

# TYÖMAAINSINÖÖRIN TEHTÄVÄT INFRAHANKKEESSA



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK)

kevät 2022

Kimmo Soini

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK)

Tekijä Kimmo Soini

Työn nimi Työmaainsinöörin tehtävät infrahankkeessa

Ohjaaja Seppo Aalto

Tiivistelmä

Vuosi 2022

---

Opinnäytetyön tavoitteena on selkeyttää työmaainsinöörin tehtäväkuvaa infrahankkeissa sekä tutkia millainen merkitys tällä on erityisesti projektin kustannus, laatu ja aikatauluhallinnassa. Työn lopputuloksena on tehty ohje uudelle työmaainsinöörille, jota voidaan käyttää tämän perehdyttämisessä ja työohjeena. Merkittävimpinä lähteinä on käytetty Rakennustiedon aineistoa sekä työmaainsinöörin työkokemusta case-hankkeella. Rakennustieto tuottaa rakennusalan tietopalveluita ja julkaisee alan kirjallisuutta. Se tuottaa myös toimikunnissa rakennusalan yleisiä laatuvaatimuksia.

Ohjeessa uudelle työmaainsinöörille on esitettyä työmaainsinöörin merkittävimmät tehtävät infrahankkeen toteutusvaiheessa ja miten kyseiset tehtävät suoritetaan. Työmaainsinöörin merkittävimmät tehtävät on selvitetty tutkimalla ensin projektinhallintaa yleisesti Rakennustiedon aineiston pohjalta. Tämän jälkeen projektinhallintaa on tutkittu Destian sisällä, mistä on edelleen tarkennettu työmaainsinöörin tehtäviin. Projektinhallinnan tehtävistä on luotu vastuumatriisi, mistä työmaainsinöörin vastuulle kuuluvat tehtävät on viety ohjeeseen.

Työmaainsinööri työskentelee hankkeen toteutusvaiheessa ja hänen tehtävänä on avustaa työmaata ja projektitoimistoa. Työmaainsinöörin käyttö työmaalla antaa työnjohdolle enemmän aikaa keskittyä tuotannonohjaukseen, kun tämä huolehtii muun muassa projektin laatuaineistosta. Tämä tehostaa työmaan toimintaa ja edesauttaa tavoitteiden saavuttamista. Tällä varmistetaan myös, että aikataulu, laatu ja kustannus seurannalle varataan riittävästi aikaa ja resursseja. Myös tällä on positiivinen vaikutus projektin tulokseen, kun mahdolliset ongelmat voidaan havaita nopeasti ja niihin pystytään puuttumaan jo aikaisessa vaiheessa. Työmaainsinöörejä on hyödyllistä käyttää isoilla projekteille, missä projektinhallinta vaatii pientä työmaata enemmän resursseja. Työmaainsinöörin merkitys suurella projektilla korostuu ja tämän ammattitaidolla on vaikutus projektin tulokseen.

Avainsanat Työmaainsinööri, projektinhallinta, yhdyskuntatekniikka, infra

Sivut 35 sivua ja liitteitä 1 sivu

---

The aim of this thesis is to clarify a site engineer's tasks on infrastructure projects and to study the significance of this especially in project's cost, quality and schedule management. As a result of the work, an instruction has been made for a new site engineer, which can be used for introduction and as a work instruction. The most significant sources used are the data from Rakennustieto and the work experience of a site engineer on a case project. Rakennustieto provides information services in the construction industry and publishes literature in the field. It also produces general quality requirements for the construction industry in committees.

The instructions set out the most significant tasks of the site engineer during the implementation phase of the infrastructure project and how to perform those tasks. The most significant tasks of a site engineer have been gathered by first studying project management in general using Rakennustieto as a source. After that, project management has been studied within Destia and from this, it has been further specified for the tasks of site engineer. A responsibility matrix of the project management has been created, from which the tasks that are site engineer's responsibilities are taken into the instructions.

The site engineer works during the implementation phase of the project and is responsible for assisting the site and project office. The use of the site engineer on site gives the project management more time to focus on a production management when the site engineer takes care of, among other things, the quality of the project. This will increase the efficiency of the site and help achieve the goals. This will also ensure that sufficient time and resources are allocated to the schedule, quality and cost monitoring. This too can have a positive effect on the outcome of the project, as potential problems can be identified quickly and addressed at an early stage. It is effective to use site engineers on large projects where project management requires more resources than a small site. The importance of a site engineer in a large project is emphasized and his or her professionalism has an impact on the outcome of the project.

Keywords Site engineer, project management, civil engineering, infrastructure

Pages 35 pages and appendices 1 page

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Rakennushankkeen projektinhallinnan osaamisalueet työmaainsinöörin tehtävissä.....	1
2.1	Projektin ajallinen suunnittelu ja hallinta .....	2
2.2	Kustannusten suunnittelu ja hallinta .....	3
2.3	Laadun suunnittelu ja hallinta .....	4
2.4	Resurssien ja hankinnan suunnittelu ja hallinta .....	4
2.5	Tehtäväsuunnittelu ja tuotannonohjaus.....	4
3	Projektsuunnitelma rakennustyömaan tuotannon suunnittelussa ja ohjauksessa.....	5
3.1	Työmaan organisaatio.....	5
3.2	Kokouskäytännöt .....	6
3.3	Työmaan viestintä.....	7
3.4	Toiminnan dokumentointi.....	7
3.5	Riskien hallinta.....	7
3.6	Laadun suunnittelu .....	8
3.7	Laadunohjauksen kokoukset .....	8
3.8	Aikataulusuunnittelu.....	9
3.9	Hankinnan suunnittelu ja toteutus .....	9
3.10	Kustannusohjaus, -valvonta ja -ennustaminen .....	10
3.11	Turvallisuus-, ympäristö- ja aluesuunnittelu.....	10
4	Työmaainsinöörin rooli Destian projektinhallinnassa, tuotannosuunnittelussa ja -ohjauksessa.....	11
4.1	Case-hanke .....	12
4.2	Projektiin perehdyttäminen .....	13
4.3	Työturvallisuus.....	15
4.4	Ajallinen hallinta .....	16
4.5	Kustannuseuranta, laskutus ja projektin talouden ennustaminen.....	16
4.6	Laadun seuranta ja koneautomaatio .....	17
4.7	Resurssit, hankinta ja töiden yhteensovittaminen .....	19
4.8	Tehtäväsuunnittelu .....	21

4.9	Määräseuranta .....	22
4.10	Projektin dokumenttien arkistointi ja urakanluovutus.....	22
5	Työmaainsinöörin tehtävien kehittäminen .....	23
5.1	Vastuumatriisi.....	24
5.2	Työmaainsinöörin tehtävät infrahankkeen toteutusvaiheessa.....	25
5.2.1	Yleisaikataulu.....	25
5.2.2	Kolmeviikkoisaikataulu .....	26
5.2.3	Projektin talouden ennustaminen.....	27
5.2.4	Tilaajan laskuttaminen.....	28
5.2.5	Sopimusten valmistelu ja hankinta.....	29
5.2.6	Tehtäväsuunnittelu.....	29
5.2.7	Laadun seuranta ja dokumentointi .....	30
5.2.8	Perehdyttäminen ja kulunvalvonta .....	31
5.2.9	Turvallisuusmittareiden seuranta .....	32
5.3	Työmaainsinöörin tehtävien vaikutus ja toiminnan kehittäminen .....	33
5.3.1	Työmaainsinöörin vaikutus projektin luovutusprosessille .....	34
6	Päätelmät.....	34
6.1	Työn lopputulos ja tulosten käyttöönotto .....	35
	Lähteet .....	36

## **Liitteet**

Liite 1	Case-hankkeen vastuumatriisi
---------	------------------------------

## 1 Johdanto

Opinnäytetyö käsittelee työmaainsinöörin tehtäviä ja sen vaikutusta infrahankkeessa.

Työmaainsinöörin tehtävänä on avustaa muuta projektihenkilöstöä projektinhallinnassa ja tuotannonohjauksessa. Kyseisiä tehtäviä käsitellään käyttämällä lähteinä projektinhallinnan kirjallisuutta sekä Destian toimintamalleja ja omaa työkokemusta työmaainsinöörin tehtävistä.

Työssä käsitellään rakennushankkeen projektinhallintaa ja tuotannonohjausta käyttämällä lähteinä rakennusalan kirjallisuutta. Myöhemmin työssä syvennyttään tarkemmin case-hankkeen projektinhallinnan sekä tuotannonohjauksen ja suunnittelun kokonaiskuvaan. Lisäksi esitellään tarkemmin työmaainsinöörin työtehtävät case-hankkeella ja niiden vaikutukset projektille. Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä ohje uudelle työmaainsinöörille käyttämällä omaa työkokemusta case-hankkeen työmaainsinöörin tehtävistä. Ohjeeseen on valittu työmaainsinöörin tärkeimmät tehtävät käyttämällä hyväksi projektinhallinnan vastuumatriisia. Vastuumatriisiin on koottu kaikki projektinhallinnan tehtävät käyttämällä lähteenä Rakennustiedon aineistoa ja Case-hanketta. Vastuumatriisista on poimittu erityisesti työmaainsinöörin tehtävät ja niistä on tehty ohje, missä on selostettu, miten tehtävä voidaan konkreettisesti tehdä. Opinnäytetyön tuotosta voidaan käyttää työmaainsinöörin toimenkuvan määrittelyssä ja työmaainsinöörin tehtäviin perehdyttämisessä.

## 2 Rakennushankkeen projektinhallinnan osaamisalueet työmaainsinöörin tehtävissä

Projekteille ominaista on sen ainutlaatuisuus ja toiminnan väliaikaisuus, siksi projektin haasteita on vaikea ennakoida etukäteen. Rakennushankkeen projektinhallinta on keskeisessä osassa haasteiden hallitsemiseen ja hankkeelle asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Projektinhallinnan työkaluina käytetään aikatauluja, tarkastuslomakkeita, kokouksia ja sovelluksia. (Ratu KI-6031, 2017, s. 6)

PMBOK-oppaan (Project Management Body of Knowledge) mukaan projektinhallinnan osaamisalueet ovat:

- kokonaisuuden hallinta
- laajuuden hallinta
- ajallinen hallinta
- kustannusten hallinta
- laadunhallinta
- henkilöstöjohtaminen
- viestinnän hallinta
- riskien hallinta
- hankintojen hallinta.

Lisäksi rakennusprosessissa tarvittavat osaamisalueet ovat:

- turvallisuuden hallinta
- ympäristöjohtaminen
- korvausvaatimusten hallinta
- taloudellinen hallinta. (Ratu KI-6031, 2017, s. 12)

Projektinhallinta on kaikkien edellä mainittujen osaamisalueiden hyödyntämistä projektin eri vaiheissa (Ratu KI-6031, 2017, s. 11). Aikataulu-, kustannus-, ja laadun suunnittelu vaikuttavat vahvasti toisiinsa, mikä takaa projektin kokonaisuuden hallinta ja hyvä työsuunnittelu on tärkeää (Ratu KI-6031, 2017, s. 103). Työmaainsinöörin tärkein tehtävä on huolehtia aikataulu-, kustannus- ja laadun suunnittelusta sekä edellä mainittujen hallinnasta.

## **2.1 Projektin ajallinen suunnittelu ja hallinta**

Projektin aikataulusuunnittelussa selvitetään työvaiheet sekä niiden ajoitus ja järjestys. Tehtävän aikataulutus alkaa sen laajuuden määrittämisellä, jonka mukaan tehtävään

mitoitetaan oikea määrä resursseja määritellyssä aikataulussa pysymiseksi. Resurssien mitoituksessa on huomioitava, että niitä ei olisi liian vähän, mutta toisaalta ei myöskään liikaa. Lisäksi aikataulutuksessa otetaan huomioon työmaan tahdistavat työvaiheet ja mahdolliset riskit. Aikataulun riskejä ovat kaikkien tehtävien mukaan ottaminen, toimitusaikojen huomioon ottaminen, materiaalin saatavuus, kesto- ja työmääräarviot sekä työmenetelmien uutuus. Aikataulutietoja käytetään työnkustannusten arvioimisessa ja seurannassa. (Ratu KI-6031, 2017, ss. 78–87 ja s. 103)

Aikataulu koostuu useista pienemmistä kokonaisuuksista, eli tehtävistä. Jotta aikataulu voidaan koostaa, tulee näille mitoittaa työryhmät. Työryhmä mitoitetaan siten, että aikataulutavoitteeseen voidaan päästä. Lähtötietona käytetään menekki- ja määrätietoja. (Ratu KI-6031, 2017, s. 103).

## **2.2 Kustannusten suunnittelu ja hallinta**

Rakennushankkeessa aikataulu, laatu ja kustannukset muodostavat kokonaisuuden, joka pyritään pitämään tasapainossa. Kustannushallinta perustuu usein tavoitejohtamiseen. Tavoitejohtamisessa hankkeelle asetetaan kustannustavoite, mikä perustuu asiakkaan tavoitteisiin, kuten laajuuteen ja laatuun. Kustannusten hallinnassa analysoidaan ja hallitaan osapuolten päätöksistä syntyviä kustannuksia koko projektin aikana. (Ratu KI-6033, 2018, s. 6). Projektin kustannustavoitteen arvioimiseen voidaan hyödyntää aikataulusuunnittelusta saatuja tietoja vertailemalle työkustannuksia ja aikataulutavoitetta (Ratu KI-6031, 2017, s. 103).

Kustannushallinnan toteutusvaiheen aikana täytyy olla jatkuvaa ja systemaattista, vaikka kustannuksista olisi jo sovittu ennen projektin toteutusvaiheen alkua. Suurin osa projektin kustannuksista toteutuu rakennusvaiheessa, minkä vuoksi suunnitellut kustannukset ylittyvät, jos hyvää projektinhallintaa ei käytetä (Ratu KI-6033, 2018, s. 7).

### **2.3 Laadun suunnittelu ja hallinta**

Projektin laadunhallinta koostuu laadun suunnittelusta, -varmistuksesta ja -valvonnasta. Ennen projektin aloittamista, sille tehdään laadunohjaussuunnitelma, missä esitetään, miten sen tuotanto toteutetaan laadukkaasti ja mitkä ovat osapuolien toimet, jotta laatutavoitteet saavutetaan. Projektin laadunvarmistustehtävät voidaan esittää laadunvarmistusmatriisissa. Laadun varmistaminen tehtävätasolla voidaan suorittaa tekemällä jokaiselle tehtävälle oma tehtäväsuunnitelma. Suunnitelmassa käy ilmi, miten tehtävä voidaan suorittaa laadullisesti ja mitkä ovat sen laatuvaatimukset. Suunnitelma käydään läpi työntekijöiden kanssa ennen työtehtävän aloittamista. Rakennuttajalla on omat laatuvaatimuksensa, jotka tulee täyttää. Nämä vaatimukset ovat esitetty sopimusasiakirjoissa. Työmailta saatua tietoa hyödynnetään toteutusvaiheessa hankkeen laadun parantamiseksi. Samalla voidaan kerätä myös tietoa yrityksen laatujärjestelmään. (S-1229, 2011, s. 7)

### **2.4 Resurssien ja hankinnan suunnittelu ja hallinta**

Projektijohto hallitsee resursseja, kuten työvoimaa, materiaalia ja rahaa. Resursseja hallitaan siten, että projekti pääsee tavoiteltuun aikatauluun, budjettiin ja laatuun sekä projekti on toteutettu suunnittelun sisältöisenä. (Ratu KI-6031, 2017, s. 6)

Työnsuunnittelussa otetaan huomioon käytettävissä olevat resurssit, jotka tahdistetaan siten, että työ voitaisiin suorittaa mahdollisimman tehokkaasti. Tahdistuksessa pyritään resurssit mitoittamaan siten, että toisistaan riippuvaiset työvaiheet kulkisivat samaa tahtia. (Ratu KI-6031, 2017, s. 141)

### **2.5 Tehtäväsuunnittelu ja tuotannonohjaus**

Tuotannonohjaus muodostuu ennakoivasta ja korjaavasta ohjauksesta. Ennakoinnilla tarkoitetaan mahdollisten tulevien ongelmien selvittämistä, niihin varautumista ja niiden estämistä. Tehtäväsuunnittelu on osa ennakoivaa tuotannonohjausta. Suunnitelmissa huomioidaan mahdolliset häiriöt, ja tehtävät suunnitellaan sietämään niitä pelivarojen ja

vara työkohteiden avulla. Suunnitelmien avulla varmistetaan tehtävien aloitusedellytykset ja ylläpidetään toiminnan häiriötön kulku. (Ratu KI-6031, 2017, ss. 100–104)

Tehtäväsuunnitelmat tehdään jokaiselle aikataulutehtävälle. Näin varmistetaan, että tehtävien aloitusedellytykset ovat kunnossa ja tehtävä voidaan suorittaa tavoitebudjetin mukaisesti sekä aikataulussa ja laatutavoitteissa. Tehtäväsuunnitelman tarkoituksena on toimia ohjeena työmaan johdolle työn valvontaan, ohjaukseen ja johtamiseen.

Tehtäväsuunnittelussa tarkennetaan yleiset suunnitelmat koskemaan tiettyä tehtävää ja selvitetään sen sisältö, riskit, aloitusedellytykset, työmenekki, kustannukset, aikataulu ja laatu. Näitä verrataan projektin tavoitteisiin ja mahdolliset poikkeamat pyritään korjaamaan. (Ratu KI-6031, 2017, ss. 100–104)

### **3 Projektisuunnitelma rakennustyömaan tuotannon suunnittelussa ja ohjauksessa**

Rakennushankkeelle tehdään projektisuunnitelma, mikä määrittelee miten työmaan tuotannon suunnittelu ja ohjaus toteutetaan soveltaen yrityksen omia menettelytapoja. Suunnitelma huomioi myös kohteen erityispiirteet ja riskit. Suunnitelman tarkoituksena on auttaa työmaan työnjohtoa tavoitteiden saavuttamiseksi ja täsmentää yrityksen toimintamallit työmaakohtaiseksi menettelyksi. (S-1229, 2011, s. 1)

#### **3.1 Työmaan organisaatio**

Työmaan organisaatiosta tehdään luettelo, mistä selviää henkilöiden nimi, puhelinnumero, titteli, pätevyys, vastuualue ja varahenkilö. Vastuualueita voidaan tarvittaessa tarkentaa vielä taulukolla, josta selviää selkeästi jokaisen tehtävä. Työmaata johtaa nimetty henkilö, kuten työmaapäällikkö. Muita vastuunalaisia henkilöitä ovat yleisjohto, toiminnan yhteensovittamisesta vastaavat ja siisteydestä vastaavat henkilöt. Myös ali- ja sivu-urakoitsijoilla on oltava työnjohto tehtäviin nimetty henkilö. Työnjohtajia tarvitaan työmaalle riittävä määrä, jotta he pystyvät suoriutumaan tehtävistään, huomioiden myös heidän henkilökohtainen osaamisensa. Yleisjohdon lisäksi saatetaan tarvita oma työn johto johonkin tietyn erikoisalan työtehtävään kuten sillan rakentamiseen. (S-1229, 2011, s. 1)

### 3.2 Kokouskäytännöt

Työmaan tavoitteisiin pääsemiseksi pidetään työmaalla useita erilaisia kokouksia, joissa yhdessä eri osapuolet päättävät työmaan asioista. Kokouksista tehdään aina pöytäkirja ja palavereista usein muistio. Pöytäkirja on muistiota virallisempi dokumentti ja pätevyysjärjestyksessä korkeammalla. Kokouksiin ja palaverihin valitaan puheenjohtaja ja sihteeri, jotka ovat yleensä koollekutsujan palveluksessa. Työmaan aloituspalaveriin osallistuu päätoteuttajan henkilöstöstä usein työmaapäällikkö (vastaava työnjohtaja), kustannuslaskija ja hankinnoista vastaava sekä mahdollisesti työmaainsinööri ja työnjohtaja. Sovittaessa rakennuttaja osallistuu myös palaveriin tai vaihtoehtoisesti voidaan pitää erillinen työmaakokous. Aloituspalaverin tarkoituksena on käydä läpi kaikki työmaahan liittyvät asiat, kuten suunnitelmatilanne, tavoitteet, kustannuslaskennan perusteet, hankinnat ja viranomaisilmoitukset. Mikäli rakennuttaja osallistuu palaveriin, käydään läpi myös kaikki rakennuttajan kanssa sovittavat asiat. Palaverista tehdään muistio, mihin kirjataan sovitut asiat, niiden vastuuhenkilöt ja sovittujen asioiden takaraja.

Projektisuunnitelmassa esitetään mitä kokouksia pidetään ja kuinka usein. Näitä kokouksia ovat työmaakokoukset, urakoitsijakokoukset ja viikkopalaverit. Työmaakokouksiin osallistuvat rakennuttajan edustaja ja päätoteuttajan vastaava työnjohtaja sekä mahdollisesti heidän konsulttejansa, asiantuntijoita ja työnjohtoa. Ennen työmaakokousta päätoteuttaja laatii raportin työmaan tilanteesta sekä tehdään asialista.

Urakoitsijakokouksissa päätoteuttaja käy ali- ja sivu-urakoitsijoiden kanssa läpi työmaan tilanteen ja suunnittelee töiden yhteensovittamisen ja aikataulun. Urakoitsijat sitoutetaan osallistumaan kokouksiin sopimusta tehdessä. Viikkopalavereissa työmaasta vastaavat henkilöt käyvät työmaan tilanteen läpi, tekevät aikataulusuunnittelua ja sovittavat eri työt yhteen. Myös viikkopalaverihin voidaan kutsua aliurakoitsijoiden työnjohtoa. Aliurakan aloituspalaveriin osallistuvat päätoteuttaja sekä aliurakoitsijan työnjohto ja työntekijät. Palaverissa käydään läpi urakan laatuvaatimukset, aikataulu, sisältö, urakkarajat ja erityispiirteet. Lisäksi käydään läpi työmaan käytännöt kuten työturvallisuus, työskentelyajat ja kokouskäytännöt. (S-1229, 2011, ss. 3–4)

### 3.3 Työmaan viestintä

Päätoteuttaja laatii työmaalle viestintäsuunnitelman missä selvitetään, miten sisäinen ja ulkoinen viestintä hoidetaan ja keiden vastuulla viestintä on. Työmaan sisäistä viestintää ovat erilaiset kokoukset, palaverit, perehdytykset ja aikataulut. Aliurakoitsijoille voidaan laatia työmaan viestinnän ohje, missä kerrotaan työmaaorganisaation yhteystiedot ja heidän toimenkuvansa, työturvallisuusohjeet, toiminta tapaturmatilanteissa, aluesuunnitelma ja työvaihe aikataulu. Ulkopuolisessa viestinnässä noudatetaan yrityksen ja viestinnästä vastaavan ohjeita. Kolmansien osapuolien kanssa käytävässä viestinnässä, kuten väliaikaisten liikennejärjestelyiden ilmoittamisesta tienkäyttäjille ja viranomaisille voidaan sopia rakennuttajan kanssa, huomioiden myös väyläviraston ohjeet. (S-1229, 2011, s. 4)

### 3.4 Toiminnan dokumentointi

Työmaan dokumentointiin kuuluu mm. aikataulut, laatu, työmaapäiväkirjat, pöytäkirjat, muistiot, turvallisuusmittaukset, suunnitelmat, tarkastusasiakirjat, toteumat, tehdyt työt, työtavat ja urakoitsijoiden lakisääteisten velvoitteiden toteutuminen. Dokumentit kootaan projektipankkiin ja niistä muodostetaan loppuaineisto, mikä luovutetaan rakennuttajalle. Dokumentoinnissa on huomioitava mahdolliset pidempiaikaiset arkistointivaatimukset. Kaikki käytetty materiaalit ja työtavat on dokumentoitava mahdollisia tulevia huolto ja korjaustöitä varten. Dokumentoinnin toteutumisesta huolehtii vastaava työnjohtaja (S-1229, 2011, s. 5)

### 3.5 Riskien hallinta

Hankkeen toteuttamisen yksilöllisistä riskeistä tehdään ennen töiden aloitusta riskianalyysi, missä selvitetään hankkeen merkittävät riskit ja keinot, miten ne voidaan välttää. Riskianalyysin tekemiseen osallistuu ryhmä, jossa on riittävästi toiminnan eri osa-alueiden tuntemusta ja riskien arvioinnin osaamista. Analyysin teossa on tärkeää arvioida riskien vakavuus ja todennäköisyys, jotta voidaan keskittyä erityisesti isoimpien riskien estämiseen. Vastaava työnjohtaja varmistaa vielä ennen töiden aloitusta, että riskit on selvitetty ja niiden estämiseksi on tehty tarvittavat toimenpiteet. Työn edetessä työnjohto seuraa riskejä ja

tarvittaessa päivittää riskianalyysiä. Mahdollisia riskejä etsitään suunnitelmista, sopimuksista ja aikataulusta. (S-1229, 2011, s. 6)

### **3.6 Laadun suunnittelu**

Projektisuunnitelman laadunohjauksessa käsitellään työmaan toimet, jotta päästään laadukkaaseen lopputulokseen. Laadunvarmistuksen tehtävät voidaan esittää laadunvarmistusmatriisissa. Tehtäväsuunnittelua käytetään laadunvarmistuksen apuna. Merkittävistä tehtävistä laaditaan työ- ja laatusuunnitelma, missä avataan työhön kuuluvat työvaiheet, työturvallisuus, laatuvaatimukset ja laadunvarmistusmittaukset. Suunnittelun tavoitteena on tuottaa tehokkaasti suunnitelmien mukaista laatua. Suunnitelma käydään läpi työvaiheen aloituspalaverissa työntekijöiden kanssa. Laadunvarmistusmatriisiin kootaan kaikki työvaiheet, jotka tarvitsevat erityishuomiota esimerkiksi merkittävyytensä tai suurien riskien vuoksi. Kokoamisessa otetaan huomioon rakennusvalvonnan ja sopimusasiakirjojen vaatimukset sekä riskianalyysin tulokset. Laadunvarmistusmatriisi on taulukko, mihin kirjataan työvaiheet, milloin niiden aloitus- ja palautepalaverit on pidetty sekä onko tehtäväsuunnitelma, mallityö ja tarkastukset suoritettu. (S-1229, 2011, ss. 7–8)

### **3.7 Laadunohjauksen kokoukset**

Rakennushankkeeseen ryhtyvä kutsuu koolle rakennusvalvonnan aloituskokouksen ennen töiden aloittamista. Kokouksessa on läsnä ainakin rakennushankkeeseen ryhtyvä, pääsuunnittelija ja vastaava työnjohtaja. Kokouksessa todetaan rakennushankkeeseen ryhtyvälle kuuluvat velvoitteet, projektin keskeiset osapuolet, rakennusvaiheiden vastuuhenkilöt, työvaiheiden tarkastuksia suorittavat henkilöt ja muut huomioitavat asiat laadun huolehtimiseksi. (S-1229, 2011, s. 7)

Aliurakan aloituspalaveri pidetään ennen kuin urakoitsija aloittaa työt. Palaverissa välitetään työntekijöille laatuvaatimukset ja yhdessä suunnitellaan miten niihin päästään. Palaverissa käydään läpi tehtävän riskit, aikataulu, liittyvät työt, materiaalit, kalusto, laatu ja työn erityispiirteet. (S-1229, 2011, s. 7)

### 3.8 Aikataulusuunnittelu

Projektille laaditaan hankinnan- ja suunnitelmien aikataulut, mitkä kertovat milloin projekti tarvitsee tietyt suunnitelmat ja materiaalit. Yleis- ja viikkoaikataulu sekä rakentamisvaihesuunnittelu kertovat milloin tietty työvaihe täytyy olla valmis. Yleisaikataulu on aikatauluista laajin ja se kattaa koko rakentamisen vaiheen ja antaa yleisen kehyksen tarkemmalle aikataulusuunnittelulle. Viikkoaikataulu tehdään yleisaikataulun perusteella, yleensä kolmen viikon jaksolle. Viikkoaikataulu tarkentaa yleisaikataulua ja siitä selviää tarkasti, milloin mikäkin työvaihe on tarkoitus alkaa tai loppua. Viikkoaikataulu ottaa myös huomioon rakentamisen sen hetkisen tilan, kuten mahdolliset ongelmat tai onnistumiset työvaiheissa ja niiden vaikutukset aikatauluun. Rakentamisvaiheaikataulu laaditaan tietyille ajanjaksoille, kuten 2–6 kuukauden pituisille jaksoille tai rakentamisvaiheelle kuten maanrakennus. Aikataulusuunnittelun tarkoituksena on varmistaa, että yleisaikataulun tavoitteissa pysytään. (S-1229, 2011, ss. 11–12)

### 3.9 Hankinnan suunnittelu ja toteutus

Pääurakoitsijan hankintaosasto tyypillisesti osallistuu taloudellisesti merkittävimpiin hankintoihin, kuten päällystystöihin. Hankintasuunnitelman laatimisessa otetaan huomioon mahdolliset sopimuskumppanit. Hankinnoista tehdään aikataulu, mistä selviää, milloin työmaa tarvitsee tietyt materiaalit ja urakoitsijat, jotta yleisaikataulussa voidaan pysyä. Toimitusajankohdan lähestyessä työnjohto sopii toimittajan kanssa tarkemmasta päivästä ja määrästä sekä varmistaa että toimitus tulee ajallaan. Materiaalitoimituksen laatu ja määrä tarkistetaan heti toimituksen tullessa työmaalle ja mahdollisista virheistä reklamoidaan heti ja ne merkitään kuormakirjaan. (S-1229, 2011, s. 13)

Työpäällikkö yhdessä hankintavastaavan kanssa päättää yhdessä miltä yrityksiltä tarjouksia pyydetään. Tarjoukset vertaillaan ja niistä valitaan paras. Valintaan vaikuttavat hinta, laatu ja mahdollinen aikaisempi kokemus tarjoajasta. Hankinnoista tehdään kirjallinen tilaus tai sopimus. Hankintasopimuksissa määritellään alihankkijoiden velvollisuudet laadunhallinnassa, ohjaamisessa ja dokumentoinnissa. Sopimuksessa määritellään myös urakka-aika ja alihankkijan suoritusvelvollisuus. (S-1229, 2011, s. 13)

### **3.10 Kustannusohjaus, -valvonta ja -ennustaminen**

Projektin kustannustavoitteet kootaan hankkeen tavoitearviosta, hankintasuunnitelmasta, aikataulusta ja muista sopimusasiakirjoista. Projektin kustannukset ajoitetaan tavoitelaskelman ja yleisaikataulun perusteella. Työmaalle laaditaan tavoitearvio, joka on sidottu mahdollisimman tarkasti oikeaan kustannustasoon. Tavoitearvio tehdään kustannusarviosta ja siinä tulee huomioida riskianalyysin taloudellisia riskejä sisältävät työvaiheet. Tavoitearvion kustannukset litteroidaan eri hankintakokonaisuuksien ja työtehtävien mukaan. (S-1229, 2011, s. 14)

Työmaa valvoo kustannusten toteutumista reaaliajassa. Tarkoituksena on, että työmaa toimii omalla rahalla, eli kustannuksia ei synny enempää kuin mitä voidaan tilaajalta laskuttaa. Kustannusten valvonta on kolmivaiheista: ennakkovalvonta sopimuksen teon yhteydessä, työnaikaisten poikkeamien valvonta ja ennustaminen. Kustannusennusteen tarkoitus on verrata toteutuneita kustannuksia, määriä ja tavoitearviota keskenään. Siitä ilmenee työtehtävän valmiusaste ja kuinka paljon rahaa tehtävän suorittamiseen on vielä jäljellä. (S-1229, 2011, s. 14)

### **3.11 Turvallisuus-, ympäristö- ja aluesuunnittelu**

Työmaalle tehdään työmaakohtainen turvallisuussuunnitelma, missä otetaan huomioon työmaan erityispiirteet. Suunnitelmassa mainitaan kohteen turvallisuuden lähtötiedot, yleinen työturvallisuus, turvallisuus organisaatio ja henkilöstötilat. Työmaan turvallisuussuunnitelma pohjautuu rakennuttajan työturvallisuusasiakirjaan, mutta se on tarkempi ja yksityiskohtaisempi suunnitelma työmaan käytännön järjestelyistä. (S-1229, 2011, s. 15)

Pääurakoitsija huolehtii jokaisen työntekijän perehdytyksestä työmaahan. Perehdytyksessä käydään työntekijän kanssa läpi työmaan turvallisuus, aluesuunnitelma, käytännöt, yleistiedot ja työvaiheen erityispiirteet. Pää toteuttaja tekee työmaalle aluesuunnitelman, mistä ilmenee esimerkiksi missä sijaitsevat sosiaalitalat, roskikset, pysäköintialueet, kulkureitit ja nostopaikat. Koneille ja laitteille tehdään käyttöönottotarkastus niiden tullessa

ensimmäistä kertaa työmaalle. Tarkastuksen tekee työnjohto yhdessä koneen käyttäjän kanssa. Työnjohto tekee myös viikoittaisen MVR-mittauksen, mikä mittaa työmaan turvallisuustason. Työmaa tekee ympäristösuunnitelman, missä otetaan kantaa työmaan ympäristön asioihin, kuten yleiseen liikenteeseen, meluun ja saasteisiin. Tarkoituksena on kartoittaa työmaan ympäristöhaitat ja -riskit sekä miten niitä voidaan vähentää. (S-1229, 2011, s. 15)

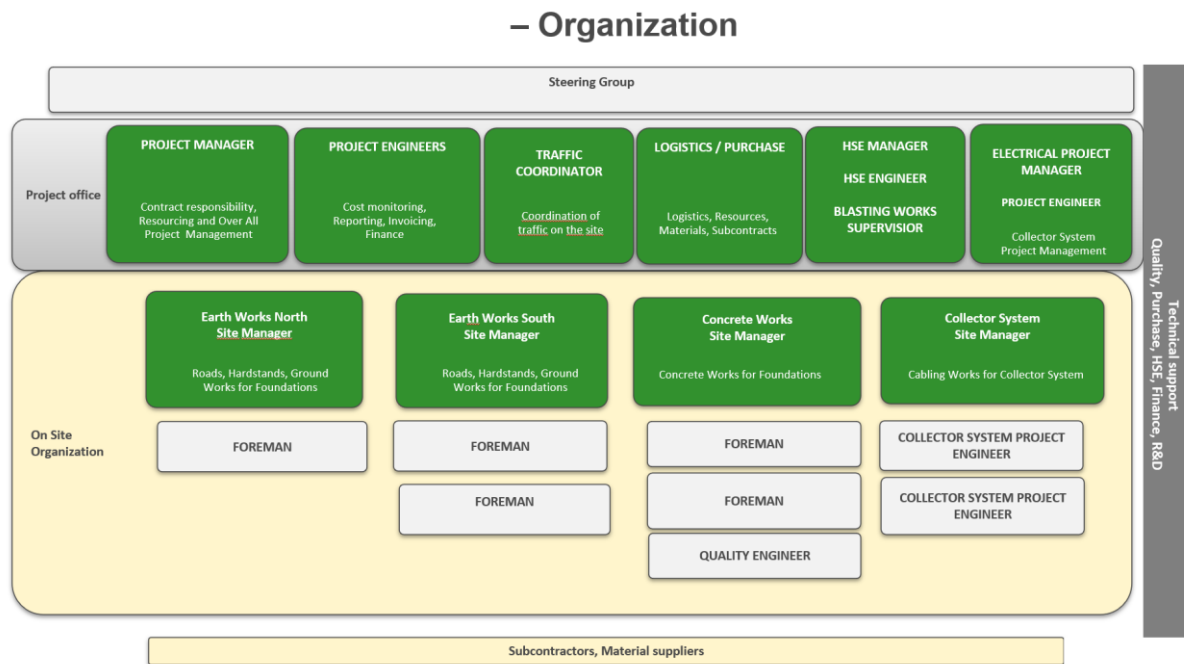
#### **4 Työmaainsinöörin rooli Destian projektinhallinnassa, tuotannonsuunnittelussa ja -ohjauksessa**

Työmaainsinööri avustaa projektin muuta henkilöstöä projektinhallinnassa, tuotannonsuunnittelussa ja -ohjauksessa. Hän työskentelee työmaapäällikön alaisuudessa. Työmaainsinöörin tehtävänä on tukea työmaata vähentämällä työnjohtajien ja työmaapäällikön työtehtäviä. Tässä luvussa luetellaan nämä tehtävät ja kerrotaan tarkemmin niiden tarkoituksesta ja sisällöstä. Lisäksi luvussa on kerrottu tarkemmin case-hankkeesta, jota on käytetty merkittävänä lähteenä.

Joissakin tapauksissa työmaainsinööristä voidaan käyttää myös nimitystä projekti-insinööri. Projekti-insinöörit työskentelevät yleensä isommilla projekteilla, heillä on enemmän vastuuta ja he ovat kokeneempia. Projekti-insinööri voi huolehtia päivittäisestä projektinhallinnasta itsenäisesti ilman työmaapäällikköä. Myös projekti-insinööri tekee yhteistyötä muun projektiorganisaation kanssa.

Projektinhallintaan osallistuu koko projektiorganisaation henkilöstö, joilla jokaisella on omat vastualueensa. Isoilla projekteilla organisaatio voi olla suuri ja esimerkiksi työmaapäälliköitä voi olla useampia. Tässä tapauksessa työmaalla täytyy olla nimettynä projektijohtaja, jolla on ylin päätäntävalta työmaalla. Kuvassa 1 on esitetty suuren projektin organisaatio, missä työmaainsinöörin tehtävät on jaettu usealle eri henkilölle ja projektilla työskentelee myös useampi työmaapäällikkö. Projektia johtaa projektijohtaja.

Kuva 1 Työmaan projektiorganisaatio, henkilöiden nimet ja työmaan tiedot poistettu (Destia, 2021)



#### 4.1 Case-hanke

Opinnäytetyön lähteenä on käytetty kirjallisuuden lisäksi omaa työkokemusta työmaainsinöörin tehtävistä case-hankkeella. Olen toiminut työmaainsinöörinä vuodesta 2019 vuoteen 2020 case-hankkeella kantatie 46 parantaminen. Tilaajana toimi Uudenmaan ELY-keskus ja pääurakoitsijana Destia Oy. Urakkahinta oli noin 11 miljoonaa euroa ja vuonna 2019 työmaalla työskenteli keskimäärin 50 henkilöä. (Väylävirasto, n.d.) Hankkeen toteutusvaihe käynnistyi keväällä 2018 ja hanke valmistui suurilta osin kesäkuuhun 2020 mennessä, ollen kahdeksan kuukautta myöhässä alkuperäisestä aikataulusta. Hanke ei ollut isoimpia Destian urakoita, mutta sen laajuus kuitenkin vaati, että projekti hallintaan osallistui useita eri henkilöitä, omine vastualueineen. Projektiorganisaatio koostui työpäälliköstä, työmaapäälliköstä, neljästä työnjohtajasta, työmaainsinööristä sekä automaatio-operaattorista. Lisäksi tilaajan organisaation muodostivat projektipäällikkö ja tämän alaisuudessa toimineet valvojat ja konsultit. Hankkeen toteuttamiseen osallistui myös useita aliurakoitsijoita ja toimittajia, joilla jokaisella oli oma organisaatio, koostuen usein yhdestä työnjohtajasta, joka toimi samalla yrityksensä toimitusjohtajana. Onnistunut projekti vaatii

näiden kaikkien osapuolien hyvää yhteistyötä. Mahdollisiin ongelmiin on varauduttava ja se voidaan tehdä hyvien sopimusten, projektinhallinnan ja suunnittelun kautta.

Olen työskennellyt Case-hankkeen jälkeen Destian muilla projekteilla työmaainsinöörin ja hankinnan tehtävissä. Vuonna 2021 aloitin työskentelyn Suomen suurimman tuulipuiston (Mutkalampi tuulipuisto, n.d.) rakennustyömaalla, mistä olen myös tuonut työkokemuksia opinnäytetyöhön. Kyseisellä hankkeella olin aikaisempaa enemmän vastuussa myös hankinnasta. Usein hankinnan merkittävimmät tehtävät tehdään jo ennen varsinaisten töiden aloittamista ennakkotarjouspyynnöillä ja markkinakartoituksella (RT 103309, 2021, s. 3), mutta tuulipuistojen rakennusprojektit voivat poiketa tästä, koska niiden tarjousvaiheen ja toteutusvaiheen välinen aika ei ole riittävä. Suurien kokonaisuuksien urakoitsijat ja toimittajat on kuitenkin selvitetty jo laskentavaiheessa, jotta on voitu antaa sitova tarjoushinta. Pienemmät kokonaisuudet jäävät tehtäviksi toteutusvaiheessa, mikä hankaloittaa suunnittelua. Pienempiä urakoitsijoita voivat olla esimerkiksi maanrakentajat tai tukitoiminnot. Tuulipuisto projekti poikkeaa myös muista infrahankkeista sen kansainvälisyyden takia. Projektilla käytetään paljon ulkomaalaisia rakentamishojeita ja sopimuksia, mitkä eivät ole yleisesti käytössä Suomessa. Päivittäinen työskentelykieli on englanti. Tuulipuistorakentamisen ainutlaatuisuus on muuttanut myös Destian toimintatapoja ja avannut uusia kehityshankkeita. Destia rakentaa Mutkalammin tuulipuiston infran, eli tiet, nostokentät, perustukset ja kaapeloinnin.

## **4.2 Projektiin perehdyttäminen**

Projektin päätoteuttajalla on vastuu perehdyttää jokainen työmaalla työskentelevä. Rakennuttaja määrää päätoteuttajan ja tämä on yleensä pääurakoitsija. (Marttila, 2016) Destian työmailla perehdytyksen usein suorittaa työmaainsinööri. Jos työmaalla on erikseen työturvallisuuspäällikkö, hän on ensisijainen perehdyttäjä. Erillinen työturvallisuuspäällikkö työskentelee tavallisesti suurprojekteilla, kuten kuvan 1 projektilla. Työmaaperehdytyksen lisäksi työntekijöille on tarpeellista pitää myös työvaihekohtainen perehdytys, jonka pitää kyseisen työn vastuuhenkilö, eli yleensä pääurakoitsijan työnjohtaja. Aliurakoitsijan johto vastaa siitä, että heidän työntekijänsä ovat alansa ammattilaisia.

Työmaaperehdytyksessä uuden työntekijän kanssa käydään läpi työmaan säännöt, työturvallisuus, organisaatio ja aluesuunnitelma. Perehdytyksessä työntekijältä myös tarkistetaan pätevyyksien voimassaolo. Kaikilla Destian tietyömailla työskenteleviltä vaaditaan tieturva 1- ja työturvallisuuspätevyksien voimassaolo. Lisäksi joissakin töissä tarvitaan lisäpätevyksiä, kuten ratatyöturvallisuuspätevyys ja tulityökortti. Työntekijän pätevyudet kirjataan kulkulupaluetteloon ja työmaainsinööri huolehtii, ettei työmaalla työskentele henkilöitä, joiden pätevyudet eivät ole voimassa. Tämän jälkeen työntekijän kanssa käydään yhdessä työmaalla ja samalla työnvastuuhenkilö perehdyttää työntekijän työtehtäviinsä.

Työmaainsinööri tarkistaa verottajan järjestelmästä, että veronumero on voimassa ja että työntekijän henkilötiedot täsmäävät verottajan tietoihin. Lisäksi tarkistetaan, että urakoitsijan yhteiskunnalliset velvoitteet ovat tilaajavastuulain mukaisesti kunnossa. Tarkistuksen voi helposti tehdä VastuuGroup-palvelusta. Jos urakoitsija ei ole palvelussa, voi tämä myös toimittaa dokumentit, mistä voidaan velvoitteiden toteutuminen todeta. Lähtökohtaisesti kuitenkin pyritään siihen, että urakoitsija on palvelussa, koska se nopeuttaa ja helpottaa selvitysprosessia. Kuitenkin esimerkiksi urakoitsijat, joilla ei ole suomalaista y-tunnusta eivät kuulu palveluun, jolloin heiltä joudutaan pyytämään kaikki selvitykset erillisinä dokumentteina. Ulkomaisten yritysten dokumenttien tarkastaminen vaatii asiantuntevuutta. Haastetta lisää se, että dokumentit ovat vieraskielisiä ja urakoitsijan kotimaan lainsäädäntö voi poiketa Suomen lainsäädännöstä.

Laki tilaajan selvitysvelvollisuudesta ja vastuusta ulkopuolista työvoimaa käytettäessä 1233/2006, eli tilaajavastuulaki edellyttää tilaajaa pyytämään ja sopimuskumppania toimittamaan tilaajalle enintään kolme kuukautta vanhat tiedot ja selvitykset: (Vastuu Group, n.d.)

- Selvitys siitä, onko yritys merkitty ennakkoperintälain (1118/1996) mukaiseen ennakkoperintärekisteriin ja työnantajarekisteriin, sekä arvonlisäverolain (1501/1993) mukaiseen arvonlisäverovelvollisten rekisteriin
- Kaupparekisteriote

- Selvitys siitä, ettei yrityksellä ole verotustietojen julkisuudesta ja salassapidosta annetun lain (1346/1999) 20 b §:n 1 momentin 2 kohdassa tarkoitettua verovelkaa taikka viranomaisen antama selvitys verovelan määrästä
- Todistukset työntekijöiden eläkevakuutusten ottamisesta ja eläkevakuutusmaksujen suorittamisesta tai selvitys siitä, että erääntyneitä eläkevakuutusmaksuja koskeva maksusopimus on tehty.
- Selvitys työhön sovellettavasta työehtosopimuksesta tai keskeisistä työehdoista
- Selvitys työterveyshuollon järjestämisestä
- Rakennusalalla lakisääteisen tapaturmavakuutuksen järjestämisestä.

### 4.3 Työturvallisuus

Jokaisella työmaalla työskentelevällä on velvollisuus noudattaa työmaan turvallisuusohjeita ja puuttua laiminlyönteihin. Työmaan työturvallisuudesta vastaa päätoteuttajan työmaapäällikkö. Työvaiheiden työturvallisuutta valvoo työnjohtajat. Työnvastuuhenkilönä voi olla myös ns. nokkamies, joka on työryhmän kokenut ammattilainen. Läheltä piti - tilanteista ja onnettomuuksista on raportoitava päätoteuttajan työnjohdolle.

Turvallisuushavainnoista voi ilmoittaa helposti kuka tahansa teehavainto.fi -palvelussa.

Palvelussa on työmaat, jotka on kirjattu Zeroni-järjestelmään. Zeroni-järjestelmä on työmaanhallintaan tarkoitettu palvelu, mistä pääurakoitsija tai tilaaja voi tarkistaa kaikki työmaalla työskentelevät urakoitsijat ja työntekijät. Järjestelmästä voidaan seurata muun muassa työntekijöiden pätevyyksien voimassaoloa ja urakoitsijoiden tilaajavastuulain mukaisten velvollisuuksien täyttymistä. Palveluun kirjataan myös kaikki työmaan turvallisuushavainnot, läheltä piti -tilanteet ja tapaturmat.

Työnantajan on ilmoitettava viipymättä työsuojeluviranomaiselle ja poliisille sellaisesta työtapaturmasta, jonka seurauksena on kuolema tai vaikealaatuinen vamma.

Vaikealaatuinen vamma on sellainen, joka suurella todennäköisyydellä jää pysyväksi ja vaikeuttaa loukkaantuneen normaaleja toimintoja. (Työsuojeluhallinto, n.d.)

#### **4.4 Ajallinen hallinta**

Projektin ajallinen hallinta lähtee laskentavaiheessa tehdystä yleisaikataulusta, mitä tarvittaessa päivitetään toteutusvaiheen aikana. Yleisaikataulun pohjalta tehdään viikoittain kolmeviikkoisaikataulu, mikä tarkoittaa työvaiheiden aikataulua ja järjestystä. Aikataulussa on tärkeää huomioida yleisaikataulun välitavoitteet, jotta alkuperäisessä aikataulussa pysyttäisiin. Kolmeviikkoisaikataulun ensimmäinen viikko on aina tarkin ja sitä seuraavat päivät epätarkempia.

Työnjohtajat suunnittelevat omien vastuu alueidensa aikataulun ja tässä suunnittelussa on otettava huomioon myös aliurakoitsijat ja heidän työntekijänsä. Tavoitteena on saada kaikki työvaiheen osapuolet sitoutumaan tehtyyn aikatauluun. Kun aikataulu on laadittu, pidetään tarvittaessa töiden yhteensovituspalaveri, jossa eri työvaiheiden työnjohtajat yhdessä työmaainsinöörin kanssa sovittavat työt keskenään. Työmaainsinöörin vastuulla on varmistaa, että aikataulut ovat toteutettavissa ja että ne eivät ole päällekkäin muiden työvaiheiden kanssa. Työmaainsinööri myös tarkkailee, että tehty aikataulu on linjassa työmaan yleisaikataulun kanssa. Jos mahdollista, niin aikatauluun on hyvä jättää työvaiheiden väliin hieman tyhjää tilaa, jolloin mahdolliset pienemmät viivästymiset eivät vaikuta vielä seuraavaan työvaiheeseen. Kuitenkin esimerkiksi tuulipuistotyömailla aikataulun kireys ei mahdollista aina viivästyksen aikatauluttamista työvaiheiden välillä. Tämä johtaa siihen, että viikoittainen aikataulusuunnittelu ja sen seuraaminen on entistään tärkeämpää. Kun aikataulu on saatu viimeistelyä, se jalkautetaan työmaalle sekä tulostetaan toimiston ja taukotilojen seinille, jotta jokainen työmaalla oleva on tietoinen aikataulusta ja sen tavoitteista. Aikataulu lähetetään viikoittain myös rakennuttajan edustajille.

#### **4.5 Kustannuseuranta, laskutus ja projektin talouden ennustaminen**

Työmaan tehtävänä on seurata toteutuneita kustannuksia ja määriä sekä verrata niitä tavoitearvioon. Tavoitearvio on projektin budjetti, joka on laadittu tarjouslaskenta vaiheessa. Työmaapäällikkö ja -insinööri arvioivat yhdessä vähintään kerran kuussa toteutuneet määrät ja niiden toteutuneet kustannukset. Näiden tietojen pohjalta arvioidaan, saavuttaako

projekti tavoitellun tuloksen, vai ylittääkö tai alittaaako se sen. Ennusteen tekemiseen on otettava avuksi myös työnjohtajat, joilla on ajantasaisin tieto toteumista. Kustannuksia kirjattaessa on otettava huomioon saapuneiden laskujen lisäksi myös mahdolliset kustannukset, joita ei ole vielä urakoitsija laskuttanut, mutta työ on jo suoritettu. Tehtyjen määrien arvioimiseen voidaan käyttää hyväksi koneautomaatiosta saatavia tarkemittauksia.

Talouden ennustaminen tehdään tehtävätasolla, eli jokainen tavoitearvion rivi käydään läpi. Tästä saadaan tieto, miten yksittäinen tehtävä on onnistunut taloudellisesti ja mahdollisiin ongelmiin voidaan puuttua tehtäväkohtaisesti mahdollisimman aikaisin. Kustannusten muodostumista seurataan myös päiväkohtaisesti, osana työnjohtajien työnsuunnittelua. Ostetuista palveluista tulleet kustannukset kirjataan oikeille tavoitearvion tehtäville, jolloin voidaan seurata kunkin tehtävän kustannuksia ja verrata niitä tavoitearvioon. Myös mahdollisia lisätöitä seurataan samalla tavalla ja niistä luodaan tavoitearvioon omat tehtävät.

Projektin laskutuksessa pyritään pysymään syntyneiden kustannusten edellä, jotta projekti ei tarvitsisi ulkopuolista rahoitusta. Tähän vaikuttaa hyvä maksuerätaulukko, joka on luotu jo ennen toteutusvaihetta. Taulukossa on määritelty millaisissa erissä urakoitsija voi laskuttaa tilaajaa. Usein taulukon rivit muodostuvat todellisista tehtävä suoritteista, kuten ”tierummut asennettu, alue 1”. Urakoitsija saa tilaajalta laskutusluvan, kun tämä on näyttänyt toteen, että kyseinen tehtävä on valmis ja kaikki siihen liittyvät dokumentit on luovutettu. Tehtävän arvoa määrittäessä on otettava siis huomioon sen tekemisestä syntyvät kustannukset sekä millaisissa kokonaisuuksissa työt aiotaan suorittaa. Maksuerätaulukossa voi olla ensimmäinen maksuerä, esimerkiksi 10 % kokonaisurakkasummasta, minkä voi laskuttaa, kun työt on aloitettu. Summa auttaa kattamaan työmaan perustamisen ja töiden aloituksesta syntyviä kustannuksia, kun alussa ei ole vielä muodostunut laskutettavaa.

#### **4.6 Laadunseuranta ja koneautomaatio**

Työmaainsinöörin vastuulla on laadun seuranta ja sen dokumentointi yhdessä työnjohdon ja työmaapäällikön kanssa. Joillakin projekteilla on myös erikseen laatupäällikkö tai -insinööri. Tällaisia henkilöitä tarvitaan suuremmilla projekteilla, missä työmaainsinöörin ei ole

mahdollista ehtiä tekemään kaikkea laaduntarkkailua tai jos laaduntarkkailu vaatii erikoisosaamista, kuten vaativat betonoinnit. Myös hankalissa työympäristöissä erillistä laatu vastaavaa tarvitaan. Laatuvastaavalla voi tavallisesti olla myös työturvallisuuteen liittyviä tehtäviä.

Ennen työvaiheiden aloitusta, on tarpeen jokaisesta uudesta työstä tehdä työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelma. Suunnitelmassa selostetaan selkokielellä työn tekeminen ja siihen tarvittavat resurssit, pätevyudet ja suunnitelmat. Myös edellinen työvaihe käsitellään, jotta tiedetään mitkä edellytykset seuraavan vaiheen aloittamiseksi on oltava. Suunnitelma voidaan myös sopia aliurakoitsijan tehtäväksi, jolloin työmaainsinöörin tehtäväksi jää sen tarkistaminen yhteistyössä työnjohdon kanssa. Suunnitelman tavoitteena on olla ohjeena työntekijöille työnsuorituksessa ja se käydään kaikkien työntekijöiden kanssa yhdessä läpi ennen työn aloitusta. Jokainen työntekijä myös allekirjoittaa ymmärtäneensä ohjeen sisällön ja noudattavansa sitä. Jos ohjeessa on virheitä, ne korjataan ja ohjeesta tehdään uusi revisio, mikä jalkautetaan myös työmaalle.

Työmaainsinööri osallistuu urakan aikana laadunvalvontakokouksiin ja varmistaa että työnjohto on ajan tasalla laatuvaatimuksista. Työmaainsinöörin tehtävänä on myös huolehtia yhdessä suunnittelijoiden ja tietomallikoordinaattorin kanssa, että työmaalla on ajantasaiset suunnitelmat ja vanhat suunnitelmat on siirretty pois projektiansioista ja arkistoitu. Työn aikana kerätään kaikki laadunvalvonnan dokumentit ja ne viedään reaaliaikaisesti projektipankkiin, mihin myös tilaajalla on pääsy. Urakoitsija sopii tilaajan kanssa, miten työnaikana tilaaja pidetään ajan tasalla laadunvalvonnasta. Esimerkiksi voidaan sopia, että kaikki dokumentit viedään projektipankkiin ja niiden mahdollinen käsittely pidetään työmaakokouksissa. Tilaajan hyväksynnän vaatimat dokumentit voidaan toimittaa lisäksi sähköpostilla, jolloin tiedoksianto tilaajalle on varmaa ja dokumentoitua.

Erilaisia laadunvarmistustoimenpiteitä, kuten laatumittauksia suoritetaan työmaan jokaisesta pysyvästä rakenteesta. Tällaisia mittauksia ovat muun muassa kantavuus- ja sijaintimittaukset. Tarvittavat laatumittaukset ilmenevät urakka-asiakirjoista ja työvaihekohtaisesta laatu suunnitelmasta. Jokaisesta työmaalla käytetystä materiaalista täytyy olla laututodistukset, mitkä todistavat, että käytetty materiaali täyttää sopimuksen ja

lain vaatimukset. Sopimuksen vaatimus on esimerkiksi kiviaineksen rakeisuus ja lain määrittämä vaatimus on CE-merkki.

Suurimmassa osassa Destian hankkeista on käytössä koneautomaatio, mistä koneenkuljettaja näkee koneen näytöltä rakenneosan mallin ja sitä hyödyntäen hän pystyy tekemään rakenteet mallin mukaisesti sekä ottamaan työstään tarkepisteitä. Tarkepisteet ovat osoitus siitä, että rakenne on tehty suunniteltuun tasoon. Koneautomaation tarkastusmittaukset tehdään viikoittain automaatio-operaattorin toimesta ja niistä ylläpidetään taulukkoa. Näin voidaan varmistua siitä, että koneiden mittalaitteet eivät aiheuta laatupoikkeamia.

Koneautomaatio helpottaa työn laadun seurantaan, sen avulla työnjohto pystyy jatkuvasti etänä seuraamaan työn etenemistä ja varmistamaan, että rakenteet ovat suunnitelman mukaisia. Esimerkiksi rakennekerroksien oikeat korot voidaan helposti tarkistaa tarkepisteiden avulla. Näin voidaan myös tilaajalle todentaa työn laadullinen suorittaminen. Ohjelmistona voidaan käyttää esimerkiksi InfraKit-ohjelmaa. Valmiin työn laadun toteamiseksi käytetään myös itselle luovutusta, missä työstä vastuussa oleva työnjohtaja tekee itselle luovutuksen yhdessä työntekijöiden ja seuraavan työvaiheen vastuuhenkilön kanssa. Itselle luovutuksessa voidaan käyttää apuna lomaketta, mihin kirjataan työn toteutuminen, tehdyt laadunvalvonnat sekä mahdolliset ongelmat ja kesken jääneet työvaiheet.

#### **4.7 Resurssit, hankinta ja töiden yhteensovittaminen**

Ennen projektin toteutusvaihetta arvioidaan tarvittavat resurssit ja ainakin merkittävimmistä pyydetään ennakkotarjoukset. Suurilla projekteilla voi olla erikseen henkilö, joka vastaa hankinnoista. Hankinnan tehtäviä ovat uusien urakoitsijoiden ja toimittajien etsiminen sekä heidän kilpailutuksensa ja sopimusten neuvottelu heidän kanssaan. Sopimuksesta täytyy ilmetä yksiselitteisesti osapuolien vastuut urakassa. Urakkarajaliitteessä ja sopimusneuvotteluiden pöytäkirjassa voidaan näitä vastuita myös tarkentaa. Urakoitsijoiden ja toimittajien kanssa tehdään kirjallinen sopimus, missä määritellään sopimusosapuolten juridiset ja taloudelliset vastuut ja velvoitteet.

Työnjohdon tehtävänä on seurata resurssien tarvetta ja ennakoida sen muutoksia. Tuntihintaisissa töissä on seurattava, että resursseja käytetään tehokkaasti. Tarvittaessa resurssien määrää vähennetään tai kasvatetaan. Yksikköhintaisissa töissä resurssien tehokkuutta valvotaan etenemän ja aikataulun avulla. Työmaan resurssit käsitellään viikoittaisessa työjohtopalaverissa. Palaverissa voidaan tarvittaessa sopia resurssien siirtämisestä työvaiheiden ja alueiden välillä. Resurssitarpeen suunnittelu on aikataulu ja kustannustavoitteessa pysymisen kannalta tärkeää. Suunnittelussa on pyrittävä pitämään resurssien lukumäärä tasaisena, jotta urakoitsijoiden vaihtuvuutta voidaan välttää. Urakoiden sopiminen yksikköhintaisena siirtää osan resurssisuunnittelusta urakoitsijan vastuulle, mutta se vaatii työnjohdolta tarkkaavaisuutta laskutettujen ja toteutuneiden määrien seurannassa.

Suuret materiaalihankinnat kilpailutetaan ja aikataulutetaan jo urakan laskentavaiheessa. Työmaan tehtäväksi jää sopia toimittajan kanssa tarkempi toimitusajankohta. Pienet materiaali hankinnat on hyvä käsitellä viikoittain työjohto palaverissa, jotta saadaan kerralla tilattua riittävä määrä. Materiaali hankinnat suunnitellaan siten, että turhalta varastoinnilta voidaan välttyä ja esimerkiksi painavat betoniset rumpuputket tilataan suoraan työpisteelle.

Isoilla työmailla työmaa kannattaa lohkoa tai jakaa tehtävittäin useille eri työnjohtajille. Lisäksi myös useiden eri aliurakoitsijoiden käyttö vähentää yhden huonosti suoriutuvan aliurakoitsijan vaikutusta koko työmaahan. On kuitenkin huomioitava, että se saattaa hankaloittaa töiden yhteensovittamista. Työmaainsinöörin käyttö projekteilla helpottaa työnjohtajien työmäärää, jolloin he voivat keskittyä enemmän työmaan johtamiseen. Viikkopalaverit ovat tärkeässä osassa töiden yhteensovittamista ja yhteisten tavoitteiden saavuttamista. Resurssi tarve työmaalla vaihtelee, minkä takia viikkopalavereissa kannattaa käydä läpi resurssitilanne ja tarvittaessa resursseja siirretään työkohteiden välillä tai hankitaan lisää. Viikkopalavereihin pyydetään usein myös aliurakoitsijat, jolloin saavutetaan kaikkia osapuolia tyydyttäviä ratkaisuja sekä useita näkökulmia mahdollisiin ongelmiin.

## 4.8 Tehtäväsuunnittelu

Työvaiheista tehdään työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelma. Työvaiheita ovat muun muassa päällystystyöt, rumpujen asennus ja louhinta. Tehtävät voivat vaatia erityistä osaamista, niihin liittyy vaarallisia töitä tai ne voivat muuten olla kokonaisuudeltaan merkittäviä. Tehtävien erityispiirteet on otettava huomioon tehtäväsuunnittelussa. Urakan tilaajalla voi olla myös omia vaatimuksiaan työvaihekohtaisesta suunnitelmasta, minkä perusteella myös pienemmistä töistä voi olla tarpeen tehdä kyseinen suunnitelma.

Suunnitelma sisältää työvaiheen resurssit, laatuvaatimukset ja työohjeen. Suunnittelussa huomioidaan myös muiden töiden yhteensovittaminen ja mahdolliset riskit. Riskit kirjataan tehtäväsuunnitelmaan ja mietitään keinoja, jotta niitä voitaisiin ehkäistä ja nimetään vastuuhenkilö riskien estämiseksi. Suunnitelma on oltava ymmärrettävissä myös henkilölle, joka ei ole työn asiantuntija ja sitä voi jokainen osapuoli käyttää työohjeena. Suunnitelma käydään läpi työntekijöiden kanssa ennen työn aloitusta. Laatuvaatimuksissa otetaan huomioon pääurakkasopimuksessa määritellyt tilaajan vaatimukset, mutta myös muut tarvittavat laatuvaatimukset, vaikka niitä ei tilaaja osaisi vaatiakaan. Suunnitelman tekemiseen voidaan ottaa avuksi työn suorittava urakoitsija, koska tällä on yleensä paras tieto kyseisestä työstä. Urakoitsija voi tehdä myös suunnitelman kokonaan itse, jolloin pääurakoitsijalle jää vain suunnitelman tarkastaminen ja hyväksyttäminen tilaajalla. Suunnitelma tehdään niin, hyvin että jokainen osapuoli voi käyttää sitä työohjeena. Suunnitelma täytyy tehdä aina jokaiselle projektille erikseen ja vanhojen suunnitelmien hyödyntämistä sellaisenaan tulisi välttää, koska mahdolliset kyseiselle urakalle ominaiset riskitekijät voivat jäädä huomaamatta.

Ennen työn aloittamista varmistetaan aloitusedellytykset. Näitä ovat ajantasaiset suunnitelmat, edellisten työvaiheiden valmistuminen, resurssit, materiaalit, työntekijöiden perehdytys työvaiheeseen ja työturvallisuus.

## 4.9 Määräseuranta

Urakan määräseuranta hyödynnetään kustannuseurannassa, urakoitsijan laskutuksen tarkistamisessa, laaduntarkkailussa ja aikatauluhallinnassa. Työnjohto suorittaa määräseuranta osana päivittäistä työskentelyään yhdessä urakoitsijoiden edustajien ja automaatio-operaattoreiden kanssa. Yksikköhintaisessa urakassa määrien selvittäminen on tarpeen, jotta urakoitsija voi laskuttaa oikein ja tulevat kustannukset voidaan ennustaa ja tarvittaessa korjata projektin kate-ennustetta. Laaduntarkkailussa määriä hyödynnetään toteuman ja suunnitelman vertailussa, josta saadaan myös toteumapiirustukset tilaajaa varten. Toteuma piirustuksilla voidaan tilaajalle todentaa, että työ on suoritettu sopimuksen mukaisesti. Aikatauluhallinnassa toteumia käytetään ennustamaan projektin aikataulussa pysymistä.

Määräseurannan työkaluina käytetään Excel-taulukkoja ja kustannuseuranta ohjelmaa. Tieto toteutuneista määristä saadaan koneautomaation tarkepisteitä vertaamalla malleihin ja maastonpintaan. Tarkastelun suorittaa koneautomaatio-operaattori, jolla on tehtävään tarvittava erikoisosaaminen ja CAD-ohjelmisto. Laajoissa kokonaisuuksissa voidaan hyödyntää myös suunnittelijoita toteumien laskemiseksi.

Tieto määräseurannan tekemiseksi tulee työmaalta, mutta työmaainsinöörin tehtävänä on koota tiedot yhteen ja hyödyntää niitä aikataulu, kustannus, laatu ja laskutus seurannassa.

## 4.10 Projektin dokumenttien arkistointi ja urakanluovutus

Viimeistään urakan toteutusvaiheen alkaessa on työmaainsinöörin varmistettava, miten projektin toteutusvaiheen dokumentointi on sovittu tilaajan kanssa ja kuinka dokumentointi muutetaan luovutusdokumentaatioksi. Jos tilaajan kanssa ei ole sopimuksessa sovittu selkeää dokumentointi tapaa, on tästä sovittava tilaajan kanssa viimeistään toteutusvaiheen alkaessa. Tilaaajan kanssa tehdään suunnitelma, esimerkiksi sisällysluettelo, josta selviää mitkä dokumentit tilaaja odottaa saavansa urakan aikana ja sen luovutuksessa.

Dokumentoinnissa pyritään siihen, että työnaikainen dokumentaatio on mahdollisimman helposti muutettavissa loppudokumentoinniksi. Hyvän suunnitelman tekeminen, joka on

myös molempien osapuolien edustajien allekirjoituksilla vahvistettu, varmistaa, että jos osapuolien edustajat vaihtuvat, niin heidän henkilökohtaiset työtapansa tai tottumuksensa ei enää vaikuta dokumentaatioon.

Työmaainsinööri koostaa reaaliaikaisesti työnaikaista dokumentaatiota, joka sisältää esimerkiksi käytettyjen materiaalien laatutodistuksia. Tämä dokumentointi toimitetaan tilaajalle säännöllisesti, esimerkiksi kerran kuussa. Tilaaja tarkastaa dokumentaatiota säännöllisesti ja reagoi mahdollisiin puutteisiin. Puutteet dokumentaatiossa tai erimielisyydet on ratkaistava mahdollisimman nopeasti, jotta niihin voidaan reagoida ajoissa.

Projektien dokumentit sisältävät myös henkilökohtaisia tietoja projektilla työskennelleistä henkilöistä, kuten nimet, syntymäajat ja puhelinnumero. Näiden dokumenttien arkistoinnissa on huomioitava henkilötietojen käsittelyä koskeva laki. Henkilötietojen arkistointi ei ole sallittua ilman henkilön lupaa, jota tiedot koskevat. Henkilötietoja ei saa arkistoida sijainnissa mihin on vapaa pääsy ja paperiset versiot on pidettävä lukitussa paikassa.

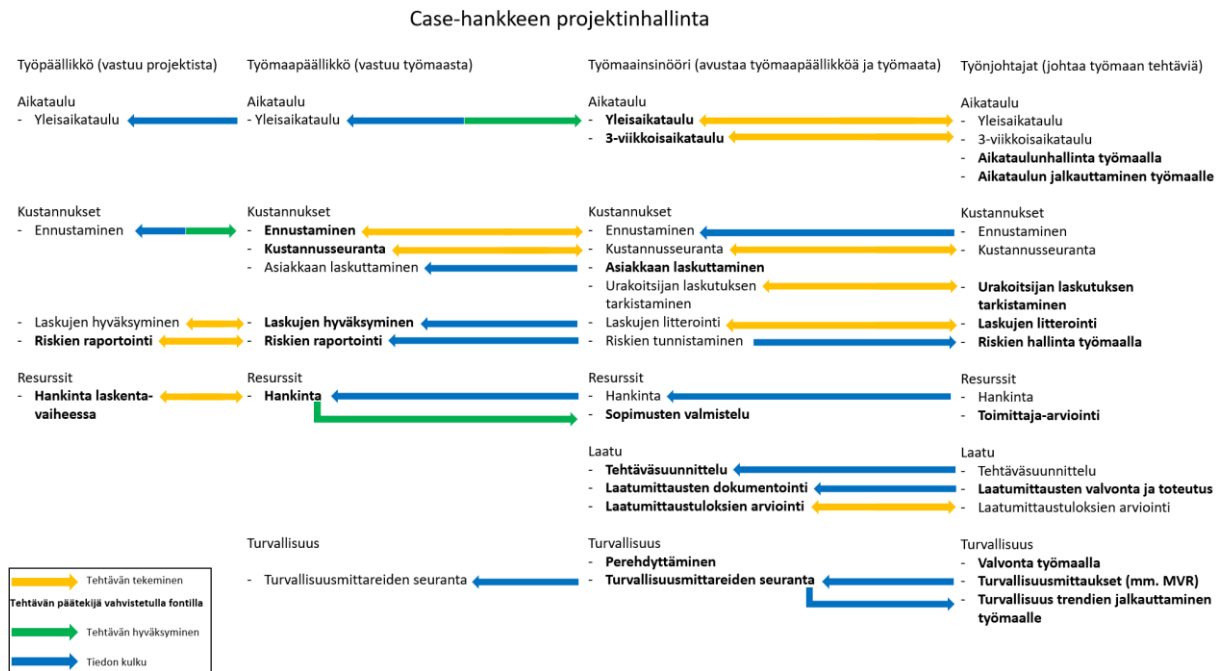
## **5 Työmaainsinöörin tehtävien kehittäminen**

Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä ohje uudelle työmaainsinöörille. Ohjeen tarkoituksena on toimia apuna uuden työmaainsinöörin perehdyttämisessä ja se on lyhyt opas Destian projektihallintaan työmaainsinöörin näkökulmasta. Sen tarkoituksena on olla konkreettinen ohje tehtäviin ja se ei sisällä yksityiskohtaisia selostuksia eri ohjelmien tai järjestelmien käytöstä. Näiden ohjeistus löytyy Destian tai valmistajan aineistoista.

Ohjetta varten Destian projektinhallinnasta on tehty vastuumatriisi, mikä kuvaa projektin toteutusvaiheen henkilöstön tehtäviä ja niiden suhdetta toisiinsa. Vastuumatriisin teossa on hyödynnetty projektinhallinnan kirjallisuutta ja sen tehtävistä valittiin erityisesti työmaainsinöörille kuuluvat tehtävät, mitkä sisällytettiin ohjeeseen.

## 5.1 Vastuumatriisi

Kuva 2 Case hankkeen vastuumatriisi



Vastuumatriisissa on kuvattu case-hankkeen projektinhallinta. Tehtävävastuut vaihtelevat Destian projektien välillä ja siihen vaikuttaa eniten projektin koko. Suurilla projekteilla tehtävävastuut voidaan pilkkoa useiden henkilöiden kesken, kun taas pienillä projekteilla työmaan henkilöstö voi koostua pelkästä työmaapäälliköstä. Suurilla tai vaativilla projekteilla voi olla myös erikseen vastuuhenkilöt esimerkiksi hankintaan, turvallisuuteen ja laatuun. Nämä henkilöt toimivat yhteistyössä työmaapäällikön ja työmaainsinöörin kanssa.

Vastuumatriisi (kuva 2) on Destian keskikokoiselta projektilta, siinä on vastuut jaettu useiden henkilöiden kesken, mutta yksittäisille tehtäville ei ole omaa vastuuhenkilöään. Keltaiset nuolet kuvaavat tehtävän tekemistä, siitä selviää ketkä ovat tehtävän pääasialliset tekijät. Siniset nuolet kuvaavat tehtävän tekemiseen tarvittavan tiedon kulkua ja tuloksen raportointia. Vihreät nuolet kuvaavat tehtävän hyväksymistä. Vahvistetulla fontilla on tehtävät, joista kyseinen henkilö on ensisijaisesti vastuussa. Vastuumatriisin tehtävien sisältöä ja vuorovaikutusta on tarkennettu luvussa 5.2.

## 5.2 Työmaainsinöörin tehtävät infrahankkeen toteutusvaiheessa

Työmaainsinöörin tehtävät infrahankkeen toteutusvaiheessa on ohje työmaainsinöörin työtehtäviin ja sitä voidaan käyttää uuden työmaainsinöörin perehdyttämisessä. Ohjeeseen on valittu sellaiset työtehtävät, jotka yleensä kuuluvat ensisijaisesti työmaainsinöörin työtehtäviin tai joiden tekemiseen tämä osallistuu aktiivisesti. Ohje on ytimekäs ja nopeasti luettavissa. Sitä voi käyttää muistilistana tai apuna myös vähän kokeneempikin työmaainsinööri. Ohjeesta ilmenee tehtävien tekemisen peruseriaatteet. Ohjeessa ei käsitellä ohjelmakohtaisia toimintoja, näiden ohjeistus löytyy erikseen Destian aineistossa tai ohjelmien valmistajilta.

### 5.2.1 Yleisaikataulu

Ensimmäinen versio yleisaikataulusta on tehty jo laskentavaiheessa, yleensä ennen kuin urakan tarjous on jätetty. Tilaaja toimittaa urakan aloitus- ja lopetuspäivät sekä mahdolliset välitavoitteet, joiden perusteella luodaan urakan yleisaikataulu. Aikataulun laadinnassa lasketaan työvaiheiden kestot käyttäen hyväksi määrä- ja teholaskentaa. Määrät löytyvät urakan tarjousaineistoista. Jotta aikataulusta saadaan toteutuskelpoinen, tulee siinä olla huomioituna työhön tarvittavat resurssit ja mahdolliset riskit. Lähtökohtaisesti resurssit mitoitetaan siten, että aikataulu on linjassa tilaajan tavoitteiden kanssa. On kuitenkin mahdollista myös saavuttaa kustannussäästöjä tekemällä urakka tilaajan vaatimusta nopeammassa ajassa, jolloin voidaan säästää yhteiskustannuksissa. Urakan aikataulu on kuitenkin luotava realistiseksi, jotta ylimääräisiltä kiirehtimisestä aiheutuvilta kustannuksilta vältytään. Yleisaikataulun laadinnasta vastaavat laskentavaiheessa tarjouslaskija ja toteutusvaiheessa työmaainsinööri ja työmaapäällikkö. Työpäällikkö hyväksyy tehdyn aikataulun, minkä jälkeen se toimitetaan myös tilaajalle.

Urakan toteutusvaiheen aikana yleisaikataulua päivitetään tarvittaessa. Usein päivitys on tarpeen tehdä vain, jos aikatauluun tulee merkittäviä muutoksia. Pienet muutokset aikataulutetaan kolmeviikkoisikataulun avulla. Tilaaja voi myös vaatia tarkempaa versiota yleisaikataulusta, jossa päätehtävät on jaettu pienempiin tehtäviin, vastaavalla tavalla kuin

kolmeviikkoisaikataulussa. Tällainen aikataulu päivitetään esimerkiksi kerran kuussa. Tilaajan vaatimukset aikataulun raportoinnista voi tarkistaa pääurakkasopimuksesta.

Yleisaikataulun laadintaan käytetään eri ohjelmistoa, kuin tarkemman, kolmeviikkoisaikataulun luomisessa. Ohjelmia ovat mm. Microsoft Project ja PlanMan. Ennen yleisaikataulun laadinnan aloitusta, on varmistettava tilaajalta, että tällä ei ole erityisiä vaatimuksia käytettävästä ohjelmasta.

### **5.2.2 Kolmeviikkoisaikataulu**

Työmaainsinööri laatii kolmeviikkoisaikataulun viikoittain yhdessä työnjohdon kanssa. Sen tekemisessä käytetään edellisen viikon aikataulua pohjana ja mahdolliset muutokset kirjataan ylös, jotta niihin voidaan reagoida. Työnjohdon vastuulla on toimittaa työmaainsinöörille paikkansapitävät tiedot käynnissä olevista ja tulevista työvaiheista, minkä pohjalta tämä laatii aikataulun. Työnjohto vastaa myös siitä, että työmaa pysyy laaditussa aikataulussa, se on myös työntekijöiden käytettävissä ja mahdollisiin poikkeamiin reagoidaan. Työmaainsinöörin vastuulla on verrata viikkoaikataulua yleisaikatauluun ja tiedottaa mahdollisista poikkeamista työnjohdolle ja työmaapäällikölle.

Kolmeviikkoisaikataulusta selviää seuraavien kolmen viikon työvaiheet sekä niiden aloitus ja lopetuspäivämäärät. Ensimmäinen viikko on aina tarkin ja sitä seuraavat viikot jäävät vähemmän tarkoiksi. Lopetuspäivämäärä arvioidaan, vaikka se menisikin yli kolmen viikon tarkasteluikkunan. Kolmeviikkoisaikataulun tarkoituksena on olla tarkempi versio yleisaikataulusta. Se siis tehdään yleisaikataulun pohjalta jakamalla suuret tehtäväkokonaisuudet pienempiin osiin. Viikkoaikataulu tehdään kolmen viikon ajanjaksolle, mutta joissakin urakoissa se on tarpeen tehdä myös pidemmälle, esimerkiksi neljän viikon ajanjaksolle.

Kolmeviikkoisaikataulua käytetään töiden lyhyen aikavälin suunnitteluun, urakoitsijoiden yhteensovittamiseen, pieniin hankintoihin, sekä tehoseurantaan. Urakan aikataulun vaarantuminen havaitaan usein ensin kolmeviikkoisaikataulun tehtävien myöhästymisestä.

Kolmeviikkoisaikataulu voi olla yksinkertaisimmillaan sähköpostiviesti tai Excel-taulukko. Sen laadintaan on kuitenkin olemassa useita aikataulutushjelmia, joiden ominaisuuksiin kuuluvat mm. automaattinen muutosten seuranta, töiden yhteensovitus ja resurssit. Laajojen ominaisuuksien vuoksi on suotavaa käyttää aikataulutushjelmaa, varsinkin isoilla projekteilla missä on useampi työvaihe käynnissä samanaikaisesti. Mutkalammin tuulipuisto projektilla on käytetty verkkoselainpohjaista Aphex Planner ohjelma, koska se hyödyntää työvaiheiden sijaintia kartalla töiden yhteensovituksessa.

### **5.2.3 Projektin talouden ennustaminen**

Projektin talouden ennustaminen tehdään kuun viimeisellä viikolla ja sen on oltava valmis yleensä kuun viimeisenä arkipäivänä. Ennusteen tekemiseen kuluu aikaa yhdestä kahteen työpäivään, joten sen tekeminen on syytä aloittaa kuun kolmanneksi viimeisenä arkipäivänä. Kuitenkin ennen kuin ennustaminen voidaan aloittaa, on kaikki kierrossa olevat laskut oltava tiliöitynä ja hyväksytyinä. Jos jotkin laskut jäävät kiertoon tai toimittaja ei ole laskuttanut palveluista, niin ne on huomioitava erikseen projektin ennusteella jaksotuksina. Työnjohto toimittaa jaksotukset työmaainsinöörille ennen ennustamisen aloittamista. Jaksotukset voidaan tehdä Excel taulukkoon tai suoraan projektin raportointiohjelmaan, jolla ennuste tehdään.

Työmaainsinööri tekee yhdessä työmaapäällikön kanssa projektin kustannusennusteen, missä määritellään jokaisen tavoitearvion tehtävän valmiusprosentti ja jäljellä olevasta työstä vielä syntyvät kustannukset. Tehtävien valmiusprosentin määrittämisessä käytetään apuna työnjohtoa. Jäljellä olevat kustannukset arvioidaan jo tehdyn työn toteutuneiden kustannuksien avulla, huomioiden myös jaksotukset. Jos tehtävälle ei ole vielä muodostunut kustannuksia, eli sitä ei ole vielä aloitettu, käytetään tavoitearvion kustannusennustetta. Kustannusennustetta voidaan muuttaa jo ennen kuin tehtävä aloitetaan, jos tavoitearviossa varattu raha ei todennäköisesti riitä tehtävälle. Tämä voi johtua esimerkiksi kustannustason noususta tai laskennan virheestä. On tärkeää, että tavoitearvion jokainen tehtävä käydään läpi ja sen mahdolliset riskit otetaan huomioon. Jos tehtävälle on syntynyt enemmän kustannuksia, kuin sen valmiusasteen perusteella pitäisi olla, niin joko tehtävän kustannukset ovat ylittämässä sille varatun rahan, tai jäljellä oleva määrä maksaa vähemmän

kuin jo tehty. Poikkeamat kirjataan ylös ja niiden syyt selvitetään, jotta niihin voidaan reagoida. Vastaavasti tehtävälle on voinut kirjautua myös vähemmän kustannuksia, kuin valmiusasteen perusteella pitäisi olla. Tällöin tehtävän kustannukset ovat alittamassa sille varatun rahan, tai jäljellä oleva määrä maksaa jo tehtyä enemmän. Myös positiivisten poikkeamien syyt täytyy selvittää, jotta voidaan varmistua, että syntyneitä kustannuksia ei ole jäänyt huomioimatta tai että ennusteella ei ole tehty muuta virhettä.

Myös projektin tuottoja ennustetaan samalla tavalla kuin sen kustannuksia. Yleisin urakan muoto on kokonaisurakka, missä projektin tuotot muodostuvat tilaajan kanssa sovitusta maksuerätaulukosta ja mahdollisista lisätöistä. Tällöin tuottoennustetta muutetaan, jos urakan sisältö on muuttunut tai arvioidaan että se tulee muuttumaan. Tuottoennusteella arvioidaan projektin tuottoja, eli kuinka paljon projekti voi laskuttaa tilaajaa.

Projektille saadaan kate-ennuste vähentämällä kustannusennusteen kokonaismäärä tuottoennusteen määrästä. Katetta verrataan tavoitearvioon ja mahdollisiin poikkeamiin reagoidaan. Työmaapäällikkö esittelee valmiin ennusteen työpäällikölle, joka hyväksyy sen ja raportoi sen eteenpäin ylemmälle johdolle.

#### **5.2.4 Tilaaajan laskuttaminen**

Työmaainsinööri laskuttaa yleensä kerran kuukaudessa tilaajaa tehtyjen töiden perusteella. Ennen laskutusta työmaainsinööri ja työnjohto käyvät yhdessä läpi laskutuskauden aikana valmistuneet työt käyttämällä apuna maksuerätaulukkoa, mikä löytyy sopimuksen liitteenä. Työmaainsinööri poimii maksuerätaulukosta valmiit erät laskutusehdotukseen, mikä hyväksytetään tilaajalla. Ennen laskutusehdotuksen lähettämistä tilaajalle se käydään läpi myös työmaapäällikön kanssa, joka antaa hyväksynnän ehdotuksen lähettämiseksi. Yleensä maksuerä on laskutuskelpoinen vasta, kun kaikki siihen liittyvät suoritteet on tehty ja sen laatudokumentaatio on luovutettu tilaajalle. Urakassa voi kuitenkin olla yksilöllisiä vaatimuksia laskutuksen suhteen, minkä takia laskutus käytäntö on tarkistettava sopimuksesta tai suoraan tilaajan yhteyshenkilöltä. Kun laskutusehdotuksesta on saatu tilaajan kirjallinen hyväksyntä, laatii työmaainsinööri laskun ja Destian talousosasto laskuttaa työn tilaajaa.

### 5.2.5 Sopimusten valmistelu ja hankinta

Suurin osa hankinnoista tehdään jo laskentavaiheessa ennakkotarjouspyynnöillä ja niistä vastaavat tarjouslaskijat, hankinta ja työpäälliköt. Toimittajiin voi kuitenkin tulla vielä jonkin verran muutoksia toteutusvaiheen alkaessa ja pienemmät hankinnat saatetaan kilpailuttaa myöhemmin. Näistä on vastuussa työmaapäällikkö, joka suunnittelee tarpeet yhdessä työnjohdon kanssa. Työmaainsinööri avustaa työmaapäällikköä sopimusten valmistelussa, käyttämällä valmiiksi tehtyjä sopimus pohjia, joihin lisätään urakan tiedot sekä hankinnan sisältö ja hinnat. Hankinnan koosta ja luonteesta riippuen voidaan käyttää joko aliurakkasopimus pohjaa tai työtilausta. Työtilaus on kevyempi versio aliurakkasopimuksesta, se on tarkoitettu nopeasti täytettäväksi ja sitä voidaan käyttää pienissä hankinnoissa.

Ennen kuin urakoitsijan kanssa voidaan tehdä sopimus, tulee työmaainsinöörin varmistaa, että urakoitsijan tilaajavastuulain mukaiset velvoitteet ovat kunnossa. Tilaajavastuu raportit voi tarkistaa VastuuGroup palvelusta. Mikäli urakoitsija ei ole palvelussa, niin pyritään ensisijaisesti siihen, että tämä liittyy palveluun. Jos kuitenkin jostain syystä palveluun liittyminen ei ole mahdollista, niin voidaan tilaajavastuu lain mukaiset velvoitteet tarkistaa myös erillisistä urakoitsijan toimittamista dokumenteista. Tämä on kuitenkin työläämpää ja siihen liittyy riski, että työmaainsinööriltä jää jokin puute dokumenteissa huomaamatta. Pääsääntöisesti vain kansainvälisten hankintojen takia erillisiä dokumentteja tarkastellaan ja tällaiseen tarkistukseen voi tarvittaessa pyytää apua hankinnasta.

### 5.2.6 Tehtäväsuunnittelu

Jokaisesta erillisestä työvaiheesta tehdään työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelma. Suunnitelmassa esitetään tehtävään tarvittavat resurssit, aloitusedellytykset, vastuuhenkilöt, työturvallisuus sekä ohje tehtävän tekemiseen laatuvaatimuksineen. Suunnitelma täytyy olla kirjoitettu siten, että työn suorittamisesta saadaan hyvä näkemys pelkästään suunnitelman lukemisella. Laatuvaatimukset täytyy olla suunnitelmassa avattuna, eli pelkästään viittaukset InfraRyl aineistoon ei ole riittävä. Tällä varmistetaan, että jokaisella työvaiheeseen osallistuvalla on hyvä käsitys, miten työ tulee suorittaa. Ennen töiden aloitusta suunnitelma

käydään läpi työvaiheen aloituspalaverissa, mihin osallistuvat työntekijät, työnjohto ja tarvittaessa työmaainsinööri.

Työmaainsinööri vastaa, että työvaihekohtaiset työ- ja laatusuunnitelmat ovat linjassa tilaajan ja yleisten vaatimusten kanssa. Kaikki vaatimukset voi tarkistaa sopimusaineistosta sekä yleisistä laatuohjeista. Työmaainsinööri voi tehdä suunnitelman yhdessä työnjohdon kanssa tai sovittaessa sen tekeminen voidaan antaa myös urakoitsijalle, jolloin työmaainsinööri tarkistaa ja hyväksyy yhdessä työmaapäällikön tai työnjohdon kanssa suunnitelman. Suunnitelman tekemiseen voidaan käyttää pohjana toisen urakan suunnitelmaa, mutta sen suoraan kopioiminen ei ole sallittua, koska silloin urakan yksilölliset piirteet jäävät huomioimatta.

Valmis suunnitelma lähetetään myös tilaajalle, jonka mahdollisten kommenttien perusteella suunnitelmaa muokataan tai perustellaan, miksi muokkausta ei tulisi tehdä. Sopimuksessa voi olla määritelty, että tilaajan täytyy hyväksyä suunnitelma ennen kuin työt voidaan aloittaa. Tällöin työmaainsinöörin vastuulla on huolehtia, että tilaajalle luovutetaan suunnitelma riittävän ajoissa, jotta työt voidaan aloittaa suunnitellusti. Sopimuksessa on määritelty, kuinka kauan tilaajalle täytyy varata aikaa suunnitelman hyväksymiseen, esimerkiksi kaksi viikkoa.

### **5.2.7 Laadun seuranta ja dokumentointi**

Yleensä työmaainsinöörillä on vastuu laatumittausten seurannasta ja dokumentoinnista. Käytännössä tämä tarkoittaa, että työmaainsinöörin täytyy olla hyvin tutustunut urakan laatuvaatimuksiin ja huolehtia siitä, että työnjohto on tietoinen näistä vaatimuksista. Viimeistään toteutusvaiheen alkaessa työmaainsinööri tutustuu urakan laatusuunnitelmaan ja valmistelee seurantatyökalut tulevia mittauksia varten. Etenkin alussa on tärkeää varmistaa, että laatumittaukset tulevat kaikki tehtyä ja niiden sisältö on sopimuksen mukainen. Työnjohdon tehtävänä on johtaa laatumittauksia työmaalla ja huolehtia että työt suoritetaan laadullisesti. Työmaainsinööri tarkastaa mittaukset, seuraa että ne on kaikki tehty ja raportoi poikkeamista työnjohdolle.

Työmaainsinööri huolehtii myös, että kaikki mittaukset on dokumentoitu ja toimitettu reaaliaikaisesti tilaajalle. Lisäksi urakan luovutusaineistoa kootaan heti ensimmäisistä laatumittauksista alkaen. Näin vältetään myöhemmin mahdollisilta puutteilta.

Luovutusaineiston koonnissa on huomioitava tilaajan vaatimukset sen formaatista ja esitystavasta, kuten sisällysluettelosta. Nämä vaatimukset löytyvät sopimusaineistosta tai kysymällä suoraan tilaajan edustajalta.

Jotta mahdolliset laatupoikkeamat ilmenisivät mahdollisimman nopeasti, tulee laatudokumentit arkistoida reaaliajassa tilaajan ja Destian projektipankkeihin. Näin voidaan varmistua, että molemmilla osapuolilla ovat samat aineistot käytettävissä samaan aikaan, mikä auttaa myös myöhemmin mahdollisissa riitatilanteissa. Vuoropuhelu urakoitsijan ja tilaajan välillä on tärkeää, jotta mahdolliset laatuongelmat saadaan ratkaistua mahdollisimman nopeasti. Myös urakka-asiakirjoissa voi olla ristiriitaisuuksia, jotka aiheuttavat osapuolien välillä erimielisyyksiä. Tällaiset erimielisyydet olisi hyvä selvittää jo urakan aikana, jotta mahdolliset muutokset työtapoihin voidaan vielä tehdä.

### **5.2.8 Perehdyttäminen ja kulunvalvonta**

Kaikki uudet henkilöt on perehdytettävä urakkaan ennen kuin he voivat aloittaa työskentelyn työmaalla. Työmaan yleisperehdytyksestä vastaa työmaainsinööri ja työvaihekohtaisesta perehdytyksestä työnjohtaja. Isoissa urakoissa voi olla myös erikseen työturvallisuudesta vastaava henkilö, jolloin hän hoitaa perehdytykset työmaainsinöörin sijaan.

Perehdytyksessä käydään läpi uuden työntekijän kanssa työmaan turvallisuusopas, joka sisältää työmaan yksilölliset tiedot ja turvallisuussäännöt. Turvallisuusopas on luotu jo ennen toteutusvaiheen alkua ja sitä päivitetään tarvittaessa urakan aikana. Päivityksestä vastaa työmaainsinööri. Perehdytystilaisuudessa työntekijältä pyydetään henkilökohtaisia tietoja, kuten nimi, veronumero ja syntymäaika. Samalla myös varmistetaan, että vaadittavat pätevyydet, kuten työturvallisuuskortti on voimassa. Työntekijä täyttää tiedot itse erilliselle lomakkeelle, mikä kannattaa lähettää hänelle jo ennen perehdytystilaisuutta, jolloin etenkin useamman henkilön ollessa perehdytyksessä, voidaan tilaisuuden kulkua sujuvoittaa.

Perehdytyksen jälkeen työntekijän tiedot kirjataan Zeroni-järjestelmään ja tälle annetaan kulkulupa. Kirjauksen yhteydessä järjestelmä tarkistaa, että henkilön tiedot täsmäävät veronumeroon. Virheilmoitukset johtuvat usein joko kirjoitusvirheestä tai siitä että veronumeroa ei ole käytetty hetkeen, jolloin se on poistettu verottajan järjestelmästä. Työntekijä saa aktivoitua veronumeron uudelleen soittamalla verottajalle.

Työntekijät kirjaavat itsensä työmaalle puhelimella tai leimauslaitteella. Järjestelmä seuraa automaattisesti pätevyyksien voimassaoloaikoja sekä urakoitsijoiden tilaajavastuu dokumentteja. Työmaainsinööri seuraa mahdollisia poikkeavuuksia ja reagoi niihin ottamalla yhteyttä joko työnjohtoon tai suoraan urakoitsijaan.

### **5.2.9 Turvallisuusmittareiden seuranta**

Työmaalla suoritetaan viikoittain MVR-mittaus, josta yleensä on vastuussa työnjohto. Kuitenkin sovittaessa mittauksen suorittaminen voidaan antaa myös työmaainsinöörin tehtäväksi. MVR mittauksessa mittaja tekee positiivisia ja negatiivisia havaintoja työmaasta. Havainnot jaetaan viiteen osaan:

- Työskentely ja koneen käyttö
- Kalusto
- Suojaukset ja varoalueet
- Ajo- ja kulkuväylät
- Järjestys ja varastointi

Havainnot kirjataan puhelimessa TLY-sovellukseen ja valmiista mittauksesta saadaan MVR-indeksi, joka kertoo, kuinka monta prosenttia havainnoista olivat positiivisia. MVR-mittaus ei saisi olla ikinä 100 %, koska jokaisesta työmaasta löytyy aina vähintään pieniä virheitä. Mittauksen tarkoituksena ei ole saada täydellistä tulosta, vaan saada mittaja kiinnittämään huomiota turvallisuusriskeihin ja tekemään jatkuvasti havaintoja. MVR-mittauksista saadaan paras hyöty silloin, kun mittauksen suorittajia on useampia, koska eri mittajilla on erilaisia tapoja suorittaa mittaus ja he keskittyvät erilaisiin asioihin. Negatiivisiin havaintoihin kirjataan aina vastuuhenkilö, joka saa siitä ilmoituksen sähköpostiin. Tämän jälkeen

vastuuhenkilö huolehtii, että virhe korjataan mahdollisimman nopeasti. Korjauksen jälkeen havainto kuitataan korjatuksi.

MVR-mittaus on yleisin maanrakennustyömaalla käytettävä turvallisuusmittari ja usein myös ainoa. Muita mahdollisia turvallisuusmittareita ovat asfaltti-, murska-, MVR-, RRK-, sekä vesimittari. Näiden lisäksi voidaan käyttää myös omaa mittaria esimerkiksi liikennejärjestelyille. Lisäksi henkilöstöä kannustetaan tekemään säännöllisesti turvallisuushavaintoja liittämällä havaintojen tekeminen osaksi tulospalkkiojärjestelmää.

Mikäli työmaa on kirjattu Zeroni-järjestelmään, niin kuka tahansa voi tehdä turvallisuushavaintoja osoitteessa teehainto.fi, tämä koskee myös työmaan ulkopuolisia henkilöitä, esimerkiksi satunnaista ohikulkijaa.

### **5.3 Työmaainsinöörin tehtävien vaikutus ja toiminnan kehittäminen**

Työmaainsinööri parantaa urakan laatua vähentämällä työnjohdon tehtäviä toimistolla, jolloin työnjohto voi keskittyä enemmän siihen, mitä työmaalla tapahtuu. Toisaalta myös laadun seuranta ja dokumentointi paranevat, kun tehtävään on nimetty yksittäinen vastuuhenkilö, jolla on työkokemusta asian hoitamisesta sekä aikaa siihen. Maanrakennus alalla usein kiire aiheuttaa laatupoikkeamia ja sitä kautta myös projektien tulosten heikkenemistä. Työmaainsinöörin tärkein tehtävä on tukea työmaata avustamalla työnjohtoa.

Työmaainsinöörin tehtäväkuvauksen tarkentamiselle olisi kuitenkin tarvetta ja toimintaa tulisi standardisoida Destian sisällä. Tällä hetkellä työmaainsinöörin tehtävän kuva on jokaiselle projektille yksilöllistä ja se riippuu paljon projektin muusta henkilöstöstä ja heidän työkokemuksestaan. Tämän takia työmaainsinöörin tarvetta projektilla on vaikea arvioida etukäteen. Myös tarvittava työkokemus riippuu muusta projektihenkilöstöstä: jos työnjohdolla ei ole paljoa kokemusta projektinhallinnasta, joutuu työmaainsinööri tukemaan enemmän työnjohtoa. Ja toisaalta pienemmillä projekteilla työmaainsinöörinä voidaan käyttää myös harjoittelijaa. Myös projektin työnjohdon asenne työsuunnittelun merkitykseen vaikuttaa siihen, kuinka hyvin työmaainsinööri voi suoriutua tehtävistään.

Työmaainsinöörin tehtäviä voitaisiin tehostaa jakamalla aikaisempaa enemmän materiaalia, työkaluja sekä kokemuksia työmaainsinööreiden kesken. Vastaan tulleet ongelmat ratkaisuihin tulisi kirjata ylös ja jakaa ne kaikkien Destian työmaainsinööreiden kesken. Näin voitaisiin kehittää toimintaa ja oppia aikaisemmista virheistä. Tilastoinnilla voitaisiin myös selvittää merkittävimmät ongelmat ja niiden aiheuttajat. Tietoa voitaisiin jakaa kehittämällä yrityksen sisällä ohjetta työmaainsinöörille. Ohjeen kehittämiseen valittaisiin ryhmä henkilöitä, jotka ovat eri osa-alueiden ammattilaisia.

Työmaainsinöörillä on merkittävä vaikutus projektin laatuun, koska tämä on ensisijaisesti vastuussa sen dokumentoinnista ja laatuvaatimusten seurannasta. Laatuun vaikuttaa myös se, kuinka paljon työnjohdon on mahdollista olla työmaalla valvomassa töiden tekemistä. Työmaainsinööri vähentää työnjohdon tehtäviä toimistolla, jolloin he voivat olla aktiivisemmin mukana työmaalla.

### **5.3.1 Työmaainsinöörin vaikutus projektin luovutusprosessille**

Työmaainsinööri huolehtii projektin laadunhallinnasta, millä on merkittävä vaikutus projektin luovutusprosessin läpiviennin kannalta. Suurissa ja useamman vuoden mittaisissa projekteissa laatuaineistoa kertyy merkittävä määrä, minkä seuranta on mahdotonta ilman kunnollista seurantamenetelmää. Työmaainsinöörin tärkeä tehtävä on varmistaa, että kaikki tarvittavat laatumittaukset on tehty dokumentoidusti ja niiden tulokset ovat urakka-asiakirjojen mukaiset. Hänen täytyy myös varmistaa, että työn aikana tehdyt mahdolliset muutokset päivitetään myös laatusuunnitelmiin. Pienikin puute voi siirtää projektin luovutusta tai estää sen kokonaan. Luovutusvaiheessa ilmenevät laatupoikkeamat aiheuttavat suuremmat kustannukset, kun poikkeaman korjaamiseen tarvittavat resurssit ovat jo poistuneet työmaalta. Korjaustyö vaatii myös enemmän aikaa ja se voi aiheuttaa viivästyssakkoja.

## **6 Päätelmät**

Työmaainsinöörillä on merkittävä rooli projektin luovutusprosessissa, sillä hänen vastuullaan ovat projektin laatudokumentit, joita ei pääsääntöisesti muu projektihenkilöstö tarkastele.

Etenkin laatudokumenttien arkistointi ja tilaajalle raportointi on ensisijaisesti työmaainsinöörin tehtäviä. Työmaainsinöörin huolimattomuudesta tai riittämättömästä työkokemuksesta voi aiheutua virheitä, joiden korjaaminen maksaa huomattavia summia projektille ja voi viivästyttää projektin luovutusta. Tämän takia työmaainsinöörin tehtävään tulisi antaa riittävä perehdytys ja ylläpitää työmaainsinöörien ammattitaitoa koulutuksilla ja kehityshankkeilla.

Työmaainsinööri huolehtii myös monista muista projektinhallinnan osa-alueista, joista merkittävimmät laadun lisäksi on aikataulu- ja kustannushallinta. Näitä työtehtäviä työmaainsinööri tekee yhteistyössä muun projektihenkilöstön kanssa avustuen heitä. Yksi tärkeimmistä työmaainsinöörin tehtävistä on olla työmaan apuna ja vähentää työnjohdon kuormitusta. Rakennusalalla esiintyy usein työuupumusta, koska yksittäisellä projektiorganisaation henkilöllä on liian paljon työtehtäviä ja vastuuta. Tätä työkuormaa pystyy itsenäisesti suoriutuva työmaainsinöörin merkittävästi vähentämään ja parantamaan samalla työhyvinvointia.

## **6.1 Työn lopputulos ja tulosten käyttöönotto**

Opinnäytetyön tuloksena on syntynyt ohje uudelle työmaainsinöörille, jota voidaan käyttää uuden työmaainsinöörin perehdyttämisen tukena. Ohjetta käytetään työmaainsinöörin tehtäviin perehdyttämisessä. Käyttöönotosta saatavien kommenttien perusteella sitä on mahdollista kehittää laajemmaksi ja koskemaan myös jo kokeneempia työmaainsinööreitä. Näin tietoa pystytään jakamaan ja sitä kautta kehittämään toimintaa.

Ohjeen tekeminen on vahvistanut omaa osaamistani työmaainsinöörin tehtävistä sekä projektinhallinnasta kokonaisuutena. Ohje ja vastuumatriisi yhdessä selkeyttävät projektinhallinnan kokonaisuutta.

## Lähteet

Marttila. (20.10.2016). *Päätoteuttaja – kuka se on?* <https://www.vastuugroup.fi/fi-fi/blogi/p%C3%A4%C3%A4toteuttaja-kuka-se-on>

Mutkalampi tuulipuisto, n.d. *Yleiskuva*. <https://mutkalampi.fi/>

Ratu KI-6031 (2017). Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Rakennustieto Oy. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20KI-6031>

Ratu KI-6033 (2018). Rakennushankkeen kustannushallinta. Rakennustieto Oy. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20KI-6033>

RT 103309 (2021). Yhdyskuntateknisten rakennusurakoiden kilpailuttaminen. Rakennustieto Oy. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%20103309>

S-1229 (2011). Rakennustyömaan projektisuunnitelma. Rakennustieto Oy. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20S-1229>

Työsuojeluhallinto, n.d. *Vakava työtapaturma*. <https://www.tyosuojelu.fi/tietoa-meista/asiointi/luvat-ja-ilmoitukset/vakavasta-tyotapaturmasta-ilmoittaminen>

Vastuu Group. (n.d.). *Tilaajavastuulaki*. Haettu 20.3.2022 osoitteesta <https://www.vastuugroup.fi/fi-fi/tilaajavastuulaki>

Väylävirasto. (n.d.). *Kantatie 46*. <https://vayla.fi/kantatie-46>

