



# Aliurakoitsijaverkoston vaatimusten hallinta

Teollisuuden EPC- toimituksissa

Mikael Jutila

OPINNÄYTETYÖ  
Syyskuu 2020

Insinööri (Ylempi AMK)  
Teknologiaosaamisen johtaminen

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Ylempi ammattikorkeakoulututkinto  
Teknologiaosaamisen johtaminen

JUTILA, MIKAEL:

Aliurakoitsijaverkoston vaatimusten hallinta  
Teollisuuden EPC- toimituksissa

Opinnäytetyö 121 sivua, joista liitteitä 12 sivua  
Syyskuu 2020

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada ensimmäiset konkreettiset askeleet kohti pääurakoitsijan ja aliurakoitsijan välistä kokonaisvaltaista projektin vaatimusten hallinnan palvelua luomalla tähän toimivat menetelmät. Tutkimustavoitteina selvitettiin projektin vaatimusten hallinnan kipupisteet nykypäivän urakkasopimusverkostoissa ja näiden haasteiden perusteella luotiin toimiva prosessi vaatimusten hallintaan Siemensin Polarionin avulla. Opinnäytetyössä noudatettiin konstruktivisen tutkimuksen periaatteita ja aineisto kerättiin teema- ja syvähaastattelujen avulla kahdelta henkilöltä.

Tutkimustulokset voidaan luokitella kolmeen pääteemaan. Ensimmäisenä teemana on puutteellinen vaatimusten hallinta, jota ei yleensä tehdä järjestelmällisesti missään vaiheessa projektin elinkaarta. Toisena teemana on puutteellinen muutosten hallinta, jonka vuoksi muutosten alullepanijat, vaikutukset ja mahdolliset korvausvelvolliset osapuolet eivät ole selvillä. Kolmantena teemana oli puutteellinen kommunikointi ja tiedonkulku. Usein kriittistenkin asioiden viestintää ei dokumentoida. Myös viimeisintä tietoa voi olla haastava löytää, jolloin tehdyt päätökset saattavat pohjautua vanhaan dokumentaatioon.

Toimivalla prosessilla ja Polarionin avulla vaatimusten hallinta saadaan järjestelmälliseksi ja vaatimusten syy-seuraus- suhteet näkyviksi. Tämä tarjoaa tehokkaat työkalut muutosten hallintaan ja muutosten vaikutusten arviointiin. Toimivalla Polarionin RFI- prosessilla kriittisten aiheiden viestintä saadaan järjestelmälliseksi ja dokumentoiduksi. Myös dokumenttien versionhallinta on suoraviivaista, jolloin riski väärän version käyttämiseen pienenee.

Opinnäytetyö esittelee toimivat prosessikaaviot vaatimusten hallintaan, sekä esittelee Polarionin toiminnallisuuksia aliurakoitsijoiden vaatimusten hallinnan näkökulmasta. Tämä toimiikin hyvänä pohjana seuraaville askelille palvelun kaupallistamisessa, joka edellyttää vielä lisätutkimusta ja kehittämistä.

---

Asiasanat: vaatimus, aliurakka, EPC

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Master of Engineering  
Technology Management

JUTILA, MIKAEL:  
Subcontractors Requirement Management  
In EPC- deliveries

Master's thesis 121 pages, appendices 12 pages  
September 2020

---

The purpose of this thesis was to create a process for project requirement management between the main contractor and subcontractors. Integrated requirement management service will be created later based on this thesis. Main research objective was to find requirement management challenges in modern subcontractor network, and based on the findings, create a process for Siemens Polarion. The study followed the process of constructed research and the data was collected through semi-structured and informal interviews.

The research findings can be classified into three main themes. In the first, the whole requirement management process is inadequate. In the second, due to inadequate change management process, initiators of changes, impacts of changes and indemnities are unclear. And in the third, there is lack of communication and flow of information. Communication of critical subjects is often not documented. Also, newest and relevant information could be difficult to find. Therefore decisions can be based on old and irrelevant documentation.

Project requirement can be managed in a systematic way with comprehensive process and Siemens Polarion- software, which make causal connections visible. The software provides effective tools for change and impact management. With comprehensive RFI- process the communication of critical subjects can be documented and done in a systematic way. Risk of using an irrelevant document is decreased due to clear document version control.

This thesis provides workable process diagrams for managing project requirements and presents Polarion functionalities from the viewpoint of managing subcontractor requirements. This will be a good base for the next steps in integrated requirement management service, which will need more research and development.

---

Key words: requirement, subcontracting, EPC

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	9
1.1	Kehittämistehtävän tavoitteet ja rajaukset.....	10
1.1.1	Teoreettinen tarkastelu vaatimusten hallinnasta .....	11
1.1.2	Vaatimusten hallinnan kipupisteet .....	11
1.1.3	Toimivan prosessin kuvaus .....	12
1.1.4	Digitalisaation tarjoamat mahdollisuudet .....	12
2	KIRJALLISUUSKATSAUS: VAATIMUKSET JA SUUNNITTELU .....	13
2.1	Miksi vaatimusten hallinta on tärkeää? .....	13
2.2	Vaatimusmäärittely .....	14
2.3	Alkuvaiheen suunnittelu .....	15
2.4	Suunnittelu .....	19
2.5	Verifiointi & Validointi.....	22
2.6	Prosessisuunnittelu .....	24
2.7	Mekaaninen- ja laitesuunnittelu.....	24
2.8	Rakennussuunnittelu.....	25
2.8.1	Teräsrakennesuunnittelu .....	25
2.8.2	Maanrakennuskuvat .....	26
2.8.3	Rakennuskuvat.....	26
2.9	Putkistosuunnittelu .....	27
2.10	Instrumentointisuunnittelu.....	28
2.11	Sähkösuunnittelu .....	29
3	KIRJALLISUUSKATSAUS: URAKKAMUODOT .....	30
3.1	EPC- Toimitusmalli.....	31
3.2	Muita urakkamuotoja .....	32
3.3	Maksuperusteet.....	33
3.3.1	Kokonaishintainen urakka .....	33
3.3.2	Yksikköhintaurakka.....	34
3.3.3	Laskutyöurakka .....	34
3.3.4	Tavoitehintaurakka .....	35
4	KIRJALLISUUSKATSAUS: SOPIMUSTEN HALLINTA JA HANKINTAPROSESSI.....	36
4.1	Projektin liiketoiminnalliset tavoitteet.....	36
4.2	Hankintastrategian määrittely ja riskien arviointi .....	36
4.3	Exit strategian luominen .....	37
4.4	Vaatimusten määrittely ja sopimustyyppin valinta.....	38
4.5	Kyselyaineiston laadinta ja tarjouskyselyt .....	39

4.6	Tarjousten evaluointi ja neuvottelut.....	41
4.7	Sopimuksen solmiminen ja sopimusmuutokset.....	42
5	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS JA TUTKIMUSTULOKSET .....	43
5.1	Tutkimustavoite .....	43
5.2	Tutkimusmenetelmät ja aineiston hankinta .....	43
5.3	Haastateltavat ja haastattelija .....	44
5.3.1	Haastateltava A .....	44
5.3.2	Haastateltava B .....	45
5.3.3	Haastattelija.....	45
5.4	Aineiston käsittely, analysointi ja tulkinta .....	46
5.5	Tutkimustulokset .....	48
5.5.1	Vaatusmäärittely ja heikkolaatuinen dokumentaatio.....	49
5.5.2	Muutoshallinta .....	51
5.5.3	Tiedonkulku ja kommunikointi .....	54
5.6	Johtopäätökset.....	55
5.7	Tutkimuksen laatu ja luotettavuus .....	58
6	TOIMIVAN PROSESSIN LUONTI.....	60
6.1	Vaatusmäärittely yleisellä tasolla.....	60
6.2	Vaatusmäärittely teollisuusprojektissa .....	61
6.3	Verifiointi & Validointi.....	62
6.4	RFI- prosessi .....	63
6.5	Muutoshallinta yleisellä tasolla .....	64
6.5.1	Muutosten vaikutusten arviointi .....	66
6.6	Dokumenttien baselinet.....	68
6.7	Pääsopimuksesta tarjouksen läpikäyntiin.....	68
6.7.1	Kaupallinen: Hinnoittelu .....	69
6.7.2	Kaupallinen: Aikataulu .....	70
6.7.3	Kaupallinen: Raportointi .....	71
6.7.4	Tekninen: Laatu .....	72
6.7.5	Tekninen: Laajuus .....	73
6.8	Neuvotteluista mekaaniseen valmiuteen.....	74
6.8.1	Kaupallinen: Hinnoittelu .....	74
6.8.2	Kaupallinen: Aikatauluvaatimukset.....	75
6.8.3	Kaupallinen: Raportointi .....	75
6.8.4	Tekninen: Laatu .....	76
6.8.5	Tekninen: Laajuus .....	77
7	DIGITAALISET TYÖKALUT & POLARION.....	79
7.1	Tietoa Polarionista.....	79
7.1.1	Polarion LiveDoc .....	79

7.1.2	Polarionin hyödyt .....	80
7.2	Mitä Polarionilla tulee ratkaista?.....	81
7.3	Tutkimustavoitteen rajaus .....	82
7.4	Polarion ja nimikkeet .....	83
7.5	Polarion ja vaatimusmäärittely .....	83
7.5.1	Verifiointitavat .....	85
7.5.2	Tarjouspyyntö ja roundtrip- ominaisuus.....	87
7.5.3	Vaatimusten luokittelu .....	89
7.5.4	Dokumenttien muutokset ja baselinet.....	91
7.6	RFI- prosessi toteutuksessa .....	92
7.7	Polarion ja muutoshallinta .....	95
8	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	99
8.1	Puutteellinen vaatimusten hallinta.....	99
8.2	Puutteellinen muutoshallinta .....	100
8.3	Puutteellinen kommunikointi ja tiedonkulku.....	101
9	POHDINTA JA JATKOTOIMENPITEET .....	103
9.1	Jatkotoimenpiteet .....	105
	LÄHTEET .....	107
	LIITTEET .....	110
	Liite 1. Prosessikaavio. Kaupallinen: Raportointi .....	110
	Liite 2. Prosessikaavio. Kaupallinen: Hinnoittelu.....	111
	Liite 3. Prosessikaavio. Kaupallinen: Aikataulu.....	112
	Liite 4. Prosessikaavio. Tekninen: Laatu.....	113
	Liite 5. Prosessikaavio. Tekninen: Laajuus .....	114
	Liite 6. Haastattelukutsu ja -runko, Haastateltava A .....	115
	Liite 7. Haastattelukutsu ja -runko, Haastateltava B .....	118
	Liite 8. Opinnäytetyön alustava toteutusaikataulu.....	121

## ERITYISSANASTO

ALM	Application Lifecycle Management. Elinkaaren hallinta.
Baseline	Vertailukohta. Erytisen tärkeäksi merkitty dokumentin versio.
Change Request	Muutospyyntö, jonka projektipäällikkö hyväksyy tai hylkää.
Company Requirement	Pääurakoitsijan sisäinen vaatimus.
EPC	Engineering, Procurement, Contracting. Urakointimuoto.
FEED	Front End Engineering. Suunnitteluvaihe.
ITP	Inspection and Test Plan. Tarkastus- ja testaussuunnitelma.
Lessons Learned	Opitun ymmärtäminen. Pidetään projektin valmistumisen jälkeen.
LiveDoc	Polarionissa oleva dokumentti, joka muodostuu vaatimuksista.
Main Contract Requirement	Tilaajan ja pääurakoitsijan välisen pääsopimuksen vaatimus.
Nimike	Work Item. Määrittää Polarionissa vaatimuksen tyyppin.
Polarion	Siemensin ALM- ohjelmisto
RFI	Request for Information. Selvityspyyntö.
Roundtrip	Polarionin toiminto, jossa dokumentti otetaan järjestelmästä ulos ja/tai ajetaan järjestelmään sisään.
Subcontractor Requirement	Pääurakoitsijan osoittama vaatimus aliurakoitsijalle.
Test Case	Testaus, jolla validoidaan vaatimus.
YSE 1998	Rakennusurakan yleiset sopimusehdot.

## ALKUSANAT

Opinnäytetyön työstäminen reilun vuoden ajan oli haastava, mutta ennen kaikkea opettavainen prosessi. Työn vuoksi perehdyin kattavasti vaatimusten hallinnan, sopimusten hallinnan sekä suunnitteluprosessin teoriaan. Näistä kaikki olivat itselle työn puolesta vähintäänkin jollain tasolla tuttuja aiheita, mutta teorian puolesta suhteellisen tuntemattomia. Kirjallisuuskatsauksen ansiosta sain paljon uutta tietoa näistä työelämässäkin tärkeistä aiheista.

Haluan kiittää Prohoc Oy:n toimitusjohtajaa Matti Mannerta mielenkiintoisen opinnäytetyön aiheen tarjoamisesta. Erityiskiitos myös opinnäytetyön ohjaajalle Sami Myllyviitalle, joka tuki opinnäytetyön toteuttamisessa yli vuoden. Samilta sain paljon tietoa kaikista opinnäytetyöhön liittyvistä aiheista.

Lisäksi kiitokset haastateltaville ja Taipuva Consulting Oy:n Pasi Aholalle, jotka käyttivät aikaansa mahdollistaakseen työn valmistumisen, sekä TAMKin opinnäytetyön ohjaajalle Matti Kivimäelle.

Loppuun vielä kiitokset omille opiskelukavereille ja erityisesti oman tiimin jäsenille, joiden kanssa opiskeltiin usein pitkälle iltaan saakka. Vaikka tutkinto saatiin suoritettua, jatkuu päivittäinen oppiminen tästäkin eteenpäin. Tähän elinikäiseen oppimiseen tutkinto tarjosi erinomaiset työkalut.

- Mikael Jutila, 29.9.2020



## 1 JOHDANTO

Prohoc Oy:lla oli jo vuonna 2018 konsepti-idea kokonaisvaltaisen projektin vaatimustenhallinnan palvelun tuottamisesta nykyisille ja uusille asiakkaille. Vielä tässä vaiheessa ei oltu aloitettu tuottamaan konkretiaa pääurakoitsijan ja alipurakoitsijan väliseen vaatimusten hallintaan. Tämä palvelu painottuisi erityisesti muutosten vaikutusten hallintaan, jossa oli todettu olevan haasteita yrityksestä riippumatta. Ohjelmistoksi valikoitui koko projektin elinkaaren vaatimusten hallintaan suunniteltu Siemensin Polarion. Prohoc Oy:n konsultti Sami Myllyviitalla oli aikaisempaa kokemusta Polarionin soveltamisesta asiakkaan ja pääurakoitsijan väliseen vaatimusten hallinnan prosessiin yhteistyössä Taipuva Consulting Oy:n kanssa.

Samaan aikaan opinnäytetyön tekijä oli hakemassa osa-aikaisiin YAMK-opintoihin Tampereen ammattikorkeakouluun päätoimisen konsulttityön ohessa ja otti alkuvuodesta 2019 yhteyttä Prohoc Oy:n toimitusjohtajaan Matti Manneriin alustavaa kehittämistehtävää ja pääsykokeita ajatellen. Kehittämistehtävästä oli muutamia vaihtoehtoja joista vaihdettiin ideoita puolin ja toisin. Vaatimuksena oli yritykselle liiketoiminnallista lisäarvoa ja opinnäytetyön tekijälle ammatillista lisäarvoa tuottava kehittämistehtävä.

Tehtävän aiheeksi valikoitui lopulta vaatimustenhallinta työmaan näkökulmasta. Kehittämistehtävä tuo lisäarvoa yritykselle viemällä palvelun konsepti-idea osaltaan konkreettiselle tasolle ja lähemmäksi kaupallistettavaa tuotetta. Samaan aikaan aiheeseen syventyminen tuo kehittämistehtävän tekijälle lisää syvemmän tason tietoa suunnittelun, vaatimusten ja sopimusten hallinnan sekä hankinnan osalta.

Yrityksen puolelta opinnäytetyön ohjaajaksi kiinnitettiin Sami Myllyviita, joka tekee Prohoc Oy:lle mm. projektin vaatimusten hallintaan liittyvää konsultaatiota. Vuoden 2019 maaliskuussa tehtävää alettiin rajaamaan tasolle jolla voisi hakea teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelmaan. Kun tieto hyväksynnästä tuli saman vuoden kesäkuussa, alettiin kehittämistehtävää rajaamaan tarkemmin

ja asettamaan tarkempia tavoitteita, kuitenkin tiedostaen tavoitteiden tarkentuvan opinnäytetyöprosessin aikana.

Kehittämistehtävää onkin tehty kesäkuusta lähtien täysipäiväisen työskentelyn sekä YAMK-kurssien ohella, kunnes syyskuussa 2020 kehittämistehtävä saatiin valmiiksi.

### **1.1 Kehittämistehtävän tavoitteet ja rajaukset**

Tutkimustavoitteet koostuvat neljästä itsenäisestä, mutta toisiaan tukevasta päätavoitteesta:

1. Teoreettinen tarkastelu vaatimusten hallinnasta teollisuuden rakennusprojekteissa.
2. Selvittää vaatimusten hallinnan kipupisteet työmaan urakkasopimusverkostoissa nykypäivänä.
3. Kuvata työmaan urakkasopimusverkoston toimivat menetelmät.
4. Selvittää digitalisaation tarjoamat mahdollisuudet tehostaa vaatimusten hallintaa.

Päätavoitteiden kanssa edettiin kronologisessa järjestyksessä, jossa seuraavaan tavoitteeseen siirryttiin kun edellinen tavoite oltiin saavutettu. Tällöin lähtötieto oli saatavilla seuraavan tavoitteen työstämistä varten. Samalla opinnäytetyötä rajattiin jokaisen tavoitteen jälkeen, jotta laajuus pysyy toteututtavana.

Opinnäytetyössä aihetta lähestytään pääurakoitsijan näkökulmasta. Pääurakoitsija on tehnyt kokonaishintaisen EPC- sopimuksen tilaajan kanssa, jolloin laajuuteen kuuluu detaljisuunnittelu, hankinnat sekä rakentaminen. Pääurakoitsija urakoi työt eri alojen aliorakoitsijoilla, joiden kanssa tehdään itsenäiset aliorakkasopimukset.

Kuvitteellisena EPC- toimituksena on öljyteollisuuden tuotantoyksikkö.

### **1.1.1 Teoreettinen tarkastelu vaatimusten hallinnasta**

Ensimmäisenä tavoitteena on teoreettinen tarkastelu vaatimusten hallinnasta teollisuuden rakennusprojekteissa. Tässä tavoitteessa perehdyttiin alan kirjallisuuteen ja avattiin kehittämistehtävän osalta oleellista teoreettista viitekehystä. Teollisuusrakentamista käsittelevän kirjallisuuden ollessa vajaavaista, tukeuduttiin lähteissä pääsääntöisesti ohjelmistoprojektien sekä rakennusprojektien kirjallisuuteen, jota voidaan soveltaa osin teollisuusrakentamiseen. Teoreettinen viitekehys koostuu vaatimusten hallinnasta, suunnittelusta, sopimusten hallinnasta sekä hankinnasta.

Tämän osio rajattiin detaljisuunnittelun ja urakkasopimuksen solmimisen välille.

### **1.1.2 Vaatimusten hallinnan kipupisteet**

Toisena tavoitteena selvitetään vaatimusten hallinnan kipupisteet työmaan urakkasopimusverkostoissa. Tätä tavoitetta tutkittiin tutkimusmenetelmien, tässä tapauksessa teemahaastattelujen avulla. Tutkimuksella pyrittiin selvittämään tyypilliset haasteet vaatimusten hallinnassa. Tyypillinen määritellään ”jossakin yhteydessä erittäin usein ilmenevä, jollekin ominainen tai hyvin tavallinen” (Suomisanakirja, 2019). Tutkimustulokset luokitettiin kolmen pääteeman alle.

Tutkimusta ei tehty yksittäisestä organisaatiosta ja sen toimintatavoista. Haastateltaviksi valittiin kaksi samalla alalla työskentelevää henkilöä, toisen ollessa kaupallisella taustalla ja toisen teknisellä. Molemmilla on pitkä kokemus alaltaan eri työnantajien palveluksesta ja ymmärrys tyypillisistä haasteista vaatimusten ja sopimusten hallinnan osalta.

Tutkimus rajattiin detaljisuunnittelusta toteutusvaiheen loppuun, ns. mekaaniseen valmiuteen.

### **1.1.3 Toimivan prosessin kuvaus**

Ensimmäinen sovellettava osuus opinnäytetyössä. Miten tutkimuksessa esiin tulleita haasteita voidaan ratkaista prosessin avulla? Tavoitteena oli luoda perinteinen prosessikaavio, joka ratkaisee kolmen pääteeman mukaiset haasteet. Tämän lisäksi tavoitteeseen kuului YSE 1998 mukaisten urakointidokumenttien tekeminen, sekä pääsopimuksen ja projektisuunnitelman teko. Dokumentit pidettiin mahdollisimman yksinkertaisina, mutta kuitenkin niin tarkkoina että Polarionilla voidaan myöhemmin simuloida prosessi toimivaksi.

Tämä osio rajattiin hankintavaiheesta toteutuksen loppuun. Suunnitteluvaihe jätettiin pois, sillä sen laajuuden vuoksi opinnäytetyö ei olisi pysynyt toteutettavana. Lisäksi hankintavaiheesta on enemmän kaupallista hyötyä Prohoc Oy:lle.

### **1.1.4 Digitalisaation tarjoamat mahdollisuudet**

Toinen sovellettava osuus opinnäytetyössä. Tässä selvitettiin digitalisaation tarjoamat mahdollisuudet tehostaa vaatimusten hallintaa. Digitalisaation mahdollisuuksia tutkittiin Siemensin Polarionilla, joka on vaatimustenhallintaan erikoistunut ohjelmisto. Tavoitteena oli simuloida toimivaa prosessia Polarionissa YSE 1998 asiakirjojen avulla sekä esitellä ohjelmiston toiminnallisuuksia. Tavoitteena ei ollut tehdä yksityiskohtaista käsikirjaa Polarionin käytöstä, vaan tämä opinnäytetyö toimii ennemminkin pohjana yksityiskohtaisen käsikirjan tekemiselle.

Tässä osiossa käsiteltiin edelleen vaiheita hankintaprosessista toteutuksen loppuun, mutta lisärajaus. Urakkana käsiteltiin ainoastaan yksi aliurakka, teräsrakenneurakka. Sopimusdokumentaatiosta käsitellään esimerkin omaisesti laatu- ja raportointivaatimukset sekä niiden hallinta projektin elinkaaren aikana. Samat menetelmät ovat skaalattavissa muihinkin vaatimukseen sekä aliurakoihin.

## 2 KIRJALLISUUSKATSAUS: VAATIMUKSET JA SUUNNITTELU

### 2.1 Miksi vaatimusten hallinta on tärkeää?

Vaatus on palvelun, tuotteen tai lopputuloksen ehto tai kyky, joka täytyy täyttää jotta sopimusvelvoite täyttyy. Vaatimusten määrittely ja hallinta on iteratiivinen ja integroiva prosessi jota toistetaan ja tarkennetaan ajan kuluessa. Prosessin tarkoitus on selvittää ja luoda vaatimuksille lähtökohta sekä varmistaa jäljitettävyys, analysoida, dokumentoida ja määrittää vaatimukset sekä validoida ja verifioida ne (PMI, 2016a).

Coventryn (2015) mukaan kolme viidestä epäonnistumisiin johtuneista syistä liittyy vaatimuksiin:

1. Projektin käyttäjät eivät ole osallistuneet vaatimusten määrittämiseen
2. Vaatimukset eivät täytä hyvän vaatimuksen määritelmää
3. Vaatimukset muuttuvat jatkuvasti ja muutoksia ei hallita tehokkaasti

Hyvä ja toimiva vaatimusten hallinta vähentää projektin kustannuksia ja projektin riskejä, lyhentää projektin läpimenoaikaa, parantaa laatua sekä tehostaa laajuuden hallintaa. NASAn vuosina 1991 ja 1992 tehdyn tutkimuksen mukaan 65% heidän 29:stä projektista ylitti suunnitellun kustannuksen ja aikataulun. Projekteissa, joissa investoitiin 5% tai vähemmän kokonaisarvosta projektin alkuun ennen vaatimusten jäädyttämistä ylittivät kustannukset tyypillisesti 100 - 200%. Ne projektit joissa investoitiin vähintään 10% kokonaisarvosta projektin alkuun ennen vaatimusten jäädyttämistä ylittivät alkuperäisen budjetin ainoastaan 0 - 50%. (Hooks, F. Ivy & Farry, A. Kristin, 2001, 9)

2009 teetetyt tutkimuksen mukaan 68% yrityksistä on kärsinyt huonosta vaatimusten hallinnasta, joka on linjassa myös NASAn sisäisen tutkimuksen kanssa. Keskimäärin 3 miljoonan dollarin projekteista ainoastaan 20% on valmistunut ajallaan jolloin keskimäärin projekti on tullut maksamaan 5.87 miljoonaa dollaria, eli huomattavasti yli alkuperäisen budjetin. (Hooks, F. Ivy & Farry, A. Kristin, 2001, 10)

Lahdenperän (2013, 23) mukaan perinteisillä menetelmillä toteutetuista rakennusprojekteista vain alle 20% on valmistunut tavoitebudjetissa ja alle 40% hankkeista on valmistunut tavoiteaikataulussa. Keskimäärin budjetti on ylittynyt n. 25% alkuperäisestä budjetista ja aikataulu on ylittynyt yli 10% (kuvio 1).

	Toteutettu budjetissa	Budjetti- ylitys, ka.	Toteutettu aikataulussa	Aikataulu- ylitys, ka.
Perinteinen toteutus	16,7 %	+ 25,2 %	39 %	+ 10,2 %
Elinkaarimalli	79 %	+ 1,1 %	82 %	+ 0,75 %
Projektiallianssi	82,5 %	- 0,8 %	100 %	- 8,6 %

KUVIO 1. (Lahdenperä, 2013, 23)

Lähteestä riippuen heikon vaatimustenhallinnan vuoksi alkuperäinen budjetti on pitänyt vain 20 - 35 % projekteista keskimääräisen ylityksen ollessa 50 - 200 %. Ajallaan projekteista on valmistunut ainoastaan 20 - 40 % keskimääräisen ylityksen ollessa n. 10 % alkuperäisestä aikataulusta. Nostamalla esisuunnitteluun käytettävää resurssia projektin kokonaisarvosta vähintään 10%:iin, alkuperäinen budjetti on ylittynyt ainoastaan 0 - 50 % alkuperäisestä budjetista. Vaatimustenhallinnalla voidaan siis sanoa olevan oleellista merkitystä projektin lopputulokseen.

Koska käyttäjien osallistaminen ja hyvien vaatimusten määrittäminen tapahtuu projektin tarveselvityksessä, työmaan näkökulmasta vaatimukseen voidaan vaikuttaa vain urakointivaiheesta eteenpäin sekä panostamalla muutosten hallintaan.

## 2.2 Vaatimusmäärittely

Vaatimusmäärittelyn tarkoituksena on tutkia ja ymmärtää tilaajan vaatimukset ja varmistaa että projektin tuotos täyttää ne. Kommunikointi sidosryhmien kanssa on avainasemassa vaatimusmäärittelyn onnistumisen kannalta. (PMI, 2016b, 73–74).

Perinteisesti vaatimusmäärittelyssä käytetään vaatimusten jäljitysmatriisia (engl. traceability matrix). Jäljitysmatriisin tarkoituksena on linkittää vaatimukset projektin alkupäästä projektin luovutukseen, jolloin vaatimusten täyttäminen voidaan todeta luovutettaessa projektia. Jäljitysmatriisi auttaa pääsemään projektin sovittuun tavoitteeseen ja varmistaa että jokainen toteutettu ratkaisu linkittyy pääsopimuksen vaatimukseen. Lisäksi matriisi auttaa hallitsemaan muutoksia (kuvio 2).

KATEGORIA	ID	VAATIMUS	ALKUPERÄ	STATUS	TESTAUS
Electrical	E1	ICEA	Sopimus, s. 95		Suun. loppukatselmus 20.9.2020
	E2	Valaistus	Sopimus, s. 101	Valmis	Suun. loppukatselmus 20.9.2020
	E2.1	Valaistus <400W, 208Y/120/3/60	Sopimus, s. 101	Hylätty	Suun. loppukatselmus 20.9.2020
	E2.2	Valaistus >400", 480Y/277/3/60	Sopimus, s. 101	Auki	Suun. loppukatselmus 20.9.2020
	E2.3	Valaistus <400W, 208Y/277/3/60	Change order ID 56.	Auki	Suun. loppukatselmus 20.9.2020

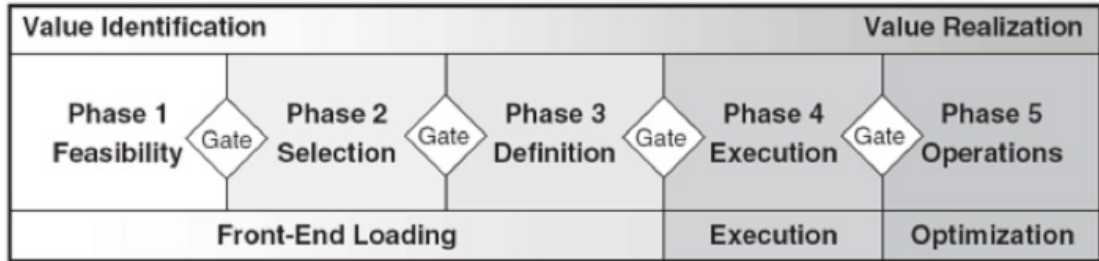
KUVIO 2. Perinteinen jäljitysmatriisi.

Maronen (2000) mukaan jäljitysmatriisia käytetään tyypillisesti IT-projekteissa. Matriisin tekeminen jaetaan neljään vaiheeseen, joista ensimmäisessä vaiheessa vaatimukset tunnistetaan, kerätään, dokumentoidaan ja hyväksytetään tilaajalla. Toisessa vaiheessa projekti suunnitellaan ja suunnitteluratkaisuissa otetaan huomioon vaatimusten täytyminen. Suunnitelmat myös hyväksytetään tilaajalla. Kolmannessa vaiheessa projekti toteutetaan suunnitelmien perusteella. Neljännessä vaiheessa ohjelmisto testataan ja varmistetaan että ohjelmisto vastaa alkuperäisiä vaatimuksia.

### 2.3 Alkuvaiheen suunnittelu

Laadukas esisuunnittelu korreloi suoraan projektin kustannusten ja aikataulun kanssa eikä projektin lopputulos voi olla parempi mitä suunnittelun lopputulos.

Megginsonin (2012) mukaan stage gate projektijohtamisen prosessi on kehitetty johtamaan isoja kompleksisia projekteja. Mallia käytetään varsinkin öljy- ja kaasu teollisuudessa, jossa päätösten laatua saadaan parannettua ja todennäköisyyttä nostettua projektin onnistumiselle. Mallissa investointiprojekti pilkotaan viiteen eri vaiheeseen, joista kolme ensimmäistä vaihetta keskittyvät arvon tunnistamiseen ja jota nimitetään "Front-End Loading"- vaiheeksi (kuvio 3).



KUVIO 3. Stage gate- prosessi. (Megginson, 2012)

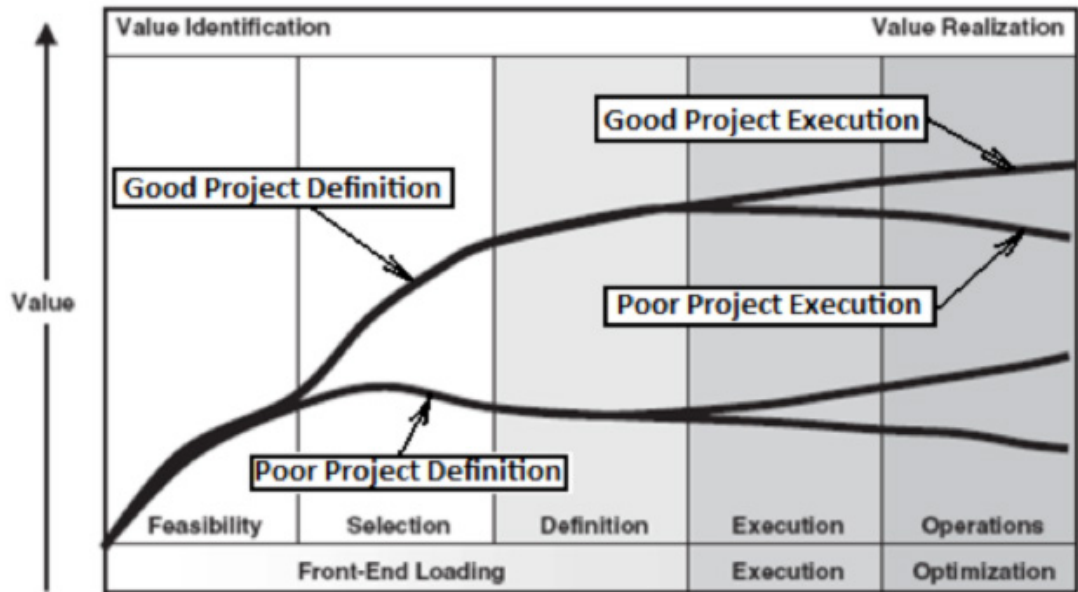
Kolme ensimmäistä vaihetta ovat:

Vaihe 1. Esitutkimus. Tämä vastaa kysymyksiin onko projekti toteuttamiskelpoinen, mistä saadaan suurin arvo projektille, mitä ovat pääsidosryhmät ja mitä ovat koko projektin elinkaaren riskit. Projektin tulee olla myös linjassa yrityksen strategian kanssa.

Vaihe 2. Valinta. Valitaan teknisesti ja taloudellisesti paras vaihtoehto useista konsepteista. Vaihtoehtoiset ratkaisut tunnistetaan ja arvioidaan jotta projektille saadaan arvon puolesta paras lopputulos.

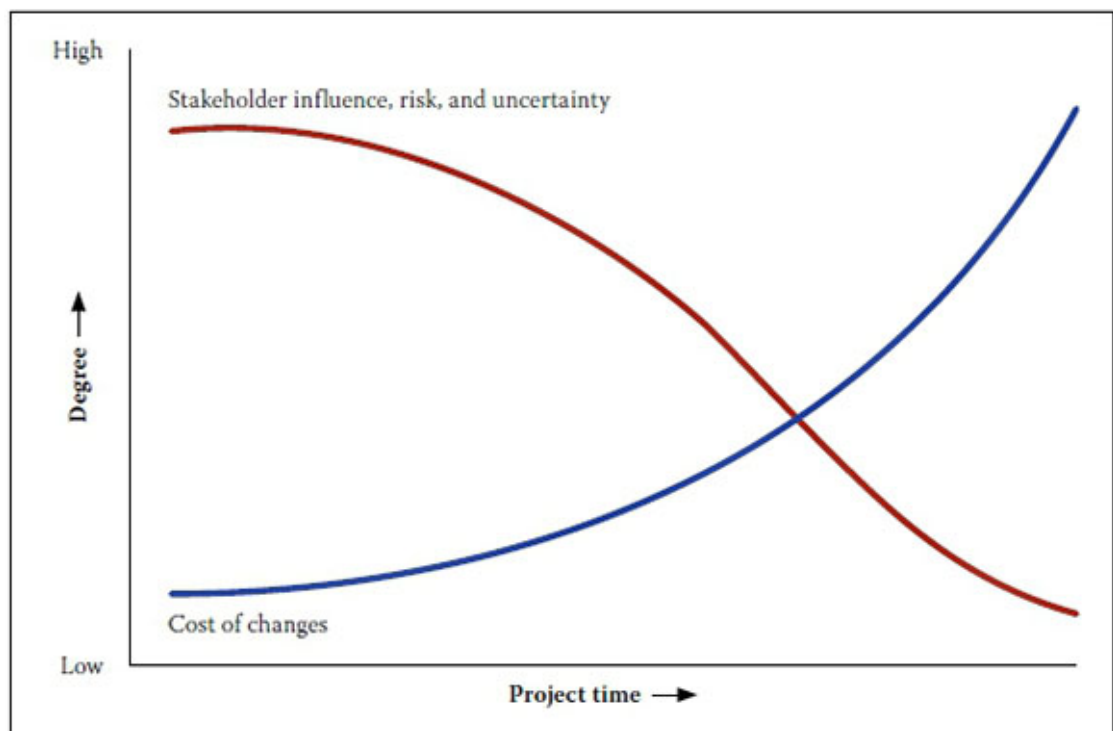
Vaihe 3. Määrittely. Valittua vaihtoehtoa on tutkittu, viety pidemmälle ja lopullinen investointipäätös tehdään tämän ehdotuksen mukaan. Erityisesti esitutkimus ja valinta ovat kriittisiä lisäarvon tuoton kannalta, sillä suurin osa projektin arvosta tuotetaan näiden kahden vaiheen aikana. Kuviossa 4 nähdään miten hyvin määrittely nostaa projektin lopputuloksen arvoa verrattuna huonosti tehtyyn määrittelyyn. Projektin määrittelyn ja investointipäätöksen jälkeen arvoon ei pystytä enää vaikuttamaan merkittävästi. Hyvin tehty määrittely ja huono toteutusvaihe antaa paremman lopputuloksen mitä huonosti tehty määrittely ja hyvä toteutusvaihe.





KUVIO 4. Projektin määrittäminen ja arvon tuotto. (Megginson, 2012)

Lisäksi muutosten tekeminen myöhemmissä vaiheissa on kalliimpaa ja sidosryhmien vaikutusmahdollisuudet pienenevät vaihe vaiheelta. Projektin toteutuksen aikaan muutokset ovat huomattavasti kalliimpia mitä projektin ensimmäisten vaiheiden aikaan (kuvio 5).



KUVIO 5. Muutosten tekeminen on sitä halvempaa mitä aikaisemmassa vaiheessa ne tehdään. (Conradie, Fourie, Schoonwinkel, 2016)

Projektin tuotoksen kannalta on siis elintärkeää, että oikeat vaatimukset saadaan kerättyä heti projektin alussa jolloin toteutuksen aikana tulevat kalliit muutokset saadaan minimoitua ja projektin arvo saadaan mahdollisimman suureksi.

Ohjelmistoprojekteissa vaatimukset luokitellaan yleisesti ottaen kolmeen luokkaan, ensimmäisenä luokkana liiketoiminnan vaatimukset. Nämä korkeimman tason vaatimukset kuvaavat mitä vaaditaan liiketoiminnan kannalta. (PMI, 2016a). Näiden vaatimusten täyttäminen on edellytys projektin onnistumiselle, koska ne vastaavat liiketoiminnalliseen ongelmaan tai mahdollisuuteen. Myös eri sidosryhmien vaatimukset kuuluvat tähän ryhmään (Garima, 2019).

Toisena luokkana on projektin käyttäjien vaatimukset. Vaatimukset jotka tulevat esimerkiksi kunnossapidolta, asentajilta tai operoinnilta. Käyttäjät on hyvä ottaa mukaan jo suunnittelun alkuvaiheessa, jotta lopputuloksen käytettävyys on hyvä ja tarkoituksenmukainen. Vaatimukset vastaavat kysymykseen “mitä” projektin lopputuloksen täytyy olla. (Garima, 2019)

Kolmantena luokkana on toiminnalliset vaatimukset. Projektin lopputuloksessa oltavat yksityiskohtaiset toiminnot, jotta ylimmän tason liiketoiminnan vaatimukset voivat täytyä. Nämä vaatimukset käsittävät esimerkiksi tekniset ratkaisut ja spesifikaatiot. Vastaavat kysymykseen “miten” ylempien tason ratkaisut toteutetaan. (Garima, 2019)

Rakennusprojektissa vaatimukset voidaan jaotella seuraavasti (Kamara, 2002, 8–15):

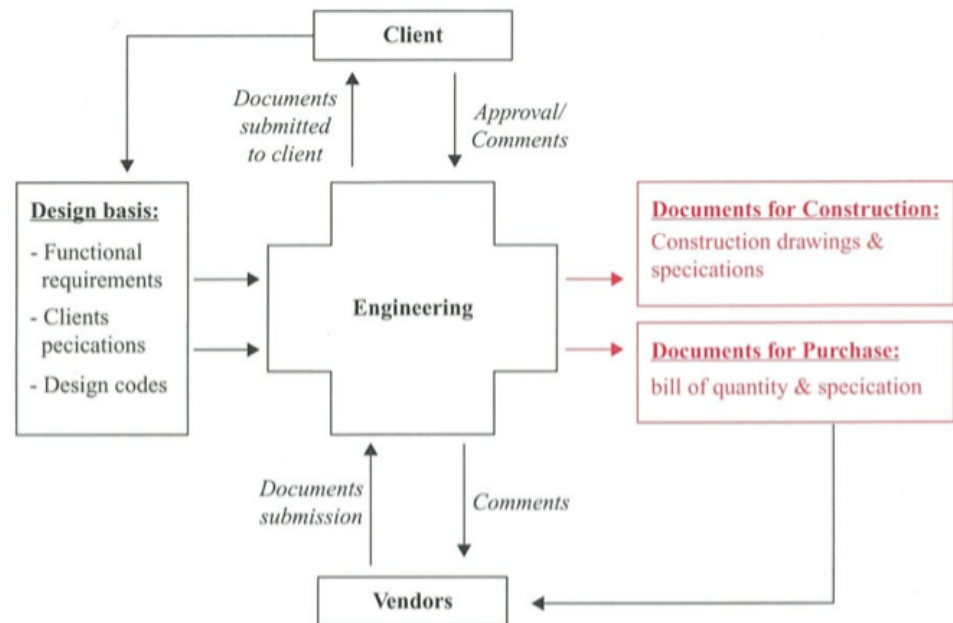
1. Tilaaja, joka määrittää liiketoiminnalliset vaatimukset. Sisältää myös sidosryhmien ja käyttäjien että koko rakennuksen elinkaaren asettamat vaatimukset.
2. Työmaa, joka käsittää työmaan asettamat vaatimukset, esimerkiksi maaperä ja sijainti.
3. Ympäristö, joka kuvaa työmaan lähiympäristön asettamat vaatimukset, esimerkiksi naapurusto ja ilmasto.

4. Asetukset, jotka asettavat vaatimuksia esimerkiksi työturvallisuuden ja rakentamisen osalta. Nämä vaatimukset heijastuvat projektin olemassaoloon ja käyttöön.
5. Suunnittelu, jossa kaikki edelliset vaatimukset on käännetty suunnittelun teknisiksi vaatimuksiksi.
6. Toteutus, työmaaorganisaation asettamat vaatimukset jotka tulevat esimerkiksi työpiirustuksista ja asennusmenetelmistä.

## 2.4 Suunnittelu

Laitoksen suunnittelu koostuu kolmesta vaiheesta; konseptisuunnittelusta, perussuunnittelusta ja detaljisuunnittelusta. Konseptisuunnittelu ja perussuunnittelu ei yleensä kuulu EPC-toimittajan laajuuteen, vaan siitä vastaa erillinen suunnittelutoimisto tilaajan puolesta. Perussuunnittelumateriaali tarjoaa projektin tekniset vaatimukset, jonka avulla kilpailutetaan EPC-toimittajat. EPC-toimittaja puolestaan vastaa detaljisuunnittelusta, hankinnoista ja toteutuksesta.

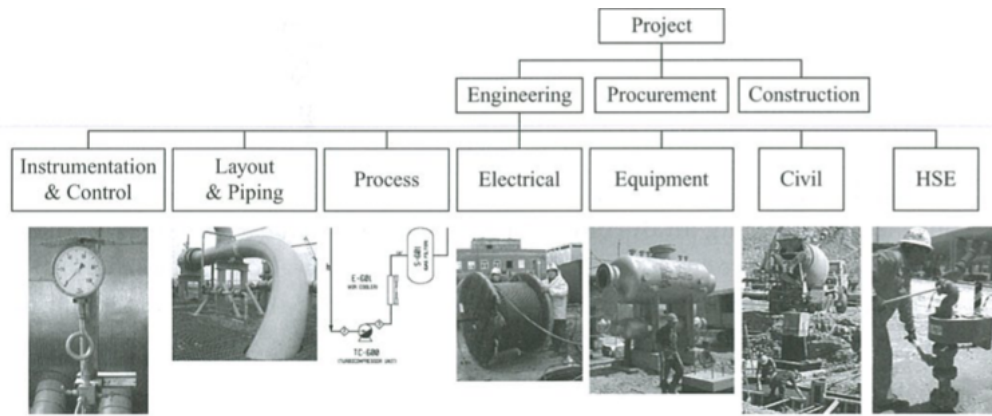
Perussuunnittelu, jota kutsutaan myös FEED- vaiheeksi, määrittää toimitusprojektin tuotoksen vain konseptitasolla. Määrittäminen sisältää mm. vaadittavan prosessin, päälaitteet, laitoksen yleisen layoutin ja systeemiarkkitehtuurin. Perussuunnittelu päätetään kun laitoksen päädokumentaatio on saatu valmiiksi. Tämä sisältää putkisto- ja instrumentointikaaviot, yleislayoutit (engl. plot plan), päälaitteiden spesifikaatiot ja sähkökaaviot. Tilaaja toimittaa kuvien lisäksi myös design criterion (tai design basis, suunnittelun perusteet), jossa kerrotaan laitoksen tekniset vaatimukset sanallisessa muodossa (kuviot 6). Tämän pohjalta pääurakoitsija aloittaa oman detaljisuunnittelunsa. Tuotoksena detaljisuunnittelusta saadaan dokumentit projektin toteutukseen sekä hankintaan. (Baron, 2010, 5–7)



KUVIO 6. Tilaja toimittaa suunnittelun perusteet (design basis), joka toimii pohjana pääurakoitsijan detaljisuunnittelulle. (Baron, 2010, 11).

Detaljisuunnittelu aloitetaan projektin toteutusvaiheessa. Suunnittelun tavoitteena on tuottaa kaikki dokumentit jotka vaaditaan laitoksen hankintoja ja toteuttamista varten, kuten spesifikaatiot, materiaalien ja laitteiden määrät sekä asennuspiirustukset. Näillä dokumenteilla pääurakoitsija kilpailuttaa aliurakat hankintavaiheessa.

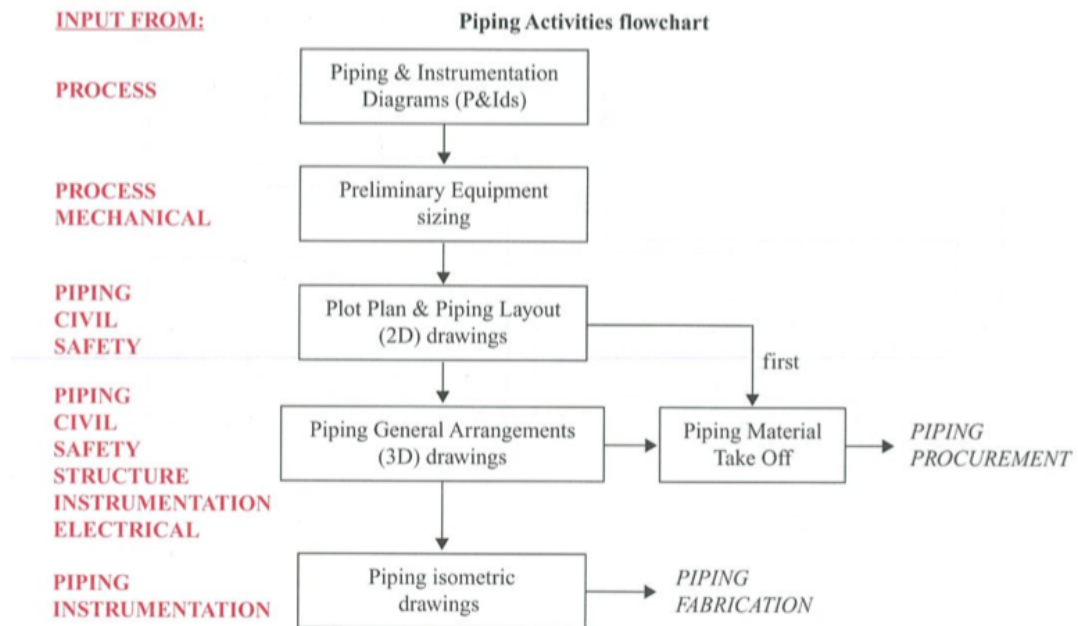
Detaljisuunnittelu koostuu useasta suunnitteludisipliinistä, jossa jokaisella on tyypillisesti oma vastuhenkilönsä, pääsuunnittelijan vastatessa koko suunnitteluprosessista (kuviot 7). (Baron 2010, 6–7)



KUVIO 7. Detaljisuunnittelun disiplinejä. Suurissa laitostoimituksissa tarvitaan tyypillisesti kaikkia kuvan disiplinejä. (Baron, 2010, 6)

Tässä opinnäytetyössä detaljisuunnittelua käsitellään yleisellä tasolla, kehittämistehtävän kannalta hyödyllisestä näkökulmasta. Suunnitteluprosessi on niin laaja kokonaisuus, että siitä voidaan tehdä kokonaan omia opinnäytetöitä. Näkökulma detaljisuunnitteluun ja sen tuotoksiin on ainoastaan hankinnassa ja toteutuksessa tarvittava dokumentaatio. Tyypillisesti suunnittelussa tuotetaan tuhansia dokumentteja detaljisuunnittelun aikana, joista vain pientä osaa tarvitaan hankinnoissa ja toteutuksessa.

Suunnitteludisipliinit käsitellään siinä kronologisessa järjestyksessä, missä suunnittelu etenee tyypillisesti (kuviot 8).



KUVIO 8. Suunnittelu etenee disipliini kerrallaan kronologisessa järjestyksessä alkaen prosessisuunnittelusta (Baron, 2010, 179).

Prosessisuunnittelua lukuunottamatta, jokainen disipliini tuottaa työssä tarvittavan työselosteen, joka kuvaa sanallisessa muodossa esivalmistuksessa ja asennuksessa käytettävät spesifikaatiot sekä urakan laajuuden. Työseloste vastaa kysymykseen “Miten työ tehdään ja millä laatu tasolla?”, kun taas asennuskuvat vastaavat kysymykseen “Minne tehdään ja miten paljon?” (Tiula, 1995).

## 2.5 Verifiointi & Validointi

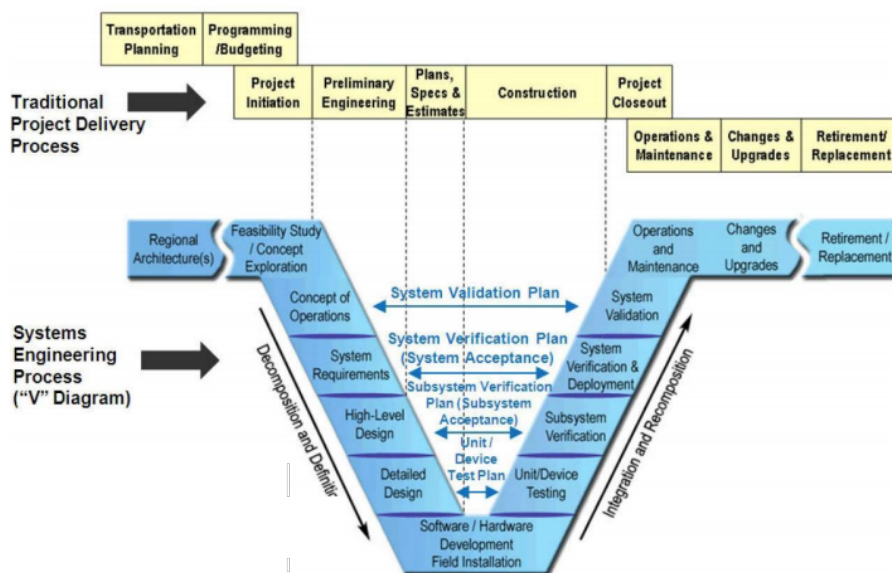
V&V- prosessia käytetään koko projektin elinkaaren laadunhallinnan työkaluna, joka on tuttu lähinnä ohjelmistoprojekteista. Prosessin avulla varmistetaan että projektin lopputulos vastaa tilaajan vaatimuksia ja spesifikaatioita. Varmistus toteutetaan jatkuvien analyysien ja testauksien avulla koko elinkaaren ajan.

Verifiointilla varmistetaan että projekti vastaa alkuperäisten suunnitelmien vaatimukseen. Tämä vastaa kysymykseen “Toteutetaanko projektia oikein?”. Validointi on kelpuutus, jolla varmistetaan projektin tuotoksen sopivuus

alkuperäiseen käyttötarkoitukseen. Validointi vastaa kysymykseen “Toteutetaanko oikeaa projektia?”.

V&V- prosessi alkaa vaatimusten keräämisestä, jossa katselmoidaan vaatimusten soveltuvuudet ja suunnitellaan verifiointitavat. Suunnitteluvaiheessa arvioidaan suunnittelun soveltuvuus vaatimusten täyttämiseen ja johdonmukaisuus, kun toteutusvaiheessa arvioidaan tuotoksen vastaavuutta suunnitelmiin. (Upadhyay, 2012, 17–18).

V&V- prosessi esitetäänkin usein V:n muotoisena kaaviona, jossa vasemmalla puolella V:tä kuvataan projektin suunnitteluvaihe, alhaalla toteutus ja oikealla puolella verifointi ja testaus (kuvio 9).



KUVIO 9. V&V- prosessi graafisessa muodossa (WSDOT, 2014, 4).

V&V- prosessi on oikein käytettynä oleellinen osa projektin elinkaarta, sillä sen avulla varmistetaan projektiin laatuvaatimusten täyttyminen. Prosessin avulla on mahdollista löytää jo projektin alkuvaiheessa suunnitteluvirheet ja -puutteet, jolloin muutosten tekeminen on edullisempaa mitä pidemmällä projektin elinkaarta. Lisäksi prosessi parantaa projektin tuotoksen laatua ja sitä kautta asiakastyytyvyyttä. (Upadhyay, 2012, 19–20).

## 2.6 Prosessisuunnittelu

Prosessisuunnittelu aloitetaan prosessin simulaatiolla, jolla prosessin nesteiden käyttäytymistä tutkitaan prosessin eri olosuhteissa ja tilanteissa. Simuloinnilla saadaan selville päälaitteiden vaatimukset, kuten kompressorien ja lämmönvaihtimien tarvittavat kapasiteetit. PFD- kaaviot (engl. Process Flow Diagram) luodaan simuloinnin jälkeen. Kaaviosta selviää prosessin kaikki laitteistot, kuten separaattorit ja lämmönvaihtimet, sekä niiden keskinäinen järjestys prosessissa.

Laiteluettelo johdetaan PFD- kaavioista. Laiteluettelo näyttää kaikki projektin laitteet listamuodossa. Tämä dokumentti antaa toteutukseen ja hankintaan hyvän yleisnäkymän hankittavista ja asennettavista laitteista tiiviissä muodossa.

PID- kaavio (engl. Piping and Instrumentation Diagram) on prosessisuunnittelun päätuotos, joka hyväksytetään tilaajalla ja joka toimii myös suunnittelun perusteena jokaiselle suunnittelun disipliinille. PID näyttää suunnittelulle yksityiskohtaiset vaatimukset, kuten instrumentoinnille virtaukset, paineen ja lämpötilan. Kaaviosta selviää kaikki prosessin putkilinjat linjatunnuksineen, laitteet, venttiilit ja tarvittavat instrumentit.

Prosessin linjaluetelo johdetaan PID- kaaviosta. Kaavio näyttää kaikki prosessissa tarvittavat putkilinjat taulukkomuodossa. Luettelosta selviää linjatunnukset, linjakoot, prosessinesteet ja suunnitellut operointilämpötilat ja -paineet. (Baron, 2010, 15–30)

## 2.7 Mekaaninen- ja laitesuunnittelu

Mekaaninen- ja laitesuunnittelu sisältää painelaitteiden, lämmönvaihtimien ja muiden prosessissa tarvittavien laitteiden suunnittelun. Laitekuvista selviää laitteiden päämitat sekä laiteyhteiden sijainnit, jotka toimivat pohjana putkistosuunnittelulle (Baron, 2010, 33–35). Toteutus tarvitsee mittoja asennussuunnittelua varten.



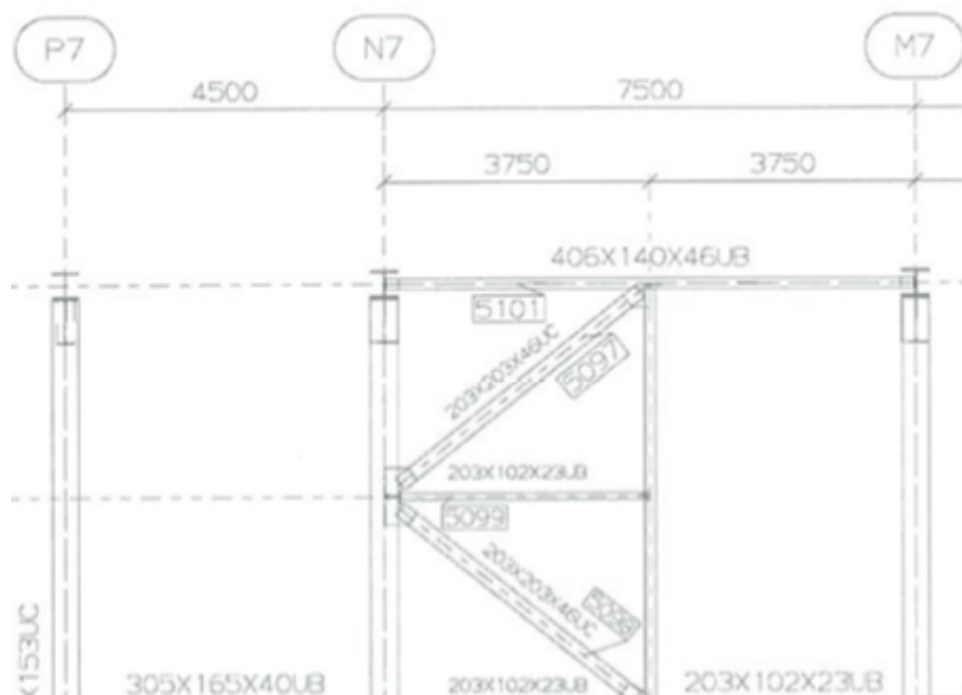
## 2.8 Rakennussuunnittelu

Rakennussuunnittelun tuottamat kuvat jaetaan karkealla tasolla teräsrakenne-, maanrakennus- ja rakennuskuviin.

### 2.8.1 Teräsrakennesuunnittelu

Teräsrakennesuunnittelu on osa rakennussuunnittelua. Rakennussuunnittelija tuottaa yksittäiset valmistuskuvat valmistusta varten, jossa näkyy valmistukseen tarvittavat tiedot kuten materiaali, mitat, positiot ja pulttireikien paikat.

Erilliset asennuskuvat näyttävät kokonaiskuvan teräsrakenteesta, joiden avulla aliurakoitsija suorittaa teräsrakenneasennukset. Kuvasta selviää myös jokaisen yksittäisen valmistuskuvan perusteella tehdyn osan sijainti yksilöitynä (kuvio 10).



KUVIO 10. Esimerkki asennuskuvasta. (Baron, 2010, 86).

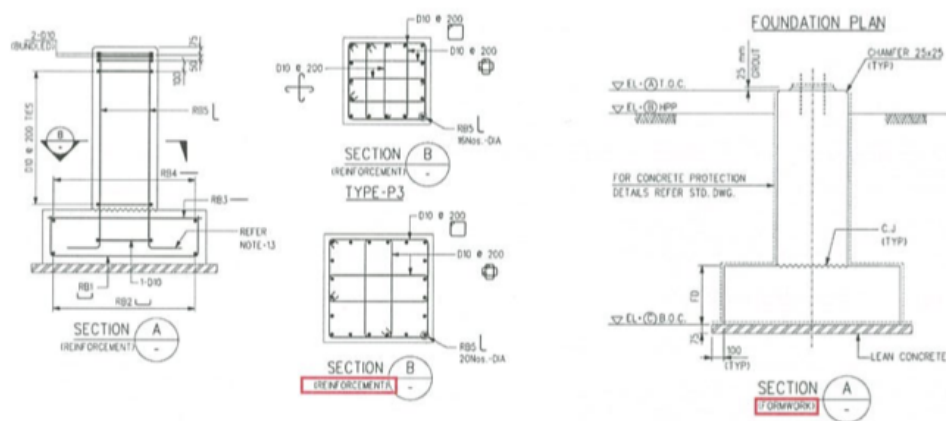
Asennustyömaa saattaa vastaanottaa satoja, jopa tuhansia, yksittäisiä osia useissa eri kuljetuksissa. Tämän vuoksi on tärkeää että yksittäiset osat ovat

yksilöity kuvassa ja myös merkitty teräsrakennevalmistajan toimesta. (Baron, 2010, 82–88)

## 2.8.2 Maanrakennuskuvat

Maanrakennuskuvat ovat yksityiskohtaisia kuvia, jotka näyttävät yleiskuvan kaikista maan alle jäävistä osista sekä maaston nykyiset ja suunnitellut korot. Maanrakennuskuvista selviää mm. perustusten ja rakennusten sijainnit ja korot.

Raudoitus- ja perustus kuvat tuotetaan yleensä erillisinä kuvina (kuvio 11).



KUVIO 11. Raudoitus- ja perustus kuvat. (Baron, 2010, 77).

Kuvien lisäksi rakennussuunnittelu määrittää työselostukseen rakennustyön spesifikaatiot, kuten murskeen koon pohjatöihin. (Baron, 2010, 71–77)

## 2.8.3 Rakennuskuvat

Rakennussuunnittelu alkaa rakennuksen arkkitehtuurisella määrittelyllä ja arkkitehtuurisilla yleistason kuvilla. Esimerkiksi muuntamorakennuksen koko määritetään kojeiston lukumäärän ja koon perusteella. Rakennuksen detaljisuunnittelu perustuu arkkitehtuurin vaatimuksille. Detaljisuunnittelussa rakennus suunnitellaan yksityiskohtaisemmin ja näissä kuvissa näkyy laitteistojen sijoitukset ja kaapelireitit.

Lisäksi rakennussuunnittelu tuottaa HVAC- suunnitelmat, eli lämmitys-, ilmanvaihtokuvat. (Baron, 2010, 89–92)

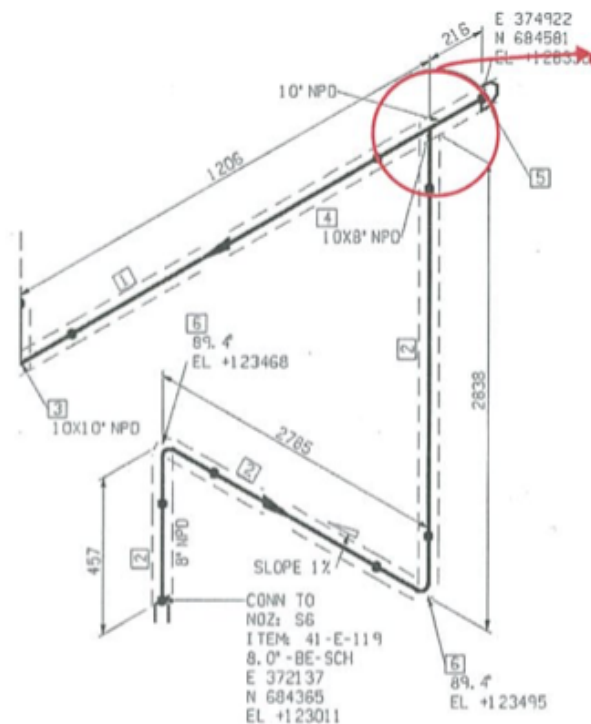
## 2.9 Putkistosuunnittelu

Baronin (2010, 99–121) mukaan putkistosuunnittelu perustuu prosessisuunnittelun ja materiaalisuunnittelun tuotoksiin. Ennen putkistosuunnittelua materiaalivalinnat on tehty ja putkistosuunnittelu määrittää putkistojen putkiluokat.

Suunnittelu tuottaa putkiston 2D yleiskartan, josta selviää putkiston päälinjojen sijainnit. Reittikartasta suunnittelu saa karkealla tasolla putkien pituudet ja ensimmäisen MTO:n (engl. material take-off). MTO:sta nähdään esivalmistettavien ja asennettavien putkien määrät, putkiluokat sekä painot isometri- ja halkaisijakohtaisesti. MTO toimii hankinta-aineistossa oleellisena dokumenttina, jonka perusteella aliurakoitsija voi laskea esivalmistuksen ja asennuksen tarjouksen karkealla tasolla.

GA-kuvat ovat yksityiskohtaisia piirustuksia, joissa näkyy kaikki tarvittava tieto putkiasennukseen kuten korot ja mitat. Tämä on toiminut pohjana yksittäisille isometreille, mutta 3D- ohjelmiston yleistyttyä tämä tuotos ei ole nykyisin enää välttämätön.

Putkistoisometri ovat 3D- kuvanto jokaisesta yksittäisestä putkilinjasta, jossa näkyy linjan geometria ja listaus kaikista tarvittavista komponenteista kuten putkista, käyristä ja venttiileistä (kuvio 12). Isometrien avulla putkistot voidaan osittain esivalmistaa putkistospooleiksi, jolloin putkistot voidaan asentaa työmaalla isommista kokonaisuuksista.



KUVIO 12. Putkistoisometri. (Baron, 2010, 114)

Jännityslaskelmien jälkeen luodaan kannakekartta, joka näyttää putkistokannakkeiden sijainnit. Kannakkeita on sekä standardisoituja että erikoiskannakkeita, joista standardikannakkeet voidaan massavalmistaa, mutta erikoiskannakkeet tilataan tapauskohtaisesti kannakevalmistajalta.

## 2.10 Instrumentointisuunnittelu

Instrumentointisuunnittelu käyttää suunnittelun tärkeimpänä lähtötietona prosessisuunnittelun tuottamaa PID-kaaviota. Kaaviossa näkyy prosessin vaatimat instrumentit, säädöt sekä automaatiot. Instrumentointisuunnittelun tarkoituksena on toteuttaa prosessisuunnittelun vaatimukset, kuten spesifioida ja tilata kenttälaitteet asennukseen sekä tuottaa asennuskuvat.

Suunnittelun tuottama arkkitehtuurinen piirustus näyttää järjestelmän laitteistojen sijainnit ja rajapinnat muiden järjestelmätoimittajien järjestelmien kanssa.

Kaapelointitaulukko näyttää listauksen kaikista asennettavista kaapeleista, niiden tyypeistä, pituuksista ja kaapelireitit sanallisessa muodossa.

Reittikartta näyttää mihin kaapelikanavaan ja -hyllylle mikäkin kaapeli asennetaan.

MTO on taulukkomuotoinen yhteenveto kaikista asennettavista kaapeleista, kaapelityypeistä ja määristä. Lisäksi MTO kertoo kytkentärasioiden, kaapelihyllyjen ja muiden asennukseen tarvittavien osien määrän. (Baron, 2010, 131–151)

## **2.11 Sähkösuunnittelu**

Sähkösuunnittelu vastaa laitoksen sähkönjakelusta. Suunnittelu tuottaa sähkönjakelun arkkitehtuurin, laitteistojen spesifikaatiot sekä asennuskuvat.

Sähkösuunnittelun lähtötietoina toimii mekaanisten laitteiden sähkönkulutus, joka saadaan laiteluettelosta. Kuten instrumentoinnissa, sähkösuunnittelun tuottama kaapelointitaulukko näyttää listauksen kaapelityypeistä ja pituuksista.

Kaapeloinnin reittikartta näyttää yleiskuvan kaapeleiden reitityksistä, eli mistä minne kaapeli vedetään ja mitä kautta kaapeli kulkee vedettävään kohteeseen.

Asennuskuvat ovat yksityiskohtaisia kuvia asennettavasta kohteesta. Asennuskuvien kanssa tuotetaan myös MTO:t, jossa näkyy instrumentoinnin tapaan urakassa tarvittavat kaapelit, kaapelitikkaat, kytkentäkotelot ja muut asennuksessa tarvittavat tarvikkeet. MTO:n avulla aliurakoitsija saa nopeasti käsityksen toteutuksessa käytettävistä materiaaleista ja aliurakan laajuudesta. (Baron, 2010, 155–171)

### 3 KIRJALLISUUSKATSAUS: URAKKAMUODOT

Projekti koostuu tehtävistä, jotka käsittävät suunnittelun, hankinnat, johtamisen sekä toteutuksen. Kun nämä tehtävät hankintaan ulkopuolelta eri yrityksiltä, puhutaan urakkamuodoista. Urakkamuoto valitaan peräkkäisten päätöksiä perusteella, jotka koskevat suunnittelu- ja hankintavastuuta, hinnanmäärittäytapaa sekä tarjousten hankintatapaa. Näiden päätösten perusteella määritetään urakoitsijan velvollisuuksien laajuus.

Urakkamuodon valintaan, joka on rakennuttajan yksi oleellisimmista tehtävistä, vaikuttaa hankkeen tavoitteet sekä rakennuttajan organisaation osaaminen ja koko. Valintaan vaikuttaa rakennuttajan tavoitteet ja riskinottohalukkuus, hankkeen ominaisuudet sekä olosuhteet ja niiden riskit. Urakkamuodon valinnassa tuleekin ottaa huomioon rakennuttajan, hankkeen ja urakoitsijan näkökulmista parhaiten sopiva vaihtoehto.

Urakkamuodot jaetaan ryhmiin suoritusvelvollisuuden ja maksuperusteen perusteella. Suoritusvelvollisuuden osalta urakkamuodot voivat olla usein eri urakkamuotojen yhdistelmiä tai niiden sovellutuksia. Jaottelussa ajatellaan lähinnä sitä, miten pitkälle rakennuttaja suunnitteluttaa projektin. Urakoitsija voi saada rakennuttajalta vastuun joko hanke-, luonnos- tai urakkasuunnittelun jälkeen ja vastata itse työn koordinoinnista ja hankinnoista. Velvollisuuden laajuuden perusteella urakat voidaan jakaa kolmeen luokkaan. (Junnonen, 2009, 12–13)

Tämän opinnäytetyön hengen mukaisesti pääurakoitsija on tehnyt kokonaishintaisen EPC-sopimuksen tilaajan kanssa, jolloin pääurakoitsija tekee aliurakkasopimukset eri aliurakoitsijoiden kanssa. Vaikka maksuperusteena voi olla jokin muukin vaihtoehto tilaajan ja pääurakoitsijan välillä, urakkamuotoja ja maksuperusteita käsitellään ainoastaan tästä lähtökohdasta. Maksuperusteiden periaatteet pätevät tarvittaessa myös tilaajan ja pääurakoitsijan välillä.

### 3.1 EPC- Toimitusmalli

EPC- projektissa pääurakoitsija vastaa suunnittelusta, hankinnasta, toteutuksesta ja käyttöönotosta tarjoten tilaajalle ”avaimet käteen”- toimituksen (kuvio 13). EPC urakoitsija (tästä eteenpäin pääurakoitsija) tarjoaa toimituksen käyttöönotettuna ja jonka sopimuksessa luvattu suorituskykyvaatimus on täytetty. Tätä urakointimuotoa käytetään etenkin prosessiteollisuudessa, jossa suorituskyky voidaan todeta esimerkiksi energia-alalla sähkön tuottona tai petrokemiassa tuotteen laatuina. (Hosie, 2007, 2)



KUVIO 13. EPC- toimittaja vastaa projektin detaljisuunnittelusta, hankinnoista ja toteutuksesta. (Baron, 2010, 1)

Omistajan näkökulmasta kaikkia rakennusprojekteja yhdistävät suurimmat riskit ovat projektin kustannuksien ylittäminen, projektin luovutuksen myöhästyminen tai puutteellinen laatu esimerkiksi suorituskyvyn osalta. Valitsemalla toteutukseen EPC- urakoitsija näiden riskien hallinta ja vastuu saadaan siirrettyä urakoitsijalle. Tämä tarjoaa vain yhden sopimusosapuolen joka vastaa suunnittelusta, hankinnasta sekä toteutuksesta joka on iso etu nykyaikaisissa, monimutkaisissa projekteissa. Monimutkaisia, useita työlajeja sisältäviä projekteja yhdistää suuri ja monimuotoinen aliurakointi- ja toimittajaverkosto jota on haastava hallita. Vastuu urakoiden yhteensovittamisista, suunnitteluvirheistä ja alihankintaverkostosta niin viivästyksien kuin laadun osalta saadaan ulkoistettua urakoitsijalle. (Hosie, 2007, 2–6)

Tilaaaja maksaa tässä tapauksessa riskipreemion pääurakoitsijalle riskien siirtämisestä, jolloin pääurakoitsijalla tulee olla toimiva vaatimustenhallintaprosessi, jotta riskit eivät toteutuisi ja projektin tuotos on sopimuksen mukainen. Tilaaaja voi aloittaa pääurakoitsijan kilpailuttamisen vasta kun FEED on viety tarpeeksi pitkälle ja suunnitelmat ovat valmiita.

Tyypillinen EPC-prosessi alkaa hyvissä ajoin ennen toteutusvaihetta, jolloin aloitetaan alustava projektin suunnittelu ja määritellään projektin laajuus, aikataulu sekä kustannukset. Tämä vaihe suoritetaan tyypillisesti 1 - 3% kokonaisinvestoinnin arvosta, joskin tässä kannattaa harkita prosenttiosuuden nostoa moninkertaiseksi jolloin suunnitellussa aikataulussa ja kustannuksissa pysytään todennäköisemmin kappaleessa 2.0 mainituista syistä.

Projektin validoinnissa käytetään joko omistajan omaa osaamista tai ulkopuolista kolmannen osapuolen yritystä varmistaakseen että projektin tavoitteet täyttyvät. Projektin laajuuden ja budjetin määrittäminen ovat kokonaan urakoitsijan vastuulla. Aikataulu ja projektibudjetti on tilaajalla tiedossa hyvissä ajoin ennen yksityiskohtaista suunnittelua ja toteutusvaihetta. (O'Neal, 2020, 2)

### **3.2 Muita urakkamuotoja**

Junnosen (2009, 12) mukaan pääurakkamuodossa tilaaja hankkii suunnittelun ja rakentamisen eri sopimuksilla. Tilaaaja vastaa tässä tapauksessa suunnittelun laadusta sekä kantaa riskin suunnitelmapuutteista. Urakoitsijan kannalta tämä vaihtoehto on vähäriskisempi, mutta yleensä myös matalampi katteinen. Pääurakkamuodossa kaikki aliurakoitsijat voivat olla pääurakoitsijan vastuulla, jolloin kyseessä on kokonaisurakka. Mikäli tilaaja tekee pääurakointisopimuksen lisäksi pienempiä sivu-urakoita, kyseessä on jaettu urakka. Tässä tapauksessa tilaaja vastaa urakoiden yhteensovittamisesta.

Osaurakassa rakennustyö on jaettu urakka- ja hankintakokonaisuuksiin. Erillistä pääurakoitsijan roolia ei ole, vaan se on korvattu projektinjohto-organisaatiolla. Tämä organisaatio teettää työt osaurakoina. Tilaaaja vastaa suunnitelmista ja hankintasopimuksista sekä niiden riskeistä. Projektinjohto-organisaatio vastaa



rakentamisesta sekä sopimuksen päätoteuttajan velvollisuuksista kuten työmaajohdosta. (Junnonen, 2009, 20)

### **3.3 Maksuperusteet**

Maksuperuste ei ole riippuvainen urakkamuodosta, vaan rakennuttaja voi määrittää sen riippumatta suoritusvelvollisuudesta. Maksuperusteisia urakoita on perinteisesti neljää tyyppiä:

- Kokonaishintainen urakka
- Yksikköhintaurakka
- Laskutyöurakka
- Tavoitehintaurakka

Urakkamuodon valinnassa tulee ottaa huomioon molemmat näkökulmat, sekä maksuperusteet että suoritusvelvollisuus. (Junnonen, 2009, 13)

#### **3.3.1 Kokonaishintainen urakka**

Kokonaishintaisessa urakassa tarjouksen antaja veloitetaan suorittamaan rakennustyö kiinteään kokonaishintaan. Pääurakoitsijan näkökulmasta tämän maksuperusteen hyötynä on aikaisessa vaiheessa lukitut rakentamiskustannukset sekä vapautuminen palkka- ja materiaalikustannusten tarkasta seurannasta. Tässä tapauksessa aliurakoitsija kantaa pääsääntöisesti rakentamiseen liittyvät riskit, jolloin myös riski työn todellisista kustannuksista on pääurakoitsijalla. (Junnonen, 2009, 24)

Kokonaishintaurakan tarjouspyyntövaiheessa suunnitelmien on kuitenkin oltava lähes täydelliset. Mikäli suunnitelmissa on puutteita tai virheitä, laskuttaa aliurakoitsija näistä johtuneet muutokset lisä- ja muutostöinä sovittujen yksikköhintojen perusteella. Jos muutoksia on odotettavissa urakkasopimuksen solmimisen jälkeen, tämä maksuperuste ei ole paras mahdollinen, sillä jokainen

muutos käsitellään muutosten hallintaprosessin kautta ja josta aiheutuu lisäkustannuksia sovitun kiinteän urakkahinnan päälle. (Junnonen, 2009, 12)

Muutosriskit ovat tässä tapauksessa pääurakoitsijalla, kun taas tarjouspyyntödokumenttien mukaisen urakan hinnoitteluriski on aliurakoitsijalla.

### **3.3.2 Yksikköhintaurakka**

Yksikköhintaurakassa aliurakoitsija on veloitettu tekemään sovittu rakennustyö ennakkoon sovitun yksikköhinnan mukaan. Työt täytyy jakaa tarkasti määriteltyihin, mitattaviin ja erikseen hinnoiteltuihin osatöihin. Yksikköhintaurakan tarjouspyyntövaiheessa suunnitelmien ei tarvitse olla täydelliset, vaan kokonaisarvio tehtävistä yksiköistä riittää. Maksuperustetta käytetäänkin yleisesti töissä joissa työmäärää ei pystytä etukäteen tarkkaan määrittämään, esimerkiksi maanrakennuksessa. Yksikköhintaurakka edellyttää pääurakoitsijan puolelta hyvää valvontaa tehdyn työn määrästä jotta pysytään selvillä laskutuksen oikeellisuudesta ja kustannuksista. (Junnonen, 24–25)

Urakan toimituslaajuusriski jää tässä tapauksessa pääurakoitsijalle, sillä jokainen tehty yksikkö veloitetaan. Alirakoitsijan riskinä on hinnoitella yksiköt siten, että omat kustannukset ja yrittäjävoitto tulevat hinnoiteltua yksikköhintaan. Kilpailutuksen vuoksi hinnoittelun pitää olla kuitenkin maltillista.

### **3.3.3 Laskutyöurakka**

Laskutyöurakassa aliurakoitsija sitoutuu tekemään sovitun työn ennakkoon sovitun tuntiveloituksen mukaisesti ja pääurakoitsija puolestaan sitoutuu maksamaan sovitun tuntiveloituksen. Laskutyöurakassa pääurakoitsijalla ei ole etukäteen tiedossa mikä on aliurakan lopullinen kustannus. Suoritusta tuleekin valvoa tehokkaasti, sillä tämä maksuperuste ei kannusta aliurakoitsijaa nopeaan työskentelyyn. (Junnonen, 2009, 25)

Laskutyösopimuksella on kuitenkin paikkansa silloin kun suunnitelmat ovat epäselvät tai urakkaan sisältyy muuten suuria epävarmuustekijöitä.

### **3.3.4 Tavoitehintaurakka**

Tavoitehintaurakassa yhdistyy kokonaishintaurakan ja laskutyöurakan hyviä puolia. Tavoitehintaurakassa määritetään kiinteä tavoitehintaa, mutta itse työt tehdään laskutyönä. Mikäli aliurakoitsija saa urakan valmiiksi alle tavoitehinnan, kasvaa aliurakoitsijan saama voitto-osuus. Jos urakan hinta ylittää tavoitehinnan, pienentyy vastaavasti aliurakoitsijan voitto-osuus. (Junnonen, 2009, 26)

Lisäksi voidaan määrittää erillinen kattohinta, jonka ylitse menevistä kustannuksista vastaa aliurakoitsija yksin. Tavoite- ja kattohintoja täytyy kuitenkin päivittää säännöllisesti lisä- ja muutostöistä johtuvia muuttuneita tilanteita. Tavoitehintaurakan tavoitteena on puuttua laskutyöurakan suurimpaan epäkohtaan, kustannusten paisumiseen, tarjoamalla aliurakoitsijalle kannustin voitto-osuuden muodossa kun kustannukset alittavat tavoitehinnan. (Junnonen, 2009, 26)

Tavoitehintaurakassa muutoshallinnan tulee olla erityisen toimivaa, jotta molemmilla osapuolilla on tieto sen hetkisestä sopimuksesta.

## **4 KIRJALLISUUSKATSAUS: SOPIMUSTEN HALLINTA JA HANKINTAPROSESSI**

Ilman sopimusten hallintaa ei voida johtaa aliurakoitsijoita teollisuusprojektissa. Sopimusten hallinnan tavoitteena on varmistaa kaikkien osapuolten velvoitteiden täytyminen sovitusajassa sekä sovituilla laadulla ja hinnalla.

Sopimusten hallinta voidaan jakaa kahteen erilliseen vaiheeseen; ylävirtaan, eli Pre-Award vaiheeseen ja alavirtaan eli Post-Award vaiheeseen. Pre-award vaihe käsittää kaikki vaiheet hankinnan strategisesta suunnittelusta aliurakoitsijan valintaan, kun taas post-award käsittää kaikki vaiheet sopimuksen solmimisen jälkeen. (CIPS, 2013, 2)

### **4.1 Projektin liiketoiminnalliset tavoitteet**

Liiketoiminnallisten tavoitteiden tulee olla linjassa organisaation strategian kanssa. Liiketoiminnalliset tavoitteet määrittävät osaltaan projektin toimintaperiaatteet sekä solmittavien sopimusten tavoitteet. Solmittavien sopimusten tulee täyttää tilaajan tarpeet. Sopimusten tavoitteiden tulee olla saavutettavissa, sopimusten tulee olla mahdollisimman edullisia ja niissä tulee huomioida itselle tärkeät menestystekijät, aikajänteet sekä riskit. (CIPS, 2013, 2)

Öljy & kaasuteollisuudessa tavoitteet liittyvät usein painelaitteiden elinkaareen, prosessiturvallisuuteen tai olemassa olevan tuotantoprosessin tehostamiseen. Projektin toteutus tähtää näiden liiketoiminnallisten tavoitteiden täyttymiseen, joten alemman tason vaatimusten tulee olla linjassa näiden kanssa aina suunnittelusta hankintaan ja hankinnasta toteutukseen.

### **4.2 Hankintastrategian määrittely ja riskien arviointi**

Hyvä hankintastrategia tukee yrityksen tavoitteita ja allokoii riskit osapuolille jotka voivat hallita niitä tehokkaimmin. Tyypillisesti teollisuusprojektiin on sitoutunut

suuri määrä pääomaa ja huomattavasti eri sidosryhmiä. Kun tämä yhdistetään projektin pitkään toteutusaikaan ja projektin kompleksisuuteen, on toimiva hankintastrategiaerityisen tärkeässä asemassa. Strategia määrittää hallinnan, suunnittelun ja toteutuksen tason jota edellytetään toimitusketjulta. Lisäksi sillä määritetään mihin kohtaan toimitusketjua riskit allokoidaan. Toimitusketjun ollessa erityisen pitkä, on riskinä että ketjua ja riskejä ei voida hallita tehokkaasti. (CIPS, 2013, 3–5)

Pääurakoitsijan kannalta hankintastrategia määrittää aliurakoiden urakkamuodot sekä maksuperusteet. Aliurakoitsijan käyttämien aliurakoitsijoiden ketjutusta voidaan säännellä urakkasopimuksessa. Mikäli aliurakointiketju halutaan pitää hallittavissa ja riskit mahdollisimman pienenä, voidaan ketjutuksen pituudeksi määrittää yksi aliurakoitsija. Tällöin pääurakoitsijaan sopimussuhteessa olevalla aliurakoitsijalla saa olla enintään yksi aliurakoitsija ketjutettuna.

Riskien arvioinnin avulla tunnistetaan potentiaaliset tulevat ongelmat ja huomioidaan ne ennen sopimuksen solmimista. Riskien arviointiin osallistuvilla henkilöillä on hyvä olla “entä jos” ajattelumalli ja näkökulma koko hankintaprosessista, jolloin mahdolliset riskit on helpompi tunnistaa. Hänellä tulee olla myös ymmärrys alan liiketoiminnasta ja käytännöistä. (CIPS, 2013, 5–7)

Urakkamuodon ja maksuperusteen valinnalla projektin riskejä saadaan tarvittaessa osoitettua aliurakoitsijalle. Riskien kannalta maksuperusteen tulee olla linjassa tarjouskyselyaineiston laadun, urakan luonteen ja niistä johtuvien mahdollisten lisä- ja muutostöiden kanssa.

### **4.3 Exit strategian luominen**

Sopimus päättyy kun molemmat sopimusosapuolet ovat täyttäneet velvollisuutensa sopimusehtojen mukaisesti. Käytännössä tämä tapahtuu kun palvelu tai tuote on toimitettu hyväksytysti ja tilaaja on maksanut kaikki sopimuksen mukaiset maksuerät. (CIPS, 2013, 7)

Mikäli aliurakoitsija ei sitovasta sopimuksesta huolimatta ala toteuttamaan urakkasopimusta, pääurakoitsijalla on oikeus purkaa sopimus ja tarjota urakkaa kilpailutuksessa seuraavaksi sijoittautuneelle aliurakoitsijalle. Ennen sopimuksen purkamista pääurakoitsijalla on kuitenkin velvollisuus huomauttaa aliurakoitsijaa kirjallisesti sopimuksen purku-uhasta. Pääurakoitsijalla on oikeus vaatia aliurakoitsijalta urakkahinnan ja toiseksi tulleen aliurakoitsijan tarjouksen välistä erotusta. Kilpailutuksessa toiseksi sijoittuneella aliurakoitsijalla ei ole kuitenkaan velvollisuutta suorittaa urakkaa heidän antamallaan alkuperäisellä tarjouksella, sillä annettujen tarjousten sitovuus raukeaa kun urakoitsijan valinta on tehty. (Junnonen, 2009, 70)

#### **4.4 Vaatimusten määrittely ja sopimustyyppin valinta**

CIPS (2013, 9–11) mukaan spesifikaatioiden ja vaatimusten määrittely sopimukseen on yksi tärkeimmistä hankinnan tehtävistä. Määrittelyn tarkoitus on kuvata aliurakoitsijalle selkeästi, tarkasti ja kokonaisvaltaisesti tilaajan tarpeet, jotta aliurakoitsija voi tarjota ratkaisun kyseisiin tarpeisiin. Lisäksi hyvin laadittu määrittely antaa pääurakoitsijalle mahdollisuuden verrata saatuja tarjouksia tehokkaasti ja antaen samalla perusteet joilla sopimuksen suoritusta voidaan seurata sopimuksen solmimisen jälkeen. Suunnittelua ja sieltä tulevaa vaatimusten määrittelyä ja niiden tärkeyttä käsiteltiin aikaisemmin opinnäytetyössä.

Tyypiltään sopimukset voivat olla johonkin yksittäiseen tarkoitukseen (ad hoc) tarkoitettuja sopimuksia tai sarja useita sopimuksia kun kyse on suuresta kompleksisesta teollisuusprojektista. Yksi ainoa sopimustyyppi ei käy kaikkiin tilanteisiin. Sopimustyyppin valinnassa tulee huomioida projektin koko, luonne, arvo ja kompleksisuus sekä vaadittava yhteistyön taso aliurakoitsijan kanssa. (CIPS, 2010, 11)

Sopimustyyppi valitaan hankintastrategiassa ja hankintasuunnitelmassa. Sopimustyyppi voi kuitenkin muuttua suunnitellusta, mikäli suunnitelmat ovat tarjousvaiheessa keskeneräisiä tai urakkaan liittyen on tullut esiin muita epävarmuustekijöitä.

#### 4.5 Kyselyaineiston laadinta ja tarjouskyselyt

Kyselyaineiston spesifikaatioiden ja dokumenttien tulee olla selkeitä ja yksiselitteisiä, jotta saatavat tarjoukset ovat vertailukelpoisia ja aliurakoitsijat voivat hinnoitella tarjouksensa mahdollisimman yhdenmukaisesti pääurakoitsijan tarpeiden mukaan. (CIPS, 2013, 17)

Junnonen (2009, 73) luokittelee kyselyaineiston yleisiin ja projektikohtaisiin asiakirjoihin. Nämä taas luokitellaan juridisiin (kaupallisiin) ja teknisiin asiakirjoihin (kuvio 14).

	<b>Yleiset</b>	<b>Projektikohtaiset</b>
<b>Juridiset asiakirjat</b>	Yleiset sopimusehdot (esim. YSE 1998)	Tarjouspyyntö & Tarjous
		Urakkaohjelma
		Urakkasopimus
		MTO (määräluettelo)
<b>Tekniset asiakirjat</b>	Standardit	Työselustus
	Ohjeet	Piirustukset

KUVIO 14. Kaupalliset ja tekniset dokumentit.

YSE 1998 vakiintuneiden käytäntöjen mukaan seuraavien dokumenttien tulee sisältyä kyselyaineistoon (Junnonen, 2009, 73):

1. Tarjouspyyntökirje. Itse tarjouspyyntö tehdään tarjouspyyntökirjeellä, joka yksilöi pääurakoitsijan lisäksi rakennuskohteen ja urakan sisällön, tarjoushintaa koskevat vaatimukset, tarjouksen toimituspaikan, toimitusajan ja sitovuuden sekä määrittää tarjouspyyntöön liittyvät asiakirjat.
2. Urakkaohjelma. Dokumentti sisältää pääurakoitsijan ja aliurakoitsijan väliset projektikohtaiset kaupalliset ehdot sekä muut projektin keskeiset tiedot.

Urakkaohjelmassa täsmennetään tarvittaessa rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja ja se liitetään tarjouspyyntöön. Urakkaohjelman tarkoituksena on kuvata urakassa noudatettavat pelisäännöt, antaa pääurakoitsijalle keinot vaikuttaa aliurakoitsijan toimintaan, torjua ennalta riskien arvioinnissa esille tulleita potentiaalisia ongelmia sekä osoittaa pääurakoitsijalle erityisen tärkeitä vaatimukset, kuten urakka-ajan.

3. Urakkarajaliite. Liite sisältää työmaan hallintoa, yhteisiä toimintoja sekä urakkarajoja koskevat säännöt. Sen tarkoituksena on määrittää työmaan järjestelyt ja palvelut, vastaanottomenettelyn ja käyttöönoton tehtävät sekä yksilöidä eri urakoitsijoiden väliset urakkarajat jos ne eivät selviä suunnitelmista. Urakkarajaliitteen avulla aliurakoitsija muodostaa kokonaiskuvan laajuuteen kuuluvista asioista sekä tarjouksen hintaan vaikuttavista tekijöistä.

Urakkarajaliite sisältää usein myös työmaan turvallisuusasiakirjan, jossa pääurakoitsija selventää projektin olosuhteet sekä ominaisuudet ja niistä aiheutuvat vaara- ja haittatekijät. Lisäksi turvallisuusasiakirjasta selviää projektin työturvallisuuteen ja työterveyteen liittyvät tiedot, joiden avulla aliurakoitsija voi laskea tarjoukseensa näiden vaatimusten johdosta syntyvät kustannukset.

4. Yksikköhintaluettelo ja tarjouslomake. Yksikköhintaluetteloa käytetään jos urakka sisältää suoritusperusteista laskutusta, kuten yksikköhinta- ja kokonaishintaurakassa. Yksikköhintaurakassa yksikköhintaluettelon avulla muodostetaan urakkahinta, kun kokonaishintaisessa urakassa yksikköhintaluettelo voidaan käyttää muutos- ja lisätöiden hinnoitteluun.

Yksikköhintaluettelo sisältää urakkaan sisältyvät nimikkeet ja niiden yksikköhinnat. Määrämittausohjeessa esitetään mittausperusteet millä tavalla määrien paljoudet todetaan toteutuksen aikana.

Tarjouslomake on pääurakoitsijan laatima dokumenttipohja tarjouksille, joita aliurakoitsijat käyttävät tarjoustensa antamiseen. Tällä varmistetaan että



saapuvat tarjoukset ovat samanmuotoisia- ja sisältöisiä, jolloin tarjousten vertailu helpottuu.

5. Tekniset asiakirjat eli suunnitelmat. Teknisillä suunnitelma-asiakirjoilla kuvataan toteutettava rakennus- tai urakkakohde, riippuen minkä alan urakasta on kysymys. Asiakirjat sisältävät tekniset piirustukset sekä työselosteen, jota kutsutaan myös työmäärittelyksi.

Piirustuksilla kuvataan urakkakohteen ominaisuudet, kuten esimerkiksi mitat, laajuus ja sijainti. Työselostuksella kuvataan kohteen tekninen laatu (spesifikaatiot) ja esitetään sanallisesti kohteen laadulliset ominaisuudet ja laajuus, joita ei voida piirustuksissa täsmällisesti määrittää. Suunnittelun tuottamat dokumentit käsiteltiin yksityiskohtaisemmin kohdassa "Suunnittelu".

#### **4.6 Tarjousten evaluointi ja neuvottelut**

Tarjoukset, jotka ovat saapuneet määräaikaan mennessä avataan ja evaluointiprosessi aloitetaan. Tarjoukset evaluoidaan tekniseltä ja kaupalliselta näkökannalta. Ensin voidaan keskittyä pelkästään tekniseen osuuteen jotta tarjoukset saadaan vertailukelpoiksi niiltä osin. (CIPS, 2013, 18–19)

Evaluointiprosessissa arvioidaan miten saadut tarjoukset vastaavat kyselyaineiston vaatimuksia mm. hinnan, toimituksen ja laadun osalta. Tämä vaihe sisältää myös mahdolliset lisäselvitykset aliurakoitsijalta, mikäli saatu tarjous ei jostain syystä vastaa tarjouspyynnön vaatimuksia tai tarjous on muilta osin epäselvä. (CIPS, 2013, 18–19)

Neuvotteluprosessi voidaan jakaa kolmeen erilliseen vaiheeseen. Valmistautumisvaiheessa neuvotteluroolit päätetään ja neuvottelutavoitteet määritetään. Tässä vaiheessa käydään läpi myös tarjouskyselyssä ja tarjouksissa mahdolliset esille tulleet ristiriidat ja puutteet, jotka valmistaudutaan ottamaan esille varsinaisessa neuvotteluvaiheessa. Tavoitteena on määrittää täsmentämistä vaativat asiat, urakkarajat, sekä laskijoiden tulkinnat ja oletukset suunnitelmien ratkaisusta ja laatutasosta (Junnonen, 2009, 129).

Varsinaisessa neuvotteluvaiheessa edellä mainitut mahdolliset puutteet ja ristiriidat ratkaistaan aliurakoitsijan kanssa, muut esille tulevat ongelmat ratkaistaan ja varmistetaan että molemmilla osapuolilla on sama käsitys urakan sisällöstä ja ehdoista. Neuvotteluista laaditaan pöytäkirja, jonka molemmat osapuolet allekirjoittavat. Kaikki neuvottelun aikana tulevat muutokset ja korjaukset dokumentoidaan pöytäkirjaan. Neuvottelupöytäkirja liitetään urakkasopimuksen kaupallisiin asiakirjoihin osana tulevaa sopimusta. (Junnonen, 2009, 129)

#### **4.7 Sopimuksen solmiminen ja sopimusmuutokset**

Sopimuksen solmimisen jälkeen siirrytään Post-Award vaiheeseen.

Tarjosten evaluointi- ja neuvotteluvaiheen jälkeen projektiryhmän tulisi olla tyytyväinen valittuun tarjoukseen, jonka tulee täyttää tässä vaiheessa pääurakoitsijan tekniset ja kaupalliset vaatimukset. Tässä vaiheessa tulee varmistua, että hankintaprosessi on mennyt hankintasuunnitelman mukaisesti. Hyväksytylle ja hylätyille aliurakoitsijoille ilmoitetaan valinnasta tai hylkäyksestä tarjouspyynnön määrittelemällä tavalla. Lisäksi sopimuksen solmimisesta tiedotetaan tarvittavia sidosryhmiä. (CIPS, 2013, 21–22)

Sopimusmuutokset ovat väistämättömiä sopimuksen voimassaolon aikana, erityisesti suurissa kompleksisissa teollisuusprojekteissa ja huoltosopimuksissa. Pääurakoitsijan ja aliurakoitsijan tulee tunnistaa ja sopia sopimusmuutosten vaikutukset ennen muutosten tekemistä. Tämä vaatii yhteisiä neuvotteluja pääurakoitsijan ja aliurakoitsijan välillä. Yleensä muutoksilla on vaikutuksia projektin laajuuteen, aikatauluun tai laatuun. (CIPS, 2013, 23–24)

Muutokset tulee käsitellä virallisen muutoshallintaprosessin kautta, sillä pienilläkin muutoksilla saattaa olla suuri vaikutus kustannuksiin.

## 5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS JA TUTKIMUSTULOKSET

### 5.1 Tutkimustavoite

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää vaatimusten hallinnan kipupisteet työmaan urakkasopimusverkostoissa nykypäivänä.

Tätä tavoitetta tutkittiin tutkimusmenetelmien, tässä tapauksessa haastattelujen avulla. Tutkimuksella pyrittiin selvittämään tyypilliset haasteet vaatimusten hallinnassa öljyteollisuuden rakennusprojekteissa. Tyypillinen määritellään ”jossakin yhteydessä erittäin usein ilmenevä, jollekin ominainen tai hyvin tavallinen” (Suomisanakirja, 2019). Tutkimuksen kohteena oli yleisesti öljyteollisuuden rakennusprojektit, eikä sitä kohdennettu yksittäiseen organisaatioon ja sen toimintatapoihin. Tämän vuoksi haastateltaviksi valituilla tuli olla kokemusta useiden yritysten organisaatioista, jotta heille on muodustunut käsitys tyypillisistä haasteista. Aihetta käsiteltiin vielä tässä vaiheessa suunnittelun, hankintaprosessin ja toteutuksen osalta.

### 5.2 Tutkimusmenetelmät ja aineiston hankinta

Tutkimus oli tyypiltään laadullinen tutkimus, joka suoritettiin toisen haastateltavan osalta kontekstuaalisena haastatteluna. Haastattelujen avulla pyrittiin selventämään ja syventämään tutkittavaa aihetta (Ojasalo, Moilanen, Ritalahti, 2018, 106). Haastattelut aloitettiin puolistrukturoidulla haastattelulla, jonka jälkeen siirryttiin syvähaastatteluun. Syvähaastattelun tarkoituksena oli saada haastateltava tietoa aiheesta syvällisen ymmärryksen saamiseksi. Syvähaastattelussa teemalista oltiin laadittu etukäteen ja käyty läpi haastateltavan kanssa ennakoon ennen varsinaista haastattelua.

Tutkimus toteutettiin haastattelemalla kahta henkilöä. Haastattelut olivat tyypiltään puolistrukturoituja teemahaastatteluja ja syvähaastatteluja. Näissä kysymykset oltiin laadittu ennakoon, mutta kysymysten järjestystä saatettiin vaihtaa haastattelun aikana. Myöskään tilanteeseen sopimattomia kysymyksiä ei

esitetty ja kysymyslistan ulkopuolisia kysymyksiä käsiteltiin mikäli ne auttoivat tutkimustavoitteeseen pääsyä.

Henkilöt valittiin haastatteluun heidän ammatillisen taustansa vuoksi, joiden uskottiin antavan arvokasta tietoa tutkimustavoitteiden kannalta. Yhteensä erillisiä haastatteluja pidettiin viisi kappaletta ja litteroitua haastatteluaineistoa kertyi n. 32 sivua.

### **5.3 Haastateltavat ja haastattelija**

#### **5.3.1 Haastateltava A**

Haastateltavan henkilön "A" tausta on vahvasti projektijohtamisessa sekä työmaan toteutuksen johdossa. Hänellä on yli 30 vuoden kokemus kansainvälisistä projekteista ja suurista kansainvälisistä yrityksistä. Henkilö A on työskennellyt urallaan urakoitsijan ja tilaajan puolella niin työmaapäällikkönä, projektipäällikkönä, PMO:n päällikkönä kuin suunnittelun valvonnassa. Hän on ollut mukana toimittamassa mm. kaivosteollisuuden, energia-alan ja prosessiteollisuuden projekteja. Työkokemus vahvistettiin haastateltavan toimittamasta projektistauksesta, josta näkyi projektien kestot, työnantajien nimet sekä tehtävät organisaatioissa.

Haastattelut toteutettiin työpaikalla kasvotusten, luonnollisessa työympäristössä. Haastattelun aikaisessa projektissa haastateltava toimi päällikötason tehtävissä samassa organisaatiossa haastattelijan kanssa. Suhdetta haastateltavan ja haastattelijan välillä voisi kuvata enemmän kaverilliseksi kuin perinteisessä mielessä esimies - alainen suhde saatetaan ymmärtää.

Yhteensä haastatteluja pidettiin neljä kappaletta, joista jokainen analysoitiin ennen seuraavan haastattelun pitämistä. Haastatteluista ensimmäinen oli teemahaastattelu, jonka jälkeen toteutettiin kolme syvähaastattelua esille nousseiden teemojen perusteella. Haastattelutuloksia myös analysoitiin yhdessä haastateltavan kanssa ennen uuden haastattelukierroksen järjestämistä. Tämä mahdollisti paremman kysymysten kohdistamisen syvähaastatteluun.

Tutkimustavoitteiden kannalta hänen uskottiin omaavan tietoa koko projektijohtamisen osa-alueelta aina suunnittelusta sopimusten tekoon, mutta erityisesti työmaan näkökulmasta.

### **5.3.2 Haastateltava B**

Haastateltavan henkilön "B" tausta on taas vahvasti hankinnan rajapinnasta. Hänen työkokemuksensa on myös suurista kansainvälisistä yrityksistä, joissa hän on työskennellyt toimittajan puolella myyntipäällikkönä sekä yksikön päällikkönä vastaten yksikön myynnistä. Lisäksi henkilö B omaa kokemusta hankintapäällikön tehtävistä suurissa urakkaostoissa. Työkokemus ja -tehtävät vahvistettiin henkilön ajantasaisesta LinkedIn- profilista.

Haastattelu toteutettiin etäyhteyden kautta (Google Meet) johtuen suuresta välimatkasta haastateltavan ja haastattelijan välillä. Haastateltava ja haastattelija ovat tehneet yhteistyötä aikaisemmin samassa projektissa, mutta eri organisaatioissa.

Yhteensä haastatteluja pidettiin yksi kappale, joka oli muodoltaan teemahaastattelu. Tutkimustavoitteiden kannalta hänen uskottiin omaavan tietoa hankinnan rajapinnoista ja hankintasopimusten teosta, erityisesti kaupallisesta näkökulmasta. Myynti- ja hankintakokemuksen ansiosta hänellä uskottiin olevan näkemystä niin tilaajan kuin toimittajan roolista hankintaprosessia ja tyypillisimmistä haasteista tässä rajapinnassa.

### **5.3.3 Haastattelija**

Haastattelijan tausta on teollisuuden investointiprojekteista noin kuuden vuoden ajalta. Työkokemus on kertynyt kansainvälisistä ja kotimaisista toimitusprojekteista materiaalikuljetusprojekteista, energia-alalta ja öljyteollisuudesta urakoitsijan ja tilaajan puolen eri tehtävistä. Työtehtävinä on ollut mm. mekaanisen puolen asennusvalvontatehtävät, projekti-insinöörin ja -

päällikön tehtävät, työmaapäällikön sekä -insinöörin tehtävät. Koulutustaustana haastattelijalla on kone- ja tuotantotekniikan insinöörin tutkinto Vaasan ammattikorkeakoulusta vuodelta 2014.

Haastattelijan tausta teollisuuden rakennusprojekteista auttoi tutkimuksessa, vaikka työtehtävät ovat olleet organisaatioissa hierarkiassa matalammalla mitä haastateltavilla. Työkokemuksen ansiosta haastatteluissa voitiin käyttää ammattisanastoa ja käsiteltävät aiheet olivat ennakkoon yleisellä tasolla tuttuja. Myöskin omia näkökulmia on syntynyt kuuden vuoden aikana, joka auttoi osaltaan kohdistamaan kysymyksiä tutkimuksen kannalta oikeille aihealueille.

Tämä oli samalla myös tiedostettu uhka tutkimukselle, sillä riskinä oli haastateltavien johdattelu oman näkökulman suuntaan. Tämän vuoksi haastattelijan omia näkökulmia ja ennakko-odotuksia ei tuotu ilmi haastateltaville missään vaiheessa tutkimusta, eivätkä haastattelijat tienneet keskinäisistä haastattelutuloksista tai haastattelujen lukumääristä.

#### **5.4 Aineiston käsittely, analysointi ja tulkinta**

Aineiston käsittelyssä, analysoinnissa ja tulkinassa noudatettiin Kehittämistyön menetelmät- kirjan oppeja (Ojasalo & kump. 2018).

Kaikki haastattelut äänitettiin ja haastateltavilta kysyttiin etukäteen lupa äänitykseen. Henkilö A haastateltiin kasvotusten luonnollisessa työympäristössä ja haastattelut äänitettiin iPhone 8:lla. Henkilö B:n haastattelu tehtiin etäyhteyden kautta Google Meetilla ja äänitys toteutettiin Apple Macbookin QuictimePlayerilla. Molemmissa tapauksissa valmis äänite saatiin .m4a- formaatissa. Äänitys mahdollisti haastateltavan vapautumisen ja keskittymisen itse haastattelutilaisuuteen ja haastateltavan havainnointiin. Äänityksen ansiosta haastatteluun pystyttiin palaamaan tarvittaessa uudestaan ja usein vasta tallenteita kuunnellessa haastattelijä pystyy ymmärtämään haastateltavan vastauksien todellisen tarkoituksen (Ojasalo, 2018, 107).

Tämän jälkeen äänite litteroitiin, eli kirjoitettiin auki sanatarkasti. Haastateltavan mielialoja tai käyttäytymisen muutoksia ei havainnoitu, sillä tutkimuskohteena ei ollut tunteet tai ilmiöt. Tunteiden ja ilmiöiden tutkiminen tulee esille muussa yhteydessä kuin puheviestinnässä (Ojasalo, 2018, 107).

Analysointia tehtiin jokaisen haastattelun jälkeen, joka auttoi kohdistamaan uudet kysymykset seuraaviin haastatteluihin. Kaikkien haastattelujen ja litterointien jälkeen tehtiin varsinainen analyysi. Analysointi aloitettiin lukemalla litteroidut tekstit useaan kertaan ja tiivistämällä havainnot taulukkoon, joka käsitti yleisten asioiden lisäksi kaikki tutkittavat osa-alueet; suunnittelun, kilpailutuksen, neuvottelun ja toteutuksen. Kun aineistot oltiin tiivistetty, tehtiin tästä ajatuskartta Freemind- ohjelmalla. Jokaisen tutkittavan osa-alueen havainnot tyypiteltiin suurempien teema-alueiden alle. Tällä analyysilla saatiin vastaukset tutkimustavoitteeseen numero 2, selvittää vaatimustenhallinnan kipupisteet työmaan urakkasopimusverkostoissa nykypäivänä.

Analysoinnin jälkeen siirryttiin tutkimustavoitteisiin numero

3. Kuvata työmaan urakkasopimusten (vaatimusten) hallinnan toimivat menetelmät, sekä

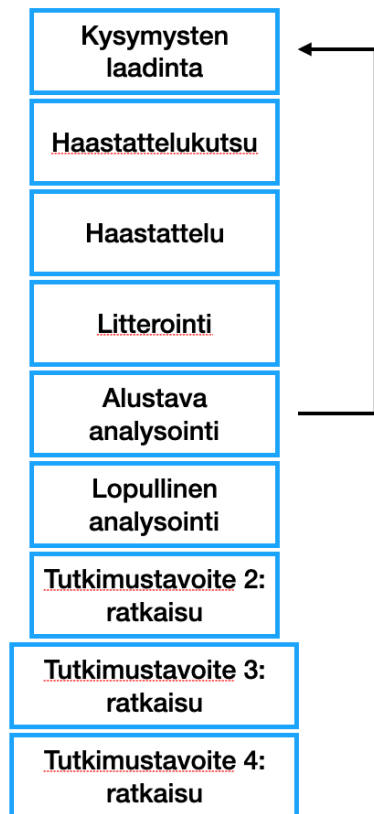
4. Selvittää digitalisaation tarjoamat mahdollisuudet tehostaa vaatimusten hallintaa

Kun vaatimustenhallinnan kipupisteet oltiin analysoitu ja teemoiteltu, luotiin tästä prosessit urakkasopimusten hallinnan toimiviksi menetelmiksi. Prosessien tuli vastata kysymykseen

Millä keinoin esille tulleet vaatimusten hallinnan kipupisteet saadaan ratkaistua?

Kun toimivat menetelmät oltiin selvitetty, voitiin keskittyä tutkimaan Polarionin käyttöä ja sen soveltamista toimivien menetelmien käyttöön. Polarionin soveltuvuus selvisi vasta muiden tavoitteiden ratkettua.

Kokonaisuudessaan tutkimusprosessi eteni kuvion 15 mukaisesti.



KUVIO 15. Tutkimusprosessin eteneminen.

## 5.5 Tutkimustulokset

Vaatimusten ja sopimusten hallinnan kipupisteiden analysoinnissa tunnistettiin kolme pääteemaa, jotka yhtä lukuunottamatta toistuivat kaikissa vaiheissa.

Ensimmäisenä puutteellinen vaatimusmäärittely ja dokumentaatio. Vaatimusmäärittely koettiin haasteeksi erityisesti suunnitteluvaiheessa, jolloin luodaan dokumentaatio hankintoja ja toteutusta varten.

Toisena puutteellinen muutoshallinta ja vaikutusten arviointi. Muutoshallinta koettiin haasteeksi kaikissa prosessin vaiheissa.



Kolmantena puutteellinen tiedonkulku ja kommunikointi. Tieto kulkee huonosti eri osastojen välillä ja uusimmat dokumentit saattavat olla hukassa. Tämä liittyy osittain myös muutoshallintaan, sillä muutokset kommunikointiin puutteellisesti muille tärkeille sidosryhmille.

### 5.5.1 Vaatimusmäärittely ja heikkolaatuinen dokumentaatio

Suunnitteluvaiheessa vaatimusmäärittelyn koettiin olevan puutteellista. Vaatimusmäärittelystä ei tyypillisesti tehdä virallista dokumenttia, joka tekisi vaatimukset läpinäkyviksi. Tämä mahdollistaisi vaatimusten sisäisen katselmuksen sekä vaatimusmäärittelyn hyväksyttämisen asiakkaalla.

Kysyttäessä henkilöltä A vaatimusmäärittelyn tekemisestä, hän vastasi seuraavasti:

*--Tyypillisethän on semmosii niinku että otetaan sopimuksesta joku palanen vaan copy pastella ja laitetaan siihen sitte jonkun disipliinin päälle, mutta se ei välttämättä... kun se ei siirry se koko sopimus näkyville.. - - sitä ei tehdä, se pitäis niinku tehdä se suunnittelun määrittely oikein hyvin -- jos siitä lähetään tinkimään -- se on aika huono juttu mitä ei pitäis kyllä tehdä.--*

Kun vaatimusmäärittelyä ei ole tehty eikä sitä ole hyväksytetty tilaajalla, on riskinä suunnittelun ja urakointisopimusten epäonnistuminen. Vaatimusmäärittelyn tarkoituksena varmistaa, että tilaajan vaatimukset ja standardit on ymmärretty ja ne täytetään. Keskusteltaessa vaatimusmäärittelyn hyväksyttämisestä, haastateltava A totesi:

*-- hyväksyttää myös se ihan sillä lopputilaajalla että ne on nämä -- ettei siitä tuu semmosta niinku ristiriitaa että se menee niinku tuon sopimuksen ohitte -- jos se menee alle niiden vaatimusten niin se menee ihan niinku ohitte ja sitte toisen kautta taas niinku jos sitä lähetään ylimitottamaan niin ei sekään oo hyvä. Että se tilaaja ei välttämättä tiedä tarkkaan sitä -- niiden pitää tietää mitä parametreja käytetään. --*

Muutenkin suunnittelun tuottama dokumentaatio miellettiin usein puutteelliseksi. Kun keskusteltiin henkilön B kanssa yleisellä tasolla suurimmista haasteista hankinnan ja toteutuksen kannalta, hän totesi ensimmäisenä

*-- No kyllähän varmaan se vanha sanonta että hyvin suunniteltu on puoliksi tehty että kyllä että moni näistä niinku ongelmista tulee sieltä niinku suunnittelusta ja aikataulusta että ollaan vähä niinku aikataulun suhteen ehkä vähä niinku jälkijunassa ja joudutaan vähä niinku huterilla aineistoilla jo sitä kyselyä tekemään ja hankintaa tekemään. --*

Sisäisen laadunvarmistuksen koettiin olevan myös puutteellista vaatimusmäärittelyn lisäksi. Tästä on seurauksena heikkotasoinen dokumentaatio. Kun keskusteltiin laadunvarmistuksesta, henkilö A totesi

*-- kuinka niillä on se oma laadunvalvonta -- että sieltä ei lähde sellasia IFC- kuvia joissa on virheitä sisällä -- kun ainakin mulla on sellanen käsitys että vaikka se laatujärjestelmä on niinku tehty ja kuvattu, sitä ei todellisuudessa tapahdu. Niitä ei tarkasteta eikä niitä arvioida --*

Suunnitelmien tarkastus ja disipliinien yhteensovitus on pääsuunnittelijan vastuulla ja tämä on usein puutteellista. Pääsuunnittelijan roolista kysyttäessä, henkilö A vastasi

*-- Pääsuunnittelija joka siitä hommasta -- että joka ikinen suunnitelma scriinataan läpi-- ja käydä sen suunnittelijan kanssa läpi eikä vaan hyväksyä niitä kuvia-- siinä falskaa aina.--*

Heikkolaatuinen dokumentaatio on myöhemmässä vaiheessa tulevan urakoinnin esteenä. Puutteellinen tarjouskyselyaineisto aiheuttaa ongelmia saatujen tarjousten vertailuissa ja urakan laajuuden määrittämisessä. Molemmat haastateltavat ottivat saman asian esiin kun aiheena oli tarjouskyselyt ja tarjousten vastaanotto:

A: *--Oma kyselyaineisto jos on ollu hyvin epämäärästä-- siin helposti tuijotetaan pelkkää rahaa.--*

B: -- jos se kyselyaineisto ei oo tarpeeksi niinku detaljitasonen ja ne vaatimukset mitä me oikeesti halutaan niin sillon myös tarjoukset mitä saadaan on sen verran erilaisia että välttämättä ei niinku tai hankala verrata-- meidän oma pesä ei oo semmosessa mallissa että vois niinku vahvasti niinku neuvotella ja saada siitä hyvä lopputulos-- joko täytyy pää puskassa tehdä se päätös tai sitten tuota otetaan hinnallisesti se -- houkuttavin vaihtoehto ja se ei välttämättä sitte loppupeleissä oo se paras.--

### 5.5.2 Muutoshallinta

-- mitä vähemmän niitä muutoksia on, sitä parempi, mutta kyllä niitä aina on.--

Näin totesi haastateltava A, kun keskusteltiin muutoksista prosessin aikana. Usein muutokset johtuu heikkotasoisista suunnitelmista, kun suunnitelmapuutteet tulevat ilmi joko kilpailutus- tai toteutusvaiheessa. Kun muutoshallinta on puutteellista, sillä on negatiivinen vaikutus projektin kustannuksiin, aikatauluun sekä lopputuloksen laatuun. Kustannukset kasvavat suunnitellusta, aikataulu venyy suunnitellusta sekä tuotoksen laatu ei ole sovitun mukaista. Kun huonon muutoshallinnan seurauksia käytiin läpi haastattelussa, kuvaili haastateltava A niitä seuraavasti:

--Budjetti ei toteudu, sit aikataulu ei toteudu ja sitten se tuotos, olkoon se sitten mikä hyvänsä, se ei välttämättä oo sitä mitä pitäis. -- laatu, sil on ihan kaikkiin niihin. Siinä se niinku korreloi ihan suoraan siihen.--

Muutoshallinta on usein suu-sanallista tai sähköpostiviestejä, jolloin jälkikäteen muutosten jäljittäminen on hankalaa tai mahdotonta. Yksittäiset sähköpostit katoavat helposti, eikä sovittuja muutoksia ole dokumentoitu. Jälkikäteen muutoksen selvittäminen ja korvausvelvollisen osapuolen selvittäminen on haastavaa. Henkilö A totesi:

--Todella vaikee kohta toi, että joskus ne löytyy. Tiedetään että jotain on muutettu, mut kenenkä pyynnöstä ja määräyksestä ja onks siit sovittu lisäpöytäkirjassa tai

*muutoslogissa -- Kun niistä ei pidetä sitä muutoslogia niin ei niitä löydäkään mistään.--*

Toimivan muutoshallinnan rooli korostuu erityisesti urakan taloudellisessa loppuselvityksessä, jolloin pääurakoitsija ja aliurakoitsija käy läpi toteutuneita muutos- ja lisätöitä sekä niiden aiheuttamia ylimääräisiä kustannuksia ja maksajia. Aliurakoitsija laskuttaa kaikki heistä riippumattomat muutostyöt lisälaskutuksena pääurakoitsijalta. Joskus muutostyöt saattavat johtua aliurakoitsijasta, jolloin he ovat maksuvelvollisia niistä. Tämän vuoksi muutosten jäljitettävyyden on oleellisessa osassa koko prosessin kannalta. Tästä keskustellessa haastateltava A mainitsi:

*--lopussa käydään kova taloudellinen loppuselvittely-- tilaajahan voi käyttää siinä omaa raakaa voimaansa -- tää kuuluu teille tai ette saa uutta tilausta -- Tai sit toisin päin et jos on niinku oikeen voimakas toimittaja niin se tulee -- hakemaan niinku ne kaikki kustannukset ja muutokset siihen vaikka ne ois osittain kuulunukin siihen.--*

Pääsopimus saattaa muuttua projektin aikana, Kun muutoshallintaa käytiin yleisellä tasolla läpi henkilön A kanssa, hän totesi seuraavasti:

*--Mut sit tulee tää muutoksenhallinta siinä kohdassa oikeen niinku tosi tiukasti esille että se suunnittelu vaikka se on tehty kuinka hyvin niin siellä tulee niitä muutoksia ja sen muutoshallinta-- miten se pyörii, miten se dokumentaatio kulkee-- kuka ne hyväksyy-- mut se on niinku oikein se akilleen kantapää tässä koko hommassa.--*

Suunnittelun aikana muutoksista ei tyypillisesti tehdä yhteistä katselmusta ja arvioida muutoksen vaikutuksia eri disiplineille. Vaikka yksittäinen muutos voi koskettaa vain yhtä suunnitteludisipliiniä, sillä voi olla vaikutuksia muihinkin osa-alueisiin.

Muutoksista, niiden vaikutuksista ja käytännöistä keskusteltaessa henkilö A kertoi seuraavaa:

*--Se on se pääsuunnittelija se, sen pitää scriinata että muuttaako muitakin disiplinejä. Ja sitte jos ei muuta niin se pitää saada niinku kuitattua että tää on OK, tää voidaan hyväksyä. Sieltä voi tulla sit sähköltä ilmoitus että joo he joutuu laittaa jotakin enemmän tai jotain -- tai sitte muuttuu niin paljon että tulee takaisin päin vaatimuksia ja sit se pitää viedä tänne pääsopimukseen.--*

Kilpailutuksen ja urakkaneuvottelujen aikaisia muutoksia ei myöskään usein hallita riittävästi.

*-- se muutoksen hallinta on tosi vaikeeta, kun se tieto pitäs kulkee sit niin kun koko ajan niille muillekin ketkä siin on neuvottelus mukana, kun kaikkihan ei istu samaan aikaan pöydän ääressä.--*

Näin sanoi henkilö A, kun puheenaiheena oli kilpailutuksen aikaiset muutokset. Pahimmillaan tarjouskyselyn jälkeisiä muutoksia ei kommunikoida lainkaan urakoitsijan suuntaan, jolloin tarjousten hinnat eivät ole enää sitovia ja kustannukset kasvavat kun muutokset otetaan esille vasta neuvotteluvaiheessa. Tällöin aliorakoitsijoiden kilpailuasetelmakin saattaa muuttua.

Toteutuksen aikaiset muutokset liittyvät usein myös heikkolaatuisiin suunnitelmiin tai suunnitelmamuutoksiin. Toteutuksen aikaisia suunnitelmamuutoksia läpikäydessä henkilö A sanoi seuraavasti:

*--semmoset helpot ratkaisut, että tehdään copy pastella jotakin asioita, muutetaan jonkun linjan kätisyyttä tai jotain muuta vastaavaa niin se suunnittelijahan oikasee siinä-- se näyttää hyvin yksinkertaselta-- jää huomioimatta just nää kaupalliset toimitusaikaan vaikuttavat tekijät-- vaikuttaa useimmiten hintaan-- lisäämään sitä niinku kustannusvaikutusta.--*

Kun muutokset tehdään helpon kautta evaluoimatta niiden vaikutuksia, tämä saattaa vaikuttaa toteutuksen hintaan kasvaneiden lisä- ja muutostöiden vuoksi.

### 5.5.3 Tiedonkulku ja kommunikointi

Tiedonkulku ja kommunikointi liittyvät oleellisesti sekä vaatimusmäärittelyyn että muutoshallintaan. Vaikka toimivan prosessin luomisessa tiedonkulku ja kommunikointi sisältyy vaatimusten hallintaan ja muutosten hallintaan, tutkimustuloksissa tämä otettiin kuitenkin omaksi aiheeksi, sillä toimiva kommunikointi on projektien onnistumisen edellytys (Rajkumar, 2010). Lisäksi tiedonkulku koettiin oleelliseksi aliurakkasopimusten solmimisen sekä toteutuksen onnistumiseksi.

Haastateltava B koki yleisellä tasolla tiedonkulun puutteelliseksi koko prosessin aikana. Myös väärää tietoa on saatavilla, joka lisää riskiä tehdä väärä päätöksiä väärän tiedon perusteella.

*-- tässä on monta niinku työvaihetta, tässä on monta niinku ihmistä, tässä on niinku semmosta niinku harmaasta pistettä että kun tehdään paperimuodossa ja sähköpostilla sovitaan asioita, niin se kommunikaatio ei välttämättä kulje kaikille ja meillä on niinku väärää informaatiota eri paikassa. --*

Lisäksi haastateltava B:n mielestä viimeisin ja tuorein tieto ja dokumentit ovat usein hukassa, jolloin päätöksiä voidaan tehdä vanhaan tietoon perustuen:

*-- ... että kun tehdään paperimuodossa ja sähköpostilla sovitaan asioita, niin se kommunikaatio ei välttämättä kulje kaikille ja meillä on niinku väärää informaatiota eri paikassa. Niin mikä on se niinku se oikea data sitten siellä pohjalla? Kun ois yks järjestelmä ja kaikki ottais suunnittelu, hankinta, työmaa ottais ne samat hinnat, samat yksiköt, samat määrät, samat aikataulut, päivämäärät, samasta järjestelmä niin olis vaan niinku yksi oikea data. --*

Kuten edellisissä osioissa tuli ilmi, vaatimusmäärittely tehdään puutteellisesti jolloin sitä ei voida katselmoida ennen suunnittelun alkua sisäisesti eikä myöskään hyväksyttää tilaajalla. Tämän vuoksi pääurakoitsijan detaljisuunnittelulla on riski epäonnistua tai olla vähintäänkin puutteellista, joka tulee ilmi aliurakoiden kilpailutusvaiheessa tai viimeistään toteutuksen aikana lisääntyneinä lisä- ja muutostöinä.

Muutoshallinnassa tiedonkulku sidosryhmille koettiin myös puutteelliseksi. Tämä koskee muutoksia suunnitteluvaiheessa, kilpailutusvaiheessa sekä toteutuksen aikana. Jokaisessa vaiheessa huomioon otettavat sidosryhmät vaihtelevat.

Näiden lisäksi tiedonkulun haasteeksi koettiin erityisesti toteutuksen aikana sopimusten saatavuus työmaaorganisaatiossa. Tekniset dokumentit ovat hyvin saatavilla toteutuksella, mutta puutteita tulee kaupallisissa dokumenteissa. Kaikki sopimuksen tiedot eivät ole välttämättä käytössä työmaaorganisaatiossa, joiden tehtävänä on valvoa urakan sopimusehtojen toteutumista. Tämän otti esille molemmat haastateltavat kun keskusteltiin toteutuksen aikaisista haasteista:

Henkilö A: -- *että toteutuksen aikana niin kun useimmis yrityksissä kaupallista sopimusta ei anneta sille toteuttajaorganisaatiolle ollenkaan nähtäväkseen edes.--*

Henkilö B: -- *ettei se sopimustieto tai ne mitä on sovittu ne ei välttämättä sinne niinku valvojalle sitte loppupeleistä, että hän on niinku tietoinen mitä on sovittu ja mitä yksiköitä hänen pitäis valvoa ja kattoo. --*

Puutteellinen tiedonjakaminen työmaaorganisaatioon voi johtaa kustannusten karkaamiseen toteutuksen aikana, vaikka tekninen laatu olisikin moitteetonta.

## **5.6 Johtopäätökset**

Tutkimuksen tuloksena tunnistettiin kolme tyypillistä teemaa vaatimusten hallinnan kipupisteistä, jotka ovat puutteellinen vaatimusmäärittely ja dokumentaatio, puutteellinen muutoshallinta sekä puutteellinen tiedonkulku ja kommunikointi. Nämä toistuivat poikkeuksetta koko projektin elinkaaren aikana.

Vaatimusmäärittely koettiin puutteelliseksi suunnitteluvaiheessa, jolloin luodaan dokumentaatio hankintoja ja toteutusta varten. Virallista vaatimusmäärittelyä ei tehdä, jolloin vaatimusten yhteistä sisäistä katselmusta ei tehdä ennen suunnittelun aloitusta, vaan jokainen suunnitteludisipliini ottaa suoraan

pääsopimuksesta oman alansa vaatimukset suunnittelun perusteiksi. Tällöin sopimuksen kokonaisuuden hallinta on haastavaa.

Covertyn (2015) mukaan kolme viidestä projektin epäonnistumiseen johtuneista syistä liittyvät vaatimuksiin, jotka ovat tunnistettavissa tutkimustuloksista:

1. Projektin käyttäjät eivät ole osallistuneet vaatimusten määrittämiseen
2. Vaatimukset eivät täytä hyvän vaatimuksen määritelmää
3. Vaatimukset muuttuvat jatkuvasti ja muutoksia ei hallita tehokkaasti

Koska vaatimusmäärittelyä ei tehdä, ei vaatimuksia myöskään hyväksytetä tilaajalla ennen suunnittelua. Tilaajan katselmointi ja toisaalta hyväksyntä osoittaisi että pääurakoitsija on ymmärtänyt tilaajan standardit ja vaatimukset. Tämä antaisi suunnitteluprosessille tukevamman pohjan jo heti detaljisuunnittelun aloitusvaiheessa. Myöskin aliurakoitsijan tarjous katselmoidaan pääurakoitsijan puolelta puutteellisesti.

Projektin muutoshallinta on myös puutteellista, vaikka muutokset projektin elinkaaren aikana ovat väistämättömiä. Muutokset saatetaan hoitaa suullisesti tai sähköpostin välityksellä, eikä muutosten juurisyöt, alullepanijat ja jäljittäminen onnistu helposti jälkikäteen. Jos ennalta määriteltyä muutoshallinnan prosessia ei ole olemassa eikä tieto liiku sidosryhmien välillä, ei muutosten vaikutuksia osata välttämättä ottaa huomioon. Yksinkertaisellakin muutoksella voi olla yllättäviä vaikutuksia toisille sidosryhmille.

PMI:n (2016b) mukaan puutteellinen muutoshallinta vaikuttaa negatiivisesti projektin lopputulokseen sekä urakoitsijan, suunnittelijoiden ja tilaajan maineeseen. PMI (2016b) tunnistaa sanallisen muutoshallinnan yleisyyden ja sen mukaan kirjallinen muutoshallinta on välttämätöntä projektin onnistumisen kannalta.

Puutteellinen vaatimusmäärittely, puutteellinen muutoshallinta ja siitä johtuva puutteellinen dokumentaatio heijastuu myöhemmin hankintojen ja toteutuksen haasteiksi. Haasteina hankinnoissa on tarjousten vertailukelvottomuus, sillä epäselvä tai puutteellinen kyselyaineisto antaa aliurakoitsijoille



tulkinnanvaraisuuden mahdollisuuden tarjouksen laatimiseen laajuuden ja hinnan osalta. Kun tarjoukset eivät ole vertailukelpoisia, myöskin lopullinen aliurakoitsijan hankintapäätös tehdään puutteellisilla lähtötiedoilla. Riskinä on urakkaan varatun budjetin ylittyminen viimeistään toteutuksen aikana. Myös Zimolongin (2013) tutkimuksen mukaan tyypillisin urakkasopimukseen liittyvä haaste on urakan laajuuden väärinymmärrys aliurakoitsijan puolelta, joka johtaa poikkeuksetta budjetin ylittymiseen ja aikataulun venymiseen.

Kun aliurakoitsijan hankintapäätös on tehty vajaavaisilla lähtötiedoilla ja puutteellisilla suunnitteludokumenteilla, kohtaa toteutusorganisaatio haasteita projektin toteutuksen aikana. Aliurakoitsija laskuttaa suunnitelmapuutteet ennaltasovitun hinnaston mukaan, joka usein on yksikköhintataulukko. Maksun perusteina voi olla esimerkiksi yksikköön sidottu kustannus kuten metri, kuutio tai paino, mutta myös tuntiperusteista laskutusta saatetaan käyttää. Alkuperäinen urakkabudjetti saattaa tällöin ylittyä.

Kuten suunnittelun aikana, muutoshallinta ja tiedonkulku toteutuksen aikana on myös vajaavaista. Kun muutoshallinta on suullista ja sähköposteja, ei muutoksista ja niiden juurisista jää jälkeä dokumentteihin. Tämä aiheuttaa haasteita viimeistään taloudellisessa loppuselvityksessä, kun lisä- ja muutostöiden kustannuksia ja maksuvelvollisia selvitetään jälkikäteen. Muutosten aiheuttajat yleensä maksavat muutosten kustannukset. Kun dokumentaatiota ja muutoslogeja ei ole käytetty järjestelmällisesti eikä muutosdokumentaatiota ole, voi tilaaja, pääurakoitsija tai aliurakoitsija käyttää voimakasta asemaansa taloudellisessa loppuselvityksessä ja yrittää siirtää maksuvelvollisuuden toisille osapuolille.

Flemingin (2006) mukaan projektin toteutuksen aikana projektiryhmän tärkein tehtävä on varmistaa projektin onnistuminen aikataulussa ja budjetissa. Käytännössä perinteisistä rakennusprojekteista yli 50% viivästyy ja ylittää budjetin, joka johtuu välillisesti tai välittömästi projektin puutteellisesta muutoshallinnasta.

## 5.7 Tutkimuksen laatu ja luotettavuus

Haastatteluaineiston laatua voidaan pitää hyvänä. Haastattelurunko suunniteltiin etukäteen ja haastateltaville toimitettiin kirjallinen haastattelukutsu, jossa käsiteltiin tutkimuksen aihetta sekä ilmoitettiin alustava haastattelurunko haastattelutilaisuuteen. Tällöin haastateltavat pystyivät valmistautumaan haastatteluun etukäteen. Haastattelutilanteen laadusta huolehdittiin varmistamalla teknisen välineistön toiminnasta virransaannin ja äänenlaadun suhteen. Tuloksena oli hyvälaatuinen ja yksiselitteinen äänitiedosto. Lisäksi haastattelun laatua parannettiin nopealla litteroinnilla haastattelun jälkeen, tyypillisesti litteroinnin tapahtuessa viikon sisään haastattelun suorittamisesta. (Hirsjärvi S. & Hurme H., 2009, 184-185)

Haastatteluaineiston luotettavuutta voidaan pitää myös hyvänä. Kaikkia suunniteltuja haastateltavia haastateltiin tutkimukseen ja haastateltavien valinnat olivat perusteltuja opinnäytetyön kannalta. Äänitetty haastatteluaineisto oli hyvälaatuista, jolloin litterointi pystyttiin tekemään sanatarkasti ja luotettavasti. (Hirsjärvi S. & Hurme H., 2009, 185)

Tutkimuksen rakennevalidius oli hyvä johtuen alan ammattikäsitteistä. Projektialalla on paljon vakiintuneita käsitteitä, jotka olivat työkokemuksesta johtuen tuttuja sekä haastattelijalle että haastateltaville. Käsitteitä pystyttiin käyttämään yksiselitteisesti haastattelurungon ja haastattelukutsun laadinnassa sekä itse haastattelutilanteessa. Tämä vähensi osaltaan haastattelujen tulkinnanvaraisuutta. (Hirsjärvi S. & Hurme H., 2009, 187)

Tutkimuksen validiutta parannettiin triangulaatiolla sekä uskottavuuden määrittämisellä (Hirsjärvi S. & Hurme H., 2009, 189). Triangulaation avulla tutkimustuloksia verrattiin olemassa oleviin tutkimuksiin perinteisten rakennusprojektien haasteista sekä PMI:n (Project Management Institute) artikkeleihin sekä kirjallisuuteen. Perinteiset rakennusprojektit noudattavat samoja lainalaisuuksia kuin teollisuusprojektit, teollisuusprojektien ollessa tyypillisesti suurempia, monimutkaisempia ja useiden disipliinien toimitusprojekteja.

Uskottavuutta parannettiin haastateltavan A kohdalla osallistujatarkistuksella. Henkilön A haastatteluilla luotiin pohjaa tutkimukselle siirtyen asteittain syvähaastatteluihin tutkimustulosten analysoinnin jälkeen. Edellisen haastattelun luokittelut ja johtopäätökset käytiin haastateltavan kanssa läpi ennen tulevia haastatteluja.

Vaikka litterointi suoritettiin laadukkaasti, tutkimuksen reliaaabeliutta heikensi tutkittavan aiheen laajuus. Tutkimuskysymyksistä ja tutkimustuloksista voitiin ottaa useita eri tulokulmia aiheen käsittelyyn. Tutkimuksessa päädyttiin selvimmiltä vaikuttaviin tuloksiin, joita käsiteltiin koko opinnäytetyön ajan. Toinen tutkija olisi saattanut valita erilaisen tulokulman aiheen käsittelyyn, kuten enemmän kaupallisen näkökulman teknisen sijaan. Valitusta näkökulmasta johtuen osa haastatteluaineistosta on ylimääräistä tutkimustulosten kannalta, vaikka aiheen laaja käsittely haastatteluissa oli edellytys aiheen syvällisemmälle ymmärtämiselle. (Hirsjärvi S. & Hurme H., 2009, 189)

## 6 TOIMIVAN PROSESSIN LUONTI

Edellisessä osiossa käytiin läpi vaatimusten hallinnan tyypilliset kipupisteet, joihin tämän tutkimuskysymys numero 3 vastaa:

*Kuvata työmaan urakkasopimusten (vaatimusten) hallinnan toimivat menetelmät.*

### 6.1 Vaatimusmäärittely yleisellä tasolla

Vaatimusmäärittelyn tarkoituksena on tutkia ja ymmärtää tilaajan vaatimukset ja varmistaa että projektin tuotos täyttää ne. Kommunikointi sidosryhmien kanssa on avainasemassa vaatimusmäärittelyn onnistumisen kannalta. (PMI, 2016a).

Perinteisesti vaatimusmäärittelyssä käytetään vaatimusten jäljitysmatriisia (engl. traceability matrix). Jäljitysmatriisin tarkoituksena on linkittää vaatimukset projektin alkupäästä projektin luovutukseen, jolloin vaatimusten täyttäminen voidaan todeta luovutettaessa projektia. Jäljitysmatriisi auttaa pääsemään projektin sovittuun tavoitteeseen ja varmistaa että jokainen toteutettu ratkaisu linkittyy pääsopimuksen vaatimukseen. Lisäksi matriisi auttaa hallitsemaan muutoksia. (PMI, 2006).

Maronen (2000) mukaan jäljitysmatriisia käytetään tyypillisesti IT-projekteissa. Matriisin tekeminen jaetaan neljään vaiheeseen, joista ensimmäisessä vaiheessa vaatimukset tunnistetaan, kerätään, dokumentoidaan ja hyväksytetään tilaajalla. Toisessa vaiheessa projekti suunnitellaan ja suunnitteluratkaisuissa otetaan huomioon vaatimusten täytyminen. Suunnitelmat myös hyväksytetään tilaajalla. Kolmannessa vaiheessa projekti toteutetaan suunnitelmien perusteella. Neljännessä vaiheessa ohjelmisto testataan ja varmistetaan että ohjelmisto vastaa alkuperäisiä vaatimuksia.

## 6.2 Vaatimusten luokittelu teollisuusprojektissa

YSE 1998 jakaa urakkadokumentit kaupallisiin ja teknisiin dokumentteihin (Junnonen, 2009, 73). Pääsopimukseen ja YSE 1998 mukaisiin urakka-asiakirjoihin tutustuttaessa voidaan vaatimustyypit luokitella tarkemmin kaupallisten ja teknisten asiakirjojen alle (kuvio 16). Vaatimusluokkien luominen on tärkeää, jotta jokainen vaatimus voidaan luokitella suuremman kokonaisuuden alle. Ilman luokittelua vaatimuksia ja muutoksia on vaikeampi hallita hankinta- ja toteutusprosessin läpi. Luokittelu antaa selkeämmän näkymän vaatimuksista ja muutoksista.

<i>KAUPALLISET</i>		
<b>Aikataulu</b>	<b>Raportointi (PM)</b>	<b>Hinnoittelu</b>
* Aloitus / lopetus	* Edistymäraportoinnit	* Hinta, maksuerät
* Välitavoitteet	* Työmaarakortoinnit	* Lisä- ja muutostyöt
* Työaika		
<i>TEKNISET</i>		
<b>Tekniset / laatu</b>	<b>Laajuus</b>	
* Standardit	* Urakan sisältö	
* Spesifikaatiot		
* Asennusohjeet		

KUVIO 16. Vaatimusten luokittelu.

Hinnoittelu vastaa kysymyksiin “mikä on urakan hinta”, “minkälaiset maksuerät on”, sekä “miten muutos- ja lisätyöt hinnoitellaan”. Kirjallisuuskatsauksessa hinnoitteluun liittyvää teoriaa käsiteltiin kappaleessa 3.3 Maksuperusteet.

Aikatauluvaatimukset vastaavat kysymyksiin “milloin toteutus tulee aloittaa ja päättää”, “mitä ovat toteutuksen välitavoitteet” ja “mikä on suunniteltu työaika”.

Raportointivaatimukset vastaavat kysymykseen “mitä projektin aikaista raportointia edellytetään, missä muodossa ja milloin?”. Raportointi voi liittyä esimerkiksi toteutuksen aikaiseen esivalmistuksen ja asennusten edistymäraportointiin, työturvallisuusraportointiin sekä miestyötuntien raportointiin. Lisäksi raportointi käsittää tarjouspyynnön mukaisten dokumenttien

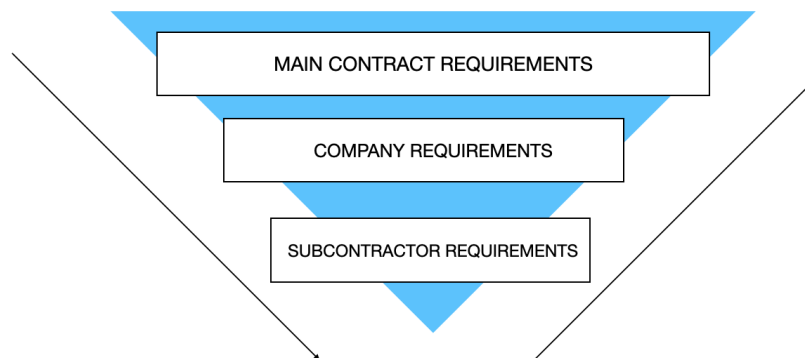
toimituksen tarjouksen mukana, dokumentit ennen urakan aloitusta, dokumentit urakan aikana sekä dokumentit urakan jälkeen.

Laatuvaatimukset käsittävät työlle asetetut tekniset vaatimukset, sekä laadun raportointivaatimukset.

Toinen tekninen vaatimusluokittelu on laajuus. Laajuus vastaa kysymykseen "mitä kuuluu urakkaan".

### 6.3 Verifiointi & Validointi

Tässä tapauksessa V&V- malli luodaan kolmiportaiseksi, jossa ylimmällä tasolla on pääsopimuksen vaatimukset, keskimmaisella tasolla pääurakoitsijan sisäiset vaatimukset ja alimmalla tasolla aliurakoitsijoiden vaatimukset (kuvio 17).



KUVIO 17. Opinnäytetyön V&V- malli.

Ylimmän tason vaatimukset ovat pääurakoitsijan ja tilaajan välisen pääsopimuksen vaatimukset, joissa otetaan kantaa kaupallisiin ja teknisiin asioihin. Nämä vaatimukset jalkautetaan suunnitteluun pääurakoitsijan omiksi vaatimuksiksi joiden pohjalta tekniset asiakirjat ja projektisuunnitelma luodaan. Lisäksi sisäiset vaatimukset käsittävät pääurakoitsijan omat ohjeistukset, kuten raportointivaatimukset.

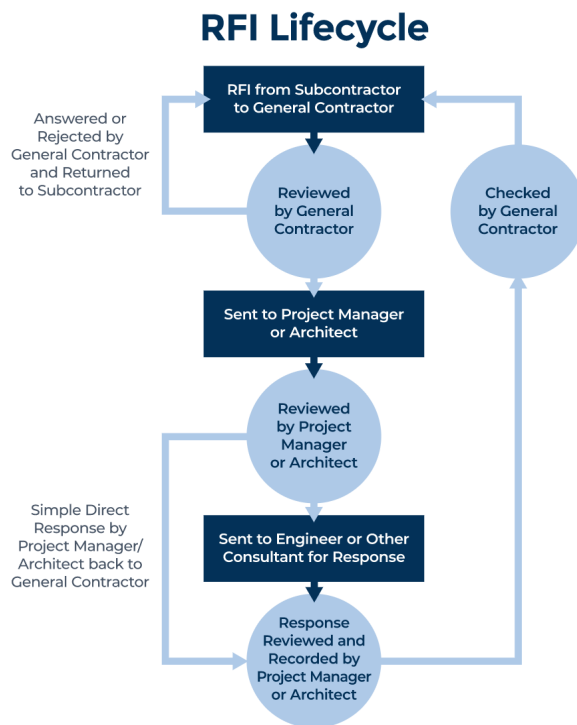
Alimmalla tasolla on aliurakoitsijalle osoitetut vaatimukset, jotka tulevat suunnittelusta vaatimusten ollessa teknisiä. Kaupalliset vaatimukset voivat tulla esimerkiksi projektisuunnitelmasta liitteineen tai suoraan pääsopimuksesta. Hankinnan kanssa yhteistyössä, työmaan tulee varmistua että aliurakoitsijoilta saadut tarjoukset ja myöhemmin tehtävä aliurakkasopimus on linjassa aliurakoitsijalle osoitettujen vaatimusten kanssa. Toteutuksen aikana työmaan tehtävänä on varmistaa, että aliurakoitsija täyttää sopimuksen mukaiset velvoitteensa.

#### **6.4 RFI- prosessi**

Tutkimuksen mukaan kommunikoinnissa ja tiedonkulussa on haasteita. Tietoa jaetaan sähköpostitse, puhelimitse sekä suullisesti. Tällaiselle kommunikoinnille on aikansa ja paikkansa, mutta projektin kannalta kriittinen kommunikointi tulee hoitaa järjestelmällisesti sekä dokumentoidusti. Tällaista kommunikointia varten voidaan käyttää RFI- prosessia (engl. Request for Information).

Prosessin avulla aliurakoitsija voi hakea selvennystä pääurakoitsijalta epäselviin kysymyksiin. RFI voidaan tehdä esimerkiksi suunnitelmissa olevista ristiriidoista ja epäselvyyksistä tai rakennettavuuteen liittyvistä epäselvyyksistä. Toimivalla RFI- prosessilla voidaan vaikuttaa positiivisesti projektin laatuun, budjettiin ja aikatauluun. Suurissa projekteissa on tullut keskimäärin 796 kappaletta RFI:tä ja keskimäärin pääurakoitsijan puolelta käsittelykulut ovat 1080 USD per kappale. (Ramos, 2020).

Tyypillinen RFI- prosessi lähtee liikkeelle aliurakoitsijan lähettäessä pyynnön pääurakoitsijalle (kuvio 18). Tarvittaessa myös pääurakoitsija voi lähettää tiedonannon RFI:llä aliurakoitsijalle, jolloin tiedonanto tulee dokumentoiduksi.



KUVIO 18. RFI- prosessi. (Ramos, Diana. 2020)

Tämän jälkeen pääurakoitsijan edustaja katselmoi selvityspyynnön ja mahdollisesti vastaa tähän suoraan. Epäselvissä tapauksissa pääurakoitsija voi lähettää pyynnön eteenpäin tilaajalle projektipäällikön kautta. Kun selvitys on saatu tilaajan puolelta, katselmoi pääurakoitsija vastauksen ja lähettää sen eteenpäin aliurakoitsijalle. RFI:stä tulee pitää logia, josta nähdään lähetetyt pyynnöt sekä niiden statukset.

Tehokkaalla ja järjestelmällisellä RFI- prosessilla on siis saatavissa positiivisia vaikutuksia projektin toteutukseen sekä kustannussäästöjä RFI:n käsittelyn osalta. Ongelmana kotimaisissa urakkasopimuksissa on kuitenkin RFI- prosessin puute. Virallisen RFI- prosessin määrittämistä ja käyttämistä lienee kuitenkin syytä harkita osana aliurakkasopimusta.

## 6.5 Muutoshallinta yleisellä tasolla

Jos muutostarvetta ei huomata oman organisaation sisällä, saattaa muutoksen esiasteena olla usein aliurakoitsijan selvityspyynnö, RFI. Mikäli pääurakoitsija



huomaa RFI:n perusteella mahdollisen muutostarpeen, aliurakoitsijaa voidaan ohjata tekemään sopimuksen osalta epäselvä, mutta välttämätön työ pääsääntöisesti kolmella eri tavalla.

Change order eli hyväksytty muutos on yleinen tapa. Tässä tapauksessa pääurakoitsijalle on selvää, että kyseinen työ on muutos- tai lisätyötä joka lisätään aliurakkasopimukseen ja työ laskutetaan erikseen. Usein pääurakoitsija edellyttää aliurakoitsijalta kustannusarvion muutostyöstä ennen työn aloitusta ja hyväksymistä. Change orderia edeltää aina change proposal, joka on muutosehdotus. Muutosehdotuksessa otetaan huomioon muutoksen vaikutukset aikatauluun, laatuun ja kustannuksiin. Ehdotus hyväksytään tai hylätään projektipäällikön toimesta, mutta muutoksista ja niiden statuksista pidetään aina muutoslogia. (PMI, 2016b, 39)

Toinen yleinen tapa on Change Directive, muutostyön määrääminen. Tällä tavalla pääurakoitsija määrää aliurakoitsijan tekemään muutostyön, jolloin työ etenee vaikka ei ole selvyyttä kuuluuko työ sopimuksen laajuuteen vai käsitelläänkö se muutostyönä. Nämä asiat käsitellään myöhemmin yhteistyössä (Viator, 2019). YSE 1998 ei tunne käsitettä Change Directive, mutta sopimusehtojen mukaan aliurakoitsija on velvollinen suorittamaan muutostyöt mikäli ne eivät muuta oleellisesti urakkasopimuksen luonnetta (YSE 1998, 2016, 10).

Kolmas tapa on Field Order, jossa pääurakoitsija, usein asennusvalvoja, antaa ohjeet aliurakoitsijalle työn suorittamisesta. Usein ohjeistus on suusanallista, mutta ohjeistukset voidaan antaa myös kirjallisena. Field orderin aiheet ja kysymykset tulevat aina työmaalta. (Builder-questions.com) Tätä tapaa ei tule soveltaa koskaan isoihin muutoksiin, joilla on vaikutuksia projektin laatuun, aikatauluun tai kustannuksiin.

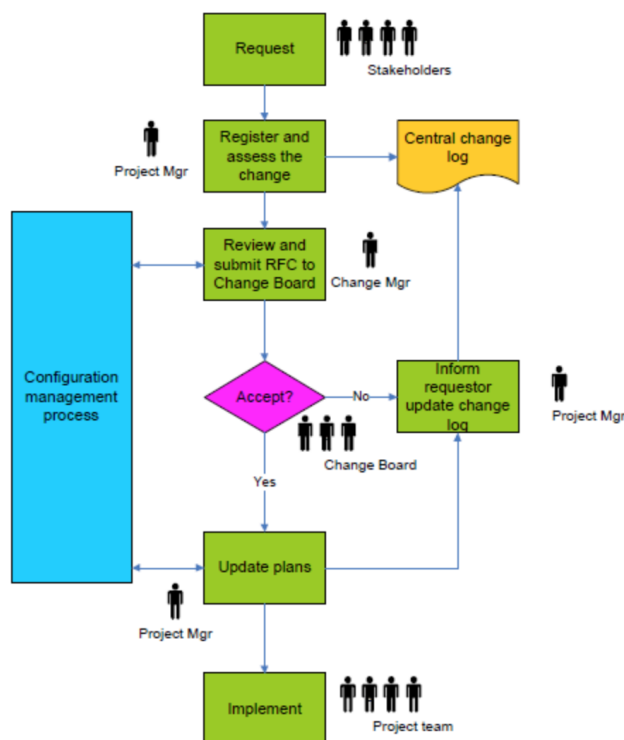
PMI:n (2006) mukaan tapoja on useita muitakin, mutta tässä käsiteltiin yleisimmät ja toimivimmat tavat aliurakoitsijan ohjaukseen muutostöiden suhteen.

### 6.5.1 Muutosten vaikutusten arviointi

Muutoshallintaprosessi on määritelty etukäteen suunnittelun, kilpailuttamisen ja toteutuksen aikana, jolloin tästä tulee vaatimus myös aliurakoitsijoille. Tällöin muutosten vaikutukset otetaan paremmin huomioon ja muutosten syyt, alullepanijat ja mahdolliset korvausvelvolliset osapuolet ovat selvillä myöhemmissäkin vaiheissa. Tästä on etu erityisesti aliurakoiden taloudellisissa loppuselvityksissä, jolloin muutosdokumentaatio on ajantasalla ja neuvottelut perustuvat yritysten aseman sijaan faktaan.

Muutokset tulee kommunikoida ja dokumentoida kaikissa vaiheissa sidosryhmille, jolloin niiden vaikutukset tulee otettua huomioon entistä paremmin ja riski hallitsemattomille muutoksille ja niiden seurauksille pienenee. Teknisten suunnitelmien lisäksi kaupallinen sopimus tulee saattaa toteutusorganisaation käyttöön, jolloin kustannusten valvonta mahdollistetaan.

Perinteinen muutoshallintaprosessi on esitetty kuviossa 19.

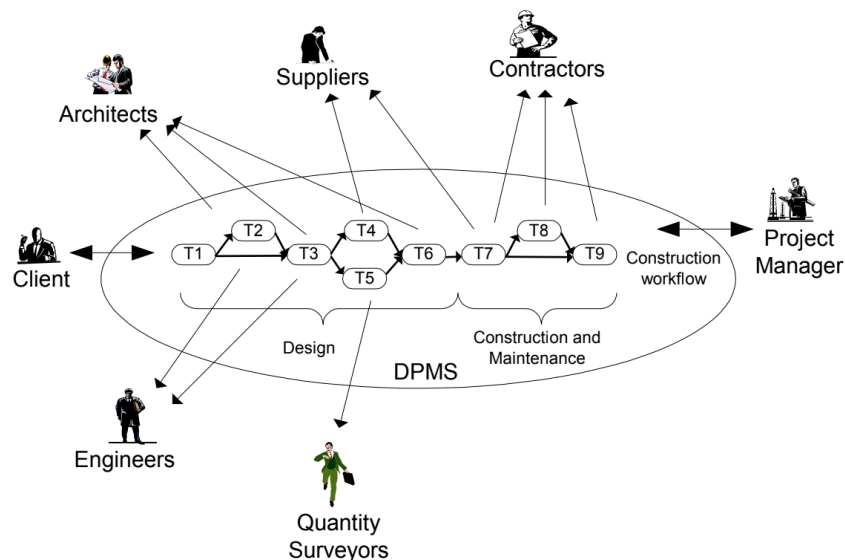


KUVIO 19. Perinteinen muutoshallintaprosessi yleisellä tasolla (stakeholdermap.com, 2020)

Muutospyyntö vastaanotetaan sidosryhmältä, joka perinteisellä tavalla kirjataan muutoslogiin. Pyyntön vastaanottamisen jälkeen projektipäällikkö yhdessä projektiryhmän kanssa arvioi muutoksen tarpeellisuuden; onko muutos välttämätön, voidaanko muutos jättää toteuttamatta, mitä seuraa jos muutos toteutetaan tai sitä ei toteuteta. Muutospyyntön tarkoituksena on kuvailla muutos ja sen vaikutukset. Sidosryhmien vastuulla on tehdä arvio muutosten vaikutuksista omalta ammattialaltaan. Muutokset voivat olla positiivisia tai negatiivisia laadun, kustannusten ja aikataulun suhteen. (PMI, 2016b, 39).

Mikäli projektipäällikkö hyväksyy muutoksen, viedään muutos hyväksyttäväksi muutoslautakunnalle. Yrityskohtaisesti myös projektipäällikkö voi hyväksyä suoraan pienemmät muutokset, jolloin muutoslautakuntaa ei tarvita muutoksen hyväksyntään.

Flemingin (2006, 9) mukaan perinteisten rakennusprojektien muutoksia koskevat sidosryhmät vaihtuvat projektin edetessä (kuvio 20).



KUVIO 20. Muutosten sidosryhmät perinteisen rakennusprojektin aikana (Fleming, 2006, 9).

Tämän opinnäytetyön tutkimustulosten mukaan toteutuksen aikaan tapahtuvat muutokset johtuvat pääasiassa puutteellisista tai muuttuvista suunnitelmista. Hao, Shen, Neelamkavil ja Thomas (2008) ovat tutkineet perinteisten rakennusprojektien muutoksia toteutusvaiheessa. Myös heidän mukaansa merkittävin osa toteutusten aikaisista muutoksista liittyy suunnitelmiin, mutta myös muuttuviin työmaaolosuhteisiin sekä materiaalien ja laitteiden toimitusviiveisiin.

Toteutuksen aikana noudatetaan muutoshallintaprosessia, jolloin muutospyyntö tehdään muutoksen tullessa ilmi. Muutosten vaikutukset arvioidaan toteutusorganisaatiossa työmaapäällikön johdolla sekä suunnittelussa pääsuunnittelijan johdolla. Muutokset sekä lisätyöt käsitellään toteutuksen työmaakokouksissa ja kirjataan kokouksen muistioon. Työmaakokouksissa tulee olla paikalla päätäntävaltaiset henkilöt pääurakoitsijan ja aliurakoitsijan puolelta

## **6.6 Dokumenttien baselinet**

Baselinet luodaan sopimusdokumentaatiolle projektin elinkaaren aikana. Baseline tarkoittaa dokumentin version merkintää tavallista tärkeämmäksi versioksi.

Sopimusdokumentaatio ja suunnitelmat tarkentuvat tarjousprosessin aikana, joten baselinet luodaan kun tarjouspyyntödokumentaatio on valmis, kun tarjous on saatu, kun sopimus on solmittu sekä toteutuksen jälkeen. Tällöin on helppo palata edellisiin sopimusversioihin ja tarkastaa projektin elinkaaren aikana tulleet sopimusmuutokset.

## **6.7 Pääsopimuksesta tarjouksen läpikäyntiin**

Tässä osiossa tarkastellaan jokaisen viiden vaatimusluokan osalta toimiva prosessi pääsopimuksen vaatimusten määrittämisestä aliurakoitsijan jättämään tarjoukseen.

Kuvattu prosessi ja kaikkien vaatimusluokkien täydelliset prosessikaaviot löytyvät opinnäytetyön liitteinä.

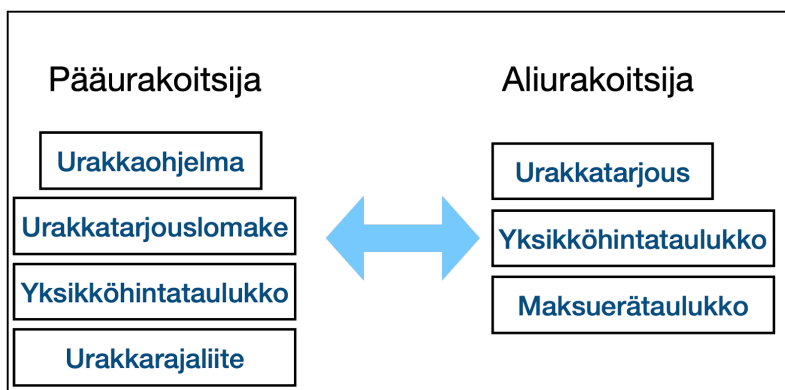
### 6.7.1 Kaupallinen: Hinnoittelu

Projektipäällikkö tarkastelee pääsopimuksen kaupalliset ehdot ja vastaa hankintasuunnitelman tekemisestä.

Hankintasuunnitelmasta selviää urakoiden maksuperusteet sekä urakkamuodot. Tämän perusteella työmaapäällikkö luo tarjouskyselydokumentaation, joka hinnoitteluun liittyvissä asioissa on

Urakkaohjelma, josta selviää hankkeen urakkamuoto ja maksuperuste  
 Urakkatarjouslomake, jonka perusteella urakan hinta pilkotaan tarjoukseen  
 Yksikköhintataulukko, jonka perusteella yksiköt hinnoitellaan  
 Urakkarajaliite, joka vaikuttaa hinnoitteluun täsmentämällä urakkaan kuuluvat rajat

Aliurakoitsija tekee tarjouksen perustuen edellä mainittujen dokumenttien ehdoin. Mikäli hinnoitteluvaatimuksissa on epäselvyyksiä, tekee aliurakoitsija RFI:n joka menee pääurakoitsijan RFI- prosessiin. Mikäli RFI aiheuttaa muutoksen, menee tämä viralliseen muutosprosessiin. Tarjouksessa hinnoitteluun liittyvät dokumentit ovat urakkatarjous, täytetty yksikköhintataulukko sekä maksuerätaulukko. Tarjousta verrataan tarjouspyyntöasiakirjoihin ja mahdolliset poikkeamat kirjataan ylös (kuvio 21).



KUVIO 21. Tarjouspyyntöä verrataan tarjousasiakirjoihin.

Vertailussa tulee kiinnittää huomiota erityisesti seuraaviin asioihin:

Onko urakkatarjous urakkatarjouslomakkeen ja urakkaohjelman mukainen?

Onko yksikköhintataulukko pyydetyntyylinen?

Onko maksuerätaulukko liian etupainotteinen?

Onko urakkatarjouksessa poikkeamia urakkarajaliitteen ehtoihin?

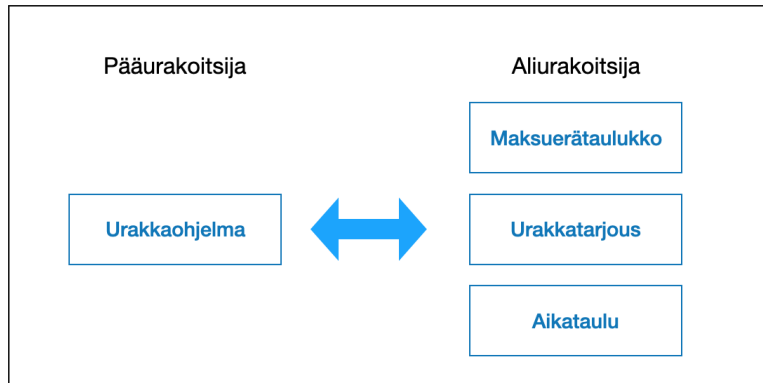
### **6.7.2 Kaupallinen: Aikataulu**

Projektipäällikkö tarkastelee pääsopimuksen aikatauluvaatimukset ja niiden perusteella luo projektisuunnitelman ja sen liitteeksi tulevan projekti aikataulun. Pääsopimus ottaa kantaa esimerkiksi laitehankintojen takarajaan, suunnittelun valmistumiseen ja käyttöönoton valmistumiseen. Projektisuunnitelmassa projektipäällikkö määrittää tarkemmin eri suunnitteludisipliinien piirustusten valmistumiset, hankintojen aikataulun sekä työmaan välitavoitteet, joiden tulee olla linjassa pääsopimuksen kanssa. Projektisuunnitelman- ja aikataulun perusteella työmaapäällikkö luo urakkaohjelman, josta selviää yksittäisen urakan urakka-aika sekä urakan sakolliset ja sakottomat välitavoitteet. Tämän tulee olla linjassa projektisuunnitelman tavoitteiden kanssa. Tämä urakkaohjelma on baseline 0.

Aliurakoitsija tarkastelee urakka-aikaa ja tekee tarjouksen tämän perusteella. Tarvittaessa käytetään virallista RFI- tai muutosprosessia.

Tarjouksen vastaanottamisen ja tarjousajan päättymisen jälkeen tarjous käydään läpi, jolloin tästä muodostuu baseline 1. Tarjousasiakirjat jotka liittyvät urakka-aikaan ovat urakkatarjous sekä maksuerätaulukko (kuviot 21 ja 22). Urakkatarjouksesta katsotaan, onko urakkaohjelmassa ilmoitettua urakka-aikaa kommentoitu tai onko siihen tehty poikkeuksia. Tarjouksen mukana tullutta alustavaa aikataulua verrataan urakkaohjelman päivämääriin. Maksuerätaulukon on taas hyvä olla sidottuna välitavoitteisiin, jolloin välitavoitteiden toteutumisiin

saadaan kustannuspainetta toteutuksen aikana. Mahdolliset poikkeamat tarjouksessa kirjataan ylös ja käsitellään urakkaneuvotteluissa.

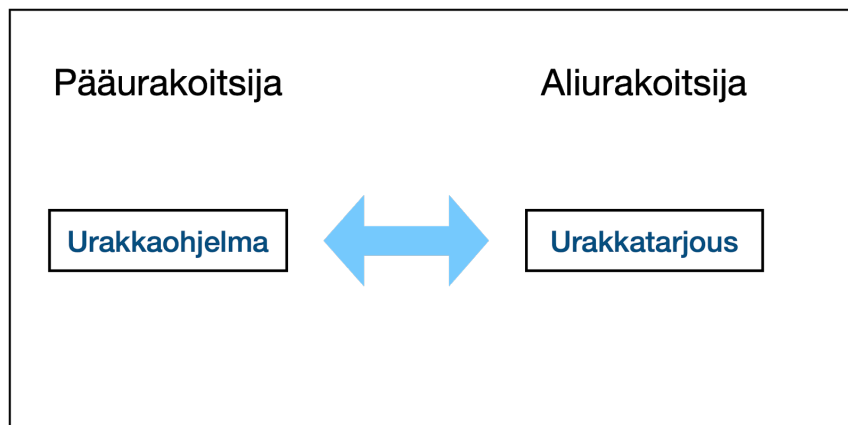


KUVIO 22. Urakkaohjelmaa verrataan tarjousdokumentaatioon.

### 6.7.3 Kaupallinen: Raportointi

Projektipäällikkö tarkastelee tilaajan ja pääurakoitsijan välisen pääsopimuksen raportointivaatimukset, jonka pohjalta luo projektisuunnitelman raportointivaatimukset. Lisäksi yrityksen sisäiset raportointiohjeet tulee ottaa huomioon projektisuunnitelmaa laadittaessa. Työmaapäällikkö luo näiden vaatimusten pohjalta urakkaohjelmaan aliurakoitsijan raportointivaatimukset. Urakkaohjelmassa osa vaatimuksista voi olla samat projektista ja tilaajasta riippumatta, mikäli ne tulevat yrityksen sisäisistä raportointiohjeista.

Aliurakoitsija tekee tarjouksen urakkaohjelman perusteella ja tarvittaessa pyytää tarkennuksia RFI- prosessin kautta. Mahdolliset muutokset menevät pääurakoitsijan virallisen muutosprosessin läpi. Tarjous käydään läpi ja tarjouksen mahdolliset poikkeamat tai kommentit liittyen raportointiin kirjataan ylös ja otetaan esille urakkaneuvotteluissa. Poikkeamat tuodaan ilmi urakkatarjouksessa (kuvio 23).



KUVIO 23. Urakkaohjelmaa verrataan urakkatarjoukseen.

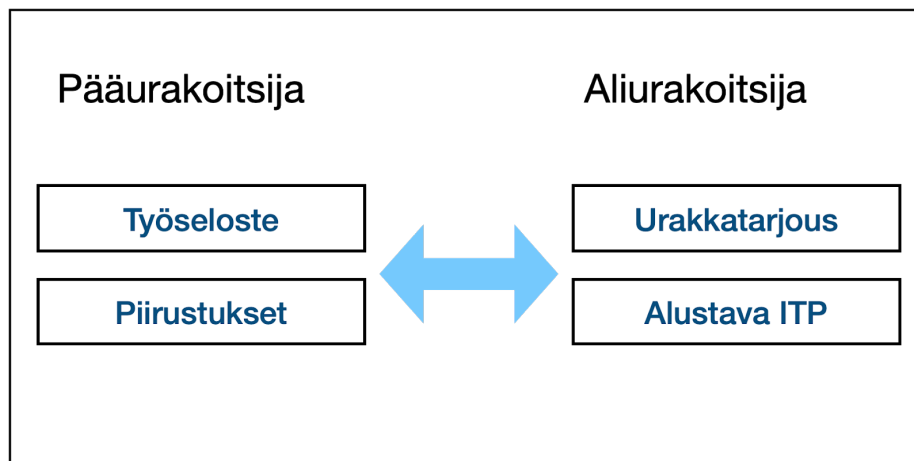
#### 6.7.4 Tekninen: Laatu

Jokaisen disipliinin suunnittelija tarkastelee pääsopimuksen laatuvaatimukset ja luo tekniset dokumentit näiden perusteella (kuvio 24). Tarjouspyyntöön tulevat dokumentit ovat työseloste ja piirustukset. Työselosteessa kuvataan urakan tekniset laatuvaatimukset sekä työsuorituksen ohjeet, kun taas piirustuksissa kuvataan kohteen mitattavat ominaisuudet (Junnonen, 2009, 65). Työselosteen raportointivaatimukset liittyvät ainoastaan laatuun, kun taas projektihallinnolliset raportointivaatimukset ilmoitetaan kaupallisissa dokumenteissa.

Työmaapäällikkö käy laatuinsinöörin kanssa laatuvaatimukset läpi ennen kaupallisten tarjouspyyntöasiakirjojen luomista. Aliurakoitsija laatii työselosteen mukaisesti alustavan ITP:n tarjouksen mukaan. Mahdolliset epäselvyydet hoidetaan virallisen RFI- prosessin kautta.

Laadun osalta oleellisin aliurakoitsijan toimittama dokumentti on alustava ITP. Työmaapäällikkö ja/tai laatuinsinööri vertaa toimitettua ITP:ta sekä urakkatarjousta työselosteen mukaisiin raportointi- ja laatuvaatimukseen (kuvio 24). Poikkeamat kirjataan ylös ja otetaan esiin urakkaneuvotteluissa.





KUVIO 24. Tarjouspyynnön ja tarjouksen vertailu.

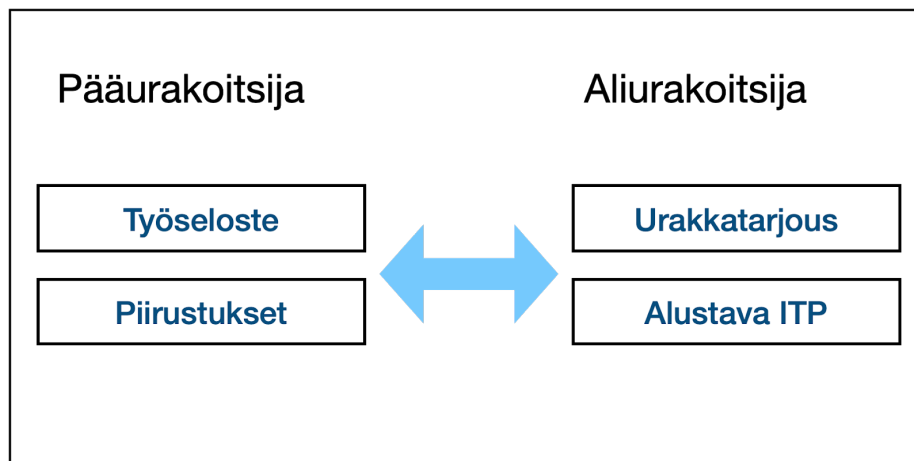
### 6.7.5 Tekninen: Laajuus

Projektipäällikkö tutkii pääsopimuksen laajuuden ja luo tämän perusteella projektisuunnitelman sekä hankintasuunnitelman.

Hankintasuunnitelman ja urakkapaketoitien perusteella disipliinien suunnittelijat määrittävät oman alueensa laajuuden. Tämän perusteella suunnittelija luo urakan työselosteen sekä suunnitelmat. Työmaapäällikkö käy suunnitelmat ja laajuuden läpi, ja liittää tekniset asiakirjat urakkaohjelman liitteeksi.

Aliurakoitsija tutustuu tarjouspyyntöön ja lähettää tarvittaessa RFI:n selventämään laajuutta. Aliurakoitsijan urakkatarjousta sekä ITP:tä verrataan teknisiin asiakirjoihin (kuvio 25). Tarjouksessa kiinnitetään huomiota esimerkiksi

Onko urakkatarjouksessa puutteita tai poikkeamia kysytyyn laajuuteen?  
Puuttuuko ITP:sta laajuuteen liittyviä yksityiskohtia?



KUVIO 25. Laajuuden poikkeamat ilmoitetaan urakkatarjouksessa tai ne voivat paljastua ITP:n kautta.

Mahdolliset poikkeamat kirjataan ylös ja otetaan esille urakkaneuvotteluissa.

## 6.8 Neuvotteluista mekaaniseen valmiuteen

### 6.8.1 Kaupallinen: Hinnoittelu

Urakkaneuvotteluissa hinnoittelun perusteet sekä maksuerätaulukko käydään läpi muistion kohdassa "Urakkahinta- ja maksut" ja hyväksytään yhteisesti. Kaikki poikkeamat ja tarkennukset kirjataan muistioon. Tarvittaessa tarjouspyyntö ja/tai tarjous päivitetään. Valitun aliurakoitsijan kanssa tehdään urakkasopimus, jonka liitteeksi neuvottelupöytäkirja ja viimeisimmät dokumentit tulevat.

Ennen toteutuksen aloitusta pidetään työmaan aloituspalaveri, jossa hinnoitteluun liittyvät asiat kerrataan.

Toteutuksen aikana pidetään säännöllisesti työmaakokoukset. Kokouksissa käydään läpi maksetut maksuerät sekä muiden maksuerien statukset. Myös suoritettut lisä- ja muutostyöt kirjataan kokousmuistioon. Toteutuksen aikaiset mahdolliset RFI:t sekä muutokset käsitellään virallisen prosessin kautta.

Loppudokumentaation toimituksen ja mekaanisen valmiuden jälkeen pidetään taloudellinen loppuselvitys. Loppuselvityksessä tarkastellaan maksetut ja avoimet maksuerät sekä lisä- ja muutostöiden laskutus.

### **6.8.2 Kaupallinen: Aikatauluvaatimukset**

Urakkaneuvotteluissa urakan aikataulu käydään läpi neuvottelumuistion kohdassa "Aikataulu". Mahdolliset epäselvyydet kirjataan neuvottelumuistioon ja tarvittaessa aliurakoitsija päivittää tarjouksensa ja/tai pääurakoitsija kyselydokumentteja. Mikäli päivitystarpeita ei ole, valitun aliurakoitsijan kanssa siirrytään urakkasopimuksen laadintaan. Urakkasopimus liitteineen on baseline 2.

Kolmas prosessin osa käsittää vaiheet toteutuksen aloituksesta urakan valmistumiseen.

Toteutuksen kick-off pidetään ennen toteutuksen aloitusta. Tilaisuudessa kerrataan sopimuksen urakka-aikataulu hankintojen, esivalmistuksen ja asennusten suhteen, jonka lisäksi käsitellään mahdolliset aikatauluun liittyvät kysymykset. Tilaisuudesta tehdään muistio joka jaetaan molemmille osapuolille.

Tämän jälkeen siirrytään toteutukseen. Toteutusvaiheen aikainen aikataulun seuranta käsitellään raportointivaatimukset- osiossa. Seuraava aikatauluun liittyvä prosessin vaihe on mekaanisen valmiuden (MC) jälkeinen taloudellinen loppuselvitys.

Taloudellisessa loppuselvityksessä käydään yhteisesti läpi sakolliset välitavoitteet sekä sakollinen urakan valmistuminen.

### **6.8.3 Kaupallinen: Raportointi**

Urakkaneuvotteluissa raportointiin liittyvät asiat käydään läpi kohdassa "Raportointi ja laadunvarmistus" ja varmistutaan että molemmilla osapuolilla on

sama käsitys raportointiohjeista. Samassa osiossa varmistetaan myös siitä, että aliurakoitsija on toimittanut urakkaohjelman mukaiset dokumentit tarjouksen mukana. Näitä dokumentteja voi olla esimerkiksi:

Alustava aikataulu

Alustava ITP

Arvioitu miestyövoima

Neuvottelun jälkeen tarjous ja/tai tarjouspyyntö päivitetään tarvittaessa, mikäli neuvotteluissa näin sovittiin. Muutokset dokumentoidaan muutoslogiin. Tämän jälkeen sopimus allekirjoitetaan valitun aliurakoitsijan kanssa.

Ennen projektin toteutusta pidetään yhteinen aloituskokous, jossa kerrataan sopimuksen raportointivaatimukset. Lisäksi varmistetaan että aliurakoitsija on toimittanut urakkaohjelman mukaiset dokumentit ennen urakan aloitusta. Nämä dokumentit voivat olla esimerkiksi:

Hienoaikataulun laadinta

Lopullinen resurssisuunnitelma

Työsuunnitelmien laadinta

Kokouksesta täytetään muistio joka jaetaan kaikille osapuolille. Toteutuksen aikana raportointia seurataan säännöllisissä työmaakokouksissa. Yleisimmät seurattavat raportoinnit ovat esivalmistuksen ja asennusten edistymäseuranta sekä työturvallisuusraportointi. Kokouksesta täytetään muistio. Mahdolliset toteutuksen aikaiset RFI:t ja muutokset käsitellään virallisen prosessin kautta.

Urakan valmistuessa raportointiasiat liittyvät laatuun, joka käsitellään erikseen omassa osiossaan.

#### **6.8.4 Tekninen: Laatu**

Urakkaneuvotteluissa ITP kuitataan tarkastetuksi kohdassa "Raportointi ja laadunvarmistus". Tarvittaessa urakkatarjous, ITP ja/tai tekniset dokumentit

päivitetään ja kirjataan ylös muutoslogiin. Valitun aliurakoitsijan kanssa allekirjoitetaan urakkasopimus.

Toteutuksen aloituskokouksessa kerrataan sopimuksen laatuasiat ja muistio täytetään tilaisuudesta. Toteutuksen aikaisissa säännöllisissä työmaakokouksissa käsitellään laatuasiat työmaapäällikön johdolla. Oleellisena osana valvotaan, että aliurakoitsija on toimittanut ITP:n mukaiset vaaditut laatudokumentit sovitulla tavalla. Nämä dokumentit toimivat fullfillment-dokumentteina, joilla aliurakoitsija täyttää sopimuksen mukaiset velvollisuutensa laaturaportoinnin osalta.

Lopputarkastuksessa laatuinsinööri tarkastaa että kaikki ITP:n mukaiset dokumentit on toimitettu hyväksytysti, jolloin laadun osalta urakka on hyväksytty.

#### **6.8.5 Tekninen: Laajuus**

Neuvotteluissa laajuuteen liittyvät asiat käydään läpi suunnittelijan johdolla ja varmistutaan että molemmilla osapuolilla on sama käsitys urakan laajuudesta. Tarvittaessa urakkatarjous ja/tai kyselyaineisto päivitetään ennen sopimuksen solmimista valitun aliurakoitsijan kanssa.

Ennen toteutuksen aloitusta pidetään työmaan aloituskokous, jossa urakan laajuus kerrataan. Toteutuksen aikaan aliurakoitsija raportoi viikottaisissa työmaakokouksissa tehdyistä ja tulevista töistä. Mahdolliset laajuusmuutokset sovitaan työmaakokouksissa ja käsitellään myös virallisen muutosprosessin kautta. Muutokset virallistetaan virallisella RFI- prosessilla, jossa RFI lähetetään tiedonantona pääurakoitsijalta aliurakoitsijalle. Laajuusmuutoksiin liittyvät kaupalliset asiat, lisä- ja muutostyöt, käsitellään kaupallisella puolella kohdassa "hinnoittelu".

Lopputarkastuksessa varmistutaan että aliurakoitsija on suorittanut kaikki urakka-asiakirjojen mukaiset työt sovitulla laadulla ja laajuudella. Mekaanisen valmiuden jälkeen taloudellisessa loppuselvityksessä laajuus käsitellään kaupallisella puolella kohdassa "hinnoittelu", jolloin varmistutaan että sovitut maksuerät ovat

suoritettu ja lisä- ja muutostyöt ovat suoritettu ja maksettu. (Junnonen, 2009, 134).

## 7 DIGITAALISET TYÖKALUT & POLARION

Tässä osiossa paneudutaan neljänteen ja viimeiseen tutkimustavoitteeseen

### 4. *Selvittää digitalisaation tarjoamat mahdollisuudet tehostaa vaatimusten hallintaa*

Opinnäytetyössä esitellyt toiminnallisuudet palvelevat haastatteluissa esiin tulleiden haasteiden ratkaisemista. Nämä esitetyt toiminnallisuudet ovat vain pintaraapaisu kaikista Polarionin toiminnallisuuksista ja sovellutuksista.

### 7.1 Tietoa Polarionista

Polarion perustettiin vuonna 2004 missiona parantaa yritysten vaatimusten, laadun elinkaaren (engl. ALM) hallintaa. Siemens osti Polarionin vuonna 2016 parantaakseen asemaansa kasvavilla ALM- markkinoilla. Jo aikaisemmin Siemens oli Polarionin sijoittaja ja asiakas.

Polarionilla on tarkoitus parantaa yrityksen eri osastojen synergiaa monimutkaisessa kehitysprojekteissa tarjoamalla täyden jäljitettävyyden sekä mahdollistamalla syy-seuraus- suhteiden helpomman analysoinnin. Järjestelmä tarjoaa perustuksen yhteistyön, integroitumisen ja innovoinnin kehittämiseen jolloin yritys voi keskittyä tuottamaan lisäarvoa asiakkailleen. Järjestelmä poistaa kuilun eri osastojen välillä ja tarjoaa yksityiskohtaista historiallista tietoa jäljitettävyyden ansiosta, jota voidaan käyttää apuna lessons learneissa.

Polarion on selainpohjainen työkalu, joka toimii PC:ssä ja Mac:ssa. Nykyisin järjestelmällä on yli 2.5 miljoonaa käyttäjää ympäri maailmaa. (Siemens, 2020a)

#### 7.1.1 Polarion LiveDoc

Perinteisten word- ja excel- dokumenttien sijaan Polarionissa käytetään LiveDoc-dokumentteja. LiveDoc muistuttaa ulkonäöltään paljon word- tai sheets-

dokumenttia, mutta suurin ero tulee dokumentin tietojen käsittelystä. Dokumentille kirjoitettu tieto muutetaan nimikkeiksi (engl. work item), joita hallitaan määritetyn kokoisina paketteina. Kääntäen, dokumentti koostuu useista toisistaan riippumattomista nimikkeistä. Nimikkeille voidaan asettaa metadataa ja niitä voidaan linkittää ristiin eri dokumenttien välillä, riippumatta tiedon sijainnista järjestelmässä. Perinteisen LiveDoc- dokumentin näkymä voidaan vaihtaa halutessaan esimerkiksi puunäkymäksi, jolloin eri nimikkeiden väliset linkitykset näkyvät hierarkkisessa järjestyksessä. (Siemens, 2020b)

Polarioniin voidaan luoda useita projekteja, joista jokaisen projektin kansiorakenne sekä nimikkeiden tyypit voidaan määrittää vapaasti halutunlaiseksi. Esimerkiksi ohjelmistokehitysprojektin kansiorakenne ja nimiketyypit ovat todennäköisesti hyvin erilaiset mitä öljynjalostamon tuotantoyksikön investointiprojektilla. Koska kansiorakenteesta riippumatta tietoa linkitetään dokumentista toiseen, ei rakenteella ole tiedonhallinnan kannalta käytännön merkitystä. Kansiorakenne luodaan lähinnä käyttäjäystävällisyyttä silmälläpitäen.

Käyttäjäroolit sekä oikeudet voidaan määrittää vapaasti jokaiselle projektille erikseen. Roolista ja oikeuksista riippuen käyttäjä voi esimerkiksi hyväksyä, katsella tai kommentoida dokumentteja sekä nimikkeitä (Siemens, 2020c). Esimerkiksi toteutusprojektin aikana työmaan henkilöstöllä tuskin tarvitsee olla muokkausoikeutta kaikkiin suunnittelun tuottamiin dokumentteihin, mutta katseluoikeus ja kommentoinnin mahdollisuus on suositeltavaa.

### **7.1.2 Polarionin hyödyt**

Tässä esitellään opinnäytetyön kannalta oleellimmat hyödyt.

Ensimmäinen hyöty tiedon viemisestä järjestelmään ja nimikkeiden välisistä linkityksistä (eli relaatioista) on syy-seuraus- suhteiden analysointi. Eri nimikkeiden väliset suhteet saadaan näkymään nimikkeiden tiedoista tai puunäkymästä. Jokainen vaatimus ja nimike on jäljitettävissä alemman tason



vaatimuksesta ylemmän tason vaatimukseen. Tätä tarvitaan esimerkiksi muutosten vaikutusten arvioinnissa.

Toisena hyötynä on työnkierto järjestelmässä. Jokainen nimike voidaan ajaa ennalta sovitun prosessin läpi. Vaatimusten tapauksessa tämä voi olla hyväksyntä projektipäälliköllä, kommentointi suunnittelijalla tai katselmointi hankintapäälliköllä.

Kolmas hyöty on versiohistoria. Koska rinnakkaisia dokumentteja ei luoda, vaan LiveDoc päivitetään aina edellisen version päälle, on versiohistoria saatavilla. Kaikki dokumentin muutokset tallentuvat historiatietoihin, jolloin myös eri versioiden välinen vertailu ja muutosten selvittäminen on helpompaa. Näitä historiatietoja voidaan käyttää hyväksi lessons learneissa.

## **7.2 Mitä Polarionilla tulee ratkaista?**

Tavoitteena on soveltaa edellisessä osiossa läpi käytyt asiat ja prosessit Polarionissa käytettäväksi. Opinnäytetyön puitteissa luodut sopimus- sekä hankintadokumentit ladataan järjestelmään, joiden avulla on tarkoitus todistaa prosessin toimivuus sekä digitaalisen työkalun käyttö tutkimuksessa esille tulleiden vaatimustenhallinnan haasteiden ratkaisemiseksi. Luodut dokumentit löytyvät myös opinnäytetyön liitteenä ja näitä voidaan käyttää pohjana tuleviin YSE 1998 urakkasopimuksiin.

Tämän opinnäytetyön tutkimuksen perusteella suurimmat haasteet vaatimustenhallintaan liittyen olivat:

Puutteellinen vaatimusmäärittely projektin alussa ja projektin aikana. Puutteellinen vaatimusmäärittely saattaa johtaa heikkolaatuisiin suunnitelma-asiakirjoihin, joka aiheuttaa myöhemmin haasteita hankintaprosessissa sekä toteutuksessa. Vaatimusmäärittelyä ei usein tehdä teollisuusprojeteissa ollenkaan.

Puutteellinen muutoshallinta. Muutoshallinta koettiin puutteelliseksi jokaisessa projektin vaiheessa, jonka vuoksi projektin aikana ei tiedetä mitä muutoksia on tullut, mistä muutokset ovat johtuneet ja minkälaisia vaikutuksia muutoksilla voi olla. Tämä voi johtaa viimeistään taloudellisissa loppuselvityksissä epäselvyyksiin muutosten aiheuttajista ja mahdollisista korvausvelvollisista osapuolista.

Puutteellinen tiedonkulku ja kommunikointi. Viimeistä ja ajantasaisinta tietoa ei ole saatavilla, jolloin päätökset voivat perustua vanhaan tietoon. Myös muutoksia ei usein kommunikoida muutosten sidosryhmille, jolloin vaikutukset voivat jäädä huomioimatta tietyn sidosryhmän osalta. Virallista RFI- prosessia ei myöskään käytetä järjestelmällisesti.

Polarionin avulla näihin haasteisiin pyritään löytämään ratkaisut opinnäytetyön rajauksen puitteissa.

### **7.3 Tutkimustavoitteen rajaus**

Sovellettavan osuuden laajuutta joudutaan rajaamaan vahvasti, sillä aihealue on erittäin laaja eikä opinnäytetyön rajoissa ole mahdollista käsitellä aihetta kokonaisuudessaan. Kaikki kolme tutkimuksessa esille tullutta näkökulmaa otetaan huomioon seuraavilla rajauksilla.

Suunnitteluvaihetta ei käsitellä ollenkaan opinnäytetyön rajoissa, vaikka suunnittelu on olennainen osa projektin hallinnassa. Samoja menetelmiä voidaan kuitenkin käyttää myös suunnittelussa. Tästä aiheesta on mahdollista tehdä kokonaan oma YAMK- päättötyö sen laajuuden vuoksi. Aihetta käsiteltiin kattavasti teoriaosuudessa, jotta teknisten hankintadokumenttien syntyprosessi selviää. Urakkana käsitellään yksi aliurakka, teräsrakenneurakka.

Projektista käsitellään vaiheet tarjouspyyntödokumentaation lähettämisestä urakan mekaaniseen valmiuteen. Sopimusdokumentaatiosta käsitellään esimerkin omaisesti laatu- ja raportointivaatimukset sekä niiden hallinta projektin elinkaaren aikana.

Näillä rajauksilla opinnäytetyön laajuus pysyy toteutettavana, mutta kuitenkin tuottaen hyödyllistä informaatiota teollisuusprojektin vaatimustenhallinnan ja Polarionin osalta. Menetelmät ovat skaalattavissa kaikkiin vaatimuksiin.

#### 7.4 Polarion ja nimikkeet

Polarionissa jokaiselle vaatimukselle annetaan yksilöllinen tunniste. Tässä tapauksessa tunniste on ITT- alkuinen ja tunnisteiden saamisen jälkeen vaatimuksesta tulee work item, nimike. Nimike on vaatimuksen tyyppi, joka on konfiguroitavissa vapaasti Polarionin asetuksissa sovellettavalle prosessille sopivaksi. Koska tässä opinnäytetyössä pääurakoitsija hallinnoi sopimuksia niin tilaajan kuin aliurakoitsijoiden suuntaan, valikoitui vaatimustyypeiksi Main Contract Requirement, Company Requirement ja Subcontractor Requirement, joiden alle jokainen vaatimus määritetään nimikkeeksi. Lisäksi Request for Information, Change Request ja Test Case saavat omat nimikkeet (kuvio 26). Näiden hyötyjä tarkastellaan tämän tutkimustavoitteen aikana.





KUVIO 26. Jokaisella vaatimustyyppillä on oma logonsa.

#### 7.5 Polarion ja vaatimusmäärittely



Vaatimukset voidaan paketoita yksittäisiksi tai isommiksi elementeiksi. Tässä urakkaohjelmassa aliurakoitsijan vaatimukset on paketoitu aihealueittain suuremmiksi kokonaisuuksiksi jolloin vaatimus on hallittavissa, olematta

kuitenkaan liian yleistasoisen ja hyödytön (kuvio 27). Vaatimusten granulariteetti voidaan valita tarkoituksenmukaiseksi eri käyttötarkoituksia varten.

**HANKKEEN URAKKAMUOTO**

  **, [Response Type], ITT-2518 - Suoritusvelvollisuuden laajuus**

Työlaji: Teräsrakenne  
 Urakkamuoto: Aliurakka  
 Pääurakoitsija: MContractor Oy  
 Sivu-urakat: Urakka ei sisällä alistettuja sivu-urakoita









  **, [Response Type], ITT-2629 - Maksuperuste**

Maksuperuste: Kokonaishintaurakka.  
 Lisä- ja muutostyöt: Suoritetaan yksikköhintataulukon mukaisin yksikköhinnoin.

Tuntiperusteisen laskutuksen tulee perustua todellisiin työtunteihin.  
 Tuntiperusteinen laskutus sovitettava erikseen Pääurakoitsijan kanssa.

KUVIO 27. Urakkaohjelmassa yksi vaatimus sisältää otsikon mukaiset vaatimukset.

Yksilöllisen tunnisteiden avulla vaatimus voidaan linkittää ylemmän ja alemman tason vaatimukseen, kuten urakkaohjelman raportointivaatimukset pääurakoitsijan spesifikaatioon eli sisäisiin vaatimukseen sekä pääsopimukseen. Linkityssuhteet näkyvät vaihtamalla LiveDoc- näkymän puunäkymään. Tässä urakkaohjelman vaatimus ITT-2650 tulee pääurakoitsijan spesifikaatiosta ITT-2358 (kuvio 28).

  3	▼  ITT-2538	 Draft	Edistymäraportointi
  11	▼  ITT-2650	 Draft	Raportointi urakan aikana

KUVIO 28. Vaatimus ITT-2650 tulee spesifikaation vaatimuksesta ITT-2538.

Spesifikaation vaatimus ITT-2538 määrittää tässä tapauksessa edistymäraportoinnin sisällön (kuvio 29).

**ITT-2538 - Edistymäraportointi**

Aikataulu raportoidaan tyypillisesti kerran viikossa työmaakokouksissa, kuitenkin urakan [urakkaohjelman](#) mukaisesti. Aikataulun / raportoinnin tulee noudattaa seuraavia ehtoja:

- Toteutunut [edistymä](#) prosentteina vs. tavoiteltu [edistymä](#) prosentteina
- Seuranta [toteutetaan tuntipohjaisesti](#) (kg / [tonniperusteinen edistymä](#) EI ole sallittu)
- Käytetty [miestyötuntimäärä esivalmistus](#) / asennus

Raportoinnin tiedot kirjataan viikoittain [työmaakokousmuistioon](#), joka jaetaan kokouksen kaikille osapuolille.

KUVIO 29. ITT-2536.

Urakkaohjelman vaatimus ITT-2650 määrittää raportoinnin frekvenssin ja vaadittavat dokumentit (kuvio 30). Jokaiselle raportointivaatimukselle tulisi olla oma spesifikaatio, mutta opinnäytetyön rajoissa luotiin spesifikaatio esimerkinomaisesti vain edistymäraportoinnille.

**Comply, ITT-2650 - Raportointi urakan aikana**

[Esivalmistuksen edistymän](#) raportointi kerran viikossa  
[Asennusten edistymän](#) raportointi kerran viikossa  
[Työturvallisuusraportointi](#) kerran viikossa  
[Miestyötuntien](#) raportointi kerran kuukaudessa  
[Työmaakokouksiin osallistuminen](#) kerran [viikossa](#)

KUVIO 30. Urakkaohjelman raportointivaatimukset ITT-2650 ovat yleistasoiset.

Tällä tavoin aliurakoitsijan vaatimukset saadaan linkitettyä oleellisiin sopimus- ja suunnitteludokumentteihin, josta saadaan etua myöhemmin muutostenhallintaan sekä verifiointiin.

### 7.5.1 Verifiointitavat

Linkitysketju päättyy verifiointiin, jossa tarkastellaan onko aliurakoitsija täyttänyt sopimuksen mukaiset vaatimukset. Verifiointi voidaan tehdä esimerkiksi etukäteen määritellyn test casen avulla. Test casessa määritetään miten vaatimuksen täyttymistä tarkastellaan. Tarkastelun apuna voidaan käyttää tarkastuslistaa, jossa vaatimusten täyttymistä tarkastellaan askel askeleelta. Raportointivaatimusten tapauksessa voidaan tarkastella onko vaaditut




dokumentit toimitettu, mistä dokumentit löytyvät ja onko niiden muotoilu ohjeistuksen mukaista (kuvio 31).

#### Test Steps

Step	Step Description	Expected Result
Onko urakan aikaiset dokumentit toimitettu?	Urakkaohjelman mukaisesti	ITT-2650 täytetty
Mistä dokumentit löytyvät?	Määritä M-Files osoite tähän test caseen	M-Files:
Onko raportointi spesifikaation mukaista?	Verrataan edistymäseurantaan OM-203	ITT-2358 täytetty

KUVIO 31. Urakan aikaisen raportoinnin tapauksessa test casen läpäisyn ehdot voivat näyttää tältä.

Testaus luodaan test casen work item- tilassa, jolloin se saa oman tunnisteensa ja se voidaan linkittää ylemmän tason vaatimukseen. Puunäkymässä nähdään vaatimuksen linkityssuhteet aina spesifikaatiosta ITT-2358 urakkaohjelmaan ITT-2650 ja vaatimuksen testaukseen ja verifiointiin ITT-2673 (kuvio 32). Tämä mahdollistaa vaatimusten jäljitettävyyden testauksesta ylemmän tason vaatimukseen.

  3	▼  ITT-2538	Edistymäraportointi
  11	▼  ITT-2650	Raportointi urakan aikana
 	▶  ITT-2673	Raportointi urakan aikana

KUVIO 32. Puunäkymä paljastaa hierarkian ja jäljitettävyyden.

Vaatimukselle voidaan luoda myös useampi test case projektin elinkaaren ajalle. Työselosteessa on asetettu materiaaleille laatu- sekä dokumentointivaatimuksia vaatimuksessa ITT-2645 (kuvio 33).

✔ **Comply, ITT-2645 - Materiaali ja yleiset laadunvarmistus- ja dokumentointivaatimukset**

[Hitsaussuunnitelma](#)

[Tarkastussuunnitelma](#)

[Työnjohdon ja hitsaajien pätevyudet](#)

[NDT-tarkastajien pätevyintodistukset](#)

[NDT-tarkastusten pöytäkirja](#)

[Hitsausaineiden aineistodistus](#)

[Ruuvien ja muttereiden aineistodistukset](#)

Quality

### KUVIO 33. Laatuvaatimukset ITT-2645.

Tarjousvaiheen testauksessa ITT-2675 varmistetaan, että aliurakoitsijan toimittama ITP vastaa näitä laatuvaatimuksia. Toteutuksen aikaisessa testauksessa ITT-2676 varmistetaan että aliurakoitsija on toimittanut hyväksytyt ITP:n mukaisen dokumentaation hyväksytysti (kuvio 34).

☰	☑	📁 14	▼ 📁 ITT-2645	Materiaali ja yleiset laadunvarmistus- ja dokumentointivaatimukset
☰	☑	📁	📁 ITT-2676	Toteutus: Laatuvaatimukset
☰	☑	📁	📁 ITT-2675	Tarjous: Laatuvaatimukset

### KUVIO 34. Useampi test case laatuvaatimuksille.

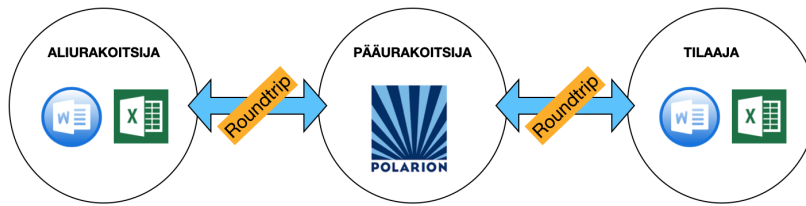
Testejä seuraamalla voidaan seurata projektin etenemistä Polarionissa. Etusivulle voidaan konfiguroida diagrammit avoimista ja läpäistyistä testauksista, joka kertoo projektin sen hetkisen statuksen testausten avulla.

Tarjouspyyntövaiheessa vaatimusten verifiointi voidaan tehdä round-trip dokumentilla menettämättä linkityksiä nimikkeiden välillä, josta lisää seuraavassa kappaleessa.

## 7.5.2 Tarjouspyyntö ja roundtrip- ominaisuus

Polarionissa on ominaisuus, jolla dokumentteja voidaan ottaa järjestelmästä ulos perinteisissä word tai excel- muodoissa. Perinteisiä dokumentteja voidaan ajaa myös järjestelmään sisään. Roundtripiksi kutsutaan tekniikkaa, jossa Polarionista otetaan ulos word tai excel- dokumentti, dokumenttiin tehdään muutoksia ja se

ladataan takaisin järjestelmään. Roundtrippiä voidaan käyttää aliurakoitsijan ja tilaajan kanssa mikäli heillä ei ole käytössä Polarionia (kuvio 35).



Kuvio 35. Roundtrip.

Polarion tunnistaa dokumenttiin tehdyt muutokset ja tallentaa ne pääurakoitsijan järjestelmään, samalla ylläpitäen versionhallintaa. Kyseistä ominaisuutta voidaan käyttää tarjouspyyntövaiheessa kun selvitetään aliurakoitsijan sitoutumista ja mahdollisuutta selvittää tarjouspyyntödokumentaation vaatimuksista.

Tässä esimerkissä selvitetään urakkaohjelman kaupallisten vaatimusten täyttämistä tarjousvaiheessa. Urakkaohjelman vaatimukset valitaan Polarionin puunäkymästä ja roundtrip- dokumentti otetaan ulos excel- muodossa. Aliurakoitsija valitsee vaatimuksen kohdalta pudotusvalikosta Polarionissa määriteltyjen asetusten mukaisesti vaihtoehdon "Comply", "RFI" tai "Not Comply" (kuvio 36).

ID	Title	Contractor Response Type	RFI Text	Contractor Response
ITT-2630	RAKENNUSKOHDE JA SIIHEN TUTUSTUMINEN	Comply		
ITT-2629	Maksuperuste	Comply		
ITT-2518	Suoritusvelvollisuuden laajuus	Comply		
ITT-2522	URAKKA JA SEN SISÄLTÖ	RFI	Kuuluuko kaiteiden esivalmistus urakkaan?	Kyllä kuuluu, suunnitelmien mukaisesti
ITT-2530	Samanaikaiset urakat urakkakohteessa	Not Comply	F-31 teräsasennuksia ei voida suorittaa samaan aikaan muiden urakoitsijoiden kanssa	Käsitellään urakkaneuvotteluissa

KUVIO 36. Tarjouspyyntövaiheessa selvitetään aliurakoitsijan mahdollisuuksia selvittää vaatimuksista.

Comply valitaan kun vaatimus voidaan täyttää eikä vaatimuksissa ole epäselvyyksiä. RFI vaihtoehto valitaan mikäli tarjousvaiheessa halutaan saada lisätietoa epäselvistä asioista. Tässä tapauksessa kysymys kirjoitetaan RFI Text-kenttään. Pääurakoitsijan RFI vastaus kirjoitetaan myöhemmin Contractor



Response kenttään. Mikäli aliurakoitsija ei voi täyttää vaatimusta, valitaan vaihtoehto Not Comply ja syy kirjoitetaan RFI Text- kenttään.

Kun roundtrip- dokumentti ladataan takaisin järjestelmään, muuttaa Polarion vaatimuksen statuksen roundtrip- dokumentin mukaiseksi (kuvio 37).

Outline N.	Response T.	ID	Title
3	Comply	ITT-2629	Maksuperuste
4	RFI	ITT-2522	URAKKA JA SEN SISÄLTÖ
4.1	Not Comply	ITT-2530	Samanaikaiset urakat urakkakohteessa

KUVIO 37. Polarion muuttaa statuksen roundtrip- dokumentin mukaiseksi.

Aliurakoitsija jättää urakkatarjouksen kun kaikki epäselvät asiat on saatu käsiteltyä tarjousajan puitteissa. Tämä käytäntö pakottaa aliurakoitsijan tutustumaan urakka-aineistoon huolellisesti ennen statuksen muuttamista ja siihen sitoutumista. Lisäksi epäselvät asiat tulee selvitettyä ennen tarjouksen jättämistä, joten hinnoittelu vastaa urakan sisältöä tarkemmin. Tämän vuoksi urakkaneuvottelut voidaan käyttää tehokkaammin hyväksi, sillä suurimmat epäselvyydet on ratkaistu jo ennen neuvotteluvaihetta. Lisäksi tämän avulla saadaan dokumentoitua aliurakoitsijan sitoutuminen vaatimukseen jo tarjousvaiheessa.

### 7.5.3 Vaatimusten luokittelu

Kuten aikaisemmin kolmannen tutkimustavoitteen ja toimivan prosessin yhteydessä määriteltiin, voidaan vaatimukset luokitella viiteen luokkaan; aikataulu, raportointi, hinnoittelu, laatu ja laajuus. Polarionissa jokaiselle vaatimukselle on määritetty vaatimustyyppi, joka näkyy myös dokumentissa vaatimuksen yhteydessä (kuvio 38).

[Response Type], ITT-2626 - Välitavoitteet ja viivästysrakot	
Materiaalit hankittuna:	3.2.2019
Esivalmistus valmis:	15.4.2019 Viivästysrakollinen
F-113 hoitotaso asennettu:	6.6.2019
F-21 hoitotaso asennettu:	7.8.2019

Schedule

KUVIO 38. Urakkaohjelman ITT-2626 vaatimus liittyy aikataulutukseen. Tämä selviää oikeasta alakulmasta.

Luokan määrittäminen vaatimukselle mahdollistaa niiden seurannan aihealueittain, jolloin vaatimukset voidaan suodattaa päänäkyvässä luokan nimellä (kuvio 39). Eri luokkien vaatimuksia voidaan seurata Polarionin etusivulla luokkakohtaisesti.

Outline N.	ID	Title
1	ITT-2679	Maksuerätaulukko template
3	ITT-2629	Maksuperuste
13	ITT-2670	TAKUU

KUVIO 39. Tässä tarkastellaan ainoastaan hinnoitteluun liittyviä vaatimuksia.

Lisäksi tällä tavalla löydetään nopeasti tieto halutun aihealueen vaatimuksen sisällöstä dokumentista ja sen sijainnista riippumatta (kuvio 40).

## Description

Maksuperuste: Kokonaishintaurakka.  
 Lisä- ja muutostyöt: Suoritetaan yksikköhintataulukon mukaisin yksikköhinnoin.  
 Tuntiperusteisen laskutuksen tulee perustua todellisiin työtunteihin.  
 Tuntiperusteinen laskutus sovittava erikseen Pääurakoitsijan kanssa.

KUVIO 40. Maksuperusteen tiedot löytyivät urakkaohjelmasta.

### 7.5.4 Dokumenttien muutokset ja baselinet


Polarionissa ei synny rinnakkaisia dokumentteja, sillä muutokset tehdään aina nykyisen dokumentin päälle. Tämän ansiosta viimeisin dokumentti ja tieto on aina saatavilla ilman revisioiden sekoittumisen vaaraa.

Polarionissa dokumenttien historiatiedot ja muutokset ovat selvitettävissä nopeasti. Muutoshistoriasta löytyy muokkaajan tiedot, ajankohta sekä dokumentin vanhat revisiot (kuvio 41).

Revision #	Updated by	Updated	Actions
7737	Mikael Jutila	22 hours (2020-09-14 15:39)	Show
7735	Mikael Jutila	4 days (2020-09-11 13:22)	Show
7690	Mikael Jutila	5 days (2020-09-10 11:24)	Show

KUVIO 41. Dokumentin muutoshistoria.

Eri versioita voidaan myös vertailla keskenään (kuvio 42). Tässä esimerkissä verrataan urakkaohjelman kahta eri versiota, jonka mukaan otsikkoa on muutettu sekä vaatimusluokka on konfiguroitu näkymään oikeassa alakulmassa.

 **[Response Type] - Urakkakohteessa suoritetaan samanaikaisesti seuraavat urakat: Samanaikaiset urakat urakkakohteessa**

Rakennustyöt  
Putkistoasennukset

Pääurakoitsija huolehtii eri urakoitsijoiden töiden ja työvaiheiden yhteensovittamisesta.

**Scope**

KUVIO 42. Revisioiden vertailu on yksinkertaista.

Baselinedokumentit näkyvät Polarionin historiatiedoissa annetun nimen perusteella, tässä tapauksessa luotiin oma baseline tarjoukselle sekä sopimusvaiheelle, jolloin näiden kahden (tai useamman) eri vaiheen muutosten vertailu on helppoa myöhemminkin projektin elinkaaren aikana (kuvio 43).

Revision #	Updated by	Updated	Actions
7746 Sopimus	Mikael Jutila	9 seconds (2020-09-15 14:53)	Show
7744 Tarjous	Mikael Jutila	22 hours (2020-09-14 16:15)	Show

KUVIO 43. Baselinet tarjousvaiheesta ja sopimuksen solmimisen ajalta.

Yhden dokumentin päivittämisen ansiosta rinnakkaisia revisioita ei synny ja viimeisin tieto on aina saatavilla järjestelmästä. Tämän vuoksi päätökset perustuvat aina oikeaan tietoon. Dokumenttien historiatietojen ansiosta eri revisioiden ja tehtyjen muutosten vertailu on suoraviivaista koko projektin elinkaaren aikana, eikä erillisiä dokumentteja tarvitse enää vertailla manuaalisesti.

## 7.6 RFI- prosessi toteutuksessa


Sopimuksen jälkeiset RFI:t voidaan käsitellä Polarionissa roundtrip-ominaisuudella. Aliurakoitsijalle luodaan excel- dokumentti, jonka käyttöä edellytetään RFI- prosessissa. RFI:n tiedot täytetään otsikoiden alle niille varatuille paikoille. Taulukossa vaaditaan tiedot kyselyyn liittyvästä ITT-numerosta, kuvaava otsikko, RFI:n kysymys, lähettäjän tiedot sekä lähetyspäivämäärä (kuvio 44). Dokumentin täyttö tulee ohjeistaa kirjallisesti, jotta roundtrip onnistuu suunnitellusti.

ITT-Numero	Otsikko	Kuvaus	Lähettäjä	Pvm	Vastaus (Pääurakoitsija täyttää)
ITT-2641	Pohjamaalin paksuus	Spesifikaatio vaatii 100um pohjamaalia, kun taas kuva SS-211 vaatii 130um. Kumpaa noudatetaan?	Mikko Myyjä	15.6.2018	

KUVIO 44. Aliurakoitsijan täyttää RFI:n tiedot.

RFI- lähetetään sähköpostitse tai muulla sovitulla tavalla sovitun mukaiselle henkilölle joka vastaa dokumentin lataamisesta järjestelmään. Excel- dokumentin otsikkokentät on asetettu Polarionissa niin, että tiedot täydentyvät oikeisiin kenttiin Polarionissa. Latauksen jälkeen RFI linkitetään kyseiseen vaatimukseen, tässä tapauksessa ITT-2641:seen (kuvio 45).

ITT-2641 +  
 ↑ ↔ ? ITT-2687 - ITT-2641 Pohjamaalin paksuus  
 ↑ +

Status:  **Draft**

Type:  **Request For Information**

Priority:  **Medium [200.0]**

Assignee(s): **Mikael Jutila** 

### Description

Spesifikaatio vaatii 100um pohjamaalia, kun taas kuva SS-211 vaatii 130um. Kumpaa noudatetaan?

Mikko Myyjä  
15.6.2018

KUVIO 45. RFI:n tiedot täydentyvät järjestelmään automaattisesti latauksen jälkeen. Selvityksen status on kesken käsittelyn Draft.

RFI voidaan osoittaa tietylle henkilölle Assignee kentässä, tässä tapauksessa suunnittelijalle. Suunnittelija saa ilmoituksen saapuneesta tehtävästä omalle Polarionin työpöydälleen. RFI:n vastauksen suunnittelija kirjoittaa kommenttikenttään, johon jää automaattisesti tieto vastaajan nimestä sekä vastauksen ajankohdasta (kuvio 46).

### Comments

 **Create Comment** **Collapse All** **Expand All** View: **Tree**  Show resolved comments

 #1 by **Mikael Jutila** on 2020-09-16 13:41

Noudatetaan spesifikaation vaatimusta, 100um.

KUVIO 46. RFI:n vastaus jätetään kommenttikenttään.

Tämän jälkeen suunnittelija ottaa dokumentin ulos järjestelmästä ja lähettää sen takaisin aliurakoitsijalle. Latauksen jälkeen dokumenttiin on ilmestynyt vastaus (kuvio 47).

Lähtettäjä	Pvm	Vastaus (Pääurakoitsija täyttää)
Mikko Myyjä	15.6.2018	#1 by Mikael Jutila on 2020-09-16 13:41  Noudatetaan spesifikaation vaatimusta, 100um.

KUVIO 47. Vastaus suunnittelijalta excel- dokumentissa.

Käsittelyn jälkeen RFI:n status voidaan merkitä käsitellyksi. Oleellinen osa RFI-prosessia on login ylläpitäminen avoimista ja käsitellyistä selvityksistä. Tämä onnistuu Request for Information- nimikkeiden päänäkymässä, jossa kaikki RFI:t ovat listattuna statuksineen (kuvio 48).

<input type="checkbox"/> Outline Number	ID	Status	Title
<input checked="" type="checkbox"/> ?	ITT-2690	✗ Rejected	ITT-2133 SS-24 kuvan hoitotaso lisätyötä?
<input type="checkbox"/> ?	ITT-2689	✎ Draft	ITT-2131 SS-21a kuvasta puuttuu tukipalkki?
<input type="checkbox"/> ?	ITT-2688	✓ Approved	ITT-2232 M30 pulttien materiaali
<input type="checkbox"/> ?	ITT-2687	✓ Approved	ITT-2641 Pohjamaalin paksuus

KUVIO 48. RFI- logi syntyy automaattisesti Polarioniin.

Mikäli RFI:stä tulee muutos, linkitetään tämä kyseiseen muutospyyntöön jolloin koko jäljitettävyyshetketju pysyy kunnossa. Vaikka tämä ei johtaisikaan muutokseen, nähdään linkityksen ansiosta vaatimukseen liittyvät RFI:t ja sen kautta miten sopimusta on tulkittu tietyn vaatimuksen osalta (kuvio 49). RFI:n ja sen tiedot saa auki painamalla nimikelinkkiä, ITT-2687.



KUVIO 49. ITT-2641 tiedoista nähdään, että pintakäsittelyvaatimuksissa on ollut epäselvyyttä.

Strukturoitu RFI- prosessi varmistaa että pääurakoitsija täyttää velvollisuutensa vastaamalla aliurakoitsijoiden kysymyksiin. Tämä antaa aliurakoitsijalle

edellytykset jatkaa työtä mahdollisimman pienin keskeytyksin sopimuksen mukaisesti. Login ansiosta tiedetään saapuneiden selvitysten lukumäärä sekä niiden statukset. Linkittämällä RFI vaatimukseen, tiedetään myöhemminkin miten kyseistä sopimuksen kohtaa on tulkittu ja mitä asiasta on sovittu. Kirjallisesti sovitut asiat eivät enää katoa sähköposteihin tai muistioarkistoon.

## 7.7 Polarion ja muutoshallinta

Toteutuksen aikainen muutoshallinta voidaan toteuttaa work itemin Change Request avulla. Muutospyyntöä tehtäessä avataan uusi work item, jolle annetaan kuvaava nimi. Muutos kuvataan Description- kentässä ja se linkitetään alkuperäiseen vaatimukseen, joka on tässä tapauksessa urakkaohjelman aliurakoitsijan välitavoite ITT-2626 (kuvio 50).

**ITT-2684 - Toteutus: Välitavoitteen siirto F-113**

ITT-2626 +

**Description**

Välitavoitetta F-113 siirretään pääurakoitsijasta johtuvista syistä 6.6.2019 -> 14.5.2019

Subcontract requirement: ITT-2626

Disciplines: **General**

Status: **New**

Assignee(s): **Mikael Jutila** +

KUVIO 50. Muutoksen kuvaus.

Aikaisempien vaatimusmäärittelyjen ja linkitysten vuoksi muutosten vaikutukset voidaan arvioida järjestelmällisesti tarkastelemalla ketjutusta puunäkymässä (kuvio 51).

↔ □ 9	▼ ITT-2659	Critical Milestones Deliveries
↔ □ 1	▼ ITT-2656	Projekti aikataulun päätavoitteet
↔ □ 6	ITT-2628	Töiden aloitus
↔ □ 7	ITT-2626	Välitavoitteet ja viivästys sakot

KUVIO 51. Riippuvuussuhteet näkyvät puunäkymässä.

Esimerkistä huomataan vaatimuksen ITT-2626 tulevan projektisuunnitelman vaatimuksesta ITT-2656, joka on pääurakoitsijan sisäinen vaatimus. Projektisuunnitelmassa määritetään projektin päätavoitteet ylemmällä tasolla (kuvio 52).

## PROJEKTIN AIKATAULU

↔ □ ITT-2656 - **Projekti aikataulun päätavoitteet**

- Päälaitteet hankittuna 15.05.2019
- Urakkasopimukset solmittu 03.12.2018
- Työmaan aloitus 22.03.2019
- MC 03.11.2019
- Käyttöönotto valmis 15.03.2020
- Projektin luovutus 20.04.2020

KUVIO 52. Urakkaohjelman aikataulu liittyy projektisuunnitelman päätavoitteisiin.

Projektisuunnitelman vaatimus ITT-2656 tulee puolestaan pääsopimuksen vaatimuksesta ITT-2659 (kuvio 53).





**ITT-2659 - Critical Milestones Deliveries**

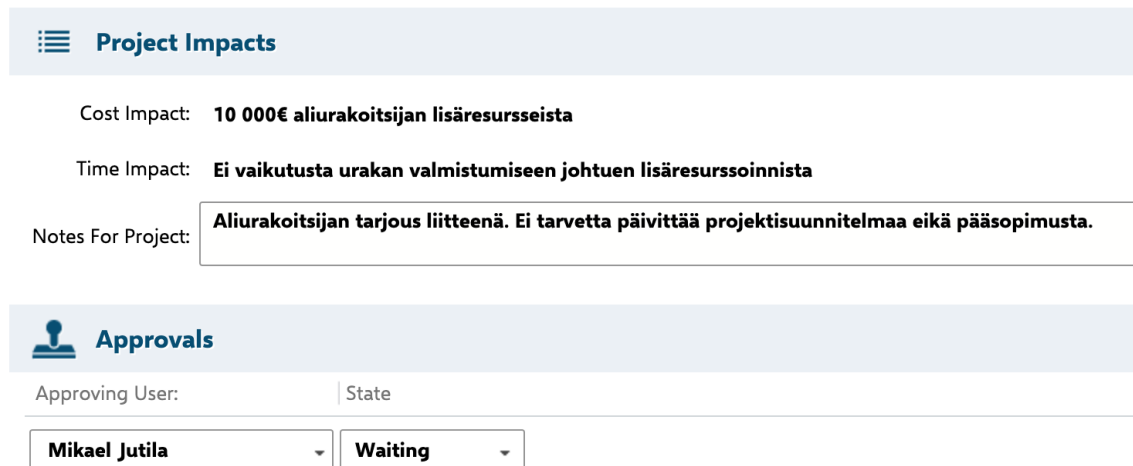
**Critical Milestones - Deliveries**

**Main Equipments (EoC)**  
 Columns, Vessels, Heat Exchangers, 14 months  
 Pumps, Compressors, Electrical 13 months

KUVIO 53. Pääsopimuksen vaatimus ITT-2659.

Linkitysketjun avulla muutoksen vaikutukset saatiin jäljitettyä alimman tason aliurakoitsijan vaatimuksista aina ylimmän tason pääsopimuksen vaatimukseen saakka. Vaikutuksiin tulee ottaa huomioon myös työmaalla tapahtuvat muutokset kustannuksiin sekä aikaan, joiden selvittäminen on työmaapäällikön vastuulla.

Muutospyyntö laitetaan hyväksyttäväksi projektipäällikölle (kuvio 54). Tarvittaessa muutospyyntöä voidaan käyttää kommentoitavana myös eri sidosryhmillä.



**Project Impacts**

Cost Impact: **10 000€ aliurakoitsijan lisäresursseista**

Time Impact: **Ei vaikutusta urakan valmistumiseen johtuen lisäresursoinnista**

Notes For Project: **Aliurakoitsijan tarjous liitteenä. Ei tarvetta päivittää projektisuunnitelmaa eikä pääsopimusta.**

**Approvals**

Approving User:  State:

KUVIO 54. Vaikutusten arviointi kirjataan Project Impacts- kohtaan.

Luodut muutospyyntöjä jäävät automaattisesti logiin, sillä pyynnöille on luotu oma nimiketyyppi, Change Request (kuvio 55).

Outline Number	ID	Status	Title
	ITT-2684	Approved	Toteutus: Välitavoitteen siirto F-113
	ITT-2397	New	End of Warranty inspection 3 months before warranty expiration on

### KUVIO 55. Muutoshallinnan logi.

Järjestelmällisen muutoshallinnan avulla muutoksen vaikutukset saadaan arvioitua aina ylemmän tason vaatimukseen saakka. Tarvittaessa linkitysketjussa olevia dokumentteja ja vaatimuksia voidaan joutua neuvottelemaan uudestaan ja päivittämään. Linkitysketjussa voi olla myös useita rinnakkaisia dokumentteja, joita tässä esimerkissä ei ole. Myös nämä dokumentit ja niiden vaatimukset tulevat esiin vaikutusten arvioinnissa. Linkitysten ansiosta nähdään myöhemminkin mitä muutoksia on tullut eri vaatimuksille.

Työmaalla tehtävät muutokset arvioidaan työmaapäällikön johdolla. Tarvittaessa muutospyyntö voidaan lähettää järjestelmässä eri sidosryhmille kommentoitavaksi tai arvioitavaksi. Esimerkiksi välitavoitteen siirtoa voidaan käyttää kommentteilla hankintapäälliköllä ja selvittää onko tällä vaikutusta laitetoimituksiin. Lisäksi kaikki muutokset jäävät automaattisesti logiin, jolloin muutosten statusten seuranta onnistuu helposti ja projektin päätyttyä muutokset voidaan analysoida lessons learned- tilaisuudessa.

## 8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimus toteutettiin teema- ja syvähaastatteluina tyypillisistä vaatimusten hallinnan kipupisteistä. Kohteena ei ollut yksittäinen organisaatio ja sen toimintatavat, vaan haastateltaviksi valittiin henkilöt joilla oli pitkä kokemus eri organisaatioissa toimimisesta ja näkemys vaatimusten hallinnan puutteista yrityksestä riippumatta. Lisäksi haastateltavien taustat poikkesivat toisistaan toisen ollessa kaupallisella ja toisen teknisellä taustalla, jonka tarkoituksena oli saada eri näkökulmia samasta teemasta.

Litteroidusta aineistosta tehdyn analyysin perusteella oli tunnistettavissa kolme pääteemaa, jotka toistuivat koko projektin elinkaaren aikana:

1. Puutteellinen vaatimusten hallinta
2. Puutteellinen muutoshallinta
3. Puutteellinen kommunikointi ja tiedonkulku

Tutkimus suunnattiin öljyteollisuuden rakennusprojekteihin, mutta haastattelujen perusteella samat tulokset ovat yleistettävissä muihinkin teollisuuden aloihin Suomessa.

### 8.1 Puutteellinen vaatimusten hallinta

Järjestelmällistä vaatimusten hallintaa ei tehdä Suomalaisissa yrityksissä kun kyseessä on teollisuuden rakennusprojektit. Suunnittelun aikana heikkolaatuinen vaatimusten hallinta johtaa heikkolaatuisiin suunnitelmiin, jotka ovat myöhemmissä vaiheissa hankinnan ja toteutuksen haasteina.

Vaatimukset voidaan luokitella viiteen luokkaan; Hinnoittelu, Raportointi, Aikataulu, Laatu ja Laajuus. Koska Polarionissa vaatimukset luokitellaan erikseen määritelyihin nimiketyyppeihin, on tästä luokittelusta hyötyä lähinnä eri vaatimusten statuksien seurannassa. Luokittelut auttavat syntyvän tiedon

tarkastelussa ja arvioinnissa, mikäli tietyissä luokissa on erityisen paljon haasteita. Tätä tietoa voidaan käyttää myös lessons learned- tilaisuudessa.

Polarionilla dokumenteissa olevat vaatimukset muutetaan nimikkeiksi, jotka voivat olla yksittäisiä tai useiden vaatimusten nippuja. Nimikkeiden avulla vaatimukset voidaan linkittää ylemmän ja alemman tason vaatimuksiin. Kun testaus-aktiviteetit liitetään alimman tason vaatimuksiin, on koko vaatimusketju jäljitettävissä yksittäisestä testauksesta aina ylimmän tason pääsopimuksen vaatimuksiin saakka. Testauksella ja verifiointilla varmistetaan, että alirakoitsija on täyttänyt heille asetetut alimman tason vaatimukset. Ketjutuksen ansiosta voidaan varmistua että ylimmän tason pääsopimuksen vaatimukset pääurakoitsijalle täyttyvät. Verifiointia voidaan tehdä sekä tarjouspyyntövaiheen kuin toteutusvaiheen aikana.

## **8.2 Puutteellinen muutoshallinta**

Muutoshallinta koettiin puutteelliseksi koko projektin elinkaaren aikana, eivätkä muutosten alullepanijat ja mahdolliset korvausvelvolliset osapuolet ole tiedossa myöhemmissä vaiheissa. Myöskin muutosten vaikutusten arvioinnissa on parannettavaa, sillä myös helpoiksi koetuilla muutoksilla voi olla suuriakin vaikutuksia projektin laatuun, aikatauluun ja kustannuksiin. Muutoshallinnan koettiin olevan usein suu-sanallista, jolloin sovituista muutoksista ei jää dokumentaatiota.

Muutoshallinta tehdään omalla nimiketyypillä Polarionissa. Luotu muutosnimike linkitetään asiakirjan muutettuun vaatimukseen yksilöllisellä tunnisteella. Tällöin nähdään myös jälkeenpäin millä tavalla vaatimusta on muutettu ja kenen toimesta. Muutosta tehtäessä muutosten vaikutukset aikatauluun, laatuun ja kustannuksiin huomioidaan, ja nämä kirjataan ylös nimikkeelle. Koska muutoksille käytetään omaa nimiketyyppiä, luo Polarion järjestelmään automaattisesti muutoslogin, jossa kaikki muutokset ja niiden statukset näkyvät.

LiveDoc- dokumenttien ja vaatimusten linkittämisten ansiosta muutosten vaikutusten arviointi helpottuu. Muutoksen kohdistuessa vaatimukselle, nähdään

kyseisen vaatimuksen relaatiot muissa dokumenteissa oleviin vaatimuksiin, niin ylemmän tason kuin alemman tasonkin. Tämän vuoksi puunäkymässä nähdään välittömästi, mihin dokumentteihin, vaatimuksiin ja yrityksen osastoihin muutos tosiasiaassa vaikuttaa ja mahdollistaa eri vastuuhenkilöiden yhteistoiminnan. Tarvittaessa näitä dokumentteja voidaan muuttaa ja neuvotella uusiksi.

### **8.3 Puutteellinen kommunikointi ja tiedonkulku**

Puutteellinen kommunikointi ja tiedonkulku liittyy osittain muutoshallintaan, mutta myös saatavilla olevaan väärään tietoon sekä sähköpostiviestien hukkumiseen. Usein sopimuksen liitedokumentteja on useita rinnakaista versiota, jolloin riski väärän tiedon käyttämiseen kasvaa. Tärkeitä asioita hoidetaan myös sähköpostitse, jolloin sovitut asiat saattavat hukkua sähköpostin arkistoihin.

Kommunikointia ja järjestelmällistä tiedonkulkua varten suositellaan virallista RFI-prosessia, joka ei ole yleisesti Suomessa käytössä. RFI-prosessin ansiosta kysymyksistä, vastauksista, sekä tiedonannosta jää molemmille osapuolille jälki. Joissain tapauksissa aliurakoitsijan jättämä RFI saattaa muuttua muutokseksi, jolloin RFI linkitetään muutoksen nimikkeeseen. Tällöin koko ketju RFI:stä vaatimusten muutokseen on jäljitettävissä. Toteutuksen aikana RFI tehdään omalla nimiketyypillä, jonka vuoksi Polarion ylläpitää automaattisesti RFI-logia.

Tarjouspyyntövaiheen aikana aliurakoitsijalta voidaan edellyttää vaatimusten hyväksymistä, joka saadaan tehtyä roundtrip-dokumentilla. Halutut vaatimukset otetaan roundtrip-dokumenttina ulos järjestelmästä ja aliurakoitsijalta edellytetään vaatimusten hyväksyntää, hylkäystä tai RFI:tä. Hylätyt vaatimukset ja RFI:t kommunikoidaan samalla pohjalla tai urakkaneuvotteluissa, jolloin keskustelusta jää jälki myös Polarioniin. Tämä prosessi pakottaa aliurakoitsijan tutustumaan tarjouspyyntödokumentaatioon tarkemmin ennen vaatimuksen hyväksymistä, mikä säästää myös aikaa urakkaneuvotteluista. Urakkaneuvotteluihin varattu aika voidaan käyttää tehokkaammin epäselvistä asioista neuvotteluun ja käytännön asioista sopimiseen.

Polarionilla saadaan ratkaistua myös vanhan tiedon tahaton käyttäminen sekä toimiva versionhallinta. Järjestelmään ei tehdä rinnakkaisia dokumentteja, sillä versionhallinta on dokumentin sisäinen toiminto. Tällöin viimeisin tieto on aina ensin näkyvillä ja kaikilla määritellyillä henkilöillä ja osastoilla on siihen pääsy. Versiohistoriasta nähdään dokumentteihin tehtyjen muutosten tekijät sekä ajankohdat. Myös eri versioita ja niiden välisiä muutoksia voidaan verrata helposti.

Osa dokumenteista voidaan merkitä vertailukohtaksi, eli baselineksi. Tämä suositellaan tehtävän sopimusasiakirjoista tarjouspyyntö-, tarjous-, sopimus-, sekä toteutusvaiheen lopussa. Tällöin nähdään mitä ollaan sovittu kyseisissä projektin vaiheissa vertaamalla vertailukohtaan dokumenttia haluttuihin uudempiin tai vanhempiin versioihin.

## 9 POHDINTA JA JATKOTOIMENPITEET

Tutkimus ja haastattelut olivat haastavia, koska niitä ei kohdistettu mihinkään yksittäiseen organisaatioon ja sen toimintatapoihin. Tietyn organisaation toimintatapojen tutkiminen ja kehittäminen olisi ollut suoraviivaisempaa ja useita haastateltavia olisi löytynyt helpommin kohdeorganisaatiosta. Myös kysymykset olisi voitu kohdistaa tarkemmin juuri sen kyseisen prosessin epäkohtiin.

Toisaalta, koska haastattelut tehtiin yleisellä tasolla tyypillisistä haasteista, pakotti tämä kiinnittämään enemmän huomiota valittavien henkilöiden taustoihin, jotta tutkimus palvelisi opinnäytetyön tarkoitusta. Näiden lisäksi aiheen laajuus pakotti perehtymään lähdekirjallisuuteen laajemmin ja perusteellisesti, jotta ymmärrettäisiin haastatteluissa esiin tulevat asiat oikein ja osattaisiin kohdistaa seuraavat kysymykset. Aiheet olivat työkokemuksen kautta osittain tuttuja, mutta erityisesti vaatimusten ja sopimusten hallintaan perehdyttiin teorian tasolla hyvin paljon.

Tutkimuksessa esiin tulleet haasteet eivät tulleet tekijälle suurena yllätyksenä. Olen myös kamppaillut samojen haasteiden kanssa eri yrityksissä työskennellessä. Samat pääteemat ovat toistuneet yrityksestä toiseen, hieman muotoaan muuttaen. Näenkin näiden haasteiden olevan suurien projektien ominaisuuksia, enkä yrityksestä johtuvia haasteita. Yritykset voivat kuitenkin kiinnittää näihin teemoihin erityishuomiota, esimerkiksi tämän opinnäytetyön periaatteiden mukaisesti. Vaikka sellaista menetelmää on tuskin olemassa millä nämä haasteet voidaan täysin poistaa, olen kuitenkin varma, että näillä luoduilla periaatteilla haasteet ainakin vähentyvät huomattavasti.

Vaatimusten hallinnan onnistuminen opinnäytetyössä kuvatulla tavalla vaatii koko organisaation sitoutumista Polarionin prosessiin, aina suunnittelusta toteutusvaiheen loppuun. Vaatimukset tulee käsitellä ja linkittää toisiinsa heti projektin elinkaaren alusta saakka, jolloin opinnäytetyössä esitetyt periaatteet toimivat myöhemmissäkin projektin vaiheissa. Varsinkin suunnitteluvaiheen dokumentit tulee linkittää ylemmän tason vaatimukseen heti alusta saakka, sillä hankintavaiheessa työmaaorganisaatio linkittää omien urakkadokumenttiansa

vaatimukset niihin. Ilman suunnittelun onnistunutta linkitystä työmaan tekemä työ ei palvele projektin vaatimusten hallintaa. Tämä on erityisen tärkeää työselosteissa, joissa vaatimusten tulee linkittyä ylemmän tason vaatimuksiin. Tämä kaikki vaatii kohdeyritykseltä resursseja koulutuksiin suunnitteluosastolle, projektihallintaan, hankintaan sekä työmaaorganisaatioon, sillä ohjelmisto on erittäin laaja ja toimii uusilla periaatteilla joihin henkilöstö ei ole tottunut.

Alkuun Polarion saattaa vaikuttaa monimutkaiselta ja turhaa byrokratiaa lisäävältä työkalulta, mutta oikein käytettynä edut vaatimusten hallinnassa ovat kiistattomat. Tämä korostuu erityisesti monimutkaisissa ja laajoissa investointiprojekteissa joissa on paljon sidosryhmiä ja vaatimukset linkittyvät toisiinsa yli osastorajojen. Vaatimukset linkittyvät siis toisiinsa oli järjestelmä käytössä tai ei. Järjestelmän ansiosta nuo linkitysketjut saadaan konkreettisesti näkyviksi, mikä ei onnistu edes perinteisellä jäljitettävyysematriisilla tämän kokoluokan projekteissa.

Muutosten hallinnassa ja vaikutusten arvioinnissa Polarionin käytöstä ja sen ominaisuuksista on erityisen paljon hyötyä. Syy-seuraus- suhteet saadaan välittömästi näkyviin, mikäli taustatyö on tehty oikein aikaisemmissa vaiheissa. Muutoshallintaa ja vaikutusten arviointia tehneenä tiedostan itsekkin sen haasteet, jotka ovat linjassa tutkimustulosten kanssa. Syy-seuraus- suhteiden analysoinnissa linkitysketjut täytyy päätellä itse, joka johtaa helposti inhimillisiin virheisiin ja unohduksiin. Aina ei tule ajateltua tämänkin vaatimuksen liittyvän jonkin toisen asiakirjan vaatimukseen, mikä aiheuttaa seurauksia projektille.

Polarion ei kuitenkaan poista ihmisen vastuuta vaikutusten arvioinnista. Vaikka järjestelmä näyttää linkitysketjut ja syy-seuraus- suhteet, se ei arvioi muutosten konkreettisia vaikutuksia. Tämä on aina projektipäällikön vastuulla, joka voi teettää vaikutusten arvioinnin tarvittavilla sidosryhmillä. Järjestelmä ei myöskään poista oikean sidosryhmän tekemää virheellistä arviota, tästäkin on vastuussa viime kädessä projektipäällikkö. Polarion kuitenkin auttaa kohdistamaan vaikutusten arvioinnin oikeille sidosryhmille ja tallentamaan muutoksen tiedot vaatimukselle.



Välittömin hyöty Polarionin käyttöönotosta liittyy todennäköisesti kommunikoinnin ja tiedonkulun huomattavaan parantumiseen, joka oli myös yksi tutkimuksen päähaasteista. LiveDoc- dokumenttien ansiosta (käsiteltiin osiossa 7.1.1) viimeisin tieto on aina saatavilla, eikä rinnakkaisia ja vanhoja dokumentteja kierrä sähköpostista toiseen. Olen myös ollut useita kertoja tilanteessa, jossa kukaan ei tiedä varmasti mikä ja missä on viimeisin revisio dokumentista. Tällä saadaan vähintäänkin huomattavaa ajansäästöä, sillä uusimmat versiot löytyvät välittömästi järjestelmästä. Myös vanhat revisiot löytyvät helposti järjestelmästä ja eri revisioiden vertailu voidaan tehdä nopeasti. Erityisen hyödyllistä tämä on verrattaessa haluttujen baseline- dokumenttien (kuten tarjousvaiheen) sisältöä nykyisen revision sisältöön.

Toinen välitön hyöty liittyy historiatiedon tuottamiseen lessons learned-tilaisuuteen. Polarionin ansiosta tapahtumien todellinen kulku voidaan selvittää historiatiedoista ja linkitysten avulla. Näiden tietojen avulla voidaan luoda aitoja lessons learned caseja, jotka auttavat osaltaan luomaan toimivia käytäntöjä ja prosesseja jatkuvan parantamisen periaatteella. Myös erityisen paljon hankaluuksia tuottaneet vaatimukset, muutosten juurisyyt ja lukumäärät saadaan selville järjestelmästä, sekä läpimenoajat esimerkiksi muutosten käsittelyssä.

Mikäli järjestelmä otetaan yrityksessä käyttöön, muutosvastarintaan tulee varautua kuten kaikkien muutosten kanssa. Järjestelmä pitääkin ottaa käyttöön pienin askelin, osasto ja elinkaaren osa kerrallaan. Tällöin käyttäjäkokemuksia saadaan kerättyä pienemmältä ryhmältä ja parannuksia voidaan tehdä ennen laajempaa käyttöönottoa.

## **9.1 Jatkotoimenpiteet**

Polarionin osuutta on simuloitu luoduilla YSE 1998 sopimusdokumenteilla, pääsopimuksella sekä projektisuunnitelmalla pienessä mittakaavassa ja prosessi on todettu periaatteeltaan toimivaksi. Tulevaisuudessa näitä periaatteita ja käytäntöjä tuleekin testata oikeassa projektissa, toivottavasti tavoitteen mukaisesti palvelun muodossa ulkoiselle asiakkaalle. Tämä mahdollistaa prosessin kehittämistä toimivammaksi, sekä useiden muidenkin Polarionin

toiminnallisuuksien ja ominaisuuksien hyödyntämistä joita tämän opinnäytetyön laajuudessa ei ollut mahdollista esittää ja toteuttaa.

Näen kuitenkin tämän opinnäytetyön antavan tukevan pohjan vaatimusten hallinnan palvelulle, jota on viety nyt tyhjältä pöydältä askeleen konkreettisempaan suuntaan. Opinnäytetyö toimii myös hyvänä pohjana seuraaville päättötoille samasta aiheesta tai tiiviinä oppaana suunnittelusta, sopimusten hallinnasta ja vaatimusten hallinnasta Prohoc Oy:lle sekä muille asiasta kiinnostuneille henkilöille ja yrityksille. Vaikka opinnäytetyön punaisena lankana on öljyteollisuuden rakennusprojektit ja Polarionin osalta yksi teräsrakennearakka, voidaan näitä samoja periaatteita käyttää teollisuuden alasta ja urakasta riippumatta.

Suunnitteluvaihe on koko vaatimusten hallinnan osalta oleellinen prosessi. Koska se jätettiin laajuuden vuoksi pois opinnäytetyöstä, on tässä hyvä aihe joko YAMK-päättötyölle tai tekniikan alan gradulle. Työ voi olla tyyliltään Polarionin toiminnallisuuksia esittelevä kuten tämä työ, tai suoraan "step-by-step" käsikirja suunnittelun vaatimusten hallinnasta. Myös uusi lopputyö näistä samoista elinkaaren vaiheista voidaan tehdä esimerkiksi tarkempuna käsikirjana tai palvelun kaupallistamisen näkökulma edellä.

Myös alemmille tutkintotasoille, kuten tulevalle insinöörille tai kandidaatille, voidaan tästä työstä saada irrotettua oma aihe. Aihe voi olla suppeammin esimerkiksi valittujen YSE 1998- dokumenttipohjien tai RFI- ja muutosprosessien konfigurointi ja työkierron tarkempi luominen järjestelmään.

Näen että tämän opinnäytetyön lisäksi tällaiset lopputyöt palvelevat Prohoc Oy:n tavoitetta palvelun luomisesta.

## LÄHTEET

Baron, H. 2010. The Oil & Gas Engineering Guide. Paris: Editions Technip.

Builder-questions.com. Field Order. Luettu 20.9.2020. <https://www.builder-questions.com/construction-glossary/field-order/>

CIPS, 2013. Contract Management Guide. The Chartered Institute of Purchasing & Supply. [https://www.cips.org/documents/knowledge/procurement-topics-and-skills/10-developing-and-managing-contracts/t-and-cs-and-developing-of-contracts/knowledge\\_insight-contract\\_management\\_guide.pdf](https://www.cips.org/documents/knowledge/procurement-topics-and-skills/10-developing-and-managing-contracts/t-and-cs-and-developing-of-contracts/knowledge_insight-contract_management_guide.pdf)

Conradie, P.D.F., Fourie, C.J., Schoonwinkel. 2016. A risk and cost management analysis for changes during the construction phase of a project. [http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1021-20192016000400003](http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1021-20192016000400003)

Coventry, T. 2015. Requirements management – planning for success!: techniques to get it right when planning requirements. Paper presented at PMI® Global Congress 2015—EMEA, London, England. Newtown Square, PA: Project Management Institute. <https://www.pmi.org/learning/library/requirements-management-planning-for-success-9669>

Fleming, A., Yeoh, M., Motawa, I., Senarathe, S., Sun, M. 2006. A Change Management Toolkit for Construction Projects, Architectural Engineering and Design Management. [https://www.researchgate.net/publication/233590812\\_A\\_Change\\_Management\\_Toolkit\\_for\\_Construction\\_Projects](https://www.researchgate.net/publication/233590812_A_Change_Management_Toolkit_for_Construction_Projects)

Garima. 2019. Why Business and Functional Requirements are Vital for a Project's Success? Netsolutions.com. Luettu 12.9.2019. <https://www.netsolutions.com/insights/business-and-functional-requirements-what-is-the-difference-and-why-should-you-care/>

Hao, Q., Shen, W., Neelamkavil, J., Thomas, J. R. 2008. Change management in construction projects. [https://www.researchgate.net/publication/44092622\\_Change\\_management\\_in\\_construction\\_projects](https://www.researchgate.net/publication/44092622_Change_management_in_construction_projects)

Hirsjärvi, S., Hurme, H. 2009. Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. 1. Painos. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press 2008

Hooks, F. Ivy & Farry, A. Kristin. 2001. Customer Centered Products: Creating Successful Products Through Smart Requirements Management. 1. Painos. New York: AMACOM.

Hosie, J. 2007. Turnkey contracting under the FIDIC. Silver Book: What do owners want? What do they get? Mayer Brown. <https://fidic.org/sites/default/files/hosie06.pdf>

Junnonen, J-M. 2009. Sopimusten hallinta. 1. Painos. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.

Kamara, J.M., Anumba, C.J. ja Evbuomwan N.F.O. 2002. Capturing client requirements in construction projects. London.

Lahdenperä, P. 2013. Kulusta keskitietä etsimässä: hintakomponentit osana allianssitiimin valintamenettelyä. Espoo: VTT.  
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2013/T124.pdf>

Marone, O. 2000. Requirement traceability, a tool for quality results. Paper presented at Project Management Institute Annual Seminars & Symposium, Houston, TX. Pennsylvania: Project Management Institute.

Megginson. 2012. Stage Gate Project Management Process. <http://megginson-associates.com/news/stage-gate-project-management-process/>

Ojasalo, K., Moilanen, T., Ritalahti, J. 2018. Kehittämistyön menetelmät - Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. 3. Painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

O'Neal, n.d. Assessing Various Project Delivery Methods. Luettu 2.8.2019  
<http://www.onealinc.com/project-delivery-methods.php>

PMI. 2016a. Requirements Management. Newtown Square, PA: Project Management Institute. Vaatii käyttöoikeuden.  
<https://learning.oreilly.com/library/view/requirements-management-a/9781628251098/chapter01.xhtml>

PMI, 2016b. Construction Extension to the PMBOK Guide. Pennsylvania: Project Management Institute.

PMI, 2017. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide). 6. Painos. Pennsylvania: Project Management Institute.

Rajkumar, S. (2010). Art of communication in project management. Paper presented at PMI® Research Conference: Defining the Future of Project Management, Washington, DC. Pennsylvania: Project Management Institute.  
<https://www.pmi.org/learning/library/effective-communication-better-project-management-6480>

Ramos, D. 2020. How to Write and Respond to Construction RFIs Effectively.  
<https://www.smartsheet.com/content/construction-rfi-guide>

Siemens, 2020a. About us. Luettu 10.9.2020.  
<https://polarion.plm.automation.siemens.com/company/index>

Siemens, 2020b. Polarion LiveDoc™ Documents. Luettu 10.9.2020.  
<https://polarion.plm.automation.siemens.com/tutorials/polarion-livedoc-documents>

Siemens, 2020c. Project Basics (Part 2). Luettu 10.9.2020.  
<https://polarion.plm.automation.siemens.com/tutorials/project-basics-part-2>

Stakeholdermap.com. Change Management Process. Luettu 5.6.2019.  
<https://www.stakeholdermap.com/change/change-management-process.html>

Suomisanakirja. n.d. Sanan tyypillinen määritelmä. Luettu 20.8.2019.  
<https://www.suomisanakirja.fi/tyypillinen>

Tiula, M. 1995. Rakennusselostus ja työselostukset. Rakennustieto.fi.  
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010301.pdf>

Upadhuay, P. 2012. The Role of Verification and Validation in System Development Life Cycle. 1. julkaisu. India: School of Computers & Electronics, IPS Academy. <http://iosrjournals.org/iosr-ijce/papers/Vol5-issue1/D0511720.pdf>

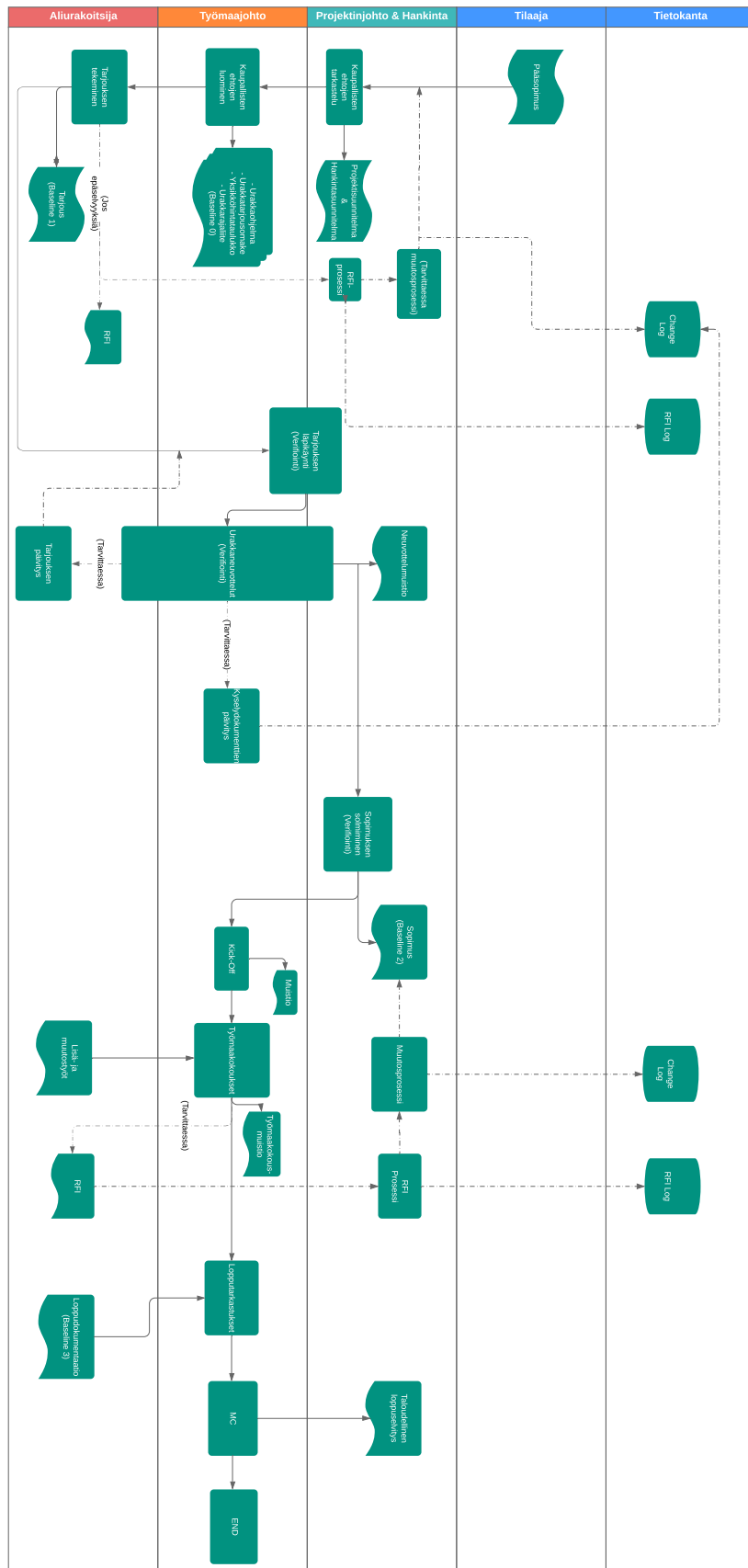
Viator, Matt. 2019. Change Directives can Force Contractors to Make Unwanted Changes. Luettu 14.9.2020. <https://www.levelset.com/blog/change-directives/>

WSDOT, 2014. Design manual.  
<https://www.wsdot.wa.gov/publications/manuals/fulltext/M22-01/1050.pdf>

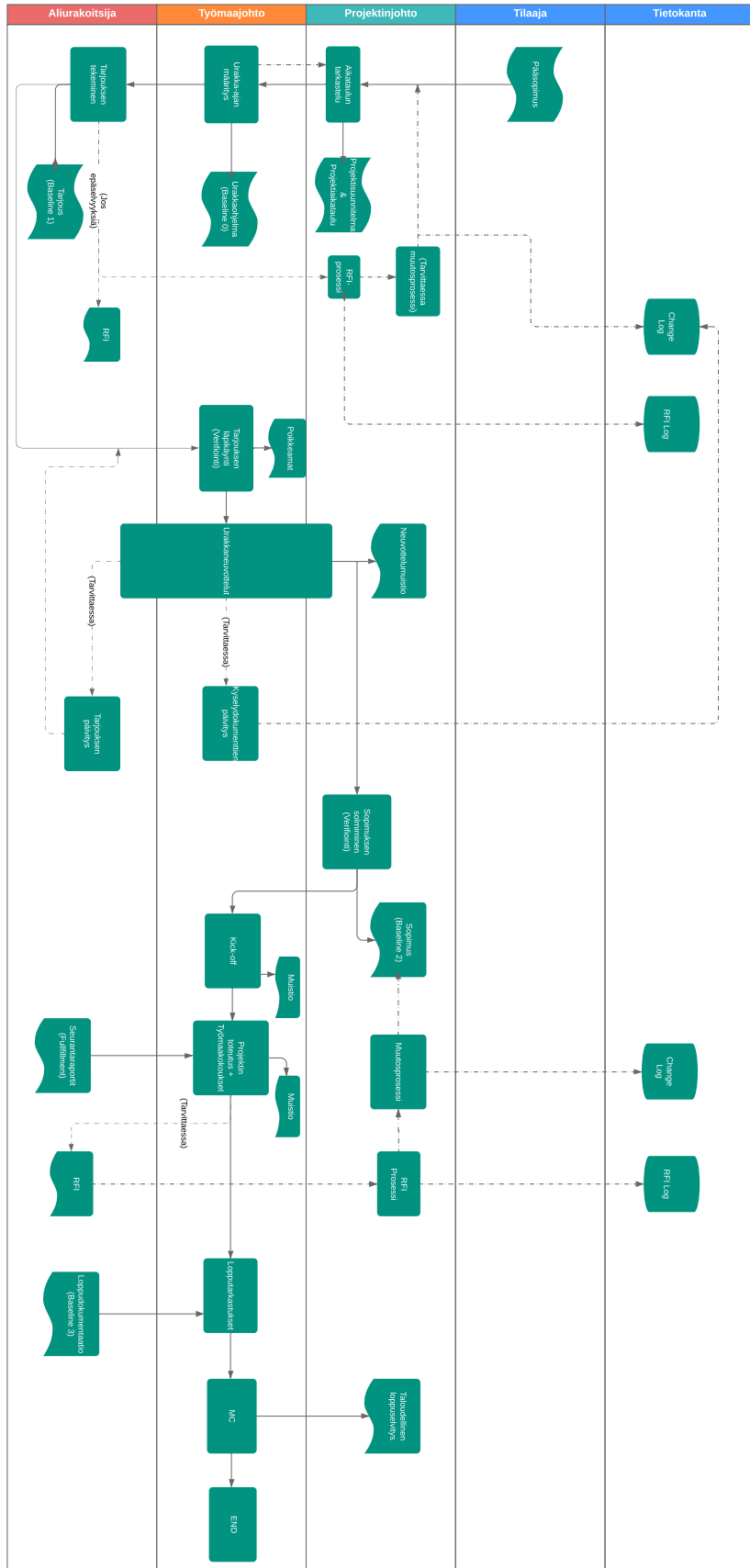
YSE 1998, 2016. Rakennusalan yleiset sopimusehdot. Vaatii käyttöoikeuden.  
<https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2016-10660>



Liite 2. Prosessikaavio. Kaupallinen: Hinnoittelu

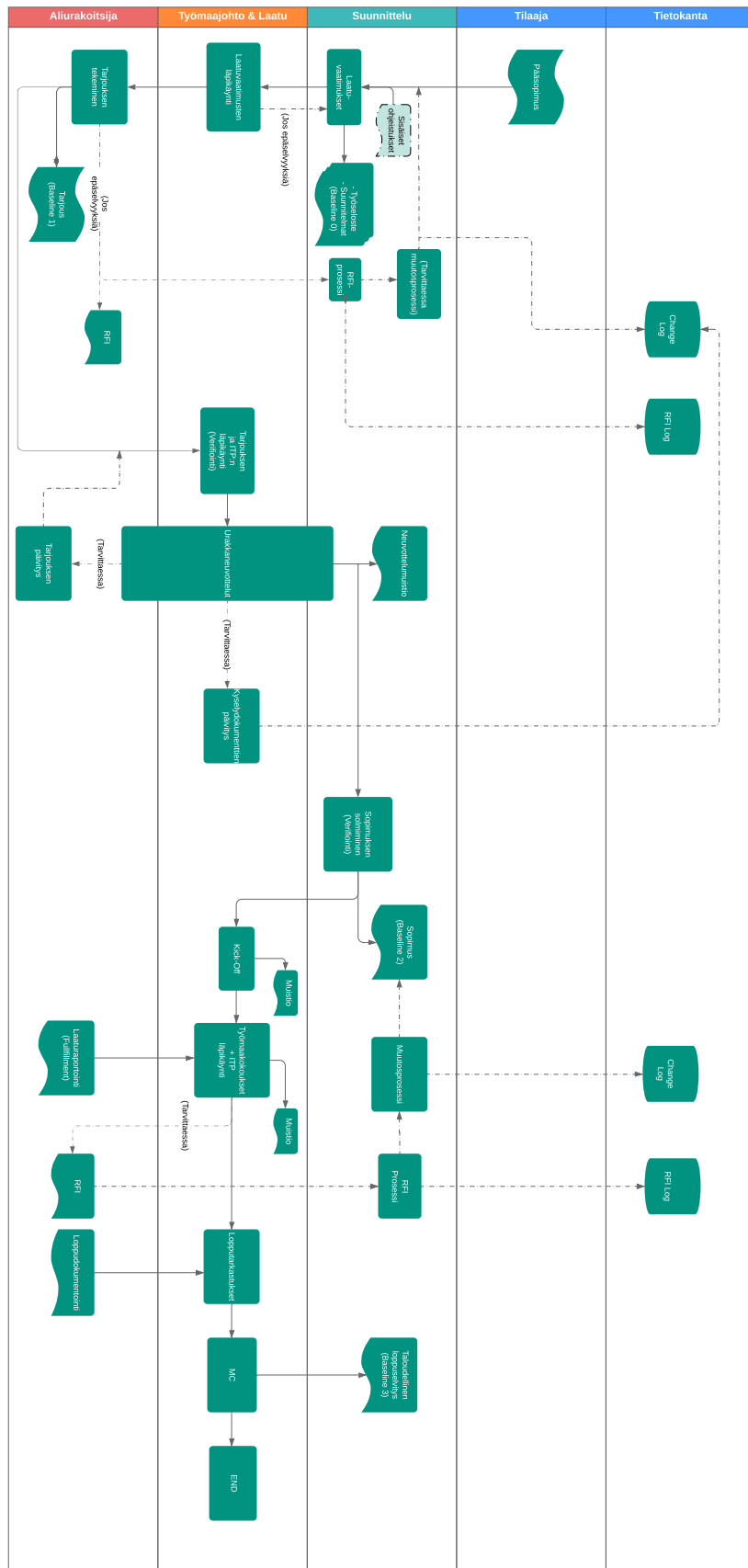


Liite 3. Prosessikaavio. Kaupallinen: Aikataulu

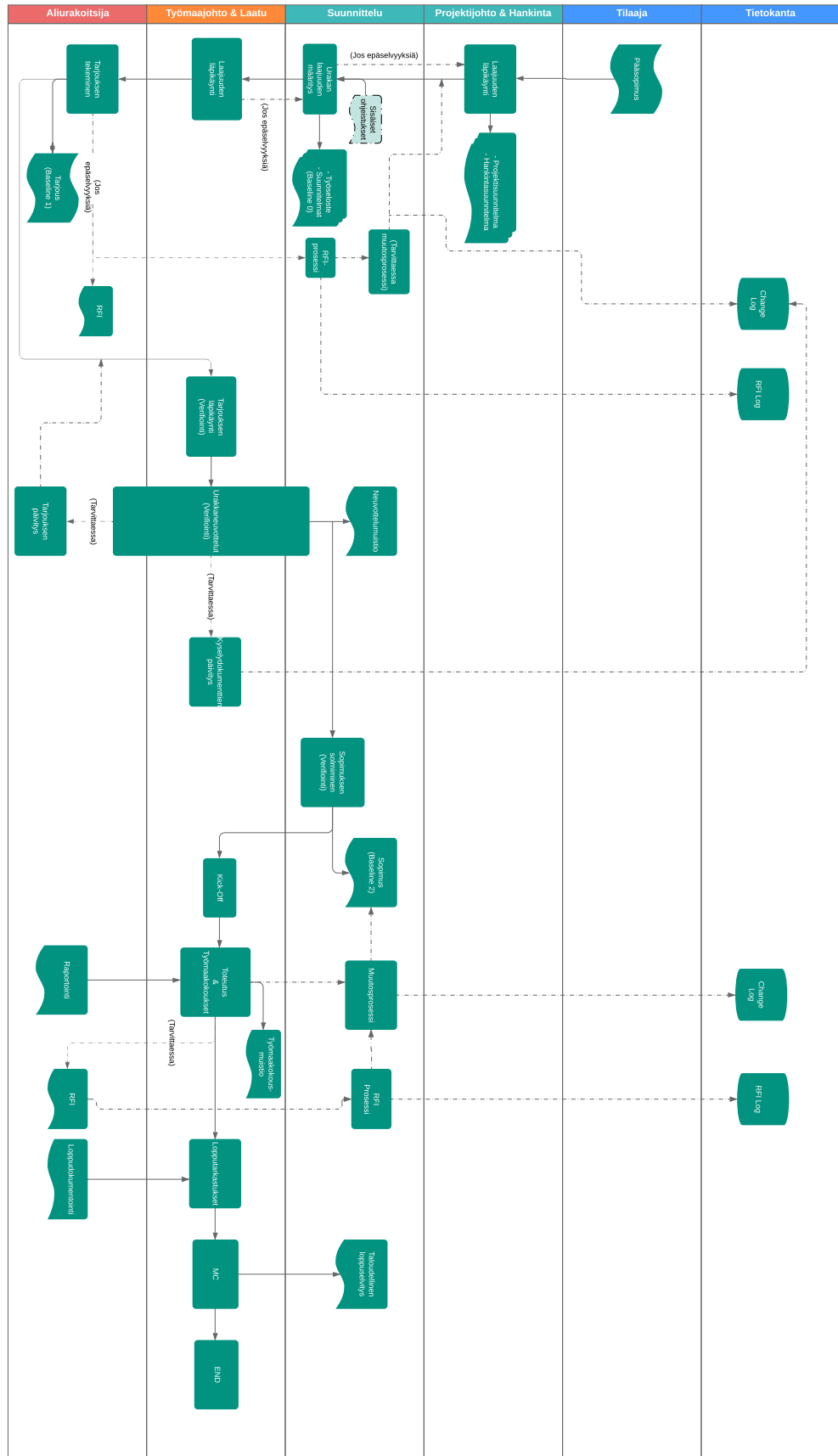




Liite 4. Prosessikaavio. Tekninen: Laatu



Liite 5. Prosessikaavio. Tekninen: Laajuus



## Liite 6. Haastattelukutsu ja -runko, Haastateltava A

1 (3)

1.4.2020 Ensimmäinen haastattelu, Haastateltava A

**Haastattelukutsu ja kysymysrunko**

Haastateltava näkyy julkaistavassa opinnäytetyössä anonyymina. Ainoat yksilöivät tiedot opinnäytetyössä ovat haastateltavan ammattiala sekä työkokemus alalta vuosissa.

Sukupuoli ei tule ilmi. Mikäli haastateltava käyttää esimerkkeinä yritysten tai ihmisten nimiä, näitä ei julkaista.

Haastattelu on vapaaehtoinen, vastikkeeton ja luottamuksellinen.

**Käsiteltävät vaiheet:**

Baseline 0-> 1: Tarjouspyyntö -> Tarjous (**kilpailutuksen aikana**)

Baseline 1-> 2: Tarjous -> Sopimus (**neuvottelun aikana**)

Baseline 2-> 3: Sopimus -> Valmistuminen (**toteutuksen aikana**)

Baseline 3-> 4: Valmistuminen -> V&V (**käyttöönoton aikana**)

**Rajaukset**

1. Käsitellään kaupalliset dokumentit (urakkaohjelma, sopimus) ja suunnitteludokumentit (piirustukset).
2. Haastattelu työmaan näkökulmasta; koskee vain urakointisopimuksia, EI laitehankintoja.
3. Teollisuuden alana Oil & Gas.

**Tutkimuskysymys nro:****1. Vaatimustenhallinnan kipupisteet työmaan urakkasopimusverkostoissa nykypäivänä** (painotus nykytilassa ja sen haasteissa)

- 1.1 Onko haaste nykyisin vai toimiiko hyvin? (Baseline 0 -> 4)
- 1.2 Millaisia ovat tyypilliset muutokset neljässä eri vaiheessa?
- 1.3 Mitkä ovat merkittävimmät haasteet? (Baseline 0->4)
- 1.4 Miten tyypillisesti toteutetaan nykyisin? (Baseline 0->4)
- 1.4 Miten muutosten vaikutukset huomioidaan tyypillisesti?

Jatkuu

## Liite 6. Haastattelukutsu ja -runko, Haastateltava A

2 (3)

1.4.2020 Ensimmäinen haastattelu, Haastateltava A

- 1.5 Mitä oleellista jää tyypillisesti huomioimatta?
- 1.6 Mitä seurauksia huonolla muutosten / vaatimusten hallinnalla on?
- 1.7 Onko muutokset jäljitettävissä?
- 1.8 Toimivatko samat periaatteet riippumatta siitä, missä vaiheessa muutos tulee (baseline 0->4)?
- 1.9 Millaisia vaatimuksia tilaajan ja päätoteuttajan välisessä sopimuksessa tyypillisesti on? Kaupalliset / tekniset.
- 2.0 Voidaanko vaatimukset luokitella Kamaran rakentamisen mallin mukaan:
- Tilaajan *liiketoiminnalliset vaatimukset* (aikataulu, kustannukset, output)
  - *Työmaan sijainnin* asettamat vaatimukset (maaperä jne.)
  - *Ympäristön* vaatimukset (naapurusto, ilmasto jne.)
  - *Sääntely* (työturvallisuuslaki, rakentaminen jne.)
  - *Suunnittelun* vaatimukset (käännetty kaikista edellisistä vaatimuksista, mm. basis of design)
  - *Toteutuksen* vaatimukset (tulee suunnittelun vaatimuksista)
- 2.0 Miten tyypillisesti varmistetaan siitä, että vaatimukset siirtyvät em. sopimuksesta päätoteuttajan aliurakointi verkostoon (civil, mek, sähköurakoitsijoille jne.)?

**2. Millainen on toimiva vaatimustenhallinnan prosessi?**

- 2.1 Mitä vaaditaan hyvältä vaatimustenhallinnan prosessilta?
- 2.2 Millainen prosessi on käytännössä?
- 2.3 Mikä on muutosten jäljitettävyyden rooli?
- 2.4 Mikä hyöty tästä prosessista seuraa?

Jatkuu

## Liite 6. Haastattelukutsu ja -runko, Haastateltava A

3 (3)

1.4.2020 Ensimmäinen haastattelu, Haastateltava A

**3. Miten vaatimustenhallinnan prosessi voidaan digitalisoida teollisuuden rakennusprojektissa?**

3.1 Tutkimuskysymyksen 2 toimiva prosessi; miten saadaan suurin hyöty tietotekniikasta?

## Liite 7. Haastattelukutsu ja -runko, Haastateltava B

1 (3)

11.4.2020

Opinnäytetyön nimi: Työmaan vaatimusten- ja sopimustenhallinta  
Tutkimuksen tekijä: Mikael Jutila  
Tutkimuksen tilaaja: Prohoc Oy  
Haastattelun aika ja paikka: Ti 12.4.2020  
Dokumentointi: Haastattelu nauhoitetaan sekä litteroidaan

Haastateltava näkyy julkaistavassa opinnäytetyössä anonyymina. Ainoat yksilöivät tiedot opinnäytetyössä ovat haastateltavan ammattiala sekä työkokemus alalta vuosissa. Sukupuoli ei tule ilmi. Mikäli haastateltava käyttää esimerkkeinä yritysten tai ihmisten nimiä, näitä ei julkaista.

Haastattelu on vapaaehtoinen, vastikkeeton ja luottamuksellinen.

Opinnäytetyön tutkimustavoitteet:

1. Teoreettinen tarkastelu vaatimusten hallinnasta teollisuuden rakennusprojekteissa.
2. **Selvittää vaatimustenhallinnan kipupisteet työmaan urakkasopimusverkostoissa nykypäivänä.**
3. Selvittää digitalisaation tarjoamat mahdollisuudet tehostaa vaatimusten hallintaa.
4. Luoda konkreettinen vaatimusten hallinnan tuote/palvelu ja kuvata työmaan urakkasopimusten (vaatimusten) hallinnan toimivat menetelmät.

Tässä haastattelussa keskitytään erityisesti tutkimustavoitteeseen numero 2 **urakkasopimusten** näkökulmasta. Lisäksi käsitellään tutkimustavoitetta numero 3, mikäli haastateltavalla on tähän näkemystä.

Tutkimus tehdään päätoteuttajan roolissa (EPC- toimitus), jolloin päätoteuttaja toimittaa tilaajalle tuotoksen oman urakkasopimusverkoston kautta (esim. mekaaninen-, sähkö-, ja rakennusaliurakoitsija). Alana erityisesti oil & gas projektit, mutta tähän käy myös yleispätevät, alasta riippumattomat puutteet.

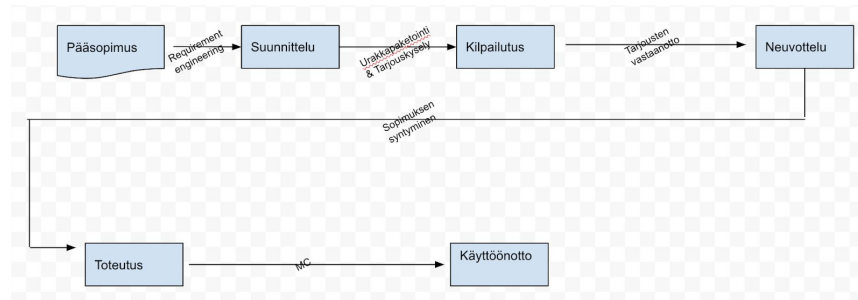
Jatkuu

## Liite 7. Haastattelukutsu ja -runko, Haastateltava B

2 (3)

11.4.2020

Haastattelun agendaa:



Tutkimuksessa on tunnistettu, että usein työmaan toteutusvaiheessa urakoiden kustannukset kasvavat suunnitellusta ja alkuperäisestä kauppahinnasta. Myöskään asiakas ei aina ole tyytyväinen toimitukseen laadultaan tai sisällöltään.

Kyseessä on teemahaastattelu, jolloin kysymysten järjestys saattaa muuttua, sekä listan ulkopuolisia tarkentavia tai uusia kysymyksiä saattaa syntyä haastattelun kulusta ja esille tulevista asioista riippuen. Tämän haastattelun ydinkohdat ovat kysymykset numero 3, 4 ja 5.

Alustavat kysymykset:

- Oletko tunnistanut em. tutkimuksen väitteet?
- Requirement engineering (pääsopimus ja suunnittelu): Mitä ovat tyypillisimmät puutteet/ongelmat? Mitä tässä vaiheessa voidaan tehdä toisin? Miten digitalisaatiota voidaan käyttää hyväksi ihannetapauksessa? Käydään läpi mikäli on näkemystä.
- Urakkapaketointi & Tarjoukset (suunnittelu ja kilpailutus): Mitä ovat tyypillisimmät puutteet/ongelmat? Mitä tässä vaiheessa voidaan tehdä toisin? Miten digitalisaatiota voidaan käyttää hyväksi ihannetapauksessa?**
- Tarjousten vastaanotto (kilpailutus ja neuvottelu). Mitä ovat tyypillisimmät puutteet/ongelmat? Mitä tässä vaiheessa voidaan tehdä toisin? Miten digitalisaatiota voidaan käyttää hyväksi ihannetapauksessa?**
- Sopimuksen syntyminen (neuvottelu ja toteutus). Mitä ovat tyypillisimmät puutteet/ongelmat? Mitä tässä vaiheessa voidaan tehdä toisin? Miten digitalisaatiota voidaan käyttää hyväksi ihannetapauksessa?**
- MC (toteutus ja käyttöönotto). Mitä ovat tyypillisimmät puutteet/ongelmat? Mitä tässä vaiheessa voidaan tehdä toisin? Miten digitalisaatiota voidaan käyttää hyväksi ihannetapauksessa? Käydään läpi mikäli on näkemystä.

Jatkuu

## Liite 7. Haastattelukutsu ja -runko, Haastateltava B

3 (3)

11.4.2020

7. Muuta mitä haastateltavalla tulee aiheesta mieleen jos asiaa ei käsitelty em. kohdissa.



## Liite 8. Opinnäytetyön alustava toteutusaikataulu

	AIKATAULU	KEHITTÄMISTYÖ	TOIMIJAT	MENETELMÄT	TUOTOS	
	2019 Elokuu	Aiheen valinta, toimeksiannon sopiminen	Prohoc Oy, Sami Myllyviita, Matti Manner	Palaverit	MoM's	S u n n i t t e l u
	2019 Syyskuu	"Taustatiedon hankinta" Alustava aiheen rajaaminen, alustavien tavoitteiden määrittäminen, teoriaan perehtyminen, lähteiden etsintä, aikataulun laadinta, lähestymistavan ja menetelmien valinta	Sami Myllyviita, ohjaaja	Palaverit, konstruktivinen tutkimus vai innovaatioiden tuottaminen?	Kehittämissuunnitelma, aikataulu, haastattelusuunnitelma	
	2019 Lokakuu	"Taustatiedon hankinta" Teoriaan perehtyminen, asiantuntijoiden haastattelut, materiaalin analysointi, tarkempi kehittämistehtävän määrittäminen ja rajaus	Asiantuntijat, Sami Myllyviita	Teemahaastattelu, aineiston luokittelu/tyypittely, palaverit		
	2019 Marraskuu	"Tietoperustan luominen" Haastattelumateriaalin analysointi, sisällysluettelon tekeminen, kehittämistehtävän määrittäminen ja rajaus	Minä, Sami Myllyviita	Litterointi, aineiston luokittelu/tyypittely, "oivalluttava - perinteinen" - mallin tietoperustan käyttö	Opinnäytetyön runko	
	2019 Joulukuu	Teoriaosuuden kirjoittaminen	Minä, Sami Myllyviita		Opinnäytetyön teoriaosuus	T o t e u t u s
	2020 Tammikuu	Teoriaosuuden kirjoittaminen	Minä, Sami Myllyviita		Opinnäytetyön teoriaosuus	
	2020 Helmikuu	Kehittämistehtävän kirjoittaminen (teksti)	Minä, Sami Myllyviita		Kehittämistehtävän tekstiosuus	
	2020 Maaliskuu	Kehittämistehtävän tekeminen (Polarion sovellus)	Minä, Sami Myllyviita		Kehittämistehtävän Polarionin osuus	
	2020 Huhtikuu	2vko Kehittämistehtävän tekeminen, 2 vko tauko (suurseisokki Porvoo)	Minä, Sami Myllyviita		Kehittämistehtävän Polarionin osuus	
	2020 Toukokuu	<b>TAUKO (suurseisokki Porvoo)</b>	-			A r v i o i n t i
	2020 Kesäkuu	Työn viimeistely, palautteen saaminen	Minä, Sami Myllyviita, ohjaaja		Viimeistely kehittämistehtävä	
	2020 Heinäkuu	Kehittämistyö valmis	Minä, Sami Myllyviita, ohjaaja		Valmis kehittämistehtävä	
	2020 Elokuu	Varakuukausi				