

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

RATASILTAURAKAN LAADUNVARMISTAMINEN

TEKIJÄ Jaakko Kinnunen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Tutkinto-ohjelma Rakennusmestarin tutkinto-ohjelma, infrarakentaminen			
Työn tekijä Jaakko Kinnunen			
Työn nimi Ratasiltauran laadunvarmistaminen			
Päiväys	28.11.2023	Sivumäärä/Liitteet	25
Toimeksiantaja Kreate Oy			
Tiivistelmä Opinnäytetyön tavoitteena oli toteuttaa työnjohdolle Excel-pohjainen laadunvarmistussuunnitelma. Laadunvarmistussuunnitelman tarkoitus on helpottaa työnjohdon työskentelyä ja parantaa laadunhallintaa urakan eri työvaiheissa. Opinnäytetyö on tehty Kreate Oy:n tilauksesta. Kreate Oy on suomalainen infra-alan yhtiö, joka keskittyy erityisesti teknisesti vaikeiden tai erikoisosaamista vaativien hankkeiden toteuttamiseen. Kreate Oy on myös laajentanut liiketoimintaansa Ruotsiin, missä liiketoiminta keskittyy vaativaan kallio- ja tunnelirakentamiseen. Lisäksi konsernilla on erikoispohjarakentamiseen keskittynyt yhteisyritys KFS Finland Oy, jossa konsernin omistus on 50 prosenttia. Kreate Group on listattu Nasdag Helsinkiin. Opinnäytetyö jakautui kahteen eri osaan, joista toinen osa on yrityksen käyttöön tehty laadunvarmistussuunnitelma. Toisessa osassa käydään läpi ratasiltauran laadunvarmistamista. Molempiin osioihin kerättiin aineistoa InfraRYL:stä, SILKO-ohjeista, urakkaohjelmasta, työselostuksista, Väyläviraston ohjeista ja Kreate Oy:n sisäisestä laadunhallinnasta. Opinnäytetyön tuloksena valmistui Excel-pohjainen laadunvarmistussuunnitelma, jota voidaan hyödyntää urakoiden laadunhallinnassa. Laadunvarmistussuunnitelma on tarkoitus käydä läpi aina urakan aloituspalaverissa ja nimetä vastuuhenkilöt eri työvaiheisiin ja kokonaisuuksiin. Laadunvarmistussuunnitelman avulla pystytään parantamaan laadunhallintaa urakoissa.			
Avainsanat ratasilta, laadunvarmistaminen, laadunhallinta, infrarakentaminen			

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Construction Management	
Author(s) Jaakko Kinnunen	
Title of Thesis Quality Assurance of a Railway Bridge Work	
Date 28 November 2023	Pages/Appendices 25
Client Organisation /Partners Kreate Oy	
Abstract The aim of the thesis was to create an Excel-based quality assurance plan for the management at Kreate Oy. The purpose of the quality assurance plan is to facilitate the work of management and improve quality control in various phases of construction projects. The thesis was commissioned by Kreate Oy, a Finnish infrastructure company specializing in technically challenging or highly specialized projects. Kreate Oy has also expanded its operations to Sweden, focusing on demanding rock and tunnel construction. Additionally, the group has a joint venture, KFS Finland Oy, specializing in special foundation construction, in which the group owns 50 percent. Kreate Group is listed on Nasdaq Helsinki. The thesis was divided into two parts, with the first part being the quality assurance plan created for the company's use. The second part discussed the quality assurance of a railway bridge construction project. Data for both parts was collected from InfraRYL, SILKO guidelines, project schedules, work specifications, guidelines from the Finnish Transport Infrastructure Agency, and Kreate Oy's internal quality management. As a result of the thesis, an Excel-based quality assurance plan was developed for use in the management of construction projects. The quality assurance plan is intended to be reviewed during the project start-up meeting, with responsible individuals assigned to different phases and aspects of the project. The implementation of the quality assurance plan is expected to enhance the quality control in construction projects.	
Keywords railway bridge, quality assurance, quality management, infrastructure construction	

ESIPUHE

Haluaisin kiittää Kreate Oy:tä mielenkiintoisesta aiheesta. Kiitokset myös työpäällikkö Aleksi Romppaiselle, joka toimi työn ohjaajana Kreate Oy:n puolelta. Iso kiitos myös lehtori Matti Sutiselle asiantuntevasta ohjauksesta.

Kuopiossa 28.11.2023

Jaakko Kinnunen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	TAUSTAA RATARAKENTAMISESTA	8
2.1	Yleistietoa ratarakentamisesta	8
2.1.1	Ratarakentamisen erityispiirteet	8
2.1.2	Työskentely sähköradalla	9
2.1.3	Rataverkolla vaadittavat pätevyudet	10
2.1.4	Suomen rataverkko	11
3	RATAHANKKEEN LAADUNVARMISTUS	13
3.1	Kaupalliset asiakirjat	13
3.1.1	Urakkaohjelma	13
3.1.2	Urakkasopimusluonnos	13
3.2	InfraRYL	14
3.3	SILKO-ohjeet	14
3.3.1	Yleiset laatuvaatimukset	14
3.3.2	Työkohtaiset laatuvaatimukset	14
3.3.3	Voimassa olevien SILKO-tuotteiden luettelo	14
4	RATAHANKKEEN LAADUNVARMISTAMINEN URAKAN ERI VAIHEISSA	16
4.1	Ennen aloitusta	16
4.1.1	Turvallisuussuunnitelma	16
4.1.2	Toiminta- ja laatusuunnitelmat	16
4.1.3	Maksuerätaulukko	17
4.1.4	Vakuudet ja vakuutukset	17
4.2	Työvaihekohtaiset työsuunnitelmat	18
4.3	Työaikaiset dokumentit	18
4.4	Ilmoitukset työmaasta	19
4.5	Mittauspöytäkirjat	19
4.6	Materiaalien kelpoisuuden osoittaminen	20
4.7	Itselle luovutus	20
4.8	Projektin jälkeen	20
5	LAADUNVARMISTUSSUUNNITELMA	22
5.1	Työn tilaajalle toteutettu laadunvarmistussuunnitelma	22

5.2	Materiaalin hankkiminen laadunvarmistussuunnitelmaan	22
5.3	Mihin laadunvarmistussuunnitelmaa tarvitaan	22
5.4	Laadunvarmistussuunnitelman hyödyt	22
6	POHDINTA.....	23
7	LIITTEET	24
7.1	Liite 1. Laadunvarmistussuunnitelma Kreate Oy, salattu aineisto.	24
	LÄHTEET	25

KUVALUETTELO

KUVA 1.	RSU yksittäisellä radalla (Radanpidon turvallisuusohjeet 2022.)
KUVA 2.	RSU useampi raiteisella radalla ja raiteiden väliissä (Radanpidon turvallisuusohjeet 2022.)
KUVA 3.	RSU useampi raiteisella radalla ja raiteiden väliissä (Radanpidon turvallisuusohjeet 2022.)
KUVA 4.	RSU useampi raiteisella radalla ja raiteiden väliissä (Radanpidon turvallisuusohjeet 2022.)
KUVA 5.	TURO:n mukaisissa tehtävissä edellytettävät pätevyydet. (Väylävirasto 2023.)
KUVA 6.	Suomen rataverkko (Väylävirasto kunnossapito 2023.)

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata ratasiltaurakan rakentamiseen liittyviä laadunvarmistamisen eri vaiheita Väyläviraston laatuvaatimuksien mukaisesti. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan mitä laadunvarmistaminen pitää sisällään tässä kyseisessä urakassa. Lähdeaineistona on InfraRYL, SILKO-ohje, urakkaohjelma, työselostukset sekä Kreate Oy:n sisäinen laadunhallinta.

Tämä case urakka käsittää kuuden ratasillan maatukien yläosien, kansien ja päällysrakenteen uusimiset. Maatukien yläosat ja sillankansi valmistettiin elementtitehtaalla ja asennettiin paikalleen liikennekatkoissa. Siltojen uusimiset tehtiin tilaajan sopimissa liikennekatkoissa. Liikennekatkoja oli yhteensä kolme kappaletta ja yhdessä liikennekatkossa uusittiin kaksi siltaa. Yhden liikennekatkon pituus oli 34 tuntia.

Työn tavoitteena on tuottaa Kreate Oy:n työnjohdolle Excel-pohjainen laadunvarmistus taulukko, jonka avulla saadaan laadunvarmistaminen eri urakoissa helpommaksi ja laadullisesti paremmaksi. Excel-tilukolla pyritään parantamaan myös laadunhallintaa niin, että kaikki laatuasiakirjat tulevat varmasti laadittua. Itse Excel-pohjainen laadunvarmistus taulukko tulee pelkästään toimeksiantajan käyttöön, eikä sitä saa julkaista tässä opinnäytetyössä.

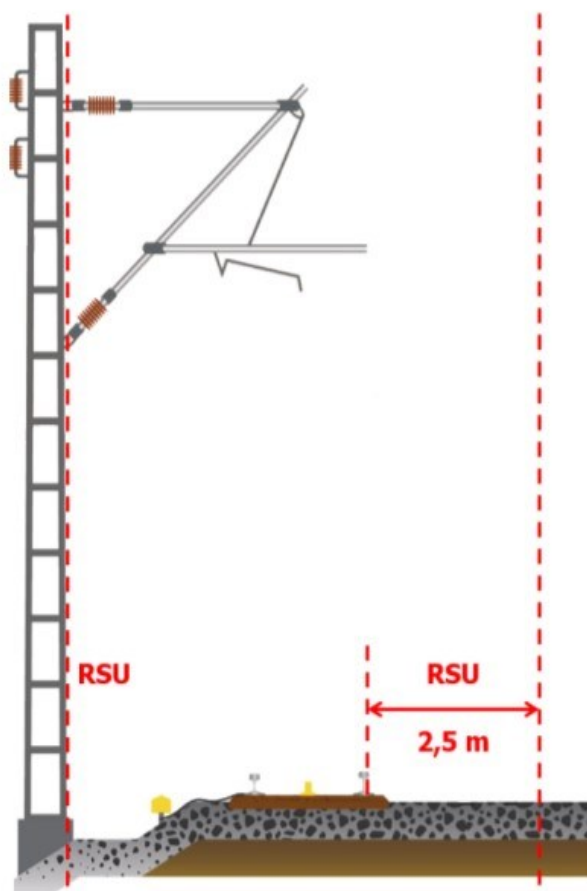
2 TAUSTAA RATARAKENTAMISESTA

2.1 Yleistietoa ratarakentamisesta

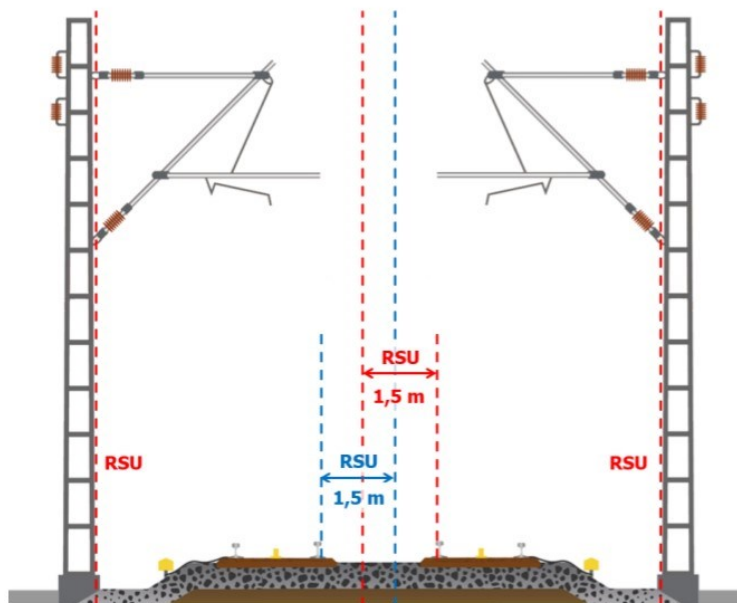
Ratarakentaminen pitää yleensä sisällään radan alus- ja päällysrakennetyötä sekä sähkörata- ja turvalaitetyötä. Ratatyöksi luetaan myös radalla sijaitsevien siltojen, rumpujen, tasoristeyksien, tunnelien sekä muiden rataan liittyvien rakenteiden korjaustyöt tai uusimiset.

2.1.1 Ratarakentamisen erityispiirteet

Ratarakentamisen erityispiirteinä voidaan pitää ratatyön suojaulottumaa ja sähköistettyjä rataosuuksia. Työskentelyä rautatieympäristössä ohjaa radanpidon turvallisuusohjeet (TURO). Ennen työskentelyä rautatiealueella tai sen läheisyydessä on otettava huomioon ratatyön suojaulottuma (RSU). Rsu:lla tarkoitetaan tilaa, jonka sisällä tehtävä työskentely vaatii ratatyöluvan. Tietyin edellytyksin työ voidaan toteuttaa turvamiestoinnilla tai RATSUa käyttämällä. Rataverkolla tehtävää työtä, joka edellyttää liikennöinnin keskeyttämisen, kutsutaan ratatyöksi. Työskenneltäessä ensimmäisen luokan liikenteenohjauksen alueella, pitää ratatyöhön olla liikenteenohjauksen antama ratatyölupa. Työskenneltäessä liikennöidyn raiteen RSU:n ulkopuolella, voidaan työtä tehdä myös turvamiestoinnilla. Mikäli työskennellään turvamiestoinnilla tai turvamiehen turvaamana, tulee ottaa huomioon, ettei työ saa vaikuttaa radan liikennöitävyyteen, geometriaan, vakavuuteen, turvalaitteisiin, sähkörataan tai rautatieliikenteeseen. (Radanpidon turvallisuusohjeet 2022; kuva 1–2.)



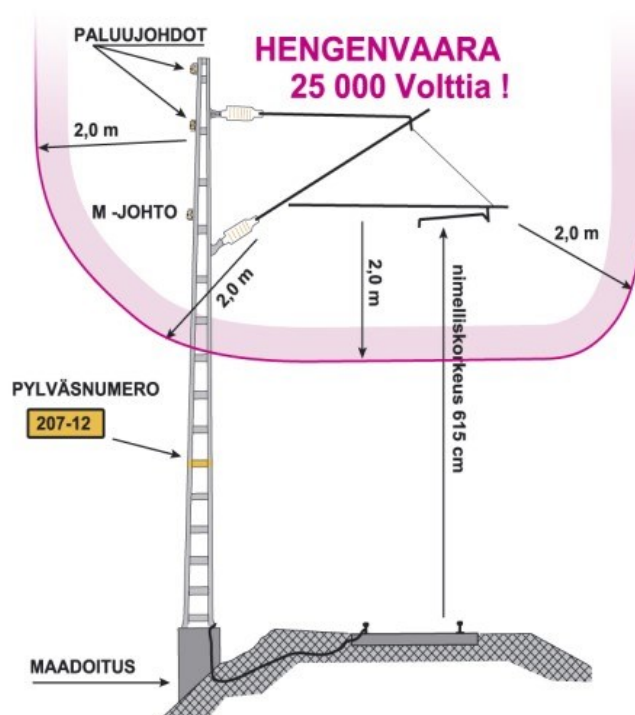
KUVA 1. RSU yksiraiteisella radalla (Radanpidon turvallisuusohjeet 2022.)



KUVA 2. RSU useampi raiteisella radalla ja ratojen välissä. (Radanpidon turvallisuusohjeet 2022.)

2.1.2 Työskentely sähköradalla

Mikäli työskentely tapahtuu sähköistetyllä rataosalla, on otettava huomioon jännitteelliset osat. Sähköradalla työskenneltäessä, työnantajan tulee perehdyttää työntekijät sähkörataan ja sitä koskeviin turvallisuusohjeisiin. Työnantajan tulee antaa työntekijöille myös kohdekohtainen perehdytys työtehtävien edellyttämässä laajuudessa. Sähköradalla tulee ottaa huomioon vähimmäisetäisyydet ratajohdon jännitteellisistä osista. Sähköradan jännitteisten osien yläpuolella työskentely vaatii tarkan ennakosuunnitelman sekä Väyläviraston käytönjohtajan luvan. (Radanpidon turvallisuusohjeet 2022; kuva 3–4.)



KUVA 3. Työtehtävään opastetun henkilön työskentelyn vähimmäisetäisyys ratajohdon jännitteellisistä osista. (Radanpidon turvallisuusohjeet 2022.)

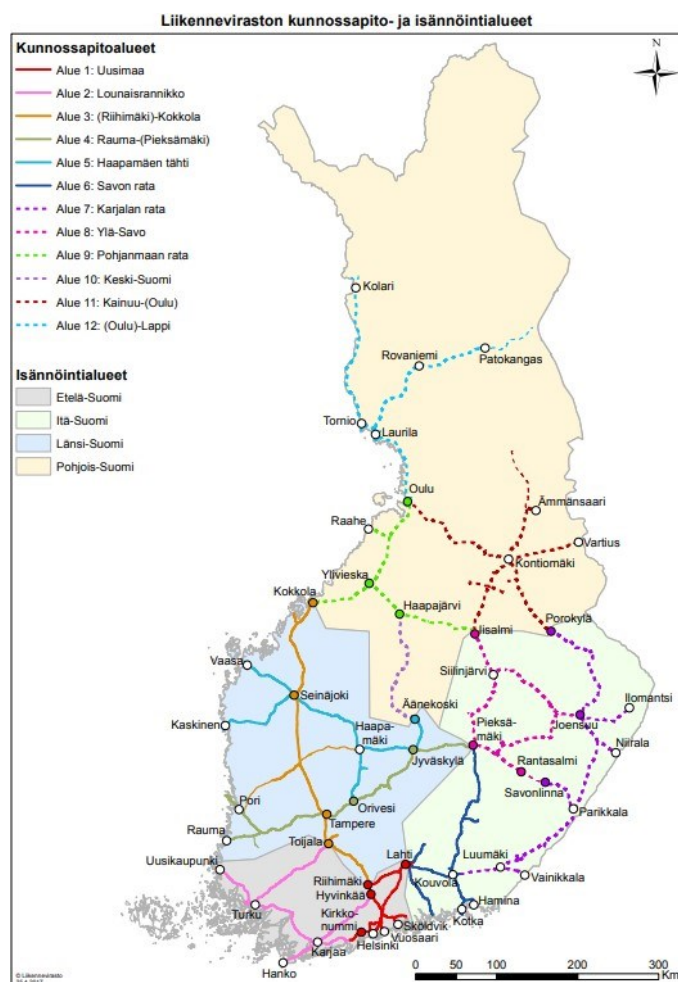
Tehtävä	Vaadittava pätevyys/koulutus
Ratatyövastaava (RTV)	Ratatyövastaavan pätevyys
Työryhmän yhteyshenkilö	Ratatyöturvallisuuspätevyys
Turvamies	Turvamiespätevyys
Turvamiehen määrääjä	Ratatyöturvallisuuspätevyys
RT-ilmoituksen laatija	Ratatyövastaavan pätevyys
Ratatyökoneen kuljettaja	Ratatyökoneen kuljettajan pätevyys TAI Kuljettajan lupakirja ja lisätodistus
Laiturialueella työskentelevän työkoneen kuljettaja	Ratatyöturvallisuuspätevyys
Radanpidon urakoitsijan liikkuvan kaluston kuljettaja	Ratatyöalueella: ratatyökoneen kuljettajan pätevyys TAI kuljettajan lupakirja ja lisätodistus Ratatyöalueen ulkopuolella: kuljettajan lupakirja ja lisätodistus
Radan liikennöitävyyden tarkastaja	Tarkastettavan kokonaisuuden mukaan: – päällysrakennepätevyys – turvalaiteasentajan pätevyys – turvalaitetarkastajan pätevyys – hitsauspätevyys – hitsausmestari pätevyys – ultraäänitarkastajan pätevyys
Tieliikenteen ohjaaja tasoristeyksessä	– turvamiespätevyys – Tieturva 1 tai Tieturva 2 -pätevyys – vähintään AM 121 - tai B-luokan voimassa oleva ajokortti – vähintään 18 vuoden ikä – normaalit aistit eli näkö, kuulo ja reaktiokyky – koulutus, perehdytys ja suostumus kyseiseen tehtävään. Suostumus tulee pyytää kirjallisena.
RATSU-laitteiston käytöstä vastaava	Turvamiespätevyys
RATSU-laitteiston käytöstä vastaavan määrääjä	Ratatyöturvallisuuspätevyys
Turvalaitteisiin tehtävät työt	Turvalaiteasentajan pätevyys
Sähkölaitteilassa sähkötoivia tekevä	Standardin SFS 6002 kohdan 3.2.4 mukainen sähköalan ammattihenkilö
Sähkölaitteilassa työskentelevät muut kuin sähköalan ammattihenkilöt	Noudatettava standardin SFS 6002 kohtien 3.2.5 ja 3.2.6 kansallisia lisävaatimuksia.
Liikenteenohjaus	Liikenneohjaajan pätevyys
Ratapihaliiikenteenohjaus	Ratapihaliiikenteenohjaajan pätevyys
Muut työntekijät	Ratatyöturvallisuuspätevyys

KUVA 5. Kuvaleike TURO:n mukaisista tehtävistä edellytettävistä pätevyyksistä. (Väylävirasto 2022.)

2.1.4 Suomen rataverkko

Suomen rataverkon pituus oli 2018 vuoden lopussa 5 926 kilometriä. Suomen rataverkosta on sähköistetty 3 330 kilometriä. Suomen rataverkko pitää sisällään yksiraiteista 5 234 kilometriä ja kaksitai useampiraiteista rataa puolestaan 692 kilometriä. Vuositasolla rataverkon kunnossapitoon käytetään lähes 200 miljoonaa euroa. (Väylävirasto 2023.)

Suomessa käytetään rataverkon raideleveytenä 1 524 mm. Tämä raideleveys poikkeaa muun Euroopan raideleveydestä, joka on 1 435 mm. Suomessa sähköradan jännite on 25 kV ja taajuus 50 Hz. Suurimmassa osassa Suomen rataverkkoa on käytössä 22,5 tonnin akselipaino, osassa rataverkkoa on kuitenkin käytössä 25 tonnin akselipaino. Suomen rataverkolla henkilöjunien suurin sallittu nopeus on 220 km/h ja tavarajunien 120 km/h. Suomen rataverkolta on raideyhteydet Venäjälle Vainikkalasta, Imatrankoskelta, Niiralasta ja Vartiuksesta. Ruotsiin löytyy raideyhteys Tornion kautta. (Väylävirasto 2023.)



KUVA 5. Liikenneviraston kunnossapito- ja isännöintialueet. (Väylävirasto kunnossapito 2023.)

3 RATAHANKKEEN LAADUNVARMISTUS

3.1 Kaupalliset asiakirjat

Kaupallisista asiakirjoista selviää rakennushankkeen taloudelliset tiedot, minkä varaan tehtävä urakkasopimus rakentuu. Kaupallisista asiakirjoista selviää yleensä tarjouksen jättöaika, urakkamuoto, urakan alistussuhteet, töiden valmistuminen (rakennustyöt tehty maastossa) ja valmis luovutusaineistoinen, urakoitsijoiden keskinäiset velvollisuudet, takuu-aika ja rakennusurakan vakuudet.

Pätevyysjärjestys kaupallisilla asiakirjoilla (YSE 13 §):

- urakkasopimus
- urakkaneuvottelupöytäkirja
- YSE 1998
- tarjouspyyntö ja lisäselvitykset
- urakkaohjelma tai muut sopimuskohtaiset urakkaehdot
- urakkarajaliite
- tarjous
- määrä- ja mittaluettelot
- muutostöiden yksikköhintaluettelo (YSE 1998 Rakenneteollisuus).

3.1.1 Urakkaohjelma

Urakkaohjelma on kaupallinen asiakirja. Tässä case Laurila-Rovaniemi urakassa urakkaohjelman rakenne on jaettu yhteen yleiseen- ja urakkakohtaiseen osaan. Urakkakohtainen osa on kirjoitettu kursivoidulla ja lihavoidulla fontilla ja se on pätevyysjärjestyksessä yleisen osan edellä. Urakkaohjelmasta selviää urakan perustietoja sekä kaupalliset ehdot. Urakkaohjelma on rakennusurakan yksi tärkeimpiä asiakirjoja. Urakkaohjelmasta löytyy urakassa noudatettavat tilaajan sekä urakoitsijan oikeudet sekä velvollisuudet ja tilaajan puolelta tärkeät asiakohdat, jotka on tässä case kohteessa kirjoitettu kursivoidulla ja lihavoidulla tekstillä. Urakkaohjelmasta löytyy case kohteessa selkeästi seikat, jotka helpottavat tai vaikeuttavat urakoitsijan suoritusta normaalista poikkeavalla tavalla. Urakkaohjelma noudattaa suurimmaksi osaksi yleisiä sopimusehtoja, mikäli yleisistä sopimusehdoista poiketaan, niin se on ilmaistava selkeästi urakkaohjelmassa. Urakkaohjelmasta käy hyvin ilmi jo tarjousvaiheessa urakan luonne, työmaaolosuhteet, tilaajan erityisvaatimukset ja muut tarjoushintaan vaikuttavat asiat.

3.1.2 Urakkasopimusluonnos

Urakkasopimusluonnos kuuluu myös kaupallisiin asiakirjoihin ja se onkin toinen tärkeimmistä asiakirjoista, kun urakkaa ollaan laskemassa tai toteuttamassa. Urakkasopimus luonnoksesta käy ilmi esimerkiksi case kohteella; urakkakohtaiset välitavoitteet, töiden valmistumisajankohdat ja urakan- ja välitavoitteiden viivästyssakot. Tässä case urakassa välitavoitteita oli kolme kappaletta, jokaisessa välitavoitteessa tuli uusia kaksi siltaa rakennussuunnitelmien vaatimassa laajuudessa. Raiteet tuli olla molemmilla silloilla liikennöitävissä ennen liikennekatkon päättymistä. Töiden tuli valmistua case kohteella seuraavasti: Urakan työt maastossa, sisältäen myös viimeistely- ja siistimistyöt, tuli olla tehtynä 31.10.2023 mennessä ja urakan piti olla täysin valmis luovutusaineistoinen 17.11.2023.

3.2 InfraRYL

InfraRYL on tietokanta, mistä löytyvät infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. InfraRYL määrittää yleisesti tunnustetun hyvän rakennus- ja kiinteistöpidon tavan, sekä hyvän purkutavan kiinteistö- ja rakentamisolalla. InfraRYL on oivallinen tietokanta hyvän rakennustavan suunnitteluun sekä toteutukseen ja tästä syystä urakoiden työsuunnitelmat yleensä perustuvatkin lähes täysin siihen. InfraRYL:stä saa apua sopimuksien laadintaan sekä tulkintaan. InfraRYL on jaettu kahteen kategoriaan, tekniset vaatimukset ja toimivuusvaatimukset. (Rakennustieto 2023.)

Teknisissä vaatimuksissa määritellään eri rakenteiden valmistushetken vaatimukset. Nämä vaatimukset on määritelty eri materiaalien, tarvikkeiden, alustan, työn suorituksen, valmiin rakenteen sekä kelpoisuuden osoittamisen ja ympäristövaikutuksien osalta. InfraRYL:iin on jäsennelty tekniset vaatimukset Infran-rakennusosa- ja hankenimikkeistön mukaan. Näitä teknisiä vaatimuksia käytetään, kun määritetään rakennusosien ja työvaiheiden laatua. Näillä vaatimuksilla pystytään myös toteamaan, että niitä voi käyttää urakoitsijoiden laatujärjestelmässä. (Rakennustieto 2023.)

Toimivuusvaatimukset koskevat koko rakenteen ja rakenteiden osien elinkaaren aikaista käyttäytymistä. Näissä toimivuusvaatimuksissa on kuvattu myös rakenteen ja rakenteiden osien käytön aikaiset vaatimukset. Toimivuusvaatimuksia pystytään käyttämään suunnitteluperusteena, kun suunnitellaan uusien rakenteiden toteutusta. (Rakennustieto 2023.)

3.3 SILKO-ohjeet

SILKO-ohjeet ovat SILKO-toimikunnan sekä Väyläviraston hyväksymät ohjeet. SILKO-ohjeita käytetään siltojen korjaustöiden toteuttamisen apuna sekä ohjeena. SILKO-ohjeita käytetään myös siltojen korjaustyön suunnittelun apuna ja ohjeena. SILKO-ohjeistusta voidaan käyttää myös soveltuvilta osin uudisrakennuskohteissa. SILKO-ohjeet on jaettu kolmeen eri osakokonaisuuteen, jotka ovat; yleiset laatuvaatimukset, työkohtaiset laatuvaatimukset ja voimassa olevaan SILKO-tuotteiden luetteloon. (Väylävirasto 2023.)

3.3.1 Yleiset laatuvaatimukset

Näissä ohjeissa esitellään yleiset laatuvaatimukset. Tässä ohjeessa selostetaan myös vauriomekanismeja ja korjausmahdollisuuksia yleisesti. Yleisohjeista löytyy myös määräykset muista ohjeista sekä standardeista. (Väylävirasto 2023.)

3.3.2 Työkohtaiset laatuvaatimukset

Työkohtaiset laatuvaatimukset, eli korjaustyön ohjeet. Näissä ohjeissa on selostettu eri rakenteiden vaurioita sekä vaurioiden korjaustarpeita. Korjausohjeissa on esitetty eri työvaiheiden korjaustyön laatuvaatimukset, työvaiheilmoitukset sekä laadunvarmistustoimet. Korjaustyön ohjeet antavat teki- jälle selkeän kuvan korjaustyön etenemisestä ja työn toteutuksessa huomioon otettavista asioista. (Väylävirasto 2023.)

3.3.3 Voimassa olevien SILKO-tuotteiden luettelo

Voimassa olevasta SILKO-luettelosta näkee sillankorjauksiin, sillanrakentamiseen ja muihin taitorakenteisiin soveltuvat korjausaineet, tarvikkeet ja tuotteet. SILKO-luettelosta löytyvät tuotteet

täyttävät Väyläviraston niille asettamat laatuvaatimukset. Tuotteiden soveltuvuus on testattu joko laboratoriotutkimuksin tai sitten soveltuvuus perustuu käyttökokemuksiin. (Väylävirasto 2023.)

4 RATAHANKKEEN LAADUNVARMISTAMINEN URAKAN ERI VAIHEISSA

4.1 Ennen aloitusta

Tässä luvussa kuvataan, mitä asiakirjoja on toimitettava tilaajalle ennen kuin työt voidaan aloittaa hankkeella. Ennen urakan aloitusta tilaajalle on toimitettava erilaisia laatuun, turvallisuuteen, työsuunnitelmiin, maksueriin, vakuuksiin ja vakuutuksiin liittyviä dokumentteja. Näillä dokumentoinneilla urakoitsija osoittaa oman laatuvaatimusten mukaisen toiminnan ja ymmärryksen toteutettavasta hankkeesta. Tämä luku on toiminut myös osaltaan perustana opinnäytetyön tilaajalle tuotettavaan Excel-pohjaiseen laadunvarmistussuunnitelmaan.

4.1.1 Turvallisuussuunnitelma

Kaikille työmaille laaditaan turvallisuussuunnitelma. Suunnitelma sisältää työmaan yleistiedot, projektin turvallisuusorganisaation sekä ohjeet esimerkiksi ensiapuun, paloturvallisuuteen, turvallisuussuunnitteluun ja -seurantaan, perehdyttämiseen, raportointiin ja toimintaan hätätilanteissa. Työvaiheiden työ- ja laatusuunnitelmissa käsitellään kyseisen työvaiheen turvallisuusasiat ja sen lisäksi vaarallisista työvaiheista laaditaan erilliset työvaihekohtaiset turvallisuussuunnitelmat. (Kreate Oy).

Muita turvallisuuteen liittyviä suunnitelmia/asiakirjoja voi urakan mukaan olla esimerkiksi:

- Työmaan aluesuunnitelma (pakollinen kaikilla työmailla)
- Tulityön valvontasuunnitelma
- Kemikaaliluettelo
- Liikenteenohjaussuunnitelma
- Liikenneturvallisuussuunnitelma (rata)
- Putoamissuojaussuunnitelma
- Kaivantotyösuunnitelma
- Räjäytys- ja louhintatyön turvallisuussuunnitelma
- Maadoitus, työvaihe- ja turvallisuussuunnitelma
- Nostosuunnitelma, työvaihe- ja turvallisuussuunnitelma
- Melun ja pölyntorjuntasuunnitelma sisältäen kvartsipölynhallinnan.

4.1.2 Toiminta- ja laatusuunnitelmat

Työmaan toiminta- ja laatusuunnitelman päätavoitteena on vahvistaa työmaan operatiivista suoritusta ohjaavia käytäntöjä sekä esittää olennaiset perustiedot työmaasta. Laatusuunnitelman tehtävänä on erityisesti ohjata työmaan vaihteellaisia toimintoja, kuten työ- ja laatusuunnittelua sekä työvaiheiden toteutusperiaatteita. Suunnitelmassa kuvataan myös ne strategiat ja menetelmät, joilla urakka toteutetaan suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti ja noudattaen annettua aikataulua. Tämän tavoitteena on varmistaa tilaajan tyytyväisyys sekä lopputuotteen laadun että yrityksen toiminnanlaadun osalta.

Työmaan toiminta- ja laatusuunnitelma sisältää kokonaisvaltaisen katsauksen koko hankkeen toimintaan. Suunnitelmaa täydennetään ja päivitetään tarpeen mukaan työn edetessä, erityisesti silloin kun esimerkiksi aliurakoitsijat tulevat mukaan ja heidän roolinsa selkiytyvät. Tämä varmistaa suunnitelman ajantasaisuuden ja sen sopeutumisen hankkeen dynamiikkaan. (Kreate Oy.)

4.1.3 Maksuerätaulukko

Urakkasopimuksen liitteenä on maksuerätaulukko, tämän mukaan urakoitsijalle maksetaan korvaus tehdystä työstä. Maksuerät määräytyvät liitteenä olevan taulukon perusteella ja niissä on otettava huomioon arvonlisäveroton hinta sekä arvonlisäveron osuus voimassa olevien sääntöjen mukaisesti. Maksuerät eivät saa olla etupainotteisia ja ne tulisi muodostaa mahdollisuuksien mukaan rakenneosittain, jotta niitä voidaan hyödyntää mahdollisissa arvovähennyksissä. Taulukkoon tulee myös huomioida arvioidut laskutusajankohdat. Ensimmäinen maksuerä kattaa aloituskustannukset ja saa olla enintään 5 % verottomasta urakkahinnasta. Se on maksettavissa, kunhan tietyt sopimusehdot täyttyvät. Urakasta tulee olla allekirjoitettu sopimus, sopimusaikainen vakuus tulee olla asetettu ja tilaajan hyväksymä. Tilaajalle tulee toimittaa myös vakuutustodistukset, toiminta- ja laatusuunnitelma sekä yleisaikataulu, ennen kuin ensimmäinen maksuerä on laskutuskelpoinen. Yksittäinen maksuerä on maksettavissa, kun sen kohde on kokonaisuudessaan valmis sekä laatu- ja toteuma-aineisto on hyväksytetty tilaajalla ja laskutuslupa on saatu. Viimeiset maksuerät ovat laskutuskelpoisia vasta, kun vastaavat työsuoritukset ovat valmiina sekä niihin liittyvä laatuaineisto on toimitettu tilaajalle ja tilaaja on hyväksynyt laatuaineiston. (Urakkaohjelma, Laurila-Rovaniemi siltojen kannen vaihdot 2023.)

4.1.4 Vakuudet ja vakuutukset

Urakkasopimuksen täyttämisen varmistamiseksi urakoitsijan on hankittava rakennus- ja takuuajan vakuudet YSE 36 §:n ehtojen mukaisesti ja toimitettava ne tilaajalle. Rakennusajan vakuuden määrä on 10 % arvonlisäverottomasta urakkahinnasta ja sen on oltava voimassa kolme kuukautta yli urakka-ajan. Rakennusajan vakuuden on katettava sopimuksen kaikki näkökohdat, mukaan lukien YSE 36 §:ssä mainittujen lisäksi seuraavat: (Urakkasopimusluonnos, Laurila-Rovaniemi siltojen kannen vaihdot 2023.)

- Viivästyssakon, sopimusrikkomuksesta aiheutuneiden sanktioiden ja vahinkojen sekä arvovähennysten maksaminen.
- Vastaanottotarkastuksessa havaittujen virheiden korjaaminen.
- Urakoitsijan vastuu takuuajalla jatkuu siihen asti, kunnes takuuajan vakuus on asianmukaisesti toimitettu.
- Urakoitsijan kolmannen osapuolen aiheuttamien vahinkojen korvaaminen, ellei erillistä tilaajan hyväksymää vakuutusta anneta.
- Mahdollisen ennakon palauttaminen.
- Rakennusajan vakuus palautetaan urakoitsijalle, kun tilaaja on hyväksynyt urakkasopimuksen mukaiset työt vastaanotetuiksi.
- Takuuajan vakuus palautetaan, kun se on asianmukaisesti hyväksytty.
- Kaikki kolmannelle osapuolelle maksetut korvaukset on suoritettu, jos tilaaja voi joutua niistä vastuuseen.
- Kaikki tilaajan esittämät vaatimukset urakkasopimukseen perustuen on täytetty tai erillinen vakuus niiden selvittämisestä ja täyttämisestä on hyväksytty.

Takuuajan vakuuden suuruus on 2,0 % arvonlisäverottomasta urakkasummasta. Vakuuden tulee olla voimassa vielä kolme kuukautta yli urakan takuuajan päättymisen jälkeen. Urakkasumma määritellään taloudellisen loppuselvityksen perusteella ja se kattaa urakoitsijalle maksettavan lopullisen vastikkeen. (Urakkasopimusluonnos, Laurila-Rovaniemi siltojen kannen vaihdot 2023.)

Urakoitsijan vastuulla on hankkia omalla kustannuksellaan rakennustyövakuutus YSE 38 §:n mukaisesti niin, että rakennushankkeen rakentamista varten hankitut rakennustuotteet ja käyttötarvikkeet on vakuutettu niiden jälleenhankinta-arvosta. Rakennustyövakuutus kattaa myös rakennuskohteen rakennustyöt sisältäen mahdolliset aliurakat. (Urakkasopimusluonnos, Laurila-Rovaniemi siltojen kannen vaihdot 2023.)

Urakoitsijan tulee huolehtia, että rakennustyötä koskeva rakennustyövakuutus kattaa myös tekniset taitorakenteet, kuten sillat, paalutukset paalulaattoineen ja -hattuineen, meluseinät ja muut tien varusteet ja laitteet sekä tilaajan toimittamien materiaalien arvon. Rakennustyövakuutuksen edunsaajana tulee olla tilaaja. (Urakkasopimusluonnos, Laurila-Rovaniemi siltojen kannen vaihdot 2023.)

4.2 Työvaihekohtaiset työsuunnitelmat

Ennen työvaiheen aloittamista työryhmä perehdytetään uuteen työvaiheeseen käymällä läpi työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma, sekä työvaihetta koskevat riskit. Työvaiheeseen perehdyttämisessä varmistetaan, että työryhmä tuntee oikeat työtavat, työvälineet sekä työvaiheeseen liittyvät riskit. Työryhmän perehdyttämisestä vastaa kohteen työnjohtaja. Perehdytetyt henkilöt kuittaavat saadun perehdytyksen allekirjoituksella työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmaan.

Turvallisuuden tai urakan aikataulun kannalta kriittisistä sekä teknisesti haastavista työvaiheista pidetään erillinen työvaiheen aloituspalaveri, jossa varmistetaan lisäksi työvaiheen aloitusedellytykset, resurssit ym. työvaiheen turvallisen toteutuksen kannalta oleelliset asiat. Aloituspalaverista tehdään kirjaus työmaapäiväkirjaan tai työvaihekohtaiseen suunnitelmaan.

Suunnitelmassa käsitellään työvaiheen aloitusedellytykset, aikataulu, resurssit, laatuvaatimukset ja mittaukset, työturvallisuus- ja ympäristöriskit ja niihin valmistautuminen sekä työn toteutus (esim. työsisältö, työvaiheet ja työjärjestys). Vaarallisista tai haastavista työvaiheista laaditaan tarvittaessa myös tekninen toteutussuunnitelma, jossa käsitellään työtekniisiä asioita. (Kreate Oy.)

Esimerkkejä työvaihekohtaisista työsuunnitelmista:

- Kaivantotyösuunnitelma
- Nostotyösuunnitelma
- Putoamissuojaussuunnitelma siltatelineet
- Pölynhallintasuunnitelma
- Elementtien asennussuunnitelma.

4.3 Työaikaiset dokumentit

Työaikaisia laatudokumentteja toimitetaan tilaajan osoittamaan projektipankkiin. Osa dokumenteista tulee toimittaa ennen työvaiheen aloitusta, esimerkiksi työvaiheiden työ-, laatu- ja turvallisuussuunnitelma. Tässä suunnitelmassa käsitellään työvaiheen aloitusedellytykset, aikataulu, resurssit,

laatuvaatimukset ja -mittaukset, työturvallisuus- ja ympäristöriskit ja niihin valmistautuminen sekä työn toteutus (esimerkiksi työsisältö, työvaiheet ja työjärjestys).

Esimerkkejä työnaikaisista dokumenteista case urakassa:

- MVR-mittaukset
- TLT-suunnitelmat työvaiheittain
- Kantavuusmittaukset
- Muotti- ja telinesuunnitelmat
- Muotintarkastus raportti
- Rauditusmittaus raportti
- Raiteen seurantamittaus
- Betonointisuunnitelma
- Siltojen purku- ja jätteenkäsittelysuunnitelmat
- Nostotyösuunnitelmat
- Elementtien asennussuunnitelmat.

4.4 Ilmoitukset työmaasta

Tässä case urakassa piti tehdä yö- ja meluavasta työstä johtuvan häiriön ilmoitukset. Meluavaa työtä on esimerkiksi kaivinkoneella tapahtuva rammerointi ja pulverointi, vanhaa siltaa purettaessa. Meluavasta työstä on tehtävä ilmoitus viranomaisille ja ympäristön asukkaille.

Työmaasta on myös tehtävä rakennustyön ennakoilmoitus aluehallintovirastoon. Ennakoilmoituksesta käy ilmi ilmoitusvaiheessa tiedossa olevat päätoteuttajan tiedot, sivu- ja aliurakoitsijat, työn tilaaja/rakennuttaja, rakennushankkeen tiedot sekä muut tarpeelliset seikat.

4.5 Mittauspöytäkirjat

Mittauspöytäkirjoilla ja mittautarkkeilla urakoitsija pystyy todentamaan tilaajalle, että työ on tehty laatuvaatimuksien mukaisesti. Mittautarkkeita otetaan työmaalla eri työvaiheista, joiden avulla voidaan osoittaa osa työvaiheen laatuvaatimuksista. Tässä urakassa osana laatudokumentointia ratasilloista tulee urakoitsijan luovuttaa tilaajalle erilaisia mittauspöytäkirjoja. Alla lueteltu mittauksen osalta tilaajalle luovutettavia dokumentteja:

- Maanleikkauksen tarkkeet
- Eristys- ja välikerroksen tarkkeet
- Radan tarkkeet kohteittain
- Raidelevyden mittaus uusitun päällysrakenteen osalta
- Pölkyvälin mittaus uusitun päällysrakenteen osalta
- ATU-mittaus
- Reunapalkkien korot ja linjat
- Sillan kannen korot ja linjat
- Sillan huoltokäytävän ja kaiteen mittautarkkeet.

4.6 Materiaalien kelpoisuuden osoittaminen

Urakoitsijan tulee huolehtia, että urakassa käytetyt rakennusmateriaalit ovat:

- Joko Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen nro: 305/2011 (rakennustuoteasetuksen) mukaisesti CE-merkittyjä
- Tai siltä osin kuin tuotteiden ei tarvitse olla CE-merkittyjä, tuotteet ovat lain eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä 2012/954 (tuote-hyväksyntälain) ja vastaavan asetuksen mukaisesti varmennettuja tai 3 siltä osin, kun tuote on saanut Väyläviraston tyyppihyväksynnän, tuotteen tulee olla tyyppihyväksynnän mukaisesti varmennettuja ja toteutettuja. (Urakkaohjelma, Laurila-Rovaniemi siltojen kannen vaihdot 2023.)

Urakoitsijan tulee varmistaa rakennustuotteiden kelpoisuus eli tuotteiden CE-merkintä ja kansallinen hyväksyntä ennen tuotteiden tilaamista tai käyttämistä rakennuskohteeseen. Mikäli rakennustuotteet ei täytä edellä mainittuja vaatimuksia, urakoitsija vastaa kaikista tuotteiden vaihtamisesta aiheutuvista kustannuksista. Uusiomateriaaleja saa käyttää urakassa, mikäli niille on Väyläviraston yleinen teknisen soveltuvuuden arviointi tai niille on tehty hankekohtainen tekninen soveltuvuuden arviointi. Uusiomateriaalin käytön edellytyksiä on esitetty Väyläviraston ohjeissa. Materiaalien kelpoisuutta osoittavat todistukset tulee toimittaa laatuaineistossa tilaajalle. (Urakkaohjelma, Laurila-Rovaniemi siltojen kannen vaihdot 2023.)

4.7 Itselle luovutus

Itselle luovutuksen tarkoituksena on varmistaa työn virheettömyys ennen tilaajalle luovutusta YSE 1998 71§ mukaisesti. Itselle luovutuksessa kartoitetaan virheet ja puutteet sekä mahdolliset kesken-eräiset työt. Suuremmissa urakoissa itselle luovutus voidaan tehdä urakkaosittain, esim. yhdestä sillasta tai aliurakkakokonaisuudesta, jolloin itselle luovutus voidaan suorittaa aliurakan vastaanoton yhteydessä.

Itselle luovutuksessa käydään läpi rakenteiden tekniset poikkeamat sekä niille tehdyt korjaustoimenpiteet. Lisäksi tarkistetaan rakenteiden kelpoisuusaineisto ja tehdään tarvittaessa maastokatselmus. Itselle luovutuksesta täytetään itselle luovutus -lomake, johon merkitään mahdolliset puutteet sekä niiden vastuhenkilöt.

Itselle luovutus -lomakkeen "Allekirjoitus"-kohtaan tulee kirjata itselle luovutuksesta vastaavan henkilön nimi sekä itselle luovutuksen toteutunut päivämäärä. (Kreate Oy.)

4.8 Projektin jälkeen

Urakoitsija pyytää urakan vastaanottotarkastusta tilaajalta, kun kohde on sopimuksen mukaisessa valmiudessa tai kun kesken-eräiset suoritteet valmistuvat ennen vastaanottotarkastusta. Pyyntö vastaanottamisesta tehdään kirjallisesti YSE98 71§:n mukaisesti.

Vastaanotto voidaan tehdä myös urakkasuorituksen osasta YSE98 70§:n mukaisesti. Vaihtoehtoa käytetään, jos esimerkiksi urakan välitavoitteet näin edellyttävät. Viimeistään vastaanottotarkastuksessa on kummankin sopijapuolen esitettävä perusteluineen toisiinsa kohdistuvat vaatimukset.

Tarkastuksesta tehdään pöytäkirja. Pöytäkirjaan merkitään havaitut puutteet, niiden sovittu korjausajankohta sekä jälkitarkastuksen tarve.

Luovutusaineisto toimitetaan tilaajalle urakkasopimuksen mukaisessa aikataulussa ja muodossa (paperisena kansioituna tai sähköisenä esimerkiksi projektipankkiin). Kaikesta aineistosta säilytetään kopio myös yrityksellä.

Taloudellinen loppuselvitys pyritään pitämään samassa yhteydessä vastaanottotarkastuksen kanssa. Mikäli loppuselvitys pidetään erillisenä, urakoitsija lähettää tilaajalle yksilöidyn lopputilityksen sopijaosapuolten välisistä asioista kahden viikon kuluessa vastaanottotarkastuspöytäkirjan saamisesta. Tilitys ja tilaajan antama vastine käsitellään loppuselvityksessä. Taloudellisesta loppuselvityksestä pidetään pöytäkirjaa YSE98 mukaisesti. (Kreate Oy.)

5 LAADUNVARMISTUSSUUNNITELMA

5.1 Työn tilaajalle toteutettu laadunvarmistussuunnitelma

Opinnäytetyön lopputuloksena valmistui työn tilaajalle laadunvarmistussuunnitelma. Tämä laadunvarmistussuunnitelma on Excel-pohjainen taulukko. Laadunvarmistussuunnitelman kansilehdelle on kerätty laadunvarmistuslomakkeet, jokaiselle lomakkeelle on oma linkki, josta sen saa helposti ladata. Lomakkeet ovat esivalmisteltuja pohjia, jotka tulee aina täydentää urakkakohtaisesti. Laadunvarmistussuunnitelmaan on jaoteltu työmaan toiminta-, laatu- ja turvallisuussuunnitelmat, rata-, ratasilta-, maanrakennus-, sähkö- ja turvalaitetyöt omille välilehdilleen. Käytän esimerkkinä ratasiltatöitä, tälle välilehdelle on jaoteltu vielä sillan rakentaminen eri työvaiheisiin, purkutyöstä viimeistelyyn ja työvaiheen luovutukseen. Jokaisen työvaiheen alle on koottu tarvittavat dokumentit aloituksesta työvaiheen päättämiseen. Laadunvarmistussuunnitelma käydään työmaan projektihenkilöiden kanssa läpi työmaan aloituspalaverissa ja nimetään vastuuhenkilöt eri työvaiheisiin. Laadunvarmistussuunnitelma on tarkoitettu pelkästään työn toimeksiantajan käyttöön, eikä sitä julkaista tässä opinnäytetyössä.

5.2 Materiaalin hankkiminen laadunvarmistussuunnitelmaan

Laadunvarmistussuunnitelmaan on kerätty materiaalia Kreate Oy:n sisäisestä Intranetistä, case urakasta, ja Väyläviraston ohjeista. Materiaalin keräyksessä pystyi myös hyvin hyödyntämään aikaisempia urakoita, jotka oli jo luovutettu tilaajalle. Näissä urakoissa oli jo valmiina projektin laatukansio, mistä pystyi katsomaan mitä suunnitelmia ja dokumentteja on ko. projektissa täytynyt tehdä. Laadunvarmistussuunnitelman sisältöön ovat myös vaikuttaneet työn ohjaaja, sähköratapuolen projektipäällikkö sekä case kohteen vastaava työnjohtaja.

5.3 Mihin laadunvarmistussuunnitelmaa tarvitaan

Case kohteen urakassa törmäsin itse välillä siihen ongelmaan, ettei aina ollut täyttä varmuutta mitä kaikkia dokumentteja tulisi tilaajalle toimittaa ennen työvaiheen aloitusta sekä työvaiheen luovutukseen liittyen. Myöskään alalle juuri tulleilla työnjohtajilla ei välttämättä ole vielä tietoa mitä dokumentteja sekä suunnitelmia yhden työvaiheen läpivieminen tarvitsee. Nyt laadunvarmistussuunnitelmaan on listattu tarvittavat dokumentit, joten urakan työnjohdon on huomattavasti helpompi katsoa lista läpi ja tehdä tarvittavat suunnitelmat ja dokumentoinnit. Laadunvarmistussuunnitelmaa on tarkoitus myös seurata ja täydentää työmaan edetessä, jotta kaikki tarvittavat laatumittaukset tulevat suoritettua.

5.4 Laadunvarmistussuunnitelman hyödyt

Olisiko ilman tätä laadunvarmistussuunnitelmaa pärjätty myös tulevaisuudessa, niin olisi. Kuitenkin jos pystyy omaa ja muiden työnjohtajien työskentelyä nopeuttamaan ja parantamaan laadullisesti niin voidaan ajatella, että tämä on onnistunut toteutus Kreate Oy:lle.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa työn toimeksiantajalle Excel pohjainen laadunvarmistussuunnitelma. Tämän opinnäytetyön suurimmaksi haasteeksi osoittautui itse opinnäytetyöraportin kirjoittaminen sekä ajan löytyminen opinnäytetyön tekemiseen. Tämän opinnäytetyön tekemiseen oli sovittu jo aihe keväällä 2023 ja työn tilaajalta oli tullut myös ajatuksia minkälainen dokumentti työn tilaajalle tulisi tuottaa opinnäytetyön ohella. Keväällä varmistui myös urakka mitä työssä käytettiin case kohteena. Materiaalin kerääminen tähän opinnäytetyöhön oli sinällään helppoa case kohteen myötä.

Opinnäytetyön toimeksiantajalle tuotettavan Excel-pohjaisen laadunvarmistussuunnitelman tekeminen oli itselle mielenkiintoisin vaihe. Laadunvarmistussuunnitelmaa tehdessä pystyi tarkastelemaan mitä kaikkia suunnitelmia sekä dokumentteja oli tehty case kohteen urakkaan ja tämä toimi hyvänä pohjana laadunvarmistussuunnitelmaa tehtäessä. Laadunvarmistussuunnitelmaa täydentäessä huomasi itsekkin, kuinka paljon dokumentteja yhden työvaiheen läpivieminen voi tarvita. Laadunvarmistussuunnitelman osalta käytiin työn toimeksiantajan kanssa useampi palaveri, missä käytiin läpi puutteita tai muutoksia tarvitsevia kohtia. Lopulta kuitenkin laadunvarmistussuunnitelmasta syntyi viimeinen versio, joka oli valmis luovutettavaksi työn toimeksiantajalle ja tähän molemmat osapuolet olivat tyytyväisiä. Eli lopputulemana tähän voi todeta, että opinnäytetyö on saatu onnistuneesti päätökseen.

Kun mietitään laadunvarmistussuunnitelman jatkokäyttöä, niin sitä on tarkoitus päivittää aina urakakohtaisesti urakan edetessä. Tällä tavoin voidaan varmistua, että laadunvarmistussuunnitelma pysyy ajan tasalla ja urakoista tulee tehtyä kaikki laatudokumentit.

7 LIITTEET

7.1 Liite 1. Laadunvarmistussuunnitelma Kreate Oy, salattu aineisto.

LÄHTEET

InraRYL 2023. Verkkojulkaisu. Päivitetty 06/2023. Helsinki: Rakennustieto. <https://www.rakennustieto.fi/palvelut/tietoa-rakentamiseen/ryl/infraryl>. Viitattu 2.11.2023

Kreate Oy. Julkaisuaika tuntematon. Sisäinen laatudokumentaatio. Dokumentti yrityksen intranetissä.

Radanpidon turvallisuusohjeet 2022. RSU useampiraiteisella radalla ja ratojen välissä. Väylävirasto. Kuvatiedosto. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2022-40_TURO.pdf

Radanpidon turvallisuusohjeet 2022. RSU yksiraiteisella radalla. Väylävirasto. Kuvatiedosto. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2022-40_TURO.pdf

Radanpidon turvallisuusohjeet, 2022. Työkoneen ja ratatyössä käytettävän liikkuvan kaluston työskentelyn vähimmäisetäisyys ratajohdon jännitteisistä osista ilman nostokorkeuden rajoitinta. Väylävirasto. Kuvatiedosto. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2022-40_TURO.pdf

Radanpidon turvallisuusohjeet, 2022. Työtehtävään opastetun henkilön työskentelyn vähimmäisetäisyys ratajohdon jännitteellisistä osista. Väylävirasto. Kuvatiedosto. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2022-40_TURO.pdf

Urakkaohjelma, Laurila-Rovaniemi siltojen kannen vaihdot 2023. Päivitetty 28.2.2023. Tekijän sähköiset tiedostot.

Urakkasopimusluonnos, Laurila-Rovaniemi siltojen kansien vaihdot 2023. Päivitetty 02/2023. Tekijän sähköiset tiedostot.

Väylävirasto 2022. Radanpidon turvallisuusohjeet, 2022. Verkkojulkaisu. Päivitetty 10/2022. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2022-40_TURO.pdf. Viitattu 11.11.2023

Väylävirasto 2023. SILKO-ohjeet. Verkkojulkaisu. Päivitetty 22.9.2023. <https://vayla.fi/palveluntuottajat/sillat/silko>. Viitattu 1.11.2023

Väylävirasto 2023. Suomen rataverkko. Verkkojulkaisu. Päivitetty 8.11.2021. <https://vayla.fi/vaylista/rataverkko>. Viitattu 2.11.2023