera 42210
- [12] Jännitys, InfraRYL 2006 Osa 3, Rakennustietosäätiö RTS, viitattu: 13.1.2011  
littera 42020.3.9

- [13] Epoksitiivistys, InfraRYL 2006 Osa 3, Rakennustietosäätiö RTS, viitattu: 12.1.2011, littera 42310.1 – .9
- [14] Eristys, InfraRYL 2006 Osa 3, Rakennustietosäätiö RTS, viitattu: 13.1.2011 littera 42310
- [15] Suojabetonointi, InfraRYL 2006 Osa 3, Rakennustietosäätiö RTS, viitattu: 14.1.2011, littera 42320.1.2
- [16] Asfaltointi, InfraRYL 2006 Osa 3, Rakennustietosäätiö RTS, viitattu: 12.1.2011, littera 42331
- [17] Laakerit, InfraRYL 2006 Osa 3, Rakennustietosäätiö RTS, viitattu: 13.1.2011, littera 42420
- [18] Kaiteet ja johteet, InfraRYL 2006 Osa 3, Rakennustietosäätiö RTS, viitattu: 16.1.2011, littera 42451
- [19] Siirtymälaatat, InfraRYL 2006 Osa 3, Rakennustietosäätiö RTS, viitattu: 17.1.2011, littera 42440 ja 42020
- [20] Liikuntasaumalaitteet, InfraRYL 2006 Osa 3, Rakennustietosäätiö RTS, viitattu: 17.1.2011, littera 42410
- [21] Yrityksen laatujärjestelmä, yrityksen sisäinen, viitattu: 10.1.2011
- [22] SYL yleinen osa 1, Tiehallinto, [Verkkodokumentti] , viitattu: 6.1.2011  
Saatavissa: [alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/syl/syl1\\_2005v.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/syl/syl1_2005v.pdf)
- [23] Urakan toiminta- ja laatusuunnitelma, yrityksen sisäinen, viitattu: 5.1.2011
- [24] Siltakannen laaturaportti, yrityksen sisäinen, viitattu: 11.1.2011

URAKAN TOIMINTA- JA LAATUSUUNNITELMAN SISÄLLYSLUETTELO:

**1. LAATUJÄRJESTELMÄ**

- 1.1 Yleistä
- 1.2 Laatukäsikirja
- 1.3 Toiminta- ja laatusuunnitelma

**2. RAKENNUSKOHDE**

- 2.1 Yleistiedot kohteesta
- 2.2 Tilaajan organisaatio

**3. PROJEKTIN ORGANISOINTI**

- 3.1 Organisaatio ja varahenkilöjärjestelyt
- 3.2 Tehtävät ja vastuut
- 3.3 Tarvittavat pätevyysvaatimukset
- 3.4 Työntekijöiden koulutus
- 3.5 Nimetyt aliurakoitsijat ja materiaalityöntekijät

**4. RISKIKARTOITUS**

- 4.1 Urakkakohteen vaativuuden arviointi
- 4.2 Riskialttiit ja erityissuunnittelua vaativat työt ja kohteet

**5. TUOTANNON SUUNNITTELU JA LAADUNVARMISTUS**

**5.1 Yleistä**

**5.2 Työ- ja laadunvarmistussuunnittelu ja raportointi**

- 5.2.1 Laadunvarmistussuunnitelma
- 5.2.2 Työ- ja laatusuunnitelma
- 5.2.3 Laaturaportti

**5.3 Poikkeamien käsittely**

- 5.3.1 Poikkeaman havainnointi ja poikkeamaraportin tekeminen
- 5.3.2 Poikkeamien analysointi
- 5.3.3 Reklamaatio

**5.4 Aikataulu- ja resurssisuunnittelu**

- 5.4.1 Yleisaikataulu
- 5.4.2 Työvaihe- ja 2-viikkoisaikataulu
- 5.4.3 Resurssit

**5.7 Turvallisuussuunnittelu ja -seuranta**

**5.6 Ympäristösuunnitelmat**

**5.8 Viestintä ja kokouskäytännöt**

- 5.8.1 Viestintä
- 5.8.2 Kokouskäytännöt

**5.9 Mittaustyön suunnittelu ja toteutus**

**6. HANKINNAT**

**6.1 Hankintojen suunnittelu**

**6.2 Aliurakoitsijoiden ja toimittajien kelpoisuuden ja luotettavuuden varmistaminen**

**6.3 Toimittajien valinta ja hyväksymismenettely**

**6.4 Työlle ja tuotteille asetettujen laatuvaatimusten esittäminen**

**7. SUUNNITTELUN OHJAUS (ST-HANKKEET)**

**7.1 Organisointi**

**7.2 Suunnittelun aikataulu**

**7.3 Suunnittelukokoukset**

**7.4 Suunnitelmien hyväksyttäminen ja muutosten hallinta**

**8. URAKAN LUOVUTUS TILAAJALLE**

**8.1 Yleistä**

**8.2 Itselle luovutus**

**8.3 Luovutus tilaajalle**

**8.4 Asiakaspalaute**

**8.5 Jälkiarviointi**

**9. TAKUUAIKA**

**9.1 Urakan takuuajat**

**9.2 Toiminta takuuajalla**

**9.3 Takuuajan päättyminen**