

Otto Miettinen

# Maanrakennusalan laadunvarmistuksen ja työn- ohjauksen kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

21.9.2018

Tekijä Otsikko  Sivumäärä Aika	Otto Miettinen Maanrakennusalan laadunvarmistuksen ja työnohjauksen kehittäminen  22 sivua + 2 liitettä 21.9.2018
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennusalan työnojohto
Ammatillinen pääaine	Rakennustekniikka
Ohjaajat	Vastaava mestari Dick Hallback Lehtori Jouni Ruotsalainen
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia laadunvarmistuksen toimenpiteitä maanrakennustyömaalla. Tutkimuksen tehtävänä oli kehittää maanrakennustyömaan laadunvarmistuksen dokumentointia ja työnohjausta.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin Kreate Oy:n pohjarakennusyksikölle Sompasaaren esirakentamisen urakassa. Tutkimusaineistoa kerättiin haastatteleamalla Kreate Oy:n työnojohtoa, mittamiehiä ja työmiehiä. Tutkimusaineistoa kerättiin myös eri maanrakennusalan kirjallisuudesta, kuten InfraRYL 2010 osa 1: Väylät ja alueet, Tiehallinnon kirjallisuudesta, sekä Sompasaaren urakan työselostuksista ja -suunnitelmista. Opinnäytetyön tekemiseen liittyi myös Kreate Oy:n laadunvarmistusdokumentteihin ja -tapoihin perehtyminen.</p> <p>Tutkimuksen seurauksena laadunvarmistusdokumenttien arkistoinnissa ja työvaihekohtaisessa valvonnassa huomattiin puutteita. Laadunvalvontaa ja ohjausta kehitettiin työvaihekohtaisella perehdytyksellä, jonka tarkoituksena on varmistua oikeanlaisista työmenetelmistä sekä toimia työnjohdon tukena työnohjauksessa, valvonnassa ja työvaihekohtaisessa laadundokumentoinnissa. Tämän pohjalta luotiin niin sanottu Laatukortisto työvaiheelle.</p> <p>Työvaihekohtaiseen Laatukortistoon kerättiin ohjeita ja tarkennuksia eri työvaiheiden maanrakennuskirjallisuudesta sekä Sompasaaren työselostuksesta. Laatukortiston dokumentoinnin tueksi luotiin työvaiheen valokuvien dokumentointijärjestelmä, jonka avulla laadunvarmentaminen olisi helpompaa. Laatukortisto toimii osa- ja pikaraportoinnin apuna yrityksen työvaihekohtaisessa laaduntarkkailussa ja -dokumentoinnissa.</p>	
Avainsanat	Laadunvarmistus, -dokumentointi, valvonta, ohjaus

Author Title	Otto Miettinen Infrastructure site quality assure and work supervision
Number of Pages Date	22 pages + 2 appendices 21 September 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	House Building Site Management
Professional Major	House Building Site Management
Instructors	Dick Hallback, Project Manager Jouni Ruotsalainen, Principal Lecturer
<p>Graduate study project focus was to examine infrastructure site quality assure and work supervision. The project aimed to improve infrastructure quality assures documentation and to improve the quality of work supervision.</p> <p>The project was made for Kreate Oy foundation engineering unit at Sompasaari part 2 contract. Research was based on interviewing Kreate Oy Site management, measure of man and laborers. Research material included literature of infrastructure manuals such as InfraRYL 2010 part 1: Fairways and areas, Road Administration literature and Sompasaari part 2 contracts exercise report. Research material also included studying Kreate Oy quality assure documents and work habits.</p> <p>The research showed some lack of quality assure document filing and work operation supervision. Quality assure and supervision were improved by work operation induction which purpose was to ensure the right work methods for the laborers and to guide Site Managements for work instructions, supervising and quality assure document filing. Based on these steps was developed "quality card file".</p> <p>Operation-specific "Quality card file" consisted of directives and instructions from infrastructure literature, guide lines and adjustments from Sompasaari part 2 contracts exercise report. "Quality card file" included photograph documentation system that would help the quality documentation. "Quality card file" purpose is to assist on part- and instant report for Kreate Oy quality assure documentation and work supervision.</p>	
Keywords	Quality assure, instruction, supervising, documentation

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Työn taustaa	1
1.2	Työn tavoitteet ja rajaus	1
1.3	Kreate Oy	2
2	Laadunvarmistus	3
2.1	Laadunvarmistuksesta yleisesti	3
2.2	Viranomaisen laadunvarmistustoimenpiteet	3
2.3	Rakennuttajan laadunvarmistustoimenpiteet	3
2.4	Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet	4
3	InfraRYL 2010	5
3.1	InfraRYL 2010 yleisesti	5
3.2	InfraRyl 2010 asettamat vaatimukset urakoitsijan laadundokumentoinnista	5
4	Työselostus - Sompasaari esirakentaminen osa 2	6
4.1	Työselostuksesta yleisesti	6
5	Työvaihekohtaiset laadunvarmistustoimenpiteet	8
5.1	Työvaihekohtainen laatudokumentointi	8
5.2	Esiraportointi	9
5.3	Pikaraportointi	9
5.4	Osaraportointi	9
5.5	Loppuraportointi	9
5.6	Takuuajan raportointi	10
6	Laatudokumentoinnin kehittämisen tarpeet	11
6.1	Dokumentointi	11
6.2	Työvaihekohtainen laadunvarmistus	11
7	Laatukortisto	12
7.1	Ohjeistukset	12
7.1.1	Havainnot	13
7.2	Valukuvien dokumentointi	13

7.2.1	Havainnot	14
7.3	Mittaus	15
7.3.1	Havainnot	17
7.4	Painumakokeet	17
7.4.1	Havainnot	19
7.5	Yleiset asiat	19
7.5.1	Havainnot	20
8	Yhteenveto	21
	Lähteet	23
	Liitteet	
	Liite 1. Laatukortisto (työvaiheeseen perehdytys)	
	Liite 2. Valokuva dokumentointi taulukko	



# 1 Johdanto

## 1.1 Työn taustaa

Tämä opinnäytetyö toimii tuotoksena Kreate Oy:n pohjarakennusyksikölle. Yrityksen tarpeena oli kehittää työnaikaista laadunvarmistusta ja työn seurantaa, joka palvelisi työmaiden laatudokumentointia. Laatudokumentointia tehtäessä työmaiden erityispiirteet tulee ottaa huomioon. Työmaiden laadunvalvonta ja -dokumentoinnin kehittämisen tarve on tullut pohjarakennusyksiköiden työnjohtajien toiveesta.

Laatuvaatimukset ovat tiukentuneet ja tilaajien vaatimukset laatudokumentoinnista ovat kasvaneet ja tarkentuneet. Työmaan luovutusvaiheessa tulee luovuttaa laatudokumentointi tilaajalle. Dokumentointi tulee olla kunnossa, jotta luovutusvaihe sujuu mahdollisimman sujuvasti. Laatudokumenteissa tulee esittää työvaihesuunnitelmat, materiaalit, mittaukset ja työvaihekohtaiset laadunvarmistusmenettelyt. Laadunvarmistusdokumentointi ja sen laajuus riippuu tilaajasta, urakan koosta ja eri työvaiheista.

Yrityksen toimintajärjestelmästä löytyy eri työkaluja laadunvarmistuksen dokumentointiin ja sen seurantaan, mutta ongelmaksi on muodostunut työvaihekohtainen laadun tarkkailu ja varmistus. Yrityksen toiveena oli, että heille luotaisiin selkeämpi ohjeistus työvaihekohtaiseen laadunvarmistukseen, johon olisi yhdistetty työvaiheiden InfraRYL:n antamat määräykset, sekä työselostuksen tarkennukset. Laadunvarmistusdokumentointia kokeiltaisiin Sompasaaren esirakentaminen osa 2 urakassa.

## 1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Opinnäytetyön tavoitteena on parantaa työnaikaista laadunvarmistusta ja sen seurantaa. Työvaihekohtaisen laadunvarmistuksen tueksi luodaan laadunvarmistuskortisto työvaihekohtaiseen perehdytykseen. Opinnäytetyössä tutkitaan yleisesti laadunvarmistusta, InfraRYL:n antamia ohjeistuksia sekä työselosteen täydennyksiä. Laadukortistoon kerätään ohjeistuksia muutamista Sompasaaren urakan keskeisistä työvaiheista. Ohjeistuksen määräävinä tekijöinä toimii InfraRYL, sekä Sompasaaren urakan työselostus ja suunnitelmat.

Laatukortiston tehtävänä on auttaa työnjohtajia muistamaan eri työvaiheiden laadunvarmistusmenetelmät, sekä oikeaoppiset työtavat. Laatukortisto auttaa myös rakennusammattimiehiä perehtymään oikeisiin työtapoihin, sekä muistamaan mitä eri tarkennuksia urakan työselostuksessa on.

### 1.3 Kreate Oy

Kreate on vuonna 2015 perustettu yritys, jossa yhdistyi kolme infra-alanyritystä Fin-Seula Oy, Insinööritoimisto Seppo Rantala Oy ja Kesälahdenmaansiirto Oy. Yhdistyneillä yrityksillä on kokemusta infra-alalta yhteensä yli 100 vuotta. Kreate Oy tarjoaa kokonaisvaltaiset ratkaisut silta-, rata-, väylä-, pohja-, teollisuus- ja ympäristörakentamiseen. Yrityksessä työskentelee yli 300 työntekijää. Yrityksen liikevaihto on 185 miljoonaa euroa. Kreate Oy:n pääkonttori sijaitsee Tuusulassa, lisäksi toimipisteitä on Tampereella, Lappeenrannassa, Joensuussa, Seinäjoella, sekä Kouvolassa. Yrityksen missio on rakentaa tästä maasta parempi joka päivä. [1.]



Kuva 1. Kreate Oy:n toimisto Tuusulan Haarakaassa.



## 2 Laadunvarmistus

### 2.1 Laadunvarmistuksesta yleisesti

Laadunvarmistuksella tarkoitetaan erilaisia laaduntarkastustoimenpiteitä. Se sisältää kaikki ne toimenpiteet, joilla voidaan varmistaa, että rakennuskohde täyttää sille annetut laatuvaatimukset. Laadunvarmistuksen tavoitteena on, että hankkeen laatuvaatimukset ja informaatio kulkevat rakennuttajan, suunnittelijoiden, urakoitsijoiden ja viranomaisten välillä. Laadunvarmistuksella pyritään ehkäisemään epätasällisyyksiä, väärinymmärryksiä sekä puuttuvista tiedoista johtuvien ongelmien ja virheiden korjaamista. [2, s. 445]

### 2.2 Viranomaisen laadunvarmistustoimenpiteet

Viranomaisen tehtävä rakennushankkeessa on varmistaa mukana olevien asiantuntemus ja ammattitaito, sekä huolehtia, että hankkeessa noudatetaan asetettuja toimintavelvollisuuksia. Viranomaisen määrittää vain hankkeessa noudatettavan vähimmäistason, jonka rakennushankkeen on täytettävä. Viranomaisen tärkeimmät laadunvarmistustoimenpiteet ovat:

- Aloituskokous
- Rakennustyön asiakirja
- Laadunvarmistus selvitys

[2, s. 446]

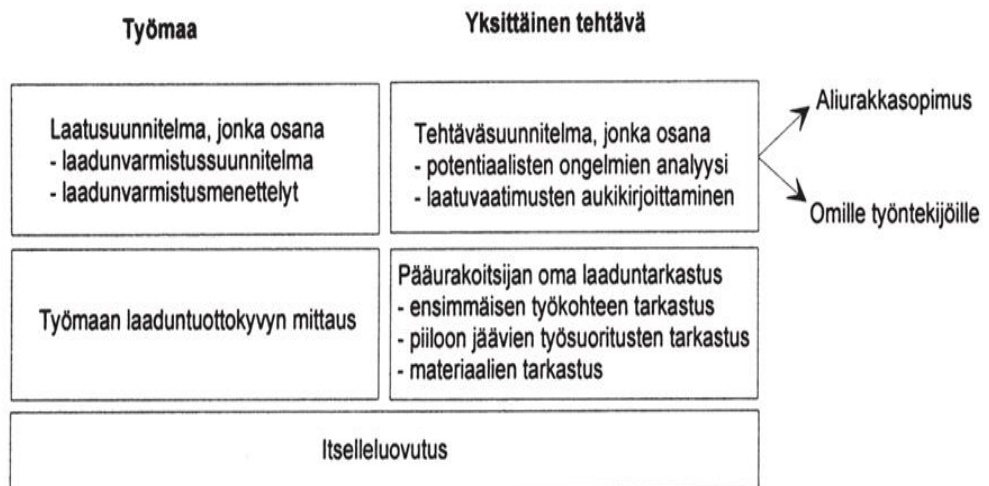
### 2.3 Rakennuttajan laadunvarmistustoimenpiteet

Rakennuttajan laadunvarmistustoimenpiteisiin kuuluu laatia hankekohtainen laadunvalvonnansuunnitelma, joka on tarkoitettu palvelemaan rakennuttajan omaa toimintaa. Rakennuttajan tehtäviin kuuluu työmaavalvonta ja myötävaikutusvelvollisuus urakoitsijan kanssa. Tällä tarkoitetaan suunnitelma-asiakirjojen toimittamista aikataulun mukaisesti, tarkistamista, ristiriitaisuuksien tai tulkinnallisten kohtien poistamista sekä työvaiheiden

mallikatselmuksia. Näillä laadunvarmistustoimenpiteillä pyritään ehkäisemään virheet rakennustyön toteutuksessa ja aikataulutuksessa. Mikäli rakennuttaja ei itse ole ammattitaitoinen suoriutumaan kyseisistä toimenpiteistä, tulee hänen hankkia ammattitaitoinen konsultti. [2, s. 447-448]

## 2.4 Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet

Urakoitsija laatii koko työmaata koskevan laadunvarmistussuunnitelman, jossa kerrotaan työmaata koskevat laadunvarmistustoimenpiteet, riskianalyysi, aluesuunnitelma ja työmaan toimintatavat yleisesti. Yksittäisiä tehtäviä varten yrityksillä on erilaisia työ- ja laatusuunnitelmia, joissa otetaan huomioon työvaihetta koskevat laadunvarmistustoimenpiteet, kuten mittaukset, tarkastukset, katselmuksset, riskitekijät ja itselleluovutus. [2, s. 448]



Kuva 2. Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteitä. [2, s. 448]

### 3 InfraRYL 2010

#### 3.1 InfraRYL 2010 yleisesti

InfraRYL 2010 - julkaisu on kuvaus infrarakentamisen yleisistä laatuvaatimuksista. Sitä käytetään työselostuksena infra-alan rakennustyömailla. InfraRYL 2010 perustuu rakentamisen eri tahojen laatimiin yleisiin laatuvaatimuksiin, työselostuksiin, standardeihin ja niiden pohjalta koottuun yhteiseen käsitykseen hyvästä rakennustavasta. Julkaisun laatuvaatimukset on varmistettu rakennusala edustavissa toimikunnissa ja työryhmissä sekä niistä on pyydetty lausuntoja eri urakoitsijoilta, rakennuttajilta, suunnittelijoilta, viranomaisilta, järjestöiltä ja yksityisiltä asiantuntijoilta. [3, s. 19]

#### 3.2 InfraRyl 2010 asettamat vaatimukset urakoitsijan laadundokumentoinnista

InfraRYL 2010 laatuvaatimukset on kuvattu täsmällisinä mitattavissa olevina arvoina. Urakoitsijan tulee todentaa, että työ vastaa laadultaan annettuja arvoja. Rakennusprojektin aikana syntyy lukuisa määrä erilaisia suunnitelmia, mittauksia, pöytäkirjoja, katselmuksia, muistioita, laskelmia, laadunvalvontakokeiden tuloksia, valokuvia ja materiaalien tuoteselostuksia. Kaikki nämä asiakirjat kootaan urakan jälkeen yhteen, josta syntyy kelpoisuusasiakirja. Kelpoisuusasiakirjalla tarkoitetaan usein työmaan laatukansiota. Laatu-kansio tulee luovuttaa tilaajalle työmaan päätyttyä, jotta voidaan todentaa yleisen rakennustavan täyttyminen. [3, s. 24]

## 4 Työselostus - Sompasaari esirakentaminen osa 2

### 4.1 Työselostuksesta yleisesti

Työselostuksen toimittaa tilaaja, suunnittelija tai tilaajan konsultti. Sompasaari osa 2 työselostuksen on tehnyt Helsingin kaupungin rakennusviraston katu- ja puisto-osasto. Helsingin kaupunki toimii kohteessa tilaajana. Työselostukseen kuuluu rakennushankkeen kuvaus, suunnittelijoiden ja asiantuntijoiden tiedot, teknisiä vaatimuksia, laadunvalvonnan ohjeet, maaperätiedot, erityiset määräykset, tilaajan ja urakoitsijan materiaalit, sekä työjärjestys rakentamisen osalta. Työselostukset ovat hankekohtaisia selostuksia, jossa tarkennetaan ja täydennetään InfraRYL:n julkaisuissa esitettyjä teknisiä vaatimuksia ja ohjeita.

Sompasaari osa 2 - rakennushankkeessa noudatetaan InfraRYL:ssä mainittuja toleransseja sekä teknisiä vaatimuksia ja ohjeita, ellei työselostuksessa ole muuta mainintaa. Työseloste toimii kuitenkin urakan määräävänä tekijänä ennen InfraRYL:n tai muiden yleisten ohjeiden vaatimuksia. Asiakirjojen pätemisjärjestys on tarkennettu myös urakkasopimuksessa. [4.]

### 4.2 Sompasaaren työselostuksen laadunvalvontatarkennukset

Sompasaari - rakennushankkeessa työselostuksen mukaan urakoitsijan tulee laadunvarmistuksen osoittamiseksi kerätä kaikkien tehtyjen mittauksien ja kokeiden tulokset, katselmuspöytäkirjat, laadunvalvontaraportit ja suorituspöytäkirjat ja koota ne työmaalla olevaan, ajan tasalla pidettävään kelpoisuusasiakirjaan. Kelpoisuusasiakirja tunnetaan myös toiselta nimeltään laadunvarmistuskansiona.

Mittauksien osalta tarkennuksia on annettu nykyisten johtojen, kaivojen ja putkien liitoskorkeuksien suunnitelmapoikkeamiin. Poikkeaman ilmetessä tulee olla yhteydessä suunnittelijaan ja tilaajaan suunnitelman päivitystä varten. [4, s.4]

Tilaajan materiaaleja käytettäessä on urakoitsija velvollinen huolehtimaan siitä, ettei virheellisiä materiaaleja käytetä. Virheellisistä materiaaleista tulee ilmoittaa valvojalle. Tämä koskee muun muassa urakassa käytettäviä HSY:n putkia, kaivoja, vesijohtoja ja asennustarvikkeita, Helenin kaukolämpö- ja kaukokylmäputkia, operaattoreiden putkia,

sekä valaisinpylväitä ja niiden jalvoja. Urakoitsijan tulee huolehtia, että rakennusmateriaalit ovat CE-merkittyjä tai tuotehyväksyntälain mukaisesti varmennettuja, ennen tuotteiden tilaamista, käyttämistä tai kiinnittämistä rakennuskohteeseen. Urakoitsijan pitää kerätä jokaisen käytettävän tuotteen CE-merkintätodistukset osaksi kelpoisuusasiakirjaa. [4, s. 9]

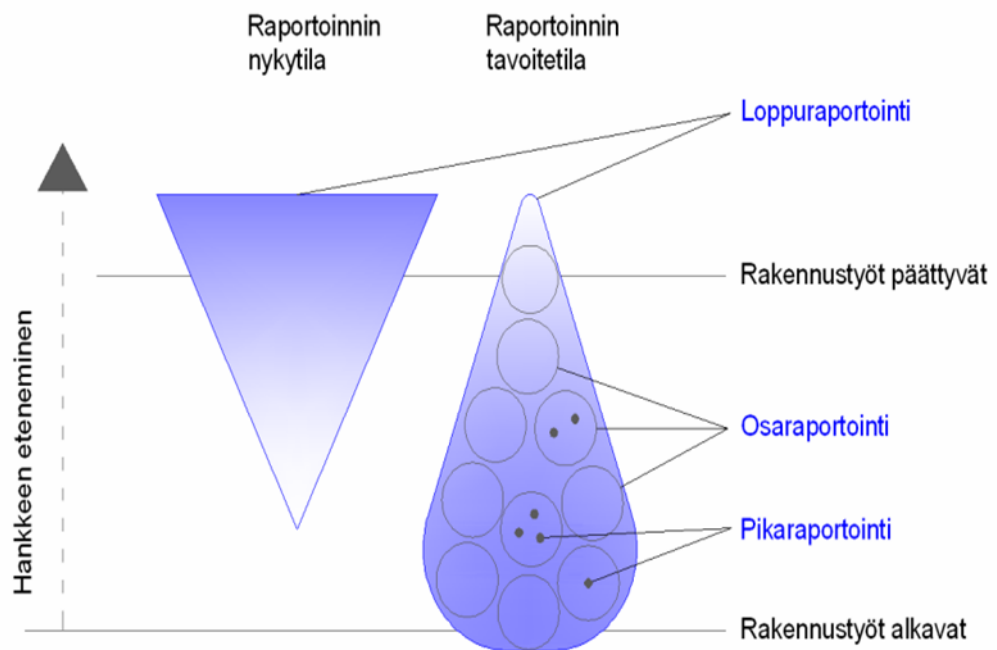
## 5 Työvaihekohtaiset laadunvarmistustoimenpiteet

### 5.1 Työvaihekohtainen laatudokumentointi

Työvaihekohtainen laatudokumentointi voidaan jakaa viiteen osa-alueeseen:

- Esiraportointi
- Pikaraportointi
- Osaraportointi
- Loppuraportointi
- Takuuajan raportointi

[5, s. 14]



Kuva 3. Laaturaportoinnin tulisi painottua mahdollisimman paljon hankkeen alkuvaiheisiin, jolloin loppuraportointi on helpompaa ja selkeämpää. [5, s. 11]

## 5.2 Esiraportointi

Esiraportointivaiheella tarkoitetaan ennen työvaiheen aloitusta tehtäviä laadunvarmistus-toimenpiteitä, kuten työ- ja laadunvarmistussuunnitelmia, rakennussuunnitelmia, sekä tietoja käytettävistä materiaaleista. Esiraportoinnilla pyritään varmistamaan rakennussuunnitelmien asianmukainen taso ja oikeanlaiset materiaalit. Esiraportoinnilla pyritään välttämään rakennusvaiheessa tulevia virheitä, jotta rakenteita ei jouduta myöhemmin purkamaan. Esiraportointivaiheessa tehtävät dokumentit tulee lähettää tilaajan hyväksyttäväksi. [5, s. 18]

## 5.3 Pikaraportointi

Pikaraportointi koskee pääsääntöisesti maahan peitettäviä rakenteita, joilla voi olla vaikuttavia tekijöitä lopputuotteen laatuun ja niitä on jälkikäteen vaikea todentaa. Urakoitsija raportoi niistä valokuvilla, ”näin on tehty” -piirustuksilla tai lyhyellä kirjallisella raportilla muutaman päivän välein. Pikaraportointia voi toteuttaa muun muassa työmaapäiväkirjan yhteydessä tai työmaakokouksissa. Olennaisia tietoja pikaraportissa ovat raportoijan nimi, päivämäärä ja mitä rakennuskohtaa tieto koskee. Tilaajalla on oikeus puuttua työn kulkuun raportoinnin perusteella. Tilaajalla on myös oikeus tarkastaa rakennuskohde, jolloin rakenteet eivät saa vielä olla peitettynä. [5, s. 19]

## 5.4 Osaraportointi

Osaraportoinnilla tarkoitetaan yhteenvetoa tärkeiden rakenneosien osalta. Silloin urakoitsija voi antaa valmiin osaraportin rakennusosasta, jossa on hyväksytyt mittaukset, tulokset, rakenteiden ominaisuudet osuiksittain ja raportoinnin tunnistetiedot. Urakoitsija voi halutessaan raportoida keskeneräisiä työvaiheita, jos tehtävät toimenpiteet ovat vähäisiä. [5, s. 20]

## 5.5 Loppuraportointi

Loppuraportti on valmiin työn laaturaportti, joka luovutetaan tilaajalle. Loppuraporttiin kerätään kaikki osa-, pika- ja esiraportointivaiheessa tehdyt tiedot ja mittauksien tulokset.

Loppuraportin avulla urakoitsija osoittaa rakenteen kelpoisuuden sekä mittauksien tuloksien kattavuuden ja poikkeamat. Loppuraportissa osoitetaan, että tilaaja on hyväksynyt kaikki osa- ja pikaraportit, sekä rakenteen mahdolliset poikkeamat. Loppuraportin tulee olla selkeä ja sillä on pystyttävä havainnollistamaan rakenteen laatu esimerkiksi valokuvien ja tarkepiirustuksien avulla. Urakan laaturaportointi ei saisi painottua liikaa loppuvaiheeseen, joten osa- ja pikaraporttien olemassaolo ja tarkkuus helpottavat loppuraportin tekemistä. Tällöin vältetään myös mahdollisilta rakenteen korjauksilta, sekä laatuvaatimuksia täyttämättömien rakenteiden tekemiseltä. [5, s. 21]

## 5.6 Takuuajan raportointi

Takuuajan raportoinnissa urakoitsija tekee takuuajan tehtävät tuotevaatimuksissa esitetyllä tavalla. Takuuajan raportteihin kirjataan mitattu laatu ja muut takuuajan tapahtumat, kuten korjaustyöt, mittaukset, katselmukset, rakenteiden kuluminen, sekä lopputarkastus. [5, s. 23]



## 6 Laatudokumentoinnin kehittämisen tarpeet

Laadunkehittämistä tutkittiin haastatteluiden avulla. Haastattelut toteutettiin suullisesti yrityksen työmailla. Tarkoituksena oli kerätä tietoa ja ajatuksia siitä, mitä tulisi kehittää työvaihekohtaisessa laadunvarmistuksessa. Haastateltavaksi valittiin työnjohtoa, työmiehiä ja mittamiehiä, jotka ovat toimineet useiden erilaisten hankkeiden toteutuksessa. Haastattelujen avulla löytyi muutamia ongelmakohtia työvaiheiden laadunvarmistukseen liittyen ja ideoita siihen, miten sitä voisi kehittää.

### 6.1 Dokumentointi

Kreate Oy:llä on laadunvarmistukseen liittyviä työkaluja, mutta lähes kaikki työkalut painottuvat esiraportointi- tai loppuraportointivaiheeseen. Laadunvarmistuksen raportoinnin painottuminen loppuraportointivaiheeseen lisää riskejä rakenteiden korjauksille. Loppuvaiheessa huomattavat virheet voivat tulla kalliiksi urakoitsijalle. Loppuraportin tai laatukansion tekeminen on monesti työlästä, juuri sen loppuvaiheeseen painottumisen vuoksi. Laadunvarmistusraportteja tulisi tehdä mahdollisimman systemaattisesti urakan edetessä, jolloin urakan luovutusvaihe helpottuu. Urakan viimeinen maksuerä on usein sidottu laatukansion luovutusvaiheeseen. [6.]

### 6.2 Työvaihekohtainen laadunvarmistus

Kreate Oy haluaa kehittää työvaihekohtaista laadunvarmistusta ja dokumentointia, joka helpottaisi ja selkeyttäisi esiraportointia, pikaraportointia ja osaraportointia. Opinnäytetyön tutkimuskohteiksi valittiin muutamia Sompasaaren urakan keskeisiä työvaiheita. Tarkoituksena oli parantaa työmiehien käsitystä hyvästä rakennustavasta ja tehdä selkeä ohjeistus, johon on kerätty kaikki InfraRYL:n ohjeet kyseiseen työvaiheeseen liittyen, sekä urakan työselostuksen tarkennukset. Ohjeistuksen tarkoituksena on toimia työnjohdon tukena työvaihekohtaisessa perehdytyksessä, sekä toimia muistilistana työvaiheeseen liittyvissä tarkennuksissa ja laadun dokumentoinnissa. Ohjeistuksessa haluttiin panostaa etenkin laadunvarmistuksen dokumentointiin. Dokumentointiin kuuluvat muun muassa tarkemittauksien tekeminen, painumakokeet, materiaalitodistukset, suunnitelma muutokset, valokuvaus ja katselmukset. [6.]

## 7 Laatukortisto

Laatukortisto luotiin kiviainesarinoiden ja putkien asennusta varten. Laatukortistoa koikeilemalla voitaisiin huomata ohjeistuksen hyödyt ja haitat. Lopullinen tarkoitus oli, että vastaavanlainen laatukortti löytyisi mahdollisimman monesta työvaiheesta. Laatukortisto koostuu InfraRYL 2010 kiviainesarinoiden ohjeista, työn toteutuksen periaatteesta, valokuvien dokumentoinnista, mittauksesta ja painumakokeiden seurannasta, sekä työvaiheeseen liittyvien suunnitelmien muutoksista, -katselmuksista ja -poikkeamaraporteista. Laatukortisto liitettiin osaksi Sompasaaren laadunvarmistussuunnitelmaa kokeiluvaiheessa, jotta nähtäisiin, kuinka se toimii osana laadunhallinnan järjestelmää. [Liite 1.]

LAADUNVARMISTUSSUUNNITELMA: Järjestelmät											
	Projekti, työnnumero:		Sompasaari 2, 17058			Tilaaja:		Helsingin Kaupunki			
	Laatija:					Pvm:		24.11.2017		Versio:	1,0
	TYÖVAIHE	Työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelma		Työvaiheen aloituspalaveri		Tekniset työsuunnitelmat		Materiaalin laatuaineisto		Rakenneosan laatuylhteenveto	
infraRYL											
3000		tehdään	vastuuhenkilö	tehty pvm	pidetään	vastuuhenkilö	tot. pvm	Suunnitelma	vastuuhenkilö	suunn.	
31100	Jätevesiviemärit										
	Viemärin asennus ja täyttö						Kaivusuunnitelma	HD	CE-suoritustasoilmoitus	<a href="https://kesalahdenmaansiirtomy.sharepoint.com/personal/ottomietinen_kratefi/Documents/Desktop/Koulu/Opinnäytetyö/Kiviaines%20arinat%20laatukortisto%20(luonnos).docx">https://kesalahdenmaansiirtomy.sharepoint.com/personal/ottomietinen_kratefi/Documents/Desktop/Koulu/Opinnäytetyö/Kiviaines%20arinat%20laatukortisto%20(luonnos).docx</a>	

Kuva 4. Laatukortisto liitettiin laadunvarmistussuunnitelman rakenneosan laatuylhteenvetoon.

### 7.1 Ohjeistukset

Laatukorttiin kerättiin InfraRYL 2010 painoksesta oikeanlaiset kiviainesarinan työtavat ja ohjeet ja sitä tarkennettiin Sompasaaren urakan työselostuksen tarkennuksilla. Tämän tarkoituksena on varmistaa, että asentajat tietävät ja tuntevat oikeat työmenetelmät ja

noudattavat oikeita työvaiheeseen liittyviä käytäntöjä ja rakennusmenetelmiä. Ohjeistuksen on tarkoitus toimia myös työnjohdon tukena oikeiden työtapojen noudattamisessa ja valvonnassa. Työnjohto voi käyttää ohjeistusta työvaiheeseen perehdytyksen yhteydessä. [Liite 1.]

### 7.1.1 Havainnot

Laatukortisto toimii hyvänä havainnollistavana ohjeistuksena työvaihekohtaisessa perehdytyksessä. Samalla työnjohto varmistuu siitä, että työmiehet ovat ymmärtäneet työnkuvan ja periaatteen. Laatukortiston ohjeistus on työmiehillä taukotilassa, josta he pysyvät varmistamaan työvaiheeseen liittyviä tarkennuksia. Laatukortisto on työnjohtajilla sähköisessä muodossa, koska sitä on tarkoitus täyttää työvaiheen edetessä.

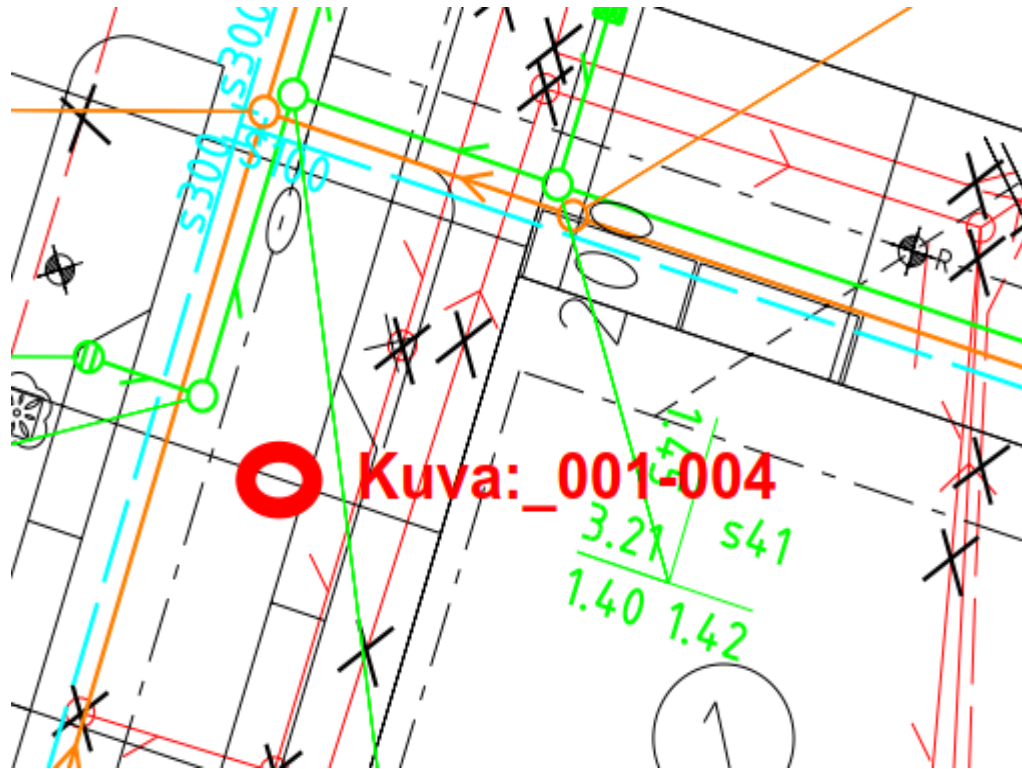
Kokeiluvaiheessa huomattiin, että laatukortista on parempi jättää työturvallisuus, resurssit, sekä ympäristön aiheuttamat tekijät kokonaan pois, koska ne ovat jo mainittu työsuunnitelmassa. Päätös perustui siihen, että päällekkäisyys saattaisi vain sekoittaa ohjeistusta ja laatukortiston tarkoitusta.

### 7.2 Valokuvien dokumentointi

Työnjohtoa haastatteleamalla huomattiin, että työvaihekohtaisten valokuvien dokumentoinnissa on parannettavaa. Pikaraportointi- ja loppuraportointivaiheessa kuvien etsiminen ja jäsentely on hankalaa, jos ei tiedetä milloin ja mistä valokuva on otettu, ja kuka sen on ottanut. Muutamilla Sompassaaren urakan kaivinkonekuljettajilla on yrityksen antama kamera, jolla he ottavat työnjohdon lisäksi työvaiheista valokuvia laatudokumentointia varten. Valokuvien paikan hahmottaminen ja oikeiden valokuvien löytäminen laadun todentamiseksi rakennusosasta osoittautui hankalaksi. Työvaiheista tulisi ottaa mahdollisimman paljon valokuvia ja niiden tulisi olla helposti saatavilla esimerkiksi työvaiheen etenemisen raportointia varten. [6.]

Työmaalle luotiin putkiasennuksien ja kiviainesarinoiden tekoon liittyvien valokuvien dokumentointijärjestelmä, jonka tarkoituksena on helpottaa valokuvien arkistointia ja löytämistä. Dokumentointiarkiston pohjana toimii Excel-taulukko, johon valokuvat on jaoteltu

päivämäärän ja työalueen mukaan. Taulukossa olevaa linkkiä painamalla pääsee valokuvaan. Hahmottamisen helpottamiseksi valokuvan numero on kiinnitetty Sompasaaren vesijohtopiirustukseen, josta on helppo todeta valokuvan sijainti. [Liite 2.]



Kuva 4. Sompasaaren vesijohtokartta toimii valokuvien dokumentoinnin apuna kuvien sijainnin hahmottamiselle.

Dokumentoinnin onnistumisen kannalta on tärkeää, että työnjohto päivittää valokuvatiedostoa mahdollisimman usein sekä dokumentoi kaivinkonekuljettajien ja asentajien kuvat vähintään viikon välein. Dokumentoinnin jatkuvalla päivittämisellä säästetään aikaa pika-raportointi- ja loppuraportointivaiheessa.

### 7.2.1 Havainnot

Valokuvien dokumentointijärjestelmän kokeiluvaiheessa huomattiin, että valokuvien paljouden vuoksi dokumentoinnissa ilmenee hankaluuksia. Kuvien paljouden takia niiden erittely oli hankalaa ja vei todella paljon aikaa. Työmaalla sovittiin, että valokuvat tulee ladata ja arkistoida vähintään viikon välein, jottei arkistointi käy liian hankalaksi ja työlääksi. Dokumentointijärjestelmä toimii odotetulla tavalla, mutta sitä tulee vielä kokeilla

muissakin työvaiheissa. Vasta sen jälkeen nähdään, voisiko järjestelmä toimia yleisellä tasolla.

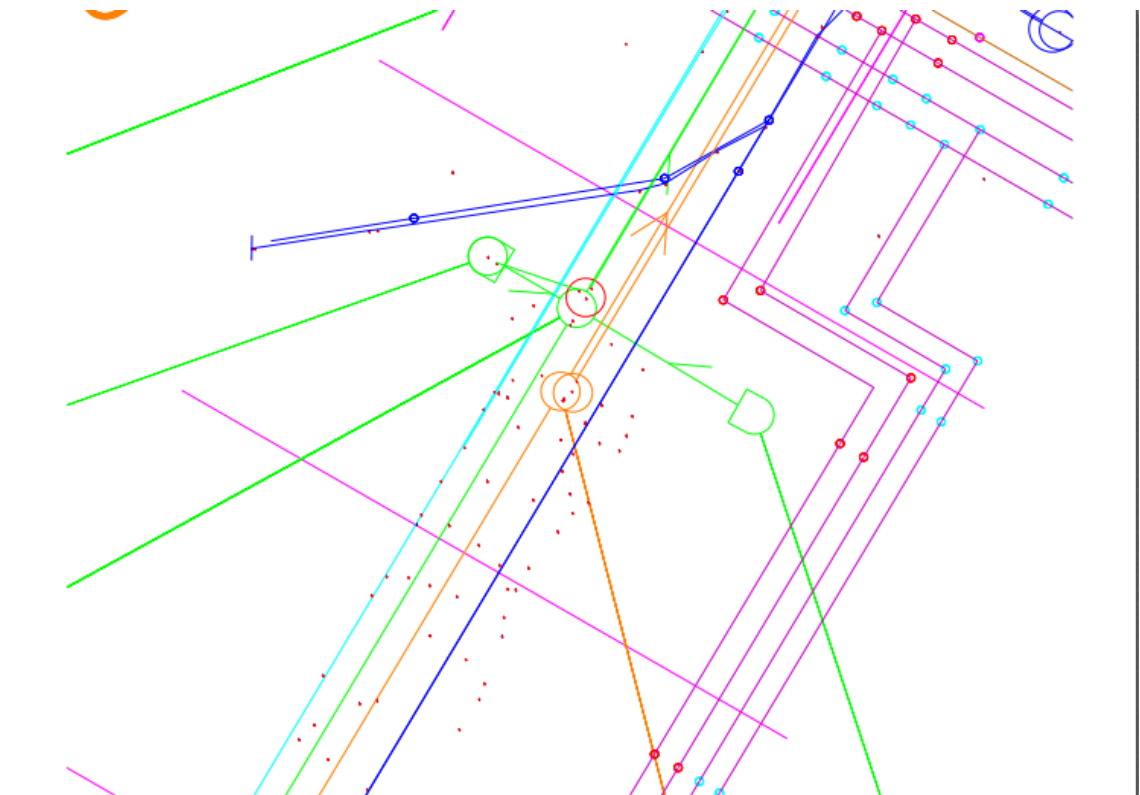
Vaihtoehtoinen ratkaisu valokuvien dokumentoinnille olisi kämmentietokone, joka valokuvan otettuaan merkitsee itse pohjakuvaan sen ajankohdan ja paikan. Kämmentietokoneella säästettäisiin aikaa arkistoinnissa ja valokuvat saataisiin heti oikeaan järjestykseen.

### 7.3 Mittaus

Esiraportointivaiheessa mittamies tarkastaa suunnitelmien ja piirustuksien toimivuuden. Suunnitelmien tarkistus tulee tehdä esiraportointivaiheessa, jotta suunnitelma muutokseen ja niiden yhteensovittamiseen ehditään varautua riittävän ajoissa. Esiraportointivaiheessa mittamies tarkistaa myös alueen mittapisteet, koron, sekä niiden toimivuuden. Mitä enemmän mittapisteitä pystytään tarkistamaan pitämällä laite yhdessä paikassa, sitä luotettavampi on mittaustarkkuus. Mittauslaite pitää huoltaa ja kalibroida vähintään kerran vuodessa laitteen tekijän toimesta. Myös mittamiehen on hyvä kalibroida laite itse noin kuukauden välein, jolloin mittatarkkuus pysyy mahdollisimman hyvänä. [7.]

Pikaraportoinnissa mittamiehellä on suuri vastuu putkitarvikkeiden ja -arinan koron tarkistuksessa. Tarkistusta helpottaa kaivinkoneiden ohjauslaitteet, joihin pystytään liittämään esimerkiksi putkikuva, johon on merkittynä arinan korko ja kaato. Tällöin mittamiehen tarvitsee vain merkitä kaivojen paikat, ja kaivinkonekuski sekä asentaja pystyvät tekemään putkilinjaa enemmän itsenäisesti. Mittamiehen on kuitenkin hyvä välillä tarkistaa arinan korkoa ja katsoa että ohjauslaite toimii ja sen tarkkeet ovat oikeanlaiset. Pikaraportointivaiheessa mittamies ottaa itse putkien tarkkeet (paineellisista vesiputkista ja kaapeliputkista putken yläpinnan korko), sekä kaivojen pohja-, vesijuoksun- ja kannen korko. Tärkeintä putkien asennuksen ja arinan teon kannalta on, että mittamies päivittää tarkekuvaa jatkuvasti ja mahdollisimman nopeasti, jolloin piirustukset ovat mahdollisimman ajan tasalla.

Loppuraportoinnin yhteydessä mittamies tarkistaa vielä jokaisen tarkkeen ja viimeistelee tarkepiirustuksen, jonka hän liittää suunnitelmakuvaan, tai vaihtoehtoisesti kirjoittaa selkokielisen ohjeistuksen kuvan yhteyteen. Lopullisesta tarkepiirustuksesta voidaan huomata suunnitelma poikkeamat. Pyrkimys on aina toimia suunnitelmien mukaisesti, mutta aina se ei asennusteknillistä syistä tai suunnitelmien virheistä johtuen onnistu. Tarkekuvan pitäminen ajan tasalla vähentää työtä loppuraportointivaiheessa, jolloin se on nopeampaa ja helpompaa tehdä. Mittaaminen sekä putkitarkkeiden ja -arinan koron tarkistus ovat tärkeimpiä työvaiheen osia laaduntarkistuksen kannalta. Mittamiehellä on siis työn laadunvarmistuksessa ja -todentamisissa suurin vastuu.



Kuva 5. Sompasaaren urakan putkitarkepiirustus, johon on liitetty suunnitelmapiirustus poikkeamien hahmottamiseen.

Paras mahdollinen tilanne mittamiehelle on, että kaupunki toimittaa koron, mittapisteet ja niiden koordinaatit, sekä nurkkapisteet, jolloin kaikki toimivat samalla järjestelmällä ja mittavirheet saadaan minimoitua. Mittapisteiden vähäisyys tai vanhat mittapisteet, sekä koron puuttuminen aiheuttavat suurimmat virheet ja rakenteiden korjaukset. [7.]

### 7.3.1 Havainnot

Työvaihekohtaisessa perehdytyksessä huomattiin laatukortiston selkeyttävän mittamiehen ja asennusmiehiä välistä yhteistyötä. Asennusmiehet merkitsevät itse putkiarinan valmistumisen matkan ja päivämäärän putkikuvaan sekä soittavat mittamiehelle, milloin arinan ja putkien tarkkeet tulisi ottaa. Asennusmiehiä merkitsemästä putkikuvasta pystytään samalla havainnollistamaan työvaiheen tehokkuus ja jäljellä olevat asennukset.

### 7.4 Painumakokeet

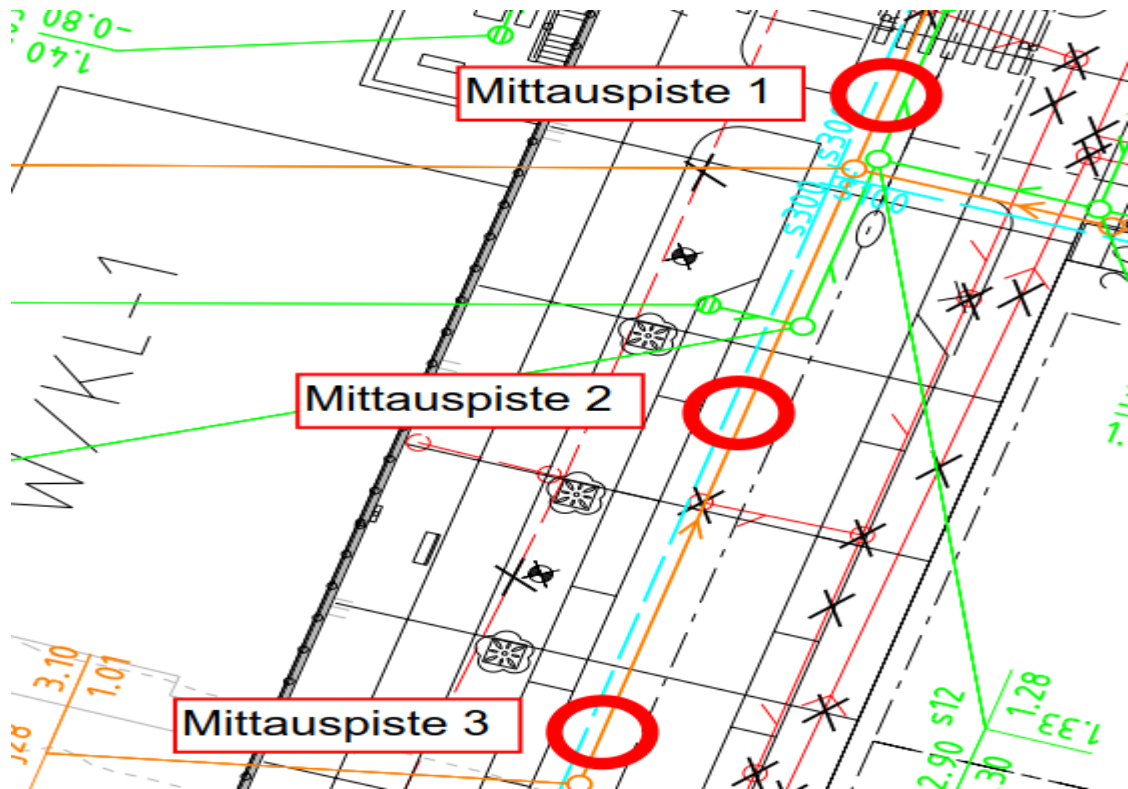
Painumakokeilla pyritään varmistamaan putkiarinoitten kestävyys ja tiiviyssuhde ja näin minimoimaan painumat. Painumakokeita tehdään myös muun muassa maantäyttötöiden yhteydessä, jolloin pystytään seuraamaan maan tiiveyttä. Tiiviyssuhde mitataan Loadman-laitteella, eli kannettavalla pudotuspainolaitteella. Urakoitsija voi suorittaa painumakokeen itse. Painumakokeita tehdään InfraRYL:n määräyksien mukaan. Asennusalustan tiiveysaste mitataan vähintään 100 metrin välein tai vähintään 1 mittaus työkohdetta kohti. Asennusalustan tiiviyssuhde todetaan 20 metrin välein.



Kuva 5. Putkiarinoiden tiiveysasteen mittaus Loadman- pudotuspainolaitteella.

Loadman-laite on suljettu alumiiniputki, jonka halkaisija on 132 millimetriä. Alumiiniputken sisällä on 10 kilogramman teräspaino. Loadman-laite asetetaan 300 millimetrin halkaisijaltaan olevan teräslevyn päälle, jonka päälle teräspaino pudotetaan. Teräslevyn tulee olla mahdollisimman tasaisella alustalla, eikä levyn alla saa olla suuria kiviä mittatarkkuuden varmentamiseksi. Teräspaino pudotetaan laitteen sisällä teräslevyn päälle vähintään kaksi kertaa, jolloin laite laskee maan tiiveysuhteen. Mittaukset kirjataan jokaisesta koepudotuksesta. Koepudotus paikka havainnollistetaan esimerkiksi putkikuvaan, josta voidaan todeta kokeiden oikeanlainen etäisyys ja määrä.





Kuva 6. Painumamittauspisteiden sijainti merkitään Sompasaaren urakan vesijohtopiirustukseen.

#### 7.4.1 Havainnot

Painumamittausten dokumentointijärjestelmä oli ollut Kreate Oy:llä käytössä aikaisemmin, ja se helpotti dokumentointia ja ohjeistuksen tekemistä. Asentajille tulisi opastaa työvaiheen yhteydessä myös Loadman-laitteen käyttö. Tällöin säästetään aikaa, eikä työvaihe pääse keskeytymään mittauksen ajaksi.

#### 7.5 Yleiset asiat

Laatukortiston yleisiin asioihin kirjataan työvaiheen suunnitelmat, katselmukset, aloituspalaveri, suunnitelma muutokset ja muut huomiot. Suunnitelmamuutoksista kirjataan laatukortistoon suunnitelman numero ja päivämäärä, jolloin myöhemmässä vaiheessa voidaan todentaa suunnitelmista johtuneet mahdolliset aikataulu- ja materiaaliuutokset.

Laatukortiston avulla työvaihetta koskevat muutokset ja itse työvaiheet pysyvät paremmin muistissa. Laatukortisto helpottaa myös loppuraportoinnin tekemistä. [Liite 1.]

#### 7.5.1 Havainnot

Monet työnjohtajat ovat tottuneet kirjaamaan suunnitelmien puutteet ja katselmukset työmaapäiväkirjaan. Työnjohtajat saavat itse päättää, kirjaavatko he niitä laatukortiston osioon. Laatukortistoon kirjaamalla työvaiheeseen liittyvät huomiot ja puutteet pysyisivät paremmin muistissa ja tallessa yhdessä paikassa. Selkeys ja järjestys helpottaisi loppuraportointia huomattavasti.

## 8 Yhteenveto

Opinnäytetyössä tutkittiin maanrakennusalan laadunvarmistukseen liittyviä toimenpiteitä ja osa-alueita eri rakennusalan toimijoiden näkökulmista. Tutkimustietoa kerättiin eri rakennusalan kirjallisuudesta, jotka toimivat rakennushankkeiden määräävinä tekijöinä laadunvarmistuksen osalta. Työn tarkoituksena oli luoda kokonaisuus rakennusalan laadunvarmistuksesta ja sen laajuudesta. Alan kirjallisuuteen perehtymällä saatiin selville mahdollisia kehittämiskohteita Kreate Oy:n laadunvarmistuksessa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli etsiä puutteita ja kehitettäviä alueita laadunvarmistukseen ja rakennustyön valvontaan liittyen. Haastatteluiden ja tutkimuksen seurauksena huomattiin, että laadunvarmistustoimenpiteet painottuivat lähinnä esi- ja loppuraportointi vaiheeseen. Työn tavoitteena oli luoda toimivampi järjestelmä, jossa laadunvarmistustoimenpiteet jakautuisivat paremmin koko työvaiheen ajalle. Kehitettävät alueet löytyivät työvaihekohtaisen laadunvarmistuksen osa-alueista ja työn ohjauksesta sekä valvonnasta. Laadunvarmistusta kehitettiin työvaihekohtaisella perehdytyksellä, jonka avulla luotiin Laatukortisto. Laatukortisto toimi ohjaavana tekijänä perehdytyksessä, sekä selkeytti oikeanlaisia työtapoja ja menetelmiä rakennusmiehille sekä kaivinkonekuljettajille. Laatu-kortisto toimi muistilistana työnjohdolle laadunvarmistusmenetelmistä työvaiheeseen liittyen. Laatukortiston tarkoituksena oli myös helpottaa työvaiheen laatudokumenttien arkistointia ja lajittelua osa-, pika- ja loppuraportointia varten. Laatukortistoa on tarkoitus vielä kokeilla Sompasaaren urakan muissa työvaiheissa ja kehittää soveltuvammaksi yrityksen tarpeisiin.

Rakennushankkeiden monimuotoisuuden takia yhtenäistä laadunhallintarunkoa tai järjestelmää on vaikeaa luoda työmaille toimivaksi. Vastaavan mestarin tehtäväksi jää usein laadunvarmistuskansion tekeminen, jolloin hän luo sen itse työmaan tarpeiden mukaan. Opinnäytetyön edetessä huomattiin, että laadunvarmistuksen runko kannattaisi tehdä työvaihekohtaisesti. Tämä selkeyttäisi laadunvarmistuksen runkoa, sekä edesauttaisi laatudokumenttien lajittelua ja arkistointia. Tarkoituksena olisi, että työvaiheen kaikki dokumentit löytyisivät samasta paikasta, joka helpottaisi luovutuskansion tekemistä.

Sompasaaren urakassa luovutuskansiota tehdään Helsingin kaupungin projektipankkiin sitä mukaan, miten työvaiheet valmistuvat. Tämä säästää aikaa urakan loppuvaiheessa. Usein viimeinen maksuerä on sidottu urakan luovutuskansion yhteyteen, jolloin toiminnalla on myös taloudellinen näkökulma.

Laadunvarmistustoimenpiteitä tulisi kehittää jatkuvalla periaatteella. Vanhojen ja nykyisten urakoiden laadunvarmistustoimenpiteitä tulee arkistoida ja seurata, jotta niitä voidaan kehittää uusia urakoita varten. Uusia laadunvarmistuksen toimenpiteitä tulisi kokeilla työmailla ja dokumentoida niiden toimivuus. Yrityksen laadunhallintajärjestelmää ei kannata kerralla muuttaa, vaan vähitellen toimivien kehitysideoiden yhteydessä.

## Lähteet

- 1 <https://kreate.fi/>
- 2 Juha-Matti Junnonen, Rakennustieto, Rakennushankkeen laadunvarmistus, <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020202.pdf>
- 3 Rakennustieto, InfraRYL 2010 Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset Osa 1: Väylät ja alueet
- 4 Sompasaari Urakka 2 työselostus: Helsingin kaupunki rakennusvirasto
- 5 Tiehallinto, Urakoitsijan laaturaportointi, [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2200062-v-09-urakoitsijan\\_laaturaportointi.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2200062-v-09-urakoitsijan_laaturaportointi.pdf)
- 6 Haastattelu, Vastaava mestari Dick Hallback Kreate Oy
- 7 Haastattelu, Markku Haimilahti Mittasektori Oy

## Liite 1: Laatukortisto (työvaiheeseen perehdytys)



### Kiviaines arinat

#### Ohjeet (infraRYL)

##### **13310.1 Kiviainesarinan materiaalit**

Arina tehdään sorasta tai murskeesta, jonka rakeisuus on 0/32 tai jonka suurin raekoko on enintään 2/3 kerroksen paksuudesta, kuitenkin enintään 150 mm.

Kun arinaan tarvitaan suodatinkangas, valitaan katurakenteihin vähintään käyttöluokan N2 kangas, tierakenteihin vähintään käyttöluokan N3 kangas ja ratarakenteihin vähintään käyttöluokan N4 kangas. Ellei työselosteessa toisin mainita.

**13310.2 Kiviainesarinan alusta:** Arinan alusta on kuiva ja sula. Mahdollinen lumi ja jää poistetaan kaivannoista ennen pohjan tasausta ja täyttöjä.

**18310.3 Asennusalustojen tekeminen:** Kaivannon pohjan liikakaivu tasaataan kaivumailla tai alkutäyttömateriaalilla enintään 150 mm:n kerroksissa hyvin tiivistäen. Putkien alle rakennetaan asennusalusta, jonka paksuus on vähintään 150 mm. Katso tiivistystaulukko!

##### **13310.3 Kiviainesarinan tekeminen, yleistä**

Vaatimukset

Arinarakenne on suunnitelma-asiakirjojen mukainen. Arina ulotetaan arinan paksuuden verran rummun päiden ulkopuolelle.

Kaivot ja tarkastusputket perustetaan kuten niihin liittyvät putket.

Arinan yläpinta muotoillaan suunnitelma-asiakirjojen edellyttämään korkeuteen ottaen huomioon mahdollisesti määrätyt korotukset ja kaltevuudet.

**18110:T3** Kiviainesarina tiivistetään täryttämällä enintään 300 mm:n kerroksissa.

Jyrätyyppi	Paino, t	Ylityskertojen ohjearvo															
		Suodatin-/eristyskerros		Jakava kerros / välikerros		Kantava kerros		Tien tai kadun alusrakenne H <sup>1)</sup> ≤ 30			Tien tai kadun alusrakenne H <sup>1)</sup> > 30			Louhe		Radan penger-täyttö	
Kerros paksuus enintään, m		0,25	0,5	0,25	0,4	0,2	0,3	0,25	0,5	0,8	0,25	0,5	0,8	0,8	1,0	0,4	0,8
Täryjyrät <sup>2)</sup>																	
– vedettävät	> 5	4	7	5	8	5	9	3	6	11	3	7	13	6 <sup>12)</sup>	7 <sup>12)</sup>	5	5 <sup>12)</sup>
– 2 täryvalssia	> 5	3	4	3	5	3	6	2	4	8	2	4	8	–	–	–	–
– 1 täryvalssi	> 5	4	7	5	8	6	9	3	6	11	3	6	11	5 <sup>13)</sup>	7 <sup>13)</sup>	5	5 <sup>13)</sup>
Kumipyöräjyrät <sup>3)</sup>	< 20 <sup>4)</sup>	6	–	8	–	10	–	6	–	–	6	–	–	–	–	–	–
	> 20 <sup>5)</sup>	4	8	6	12	8	12	4	8	14	3	6	11	–	–	10	–
Staatitset valssijyrät <sup>6)</sup>	> 10	–	–	–	–	10	–	7	–	–	7	–	–	–	–	–	–
Pyöräkuormaimet <sup>7)</sup>	> 40	–	–	–	–	–	–	4	8	14	3	7	13	–	–	–	–
Puskutraktorit <sup>8)</sup>	> 10	–	–	–	–	–	–	4	–	–	6	–	–	–	–	–	–
Sorkkajyrät <sup>9)</sup>	7...10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10)	10)	–	–	–	–	–
Tärylevyt <sup>11)</sup>	> 0,05	6	–	7	–	6	–	5	–	–	6	–	–	–	–	–	–
	> 0,1	5	–	6	–	6	–	4	–	–	5	–	–	–	–	–	–
	> 0,2	4	–	5	–	5	–	3	–	–	4	–	–	–	–	–	–
	> 0,4	3	–	4	–	4	–	3	–	–	3	–	–	–	–	–	–

<sup>1)</sup> H = hienoainespittoisuus (0,063 mm:n seulan läpäisy-%).

<sup>2)</sup> Eivät sovellu runsaasti koheesioainesta sisältävien maalajien tiivistämiseen. Amplitudi aluksi noin 1,5 mm ja viimeiset ylityskerrat < 1 mm, penkereen ja suodattimen jyräysnopeus 1...3 km/h, jakavan ja kantavan 3...6 km/h. Viivakuorma > 1,5 t/m.

<sup>3)</sup> Eivät sovellu runsaasti koheesioainesta sisältävien maalajien tiivistämiseen, rengaspaine soraisilla maalajeilla 500 kPa ja hiekkaisilla maalajeilla 300 kPa, jyräysnopeus yli 5 km/h.

<sup>4)</sup> Pyöräpaino > 2 t.

<sup>5)</sup> Pyöräpaino > 3 t.

<sup>6)</sup> Eivät sovellu märkien silttien maalajien tiivistämiseen. Viivakuorma > 5 t/m.

<sup>7)</sup> Eivät sovellu märkien silttien maalajien tiivistämiseen.

<sup>8)</sup> Soveltuvat ohuiden kerrosten ja märkien silttien tiivistämiseen.

<sup>9)</sup> Soveltuvat silttien ja savien tiivistämiseen.

<sup>10)</sup> Urakoitsijan on esitettävä käyttämänsä sorkkajyrän tekniset tiedot (myös sorkan pituus, sorkan pään pinta-ala) ja työntekijöille annettavat jyräysohjeet.

<sup>11)</sup> Käytetään yleensä ahtaisten alueiden ja kaivantojen täytössä kitkamaalajien tiivistämiseen. Teho riittää yleensä vain ohuen kerroksen (100...250 mm) tiivistämiseen. Parempaan tiivistystehoon päästään tärylevyillä, joiden pohja on muotoiltu siten, että alkutiivistyksen jälkeen levy tiivistää pienemmällä pinta-alalla ja siten suuremmalla pintapaineella.

<sup>12)</sup> Paino vähintään 8 t.

<sup>13)</sup> Paino vähintään 13 t.

**18310.4 Valmiasennusalusta:** Tasatun asennusalustan epätasaisuudeksi sallitaan enintään  $\pm 15$  mm 3 m:n matkalla. Asennusalustan suurin sallittu poikkeama on 30 mm suunnitelma-asiakirjoissa osoitetusta tasosta.

### Työselostuksen tarkennukset

Suodatinkangas: **N3**

Materiaali ja kiviaineskoko

Jätevesiviemäri: **0/32, täyttö 0/16**  
**vituhkalla**

Kaukolämpö: **0/32, täyttö ki-**

Kaapelinsuojapuket: **0/32, täyttö kivituhkalla** Imujäte: **0/32, täyttö seulot-**  
**tua hiekkaa**

Vesijohto:

CE-merkintä/materiaalitodistukset:

Työvaiheen aloitus:

Työvaiheen lopetus:

### Työn toteutuksen periaate

Arinan pohjan kaivuu/tasaus → Valokuva → Materiaalin tarkistus → Arinan teko/tiivistys → Valokuva → Painumakoe/Mittaukset → Putkien asennus → Valokuva → Tarketiedot/mittaus → Routaeristyksen asennus, tai täyttö ja tiivistys → Valokuva → Painumakoe/mittaus



## Valokuvat

[Linkki tiedostoon](#)

## Mittaukset

Tarkemittaukset:

Dokumentointi (kuka?):

Tarkekuvaa on päivitettävä mahdollisimman jatkuvana. Työnjohto tai putkiasentaja varmistaa mittamieheltä, että arinan korko ja putket ovat tarkekuvattuja ennen niiden peittämistä.

Painumamittaukset:

18310.4 Asennusalustan tiiviysaste on keskimäärin vähintään 90 % (parannettu Proctor-koe) tai tiiviyssuhde keskimäärin alle 2,9 (kannettava pudotuspainolaite).

Asennusalustan tiiviysvaatimus on sama kuin ympäröivän tai päälle tulevan rakennekerroksen tiiviysvaatimus

18310.5 Asennusalustan tiiviyttä tarkkaillaan työtapamenetelmällä. Asennusalustan taso ja tasaisuus varmistetaan ennen putken asennusta.

Asennusalustan tiiviysaste todetaan mittauksin 100 m:n välein, kuitenkin vähintään 1 mittaus työkohdetta kohti. Asennusalustan tiiviyssuhde todetaan mittauksin 20 m:n välein.

Vastuu henkilö:

Loadman: \_\_\_\_\_

Proctor: \_\_\_\_\_

Jokin muu: \_\_\_\_\_

## Yleiset asiat

Suunnitelmat:

Aloituspalaveri:

Katselmukset:

**Suunnitelma puutteet/virheet**

- Piirustus nro: Päivämäärä:
- Piirustus nro: Päivämäärä:

Muut huomiot:

Poikkeama raportit:

-

## Liite 2: Valokuva dokumentointi taulukko



### Sompasaari kunnallistekniikan valokuvat

PVM	Kartta	Tiedosto	Kohta (kts. Kartta)
4.10.2018	_001	<a href="#">20180918_124039.jpg</a>	Sompasaarenlaituri
	_002	<a href="#">20180918_124042.jpg</a>	Sompasaarenlaituri
	_003	<a href="#">20180918_124039.jpg</a>	Sompasaarenlaituri
	_004	<a href="#">20180918_124039.jpg</a>	Sompasaarenlaituri
5.10.2018	_005	<a href="#">20180918_124039.jpg</a>	Aallonhalkoja
	_006	<a href="#">20180918_124039.jpg</a>	Aallonhalkoja
	_007	<a href="#">20180918_124039.jpg</a>	Aallonhalkoja
	_008		
	_009		
	_010		
	_011		
	_012		
	_013		