

Jesse Nuorala

# LEAN-FILOSOFIAN HYÖDYNTÄMINEN TYÖNSUUNNITTELUSSA

Diplomityö  
Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta  
Ohjaaja: Tuomas Ahola  
Tarkastajat: Tuomas Ahola & Jussi Heikkilä  
Joulukuu 2022

# TIIVISTELMÄ

Jesse Nuorala: Lean-filosofian hyödyntäminen työnsuunnittelussa  
Diplomityö  
Tampereen yliopisto  
Teknisten tieteiden tutkinto-ohjelma, konetekniikka  
Joulukuu 2022

---

Tämän diplomityön tavoitteena on löytää kehitysehdotuksia kohdeyrityksen työnsuunnittelu-prosessiin Lean-filosofian avulla. Kohdeyrityksen työnsuunnittelu perustuu tällä hetkellä työnsuunnittelijoiden henkilökohtaiseen ammattitaitoon ja kokemukseen, eikä varsinaiselle työnsuunnitteluprosessille ole olemassa minkäänlaista kirjallista yrityksen sisäistä yhteneväistä toimintamallia tai ohjeistusta. Työn osatavoitteena oli määritellä yrityksen työnsuunnitteluprosessia, jotta siitä olisi Leanin avulla mahdollista löytää kehittämissuhteita.

Työn toimeksiantajana toimii Viafin Service Oyj -konserniin kuuluva Viafin Process Piping Oy, joka valmistaa, urakoi ja kunnossapitää vaativan prosessiteollisuuden putkistoja. Työ toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Lisäksi työnsuunnitteluprosessin määrittelyn tiedonlähteenä käytettiin haastatteluita. Haastatteluissa kuultiin yhteensä 11 yrityksen työntekijää, jotka työssään tekevät tai ovat tehneet työnsuunnittelua. Kirjallisuuskatsausten ja haastatteluiden avulla yrityksen työnsuunnitteluprosessista pyrittiin löytämään kehitysehdotuksia yrityksen käyttöön.

Diplomityön tulokset voidaan jakaa kolmeen osaan: yrityksen kaksivaiheisen työnsuunnittelu-prosessin määrittely, lukuisat kehitysehdotukset työnsuunnittelun tueksi Leania hyödyntäen sekä työnsuunnittelun ohjekirja yrityksen toimihenkilöiden käyttöön.

Yrityksen työnsuunnitteluprosessi on jaettu kahteen osaan: ennen työn toteutusvaihetta tapahtuva työnsuunnittelu sekä työn toteutusvaiheessa tehtävä työnsuunnittelu. Ne sisältävät monia eri työtehtäviä, kuten aikataulun ja esivalmisteiden suunnittelun, projektin jakamisen pienempiin työpaketteihin sekä haalaus- ja nostotöiden suunnittelun. Työnsuunnitteluprosessin määrittelyn jälkeen prosessista onnistuttiin löytämään lukuisia kehitysehdotuksia ja hukkia Leanin avulla. Merkittävimpiä työnsuunnittelun hukkia olivat yhteneväisen toimintamallin puuttuminen sekä esivalmisteisiin ja niiden tilausprosessiin liittyvät hukat. Haastatteluista ilmenneiden hukkien poistoon työssä tarjottiin kehitysehdotuksia kymmenen eri Lean-työkalun avulla. Näiden jälkeen työn viimeisenä tuloksena saatiin tehtyä työnsuunnittelun ohjekirja yrityksen toimihenkilöiden käyttöön. Viisisivuinen ohjekirja sisältää tiivistetysti tämän työn tulosten sisällön. Tämän seurauksena yrityksen työnsuunnittelulle saatiin yhteisen toimintamallin rakenne, joka aikaisemmin yrityksestä puuttui kokonaan.

Kohdeyrityksen työnsuunnitteluprosessin rakenteessa ja työtehtävissä on havaittavissa selkeitä yhteyksiä kirjallisuuteen. Näistä esimerkkinä yrityksen työnsuunnitteluprosessin jakaminen ajallisesti osiin, työnsuunnittelun tehtävät sekä työnsuunnittelua tekevät toimihenkilöt. Suurimpana erona työnsuunnittelun kirjallisuuteen oli yrityksen työnsuunnittelussa käytettävät työkalut.

Aikaisemmin Leania on onnistuttu hyödyntämään vastaavien työympäristöjen kehityshankkeissa. Myös tämän tutkimuksen kohdalla Lean osoittautui hyväksi teoriaksi työnsuunnitteluprosessin kehittämisen tueksi.

Avainsanat: Lean, työnsuunnittelu, teollisuusputkistot, projektitoimittaja

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

# ABSTRACT

Jesse Nuorala: Utilizing Lean Philosophy in work planning  
Master of Science Thesis  
Tampere University  
Master's Degree Programme in Mechanical Engineering  
December 2022

---

The aim of this master's thesis is to find development proposals for the work planning process of the target company using the Lean philosophy. The work planning of the target company is currently based on the personal skills and experience of the work planners and there is no written instruction or unified operating model for the actual work planning process within the company. The sub-goal of the work was to outline the company's work planning process, so that it would be possible to find development proposals from it with the help of Lean.

The client of the work is Viafin Process Piping Oy, a member of the Viafin Service Oyj group, which manufactures, contracts, and maintains the pipelines of the demanding process industry. The work was implemented as a literature review. In addition, interviews were used as a source for defining the work planning process. In the interviews, eleven employees, who are doing work planning or have done it, were heard. With the help of literature reviews and interviews, this study tried to find development proposals for the company's work planning process.

The results of this thesis can be divided into three parts: the definition of the company's work planning process, development proposals to support work planning using Lean, and a work planning manual for the company's employees.

The company's work planning process has been divided into two parts: The work planning which happens before the implementation phase and the work planning which happens during the work implementation phase. They include several different work tasks, such as planning the schedule and prefabrications, dividing the project into smaller work packages, and the planning of the hauling and lifting work. After defining the work planning process, it was possible to find numerous development proposals and wastes from the process using Lean. The most significant wastes in work planning were the lack of a consistent operating model and the wastes related to prefabrications and their ordering process. This work offered improvement proposals with the use of ten different Lean tools to remove the wastes that were discovered from the interviews. After these stages, a work planning manual was made for the use of the company's employees as the final result of the work. The five-page manual contains the summary of this work's results. As a result of this manual, a unified operating model for the company's work planning, which was completely missing earlier, was received.

It was found that there are clear connections between the literature and the work planning process and its tasks. Examples of these include dividing the company's work planning process into parts based on schedule, the assignments of work planning process, and the employees who do the work planning for the company. The biggest difference compared to the work planning literature were the tools the company uses in their work planning.

Earlier in literature, Lean has been successfully used in similar working environments in various development projects. Also in this study, Lean proved to be a good theory to support the development of the work planning process.

Keywords: lean, work planning, industrial, piping, projects, project management, project planning.

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

# ALKUSANAT

Tämä diplomityö on laadittu opinnäytetyönä Tampereen yliopiston tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunnassa.

Haluan kiittää toimeksiantajayritystä Viafin Process Piping Oy:tä mahdollisuudesta päästä tekemään tutkimustyötä teollisuusprojektirympäristössä alan ammattilaisten joukossa. Työn ohjauksesta haluan kiittää projektijohtaja Janne Jauhola, joka omalla työpanoksellaan varmisti kaikki edellytykset työn laadukkaalle onnistumiselle. Hänen ansiostaan sain mahdollisuuden tehdä diplomityön mielenkiintoisesta ja kehittävästä aihealueesta, joka samalla perehdytti minua tulevaisuuden työtehtäviin ja Lean-filosofiaan.

Kohdeyrityksen ohjaajan lisäksi haluan kiittää myös Tampereen yliopiston diplomityöohjaajaa, professori Tuomas Aholaa asiantuntevasta ja ensiluokkaisesta ohjauksesta. Sain häneltä paljon apua läpi koko diplomityöprojektin, mikä mahdollisti työn onnistuneen toteutuksen.

Suuret kiitokset myös haastatteluissa mukana olleille työntekijöille, joiden avulla sain työni todella laajan materiaalin käytettäväksi.

Tampereella, 18.12.2022



Jesse Nuorala

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
1.1 Kohdeyrityksen esittely ja ongelman asettelu .....	3
1.2 Ongelman asettelu .....	5
2. KIRJALLISUUSKATSAUS .....	6
2.1 Työsuunnittelu .....	6
2.2 Lean-filosofia .....	12
2.3 Synteesi .....	22
3. TUTKIMUSMETODOLOGIA .....	25
3.1 Yleisesti .....	25
3.2 Haastattelukysymykset .....	27
3.3 Haastatteluiden toteutus kohdeyrityksessä .....	28
3.4 Haastatteluiden analysoiminen .....	31
4. TULOKSET .....	32
4.1 Työsuunnittelu Viafin Process Pipingilla .....	32
4.2 Leanin hyödyntäminen projektitoimittajan työsuunnittelussa .....	41
5. KESKUSTELU .....	45
6. PÄÄTELMÄT .....	49
6.1 Yhteenveto .....	49
6.2 Työn tulokset ja niiden arviointi .....	50
6.3 Jatkotutkimukset .....	52
LÄHTEET .....	53
LIITE A: HAASTATTELUKYSYMYKSET SUOMEKSI .....	58
LIITE B: HAASTATTELUKYSYMYKSET ENGLANNIKSI .....	59
LIITE C: TYÖNSUUNNITTELUOHJE .....	60
LIITE D: TIIVISTELMÄT HAASTATTELUIDEN VASTAUKSISTA .....	65

# LYHENTEET JA MERKINNÄT

HSE-suunnitelma	Lyhenne HSE englannin kielestä "Health, Safety, Environment". Suomeksi käännettynä HSE tarkoittaa "terveys, työturvallisuus, ympäristöasiat".
IPO-kaavio	Input Process Output -kaavio on visuaalinen esitys prosessista, joka näyttää prosessin syötteet ja tulokset
PDCA	Kehittämismalli. Tulee sanoista Plan, Do, Check ja Act
Pilot-projekti	ts. pilottihanke on alustava tutkimus varsinaiselle käyttöönotolle tai kokeilulle
TAS	Työn alustava suunnitelma
TAS-T	Yleissuunnitelma
TLTS	Työsuunnitelma
TPS	Toyota Production System. Toyotan tuotantojärjestelmä
VPP	Viafin Process Piping
VS	Viikkosuunnitelma

# 1. JOHDANTO

Työnsuunnittelu on ratkaiseva tekijä projektin onnistumisen kannalta [1]. Käytännössä se koostuu kaikista niistä työvaiheista, joilla varmistetaan ennalta tarvittavat edellytykset töiden tehokkaalle toteuttamiselle ja näin ollen projektin onnistumiselle. Näitä työvaiheita ovat muun muassa töiden aikataulusuunnitelma, työn ositus, hankinta- ja alihankintasuunnittelu sekä nosto-, varastointi-, työvoima ja työturvallisuussuunnitelmat [2][3][4]. Projektin aikana työnsuunnitteluun osallistuu monet eri yrityksen toimihenkilöt [2] ja se on hyvin tärkeä osa projektin onnistumisen kannalta [4][5].

Tässä diplomityössä on tavoitteena perehtyä suomalaisen projektitoimittajayrityksen työnsuunnitteluprosessiin ja sen ongelmakohtiin, tutustua Lean-toimintaan ja sen tarjoamiin työkaluihin sekä lopulta pyrkiä hyödyntämään Leania yrityksen työnsuunnitteluprosessin kehittämisessä. Lisäksi työn tuloksien pohjalta on tarkoituksena tehdä tiivistelmä työnsuunnitteluprosessista ohjeeksi yrityksen työntekijöiden käyttöön.

Tämän diplomityön toimeksiantajayrityksen työnsuunnitteluprosessille ei ole tällä hetkellä olemassa yhteistä toimintamallia. Yritys näkee, että yhteisen toimintamallin avulla työnsuunnitteluprosessista saataisiin tehokkaampi ja laadukkaampi. Lisäksi sen avulla voitaisiin perehdyttää uusia työntekijöitä työnsuunnittelijan tehtäviin. Ennen toimintamallin tekoa tulee kuitenkin tutustua nykyiseen työnsuunnitteluprosessiin, löytää sieltä parhaat työkalut ja vähentää sen ongelmakohtia.

Toimeksiantajayrityksessä on tunnistettu nykyisen työnsuunnittelun sisältävän paljon ylimääräistä ja turhaa työtä. Tällaisten asioiden poistaminen on keskeistä Lean-filosofiassa [6, s. 8]. Lisäksi Lean on tunnistettu toimeksiantajayrityksessä toimivana filosofiana. Yrityksen mukaan yrityksen projektit vastaavat hyvin paljon rakennustyömaaprojekteja, joissa Lean -filosofiaa ja Lean -käytäntöjä on käytetty paljon ja ne on todettu hyviksi vaihtoehdoiksi kyseisessä ympäristössä [7][8][9, s. 84]. Näiden edellä mainittujen asioiden perusteella Leanin tarjoaman ajatusmallin sekä työkalupakin uskotaan olevan sopivin lähestymistapa yrityksen työnsuunnittelun kehittämiseksi.

Aikaisemmissa alan tutkimuksissa Leania on hyödynnetty muun muassa loushintatyömaan työnsuunnittelussa [10], ei-toistuvan tahtituotannon työnsuunnittelussa [11]. Li-

säksi Lean on tunnettu etenkin rakennustyömaaympäristössä [6][8], mikä on kohdeyrityksen mukaan hyvin samanlainen kuin yrityksen toimintaympäristö. Yrityksen sisäistä tutkimusta kyseisestä aihepiiristä ei ole tehty.

Tämän työn päätutkimuskysymykset ovat:

1. Millainen on kohdeyrityksen työsuunnitteluprosessi
2. Miten Leania voidaan hyödyntää projektitoimittajan työsuunnittelussa.

Tutkimuskysymyksiin pyritään saamaan vastaukset yhdistämällä haastatteluaineisto kirjallisuuskatsauksen Lean-filosofian teoriaan.

Tämä diplomityö sisältää yhteensä kuusi lukua. Ensimmäisessä luvussa esitellään tutkimusongelmat sekä työn toimeksiantajayritys. Toisessa luvussa perehdytään työsuunnitteluprosessiin tutustumalla aihepiiriin liittyvään kirjallisuuteen. Lisäksi luvussa perehdytään Lean-filosofiaan, jonka pohjalta työsuunnitteluprosessin kehitysehdotukset pyritään tässä työssä perustelemaan. Kappaleen alla tutustutaan muun muassa Leanin kirjallisuuteen, historiaan, periaatteisiin ja sen työkaluihin.

Tämän jälkeen työn kolmannessa kappaleessa käsitellään työn toista tiedonkeruumenettelmää, haastattelututkimusta. Tässä kappaleessa käydään läpi haastattelututkimusten teoriaa, minkä pohjalta haastattelut suunnitellaan ja toteutetaan. Lisäksi kappaleessa käydään läpi haastattelukysymykset sekä haastatteluiden analysoimiseen liittyvää teoriaa.

Neljännessä kappaleessa käydään läpi työn tulokset. Kappaleessa kuvataan kohdeyrityksen työsuunnitteluprosessi perusteellisesti haastatteluiden pohjalta ja verrataan sitä teoriaosuudessa läpikäytyyn kirjallisuuteen. Lisäksi neljännessä kappaleessa tarkastellaan yrityksen työsuunnitteluprosessia Leanin näkökulmasta ja pyritään sen kautta löytämään kehitysehdotuksia yrityksen käyttöön Lean-filosofian ja Leanin tarjoamien työkalujen avulla.

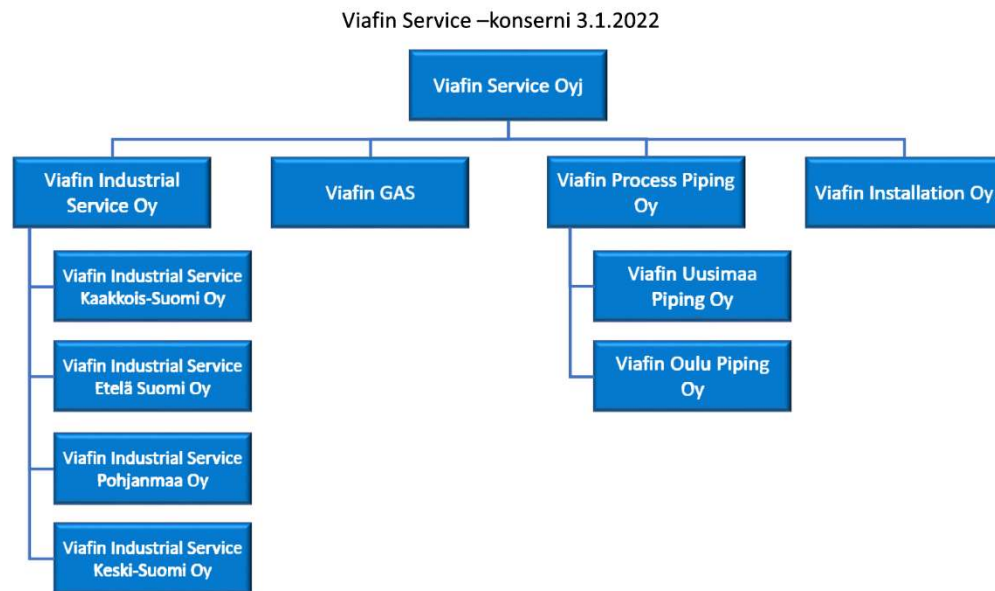
Työn viidennessä kappaleessa vastataan tiivistetysti työn tutkimuskysymyksiin. Lisäksi keskustelukappaleessa vertaillaan töiden tuloksia aikaisempaan kirjallisuuteen ja tutkimuksiin.

Työn viimeisessä luvussa on esiteltyä työn päätelmät. Päätelmät sisältävät yhteenvedon, työn tulokset ja niiden arvioinnit sekä jatkotutkimusehdotukset. Työn lopussa on nähtävillä myös työn lähteet sekä neljä liitetiedostoa: haastattelukysymykset suomeksi, haastattelukysymykset englanniksi, yrityksen käyttöön tehty ohjekirja työsuunnittelulle sekä tiivistelmätaulukot haastatteluiden vastauksista.



## 1.1 Kohdeyrityksen esittely ja ongelman asettelu

Tämän työn toimeksiantajana toimii Viafin Service Oyj -konserniin kuuluva Viafin Process Piping Oy (VPP). VPP on vuonna 2011 perustettu yritys, joka valmistaa, urakoi ja kunnossapitää vaativan prosessiteollisuuden putkistoja [12].

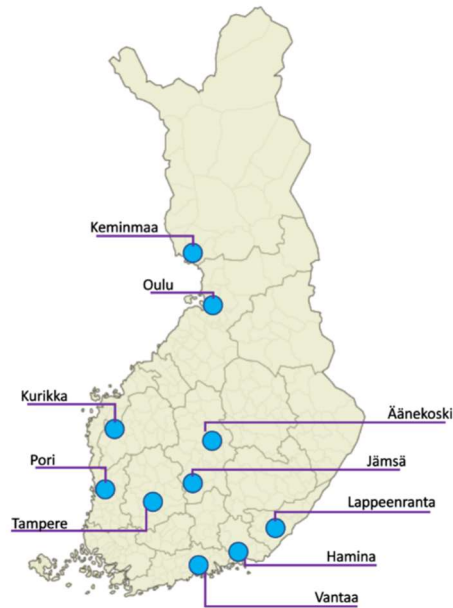


**Kuva 1.** Viafin Service -konsernin kuvaus 3.1.2022. [13, s. 4]

Kuvassa 1 on kuvattuna Viafin Service -konsernin rakenne. Viafin Service Oyj on siis jaettuna neljään tytäryhtiöön, joista Viafin Industrial Service Oy:llä ja Viafin Process Piping Oy:llä on yhteensä kuusi omaa tytäryhtiötä [14, s. 5].

Viafin Industrial Service Oy on erikoistunut teollisuuden kunnossapitoon [14, s. 7], Viafin GAS Oy:n liiketoiminta keskittyy tuottamaan turvallisia kaasunkäyttöratkaisuja sekä kaasunkäytön kunnossapitoa [14, s.7] ja Viafin Installation Oy on erikoistunut teollisuuden laiteasennuksiin, -korjauksiin ja -huoltoihin. [15]

Vuonna 2021 Viafin Process Piping Oy:n liikevaihto oli 37 miljoonaa euroa liikevoiton ollessa 2,4 miljoonaa euroa [14]. VPP työllistää vuonna 2022 noin 200 henkilöä [16, s. 10]. Yrityksen asiakkaina toimivat lukuisat paperi- ja selluteollisuuden, energia- ja ympäristöalan sekä kaivos- ja metallialan yritykset, kuten UPM, Wärtsilä, Valmet, Outokumpu ja Neste [16, s. 26][17, s. 4]. VPP:lla on yhteensä kymmenen toimipistettä, jotka toimivat ympäri Suomen.



**Kuva 2.** *Viafin Process Piping Oy:n toimipisteet Suomen kartalla [18]*

Kuvassa 2 on merkittynä VPP:n vuoden 2022 toimipisteet ja niiden sijainnit Suomen kartalla.

Teollisuusputkistojen asennuspalveluita tarjottiin vuosina 1992–2007 osana West Welding Oy:n palveluita. Vuosina 2008–2010 putkistoliiketoiminta kehittyi omaksi liiketoiminta-alueeksi, jonka aikana perustettiin uudet asiakaspalvelukeskukset Jämsään sekä Poriin. Vuonna 2011 putkistoliiketoiminta irtaantui West Weldingistä ja perustettiin uusi yritys, Viafin Process Piping Oy. Saman vuoden aikana VPP osti teollisuusputkistoihin ja laiteasennuksiin erikoistuneen Kalse Piping Oy:n [19][20]. Yrityskaupan myötä VPP sai itselleen uudet toimipisteet Ouluun ja Kemnmaalle. Tämän avulla VPP onnistui tarjoamaan parempaa asiakaspalvelua Suomen ja Ruotsin kaivosteollisuudelle [17, s. 3]. Vuosina 2012–2015 yrityksen maine prosessiputkistotekijänä kasvoi, jonka myötä yritys sai itselleen merkittäviä projekteja ja tämän seurauksena yrityksen liikevaihto kasvoi jopa 29 miljoonaan euroon [21, s. 5].

Kovan kasvun jälkeen yrityksen kannattavuus kuitenkin laski rajusti, ja vuonna 2015 yrityksen käyttökateprosentti oli kokonaisuudessaan -0,4 %. Tämän seurauksena yrityksen oli tehtävä muutoksia toimintaansa, jotta yrityksen toiminnan jatkuminen olisi mahdollista. Vuonna 2016 aloitettiin yrityksen sisäinen hanke, jonka myötä yrityksen strategia muuttui aikaisemmasta merkittävästi. Samalla yrityksessä määriteltiin projektitoteutuksen malli, joka määrittelee projektien toimintamallit. Mallissa on siis käytännössä ohjeet projektien toteutusta varten, joita yritys noudattaa säännöllisesti. Suurien muutosten

myötä yrityksen liikevaihdon kasvu rauhoittui 25-30miljoonaeuron välille ja kannattavuus parani huomattavasti. Vuonna 2020 yrityksen käyttökateprosentti oli yli 7 % [21, s.6][22].

Viafin Service -konserni syntyi vuonna 2018 Viafin Process Pipingin ja Viafin Installati-  
nin siirryttyä Viafin Service Oy:n omistukseen [13, s. 2]. Saman vuoden marraskuussa  
Viafin Service Oy listautui First North Finland -markkinapaikalle [23, s. 3] ja on täten  
julkinen pörssiyhtiö.

## 1.2 Ongelman asettelu

Yrityksen projektitoteutuksen malli sisältää paljon ohjeita ja työkaluja jokaisen projektin  
osa-alueen tueksi. Osa-alueet ovat projektin myynti-, aloitus ja suunnittelu-, toteutus, lo-  
petus ja takuuvaihe. Kuitenkin projektin aikana tapahtuvaa työnsuunnittelua ei ole pro-  
jektitoteutuksen mallissa määriteltä juuri ollenkaan ja tällä hetkellä työnsuunnittelun te-  
keminen perustuu työntekijöiden henkilökohtaiseen taitoon. Toisin sanoen tällä hetkellä  
työnsuunnittelu tehdään työnsuunnittelua tekevän henkilön näkökulmasta parhaalla  
mahdollisella tavalla, eikä selkeää, yhteneväistä toteutustapaa työnsuunnittelulle ole yri-  
tyksessä olemassa [21][22].

Ennen selkeän toteutusmallin tekemistä tulee määritellä tämänhetkinen toteutusmalli,  
jotta mahdollisia kehitysehdotuksia ja parannuksia voidaan ylipäättänsä tehdä, ja lopulta  
tuoda yhteen parhaat mahdolliset työnsuunnittelun työkalut ja toteutustavat. Tämän työn  
tarkoituksena on määritellä yrityksen työnsuunnitteluprosessi ja löytää siihen mahdollisia  
parannusehdotuksia Leanin avulla.

Tämän työn kirjallisuuskatsauksessa pyritään löytämään aikaisempien tutkimusten ja kir-  
jallisuuden kautta tämän työn kannalta oleellisia Lean -termejä ja työkaluja, joiden  
avulla työnsuunnitteluprosessia ja sen ongelmakohtia on mahdollista kehittää. Kirjali-  
suuskatsauksen sisällön rajauksessa on otettu huomioon toimeksiantajan toiveet sekä  
huomioitu yrityksen toimiala.

## 2. KIRJALLISUUSKATSAUS

### 2.1 Työnsuunnittelu

Ennen kohdeyrityksen työnsuunnitteluprosessiin tutustumista on syytä perehtyä työnsuunnittelun kirjallisuuteen. Tässä kappaleessa perehdytään työnsuunnitteluun perusteellisesti samalla ottaen selvää mitä työnsuunnittelu on, mitä työtehtäviä työnsuunnitteluun kuuluu ja ketkä sitä tekevät. Tässä kirjallisuuskatsauksessa keskitytään pääsääntöisesti rakennusprojektien työnsuunnitteluun.

Eramo et al. (1978) määrittelyn mukaan [2, s. 76] työnsuunnittelulla tarkoitetaan kaikkea niitä toimenpiteitä, joilla tuotesuunnitelma muutetaan työhjeksi ja ohjelmaksi. Työnsuunnittelun laajuus riippuu suunnittelun kohteesta sekä vaiheesta. Työnsuunnittelu ei ole kertaluontoinen tapahtuma, vaan se on jatkuvaa ja työn edetessä tarkentuvaa toimintaa [2, s. 76]. Eramo et al. mukaan [2, s. 76] työnsuunnittelu vastaa kysymyksiin ”millä menetelmillä”, ”millä resursseilla”, ”missä ajassa”, ”minä ajankohtana” ja ”kenen toimesta” kyseinen projekti tullaan toteuttamaan.

Kirjallisuudessa työnsuunnittelu liitetään usein projektinhallintaan ja projektisuunnitteluun. Esimerkiksi Heagneyn (2016) mukaan [4] projektinhallinta ja -suunnittelu sisältävät useita eri työvaiheita, jotka täyttävät Eramo et al. (1978) työnsuunnittelun määritelmät. Näitä työvaiheita ovat muun muassa töiden aikataulusuunnitelma, työn ositus (eng. work breakdown structure (WBS)), projektiorganisaation suunnittelu sekä muita projektin toteutukseen liittyviä suunnitelmia. Lisäksi Benhart ja Rappin (2015) mukaan [24, s. 16–17] suureen rakennusurakoitsijan projektin toteutussuunnitelmaan kuuluu muun muassa toteutusstrategia, tärkeimpien virstanpylväiden ja pääaikataulun suunnittelu, HSE (Health Safety Environment) -suunnitelma sekä hankinta- ja alihankintasuunnittelu, mitkä myös täyttävät Eramo et al. työnsuunnittelun määritelmät.

Siinä missä Eramo et al. (1978) määritteli työnsuunnittelun vastaavaan viiteen eri kysymykseen, Mubarak (2015) on määritellyt [25, s. 4] projektisuunnittelun vastaavan kahdeksaan kysymykseen: ”mitä”, ”missä”, ”milloin”, ”miksi”, ”kuinka”, ”kuinka paljon”, ”kuka tekee” ja ”kenen toimesta”. Nämä poikkeavat hieman työnsuunnittelulla vastattaviin kysymyksiin.

Projekti- ja työnsuunnittelun määritelmistä ja niiden eroavaisuuksista voidaan todeta, että työnsuunnittelu on osa projektisuunnittelua. Esimerkkinä Artto et al. (2006) määrittelemän projektisuunnitelman sisällön mukaan [26, s. 107] projektisuunnitelmaan kuuluu

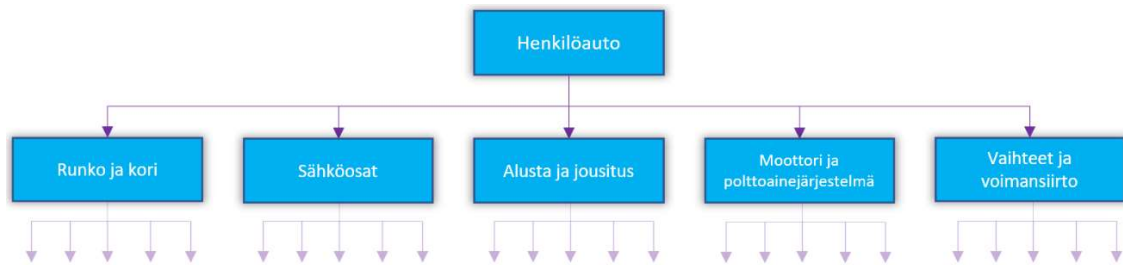
Eramo et al. määrittelemiä työsuunnittelun tehtäviä, kuten projektiorganisaation määrittely, työn ositus sekä aikataulun hallinta, kun taas projektisuunnitelmaan kuuluu työvaiheita, jotka eivät kuulu työsuunnitteluun aikaisempien määritelmien perusteella. Näitä työvaiheita ovat esimerkiksi projektin päämäärän ja tavoitteiden määrittely, riskienhallinta, projektin taustojen ja hyötyjen määrittely, hankintojen hallinta, budjetti ja kustannusten hallinta sekä viestintäsuunnitelma [26, s. 107–108].

Toisaalta työsuunnitteluun kuuluvia työvaiheita voidaan tarkastella projektihallinnan osa-alueiden kautta. Projektinhallinta voidaan jakaa yhdeksään eri osa-alueeseen [26, s. 37], joita ovat:

1. Projektin kokonaisuuden hallinta
2. Laajuuden hallinta
3. Aikataulun hallinta
4. Kustannusten hallinta
5. Resurssien ja henkilöstön hallinta
6. Viestintä
7. Riskienhallinta
8. Hankintojen hallinta
9. Laadunhallinta

Lisäksi Project Management Instituten julkaiseman (2017) projektinhallinnan oppaan mukaan [27] projektinhallinnan osa-alueisiin kuuluu myös kymmenes osa-alue: sidosryhmien hallinta.

Näistä kymmenestä projektinhallinnan osa-alueesta on löydettävissä työsuunnittelun tehtäviä. Esimerkiksi projektin laajuuden hallinta sisältää muun muassa työnosituksen tekemisen [27][28]. Buchtikin (2013) mukaan [29] työn ositus auttaa töiden hahmottamisessa sekä helpottaa projektin töiden suunnittelua. Lisäksi sen avulla voidaan visualisoida ja määritellä ulkoisen ja sisäisen työn rajat sekä saavuttaa yhteinen ymmärrys tehtävistä töistä eri sidosryhmien kanssa. Tämän voidaan siis nähdä olevan myös osa sidosryhmien hallintaa.



**Kuva 3.** Yksinkertainen esimerkki työn osituksesta [30, s. 176]

Kuvassa 3 on esiteltyä yksinkertainen esimerkki työn osituksesta. Lockin (2013) mukaan [30, s. 176] töiden jakamista voidaan jatkaa niin monelle tasolle kuin on tarpeellista. Hänen mukaansa valmiissa työn osituksesta tulee löytää kaikki työn vaiheet, mikä voi suuremmissa projekteissa olla haastavaa. Lockin mukaan aivoriihi on hyvä apuväline työnosituksen tekemisessä [30, s. 177]. Työn ositus auttaa vastaamaan kysymyksiin ”mitä”, ”missä”, ”kuinka” ja ”kuinka paljon” töitä tehdään.

Töiden osituksen lisäksi myös organisaatorakenteen suunnittelu on osa projektin laajuuden hallintaan [27]. Tämän lisäksi organisaatorakenteen suunnittelu voidaan nähdä kuuluvan myös resurssien ja henkilöstön hallintaan perustuen niiden määritelmiin [26, s. 37]. Organisaatorakenteen (eng. organization breakdown structure) avulla määritellään ketkä tekevät projektin eri työvaiheet [31, s. 115]. Tonchian (2008) mukaan [31, s. 115] organisaatorakenteen määrittelee pääsääntöisesti projektipäällikkö. Organisaatorakenteen määrittely auttaa vastaamaan kysymyksiin ”kuka tekee” ja ”kenen toimesta” työt tehdään.

Toisaalta Arto et al. (2006) mukaan projektin kokonaisuuden hallinnalle ominaista on resurssien allokoiminen sekä tavoitteiden määrittely ja tarkentaminen projektin aikana [26]. Erityisesti resurssien allokointi on edeltävän perusteella yksi työsuunnittelun tehtävistä, jonka perusteella myös projektin kokonaisuuden hallinta sisältää työsuunnittelun tehtäviä.

Näiden lisäksi työsuunnittelun tehtäviä löytyy myös projektin aikataulun hallinnasta. Näitä tehtäviä on työvaiheiden aikataulutuksen (eng. scheduling) suunnittelu sisältäen tärkeimpien virstanpylväiden suunnittelun. Aikataulutusta käytetään myös liiketoimintasuunnitelmissa ja projektien tarjousvaiheessa [30 s. 79]. Aikataulutuksen tekemisessä apuvälineenä voidaan käyttää eri apuvälineitä ja pylväskaavioita. Näistä esimerkkinä projektinhallintaohjelmisto Microsoft Project sekä sen sisältämät projektin aikataulutukseen liittyvät Gantt-kaaviot ja kriittiset polut [30 s. 85]. Aikataulutus auttaa vastaamaan kysymyksiin ”milloin” työt tehdään.

Projektinhallinnassa työsuunnittelu ja sen tehtävät voidaan siis nähdä sijoittuvan projektin aikataulun hallintaan, kokonaisuuden hallintaan, laajuuden hallintaan, resurssien ja henkilöstön hallintaan sekä sidosryhmien hallintaan.

Suunnittelun tueksi on olemassa monia eri työkaluja [32][33], kuten erilaiset vuokaaviot, syy-seurauskaaviot, juoksukaaviot, affinteettikaaviot, toimintaverkkokaaviot (eng. activity network diagram) sekä laajasti rakentamisen alalla käytetty last planner system (LPS) [34]. LPS:n avulla pyritään tilanteeseen, jossa viikkosuunnitelman tehtävien käynnistyessä kaikki töiden onnistumisen kannalta vaadittavat edellytykset ovat kunnossa, ja työ voidaan suorittaa ongelmitta suunnitelmien mukaan [35]. Lisäksi LPS:n tavoitteena on lisätä työsuunnitelman ennustettavuutta panostamalla lyhyen aikavälin suunnitteluun ja ohjaukseen virstanpylvässuunnittelulla, ennakointisuunnittelulla, ja viikoittaisella työsuunnittelulla [34].

Työsuunnittelu on oleellinen osa työmaan johtohenkilöiden työtä, jolle ei ole olemassa jotain tietynlaista ja oikeaa toteutustapaa. Hyvän työsuunnittelijan taito on valita jokaiseen työvaiheeseen oikeat toteutustavat [2, s. 76]. Erikoisissa ja haastavissa projekteissa työsuunnittelulla on mahdollista vaikuttaa hankkeen tulokseen merkittävästi, koska tällöin työsuunnittelulle ei ole rajoittavia yksityiskohtaisia tekijöitä [2, s. 76].

Hyvän työsuunnittelun edellytyksiä ovat laadukkaat lähtötiedot, joihin työsuunnittelu pääosin pohjautuu. Hyvät lähtötiedot palvelevat työsuunnittelun tarpeita. [2, s. 77]. Työsuunnittelijaa työkseen tekevän henkilön on hyvä tuoda mahdollisimman lähelle tuotantovastuussa olevia henkilöitä, jotta suunnitelmien toteuttajalla on mahdollisuus osallistua työsuunnitteluun ja hyväksyä tehdyt suunnitelmat [2, s. 78].

Heagneyn (2016) mukaan [4, s. 18] yksi suurimmista syistä projektien epäonnistumiselle on huono suunnittelu. Toisin sanoen työsuunnitteluun panostaminen lisää mahdollisuuksia projektin onnistumiselle. Myös Serradorin (2015) mukaan [5, s. 5] tutkimukset sekä projektipäälliköiden kokemukset puhuvat tämän puolesta. Työsuunnittelun voidaan siis nähdä olevan hyvin tärkeä osa projektin onnistumisen kannalta.

Työsuunnittelu on Eramo et al. (1978) mukaan [2, s. 78] ilmaistu niin sanottuna jatkuvan suunnittelun periaatteella, joka jakaantuu neljään eri vaiheeseen:

1. työn alustava suunnitelma (TAS)
2. yleissuunnitelma (TAS-T)
3. työsuunnitelma (TLTS)
4. viikkosuunnitelma (VS).

Työn alustava suunnitelma laaditaan projektin kustannusarvion laskentavaiheessa [2, s. 22]. Tämän vaiheen päätarkoituksena on rakennusajan kartoittaminen sekä päätyömenetelmien ja resurssien määrittely kustannusarvioita varten. Alustava suunnitelma tehdään määrälaskentatietojen ja tuotesuunnitelmien perusteella. Projektin koko ja sen poikkeavuus vaikuttavat alustavan työsuunnitelman tekemisen haasteellisuuteen. Suurelle erikoisprojektille alustavan työsuunnittelun teko on haastavampi prosessi verrattuna pienen ja tavanomaisen projektin alustavien suunnitelmien tekoon. Eramo et al. (1978) mukaan alustavan työsuunnitelman laatii yrityksen teknillinen johto, työsuunnitteluorganisaatio sekä mahdollisesti työpäällikkö ja laskentaosasto. Työn alustavassa suunnitelmassa käydään läpi muun muassa tuotantotapa, päätyömenetelmien ja kaluston valinta, alustava yleisaikataulu, työmaaorganisaatio ja työresurssien määrä sekä yleinen alustava työmaasuunnitelma. Työmaasuunnitelmassa listataan tarvittavat työmaarakennukset, työmaatiet, nosturit, hissit, aitaukset, varastoalueet ja niiden sijainnit [2, s. 23].

Benhart ja Rappin (2015) mukaan [24, s. 19] ennen rakennustyömaan alkua tapahtuvassa työsuunnittelussa tulee keskittyä erityisesti seuraaviin kolmeen osa-alueeseen: työryhmät, työkalut ja tarvikkeet sekä materiaalit ja niiden toimittajat. Työryhmien suunnittelussa tulee miettiä, mitä osaamista työryhmän sisältä pitää löytyä ja kuinka paljon työntekijöitä yhdessä työryhmässä on. Työsuunnittelija voi esimerkiksi miettiä pitäisikö asentajien määrää lisätä suhteessa hitsaajiin. Työkaluihin ja tarvikkeisiin liittyvässä suunnittelussa Benhart ja Rappin mukaan [24] tulee miettiä, mitä erikoistyökaluja tarvitaan ja mitä varusteita miehistö tarvitsee. Materiaaleihin ja niiden toimittajiin liittyvissä suunnitelmissa tulee miettiä tarkkaan, kuinka paljon ja minkälaisia materiaaleja työmaalla tarvitaan.

Yleissuunnitelman tekeminen tapahtuu työn käynnistyessä ja se laaditaan koko hankkeen kestolle [2, s. 80]. Sen tavoitteena on mahdollisimman laadukas ja taloudellinen resursointi ja aikataulut. Yleissuunnitelma toimii työsuunnitelman tavoitteena sekä työn toteutusmallina. Samalla se on myös tiedonlähde muille projektiin osallistuville toimijoille, kuten aliurakoitsijoille ja rakennuttajalle. Yleissuunnitelman laatii pääsääntöisesti työpäällikkö, työnjohtaja ja työsuunnittelija. He määrittelevät yleissuunnitelmaan myös työmenetelmät ja aikataulutuksen. Yleissuunnitelman tekeminen edellyttää tiettyjä lähtötietoja, joita on muun muassa työn alustava suunnitelma, työpiirustukset, määrälaskelmat, mahdolliset resurssirajoitukset, aikataulukaaaviot ja kiinteät päivämäärät. Tulee kuitenkin muistaa, että projektin koko ja laatu vaikuttavat muun muassa eri työsuunnitteluvaiheiden tekijöihin. Esimerkiksi pienimmissä projekteissa TAS-T-vaiheeseen ei aina välttämättä osallistu aikaisemmin mainitut toimihenkilöt.



Työsuunnitelma laaditaan tietylle rakennusvaiheelle tai kalenterijaksolle, yleensä noin 3–5 kuukauden ajalle [2, s. 85]. Työsuunnitelmassa pyritään mahdollisimman tehokkaiseen resurssien käyttöön ja jokaisen työvaiheen toteutus määritellään yksityiskohtaisesti. Työsuunnitelmassa huomioidaan yleissuunnitelman teon jälkeen toteutusvaiheessa tapahtuneet muutokset. Työsuunnitelma toimii viikkosuunnitelman tavoitteena. Työsuunnitelman laatii pääsääntöisesti työsuunnittelija työpäällikön ja työnjohtajan avustuksella. Pienemmissä projekteissa työsuunnitelman tekemisestä vastaa työpäällikkö ja vastaava rakennusmestari. Myös työsuunnitelman tekeminen edellyttää lähtötietoja, joita ovat muun muassa yleissuunnitelma välitavoitteineen, määrälaskelmat, käytävissä olevat resurssit ja laitteet sekä aikataulukkaaviot.

Viikkosuunnitelman tavoitteena on tarkentaa työsuunnitelmaa sekä toimia työsuunnitelman seurantavälineenä ja työnjohdon apuvälineenä [2, s. 88]. Lisäksi se toimii yleissuunnitelman tavoin tiedonlähteenä aliurakoitsijoille. Viikkosuunnitelman avulla pyritään myös varautumaan mahdollisiin ongelmatilanteisiin työmaalla sekä edesauttamaan koneiden käytön lyhytaikaista suunnittelua. Viikkosuunnitelma sisältää tiedot suoritettavista työmääristä, tarvittavista materiaaleista ja työvoima- ja koneresursseista sekä tarkoista suoritusajankohdista [2, s. 89]. Viikkosuunnitelman lähtötietoina tarvitaan työsuunnitelma sekä edellisen viikkojen työsaavutukset ja etenemät. Viikkosuunnittelu voidaan toteuttaa esimerkiksi mestarikohtaisena tai työvaihekohtaisena. Toteutustapa riippuu muun muassa työmaan koosta, henkilöorganisaatiosta ja työmaan haastavuudesta. Viikkosuunnitelman laatii apulaisrakennusmestarit ja vastaavat rakennusmestarit.

Toisaalta työsuunnittelu voidaan jakaa neljään osaan seuraavasti [3]: suunnitteluvaiheen työsuunnittelu, laskentavaiheen työsuunnittelu, rakentamisen valmisteluvaiheen työsuunnittelu sekä toteutuksen aikainen työsuunnittelu. Hiltunen et al. (1987) mukaan [3] työsuunnitteluun tarvittavat lähtötiedot jaetaan ulkoisiin ja sisäisiin lähtötietoihin. Näistä ulkoisia ovat sopimusasiakirjat kuten tarjouspyyntö, työselitys ja suunnitelmapii- rustukset sekä lisäksi viranomaisen lähtötiedot kuten rakennusvalvonta ja työsuojeluviranomaiset. Sisäisiä lähtötietoja voivat olla muun muassa käytävissä oleva kalusto, työvoima, nostoresurssit ja kustannusarvio.

Hiltunen et al. (1978) mukaan [3] työsuunnittelun tuloksena saadaan muun muassa yleisaikataulu, työmaa-, sosiaali- organisaatio-, nosto-, siirto-, varastointi-, kalusto-, työvoima- ja työturvallisuussuunnitelmat. Nämä ovat perusta koko työmaan toteutukselle. Verrattuna Eramo et al. (1978) [2] esittelemään rakennustyömaan työsuunnittelumalliin, Hiltunen et al. (1978) esittelemä työsuunnittelu on kokonaisuudessaan hyvin samanlainen. Hiltunen et al. työsuunnittelussa painostetaan yhtä paljon tärkeään pohjatietoon ja työsuunnittelun tehtävissä ja tuloksissa on havaittavissa paljon yhtenäisyyksiä. Myös

Hiltunen et al. määrittelemä työsuunnittelu pohjautuu rakennustyömaiden työsuunnitteluun [3].

## 2.2 Lean-filosofia

Tämän diplomityön ongelmiin pyritään löytämään vastauksia Lean-filosofian avulla. Muita vaihtoehtoja Leanin tilalle olisi ollut esimerkiksi laatujohtamisen eri menetelmät, mutta Leanin tarjoamien työkalujen ja ajatusmallin uskotaan tuovan lisäarvoa tähän työhön seuraavin perustein: toimeksiantajayrityksessä on tunnistettu nykyisen työsuunnittelun sisältävän paljon ylimääräistä ja turhaa työtä. Tällaisten asioiden poistaminen on keskeistä Lean-filosofiassa [6, s. 8]. Lisäksi Lean on tunnistettu toimeksiantajayrityksessä toimivana filosofiana, vaikkei sitä laajemmin yrityksessä ole käytettykään. Yrityksen mukaan yrityksen projektit vastaavat hyvin paljon rakennustyömaaprojekteja, joissa Lean -filosofiaa ja Lean -käytäntöjä on käytetty paljon ja ne on todettu hyviksi vaihtoehtoisiksi kyseisessä ympäristössä [7][8][9, s. 84].

Lean-toiminta (eng. "Lean Production") on kehittynyt japanilaisen autovalmistaja Toyotan tuotantoperiaatteiden pohjalta. Alkuun Lean-toiminta levisi vain autoteollisuudessa, mutta tänä päivänä sitä pidetään laadukkaana tuotantoperiaatteena lähes jokaisella toimialalla [36, s. 6][37, s. 8]. Lean-toiminnan perustavana tekijänä pidetään asiakkaalle tuleva lisäarvo, jota kasvattamalla voidaan parantaa yrityksen kilpailukykyä [36, s. 7][37, s. 8][38, s. 24]. Kaikkea lisäarvoa tuottamattomia asioita kutsutaan hukaksi [34, s. 7].

Yksi Lean-toiminnan keskeisistä periaatteista on jatkuva parantaminen [37, s. 10], joka kohdistuu kaikkiin asiakkaalle arvoa tuoviin asioihin [40, s. 11]. Toisaalta Lean on iso kirjo erinäisiä työkaluja, joiden avulla Lean-toimintaa voidaan toteuttaa [40].

Eri tietolähteissä Leania on kuvailtu hieman eri tavoin. Kuitenkin samat peruseriaatteet ovat löydettävissä jokaisesta lähteestä. Womack et al. (2007) kertoivat kirjassaan [41][38, s. 79] "*The Machine that changed The World*" leanin koostuvan neljästä periaatteesta:

1. Tiimityöskentely.
2. Kommunikaatio ja tiedonvälitys.
3. Hukan poistaminen ja resurssien tehokas hyödyntäminen.
4. Jatkuva parantaminen.

Womack et al. (2007) vertailivat kirjassaan japanilaisen autoteollisuuden yrityksiä länsimaisiin kilpailijoihin ja huomasivat, että japanilaiset onnistuivat jokaisella osa-alueella

paremmin pienemmillä resurssimäärillä. Vertaaminen ja sen tulokset kertovat hyvin Lean -filosofian tehokkuudesta.

Womack ja Jones (1996) ovat esitelleet viisiosaisen listan [42][38, s. 80], joka antaa ohjeita yritykselle, joka haluaa olla Lean. Tällä kertaa periaatteet painottuvat enemmän toteutukseen:

1. Määritä arvo asiakkaan näkökulmasta.
2. Tunnista virtauksen eri vaiheet ja poista ne, jotka eivät tuota arvoa.
3. Järjestä arvoa tuottavat toiminnot niin, että yrityksen tuote virtaa asiakasta kohti vaivattomasti.
4. Kun virtaus on valmis, anna asiakkaiden "vetää" arvoa ylävirtaan.
5. Edellä mainittujen jälkeen prosessi alkaa alusta ja jatkuu niin kauan, että yrityksessä tuotetaan täydellistä arvoa ilman hukkaa.

Aikaisempaan listaan verrattuna periaatteisiin painottuvassa listassa korostuu asiakkaan arvo sekä virtausajattelu.

Tuomisen (2010) mukaan [40] "*Lean ei ole tila, johon pyritään. Se on jatkuva oppimisen ja kehittymisen prosessi*". Lean kehitystoiminta on siis jatkuvaa, eikä sillä ole olemassa mitään tiettyä päätepistettä [39, s. 12], jolloin Lean-kehitysprosessi olisi täysin valmis. Esimerkiksi Toyota uskoo olevansa vasta alussa, vaikka heidän Lean-kulttuurinsa luomisprosessi on kestänyt jo usean vuosikymmenen ajan [40].

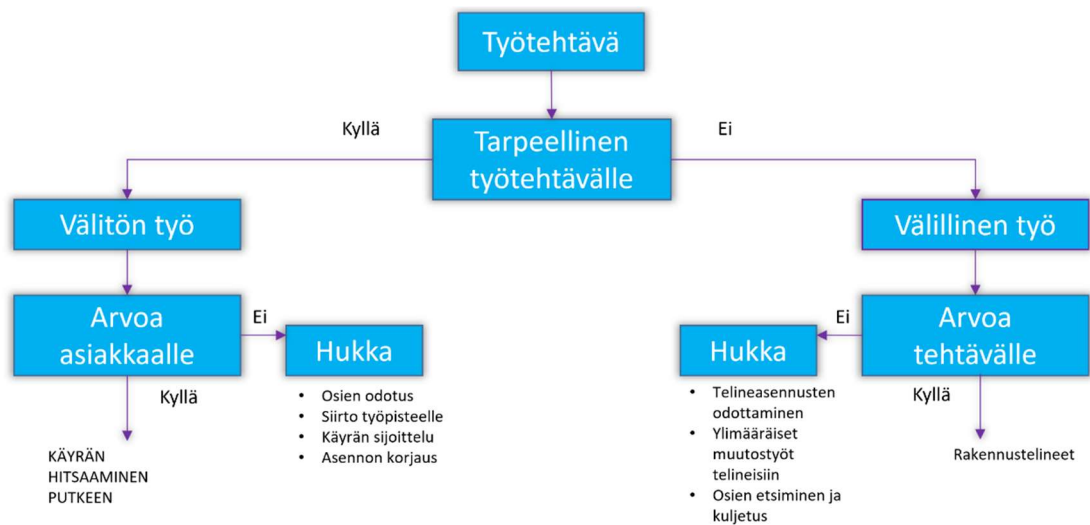
Jatkuvan kehittämisen toiminta voidaan aloittaa esimerkiksi soveltamalla valittua Lean -menetelmää johonkin prosessin vaiheeseen [39, s.9], mutta tulee kuitenkin muistaa, että Lean-toiminnassa ei ole kyse pelkästään Leanin tarjoamien työkalujen käytön matkimista [40]. Sen sijaan Tuominen (2010) kuvaa Leanin olevan omaan organisaatioon sopivien periaatteiden kehittämistä, soveltamista sekä korkean suorituskyvyn saavuttamista ja lisäarvon antamista asiakkaille ja yhteiskunnalle [40]. Kajaste ja Liukko (1994) [37, s. 12] muistuttavat, että tärkeintä Leanissa ei ole jonkin tietyn "aatteen" omaksuminen, vaan kehityksen aikaansaaminen

Leanin arvo (eng. "*value*") muodostuu tuotteen tai palvelun ominaisuuksista, laadusta sekä toimitusajasta- ja varmuudesta. Leanissa arvo määräytyy aina asiakkaan näkökulmasta. Eri asiakkaat voivat määritellä arvon eri tavalla kuin toiset [36, s. 6]. Arvoa voi olla muun muassa joustavuus, nopeat toimitusajat sekä turvallisuus-, terveys- ja ympäristöasiat [40, s. 11]. Toisaalta Kajasteen ja Liukkon (1994) kirjassa kerrotaan [37, s. 9] arvon koostuvan kolmesta tekijästä: laadusta, hinnasta ja ajasta. Lisäksi toimitusaika ja

-varmuus sekä kyky reagoida on Kajasteen ja Liukkon mukaan tärkeitä arvoon liittyviä tavoitteita.

Arvon tunnistaminen on oma prosessinsa, joka on tärkeä asia myös tämän työn kannalta. Tuomisen (2010) mukaan [39, s. 48] arvo voidaan tunnistaa kysymällä jokaisen valmistusvaiheen kohdalla ”onko tästä asiakkaalle hyötyä?”. Hänen mukaansa tärkeintä arvon määrittämisessä on tuotteen ja sen työvaiheen arvo asiakkaalle. Kirjassa arvo määritellään asiana, jota asiakas tarvitsee ja josta hän on valmis maksamaan.

Arvoa voidaan mitata jakamalla työn valmistusajat välittömään ja välilliseen työhön ja sitä kautta löytämään asiakkaalle arvoa tuovat asiat [39, s. 48].



**Kuva 4.** Arvo ja hukka välittömässä ja välillisessä työssä [39, s. 49]

Kuvassa 4 on esimerkki välittömän ja välillisen työn jaosta ja sitä kautta asiakkaalle arvoa tuovan asian löytäminen. Välillisellä työllä tarkoitetaan työtä, joka ei kohdistu suoraan lopputuotteeseen, mutta on kuitenkin välttämätön työn valmistumisen kannalta. Kuvassa 4 esimerkkinä välittömästä työstä on käyrän hitsaaminen putkeen. Välillisestä työstä esimerkkinä toimii pakolliset telineasennukset.

Oaklandja ja Marosszeky (2017) kertovat kirjassaan [7, s. 19], etteivät yrityksen johtajat tänä päivänä välttämättä ymmärrä arvon merkitystä. Tämä näkyy siinä, että pyritään ajamaan kaikki yrityksen kustannukset niin alas kuin mahdollista piittaamatta sen vaikutusta arvoon ja sitä kautta vaikutusta taas kokonaiskustannuksiin. Arvoa tuottamattomia toimintoja kutsutaan hukaksi [39, s. 7].

Hukkien (eng. ”waste”) poistaminen on isossa roolissa maailman johtavimpien Lean-yrityksien työn tehokkuudessa [36, s. 10]. Hukaksi luokitellaan kaikki ne toiminnot, jotka kuluttavat yrityksen aikaa ja resursseja, mutta eivät tuota minkäänlaista lisäarvoa [39, s. 7][43, s. 76][6, s.8]. Esimerkiksi tarpeettoman suuren resurssin käyttö tai epäonnistunut

lopputuote on hukkaa. Leanin yhtenä päätavoitteena onkin vähentää hukkaa ja näin ollen muuttaa toiminnat niin arvoa lisääviksi kuin mahdollista [6, s. 8]. Tutkimukset osoittavat, että vain murto-osa työajasta kuluu suoran työn tekemiseen ja iso osa työajasta on pelkkää hukkaa [6, s. 28]. Esimerkiksi Forbesin (1977) [44][6, s. 28] mukaan vain kolmasosa työajasta kuluu arvoa tuottavaan työhön. Lisäksi ruotsalaiset Strandberg ja Josephson (2005) [45][6, s. 28] osoittivat tutkimuksessaan, että arvoa lisäävän työn osuus rakennustyöntekijöillä on vain 17.5 % työajasta ja esimerkiksi odottelu ja tehoton työaika kattoi kokonaisuudesta jopa 33.4 %.

Hukat jaetaan seitsemään luokkaan [36, s. 10][38, s. 75][46]:

1. Ylituotanto
2. Odottaminen ja viivästyksset
3. Tuotteiden ja materiaalien tarpeettomat kuljetukset
4. Laatuvirheet
5. Tarpeeton varastointi
6. Ylikäsittely
7. Työntekijöiden tarpeeton liikkuminen työskentelyssä.

Lisäksi Leanin seitsemän hukan jatkoksi on lisätty myöhemmin kahdeksas hukka [36, s. 11][47][48], joka on käyttämättä jätetty työntekijän luovuus ja osaaminen. Työntekijä tietää monesti parhaiten eri työvaiheista ja niiden kehittämistä. Poistamalla nämä kahdeksaa hukkaa saadaan vähennettyä arvoa tuottamatonta toimintaa, läpimenoaika, ylimääräistä vaihtelua sekä lisättyä joustavuutta ja toiminnan läpinäkyvyyttä [7, s. 10].

Rakentamisessa tapahtuva hukka pohjautuu edellä mainittuihin hukkiin [6, s. 9]. Rakentamisen hukkia voivat olla muun muassa tekemätön työ, tarpeeton työ, virheet, työnseisaukset, materiaalihukka, materiaalin pilaantuminen, työvoiman menettäminen, materiaalin turha siirtely, ylimääräinen valvonta, viivästyksset toiminnassa, ylimääräinen käsittely ja työvälineiden epänormaali kuluminen.

Toyotalla hukka luokitellaan seuraavilla termeillä: muda, muri ja mura. Mudalla tarkoitetaan kaikkea lisäarvoa tuottamatonta työtä, esimerkiksi työmaalla asennettavien osien etsiminen epäsiististä varastosta on mudaa. Murilla tarkoitetaan ihmisen sekä laitteiden ylikuormitusta, esimerkiksi kohtuuttomien työsuoritusten vaatiminen työntekijöiltä. Mura on epätasaisuutta. Esimerkiksi tuotannon volyymin ja laadun vaihtelu on Muraa. Mura on ainoa näistä kolmesta, joka ei itsessään ole hukkaa, mutta Muran seurauksena aiheutuu mudaa ja muria, jotka ovat hukkaa [6, s. 8][39, s. 12]. Tämän työn konkreettisesti

osuudessa pyritään luokittelemaan työnsuunnittelun hukat omaan kategoriaan, jotta niiden poistaminen olisi tulevaisuudessa helpompaa.

Hukka voidaan tunnistaa usealla eri tavalla [39]. Yksi vaihtoehdoista on tunnistaa työn osasta kaikki arvoa tuottavat toiminnot. Tämän jälkeen hukkien löytäminen on hyvin yksinkertaista, sillä kaikki arvoa tuottamattomat toiminnot ovat hukkaa. Toinen apukeino hukan tunnistamiseksi on ”5x -miksi” -ongelmanratkaisukeinon soveltaminen [39]. Kyseisestä metodista kerrotaan lisää myöhemmin tässä kappaleessa.

Tuomisen (2010) kirjan mukaan [39] hukan poistaminen on mahdollista hukan tunnistamisen jälkeen. Kirjan mukaan hukkaa voidaan poistaa muun muassa henkilöstön ja tuotannon palveluja kehittämällä, huolehtimalla siisteydestä ja järjestyksestä, tutkimalla odotuksia ja niiden syitä, jatkuvalla parantamisella sekä kokonaishukan mittaamisella ja seurannalla. Toisaalta Emuze ja Saurin (2016) kirjassaan kertovat [6, s. 90], että hukkaa voidaan poistaa Koskelan kehittämän transformaatio-, virtaus- ja arvontuottonäkökulma (TFV) -teorian mukaan lyhentämällä läpimenoaikoja, vähentämällä vaihtelua, lisäämällä prosessin läpinäkyvyyttä, yksinkertaistamalla tuotantoa sekä vaikeuttamalla osaoptimointia. Tämä sopii sellaisenaan paremmin kappaletavarateollisuuteen ja tuotantolinjoihin, mutta soveltamalla näitä voidaan hukkia poistaa myös projektitoiminnan eri vaiheista.

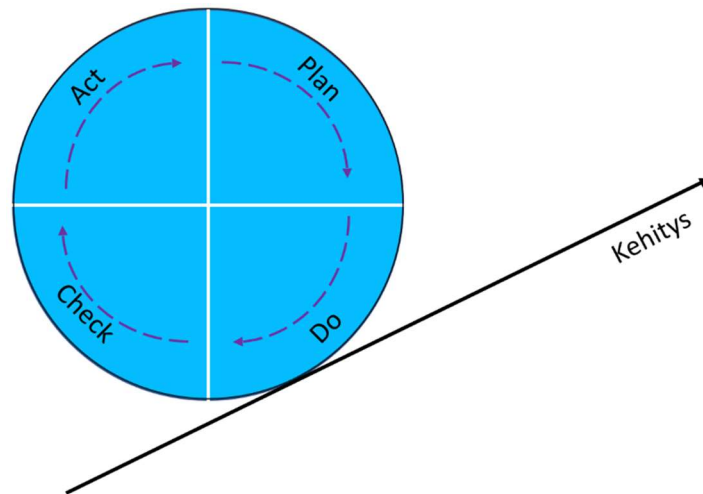
Lean-kehitystoiminta perustuu systemaattiseen ja jatkuvaan parantamiseen [36, s. 14]. Se on kaikkeen teollisuuteen sopiva menetelmä, jota voidaan hyödyntää todella monipuolisesti [36, s. 35].

Kaizen on filosofia organisaation kaikkien prosessien jatkuvasta parantamisesta niin, että jokainen työntekijä pystyy suorittamaan tehtävänsä joka päivä paremmin ja tehokkaammin. Kaizen on loputon matka, jonka tarkoituksena on keskittyä joka päivä jonkin asian parantamiseen [7, s. 367].

Kuten todettua, Lean on iso kirjo erinäisiä työkaluja, joiden avulla Lean-toimintaa voidaan toteuttaa. Lean-työkalujen on kerrottu sopivan parhaiten kappaletavarateollisuuteen [36, s. 34], mutta Leanin peruseriaatteita ja työkaluja soveltamalla saadaan aikaan toimivia käytännön ratkaisuja myös prosessiteollisuuteen ja projektitoimintaan. Seuraavaks käydään läpi tunnettuja Lean-työkaluja.

Ensimmäinen esiteltävä Lean -työkalu on Walter Shewhartin kehittänyt, ja William Edwards Demingin ansiosta tunnetuksi tullut PDCA-malli [49, s. 2], joka on yksi Lean-yrityksissä käytetyistä työkaluista. PDCA-malli on yksi jatkuvan parantamisen malleista.

Muun muassa autovalmistaja Toyotan ongelmanratkaisu perustuu kyseiseen nelivaiheiseen malliin [50, s. 83]. PDCA tulee englannin kielestä Plan (suunnittele), Do (toteuta), Check (tarkista), Act (toimi/korjaa) [50, s. 66].



**Kuva 5.** PDCA-ympyrä [36, s. 15]

Kuvassa 5 on PDCA-ympyrä, joka kuvaa jatkuvan parantamisen mallia. Jatkuva parantaminen tulee ymmärtää PDCA-ympyrän mukaisena jatkuvana ja iteroivana toimintana. PDCA-syklin ensimmäinen vaihe on suunnittelua, johon sisältyy ongelma ja sen määrittely. Toisessa vaiheessa toteutetaan edeltävässä vaiheessa tehty suunnitelma. Kolmannessa vaiheessa arvioidaan edellisen vaiheen toteutuksia. Tehdyn työn arviointi mahdollistaa parannusten tekemisen jatkossa. Syklin neljännessä vaiheessa tehdään korjaavat toimenpiteet edellisen vaiheen perusteella. Syklin kierroksen jälkeen palataan taas suunnitteluvaiheeseen ja jatketaan kiertoa loputtomiin [51, s. 59].

Wanl. et al. (2019) tutkimuksen mukaan [49, s. 7] PDCA-syklin tärkeimpänä vaiheena pidetään sen ensimmäistä vaihetta. Heidän mukaansa yli puolet PDCA projektien sykleistä johtuu heikosta suunnittelusta. PDCA sykliä on käytetty onnistuneesti muun muassa rakennusalalla laatuongelmien analysointiin ja poistamiseen [52]. Lisäksi PDCA on todettu hyväksi apuvälineeksi projektien laadun-, aikataulun- ja kustannusten hallinnassa [53, s. 272].

Toinen esiteltävä Leanin työkalu on Toyotan 1960 -luvulla kehitetty työkalu A3 [48]. Myös A3 on Toyotan 1960 luvulla kehittämä työkalu ongelmanratkaisuun. Työkalun nimi viittaa sen ideaan: kuvataan A3-paperille tarkastettava ongelma ja pyritään avaamaan ongelman juurisytyt.

Otsikko: \_\_\_\_\_

Päivämäärä: \_\_\_\_\_



**Kuva 6.** A3 mallin rakenne [48]

Kuvassa 6 on esiteltynä A3 mallin rakenne. A3 malliin kuuluu otsikko, taustatiedot, nykytila, tavoitteet, analyysit, vastatoimenpiteet, käyttöönottosuunnitelma sekä seuranta. Oleellisinta A3 mallissa on sen koko [54]. Se rajoittaa tiedon määrää, jolloin malliin valitaan vain oikeasti olennaiset asiat kirjattavaksi. A3:sta on käytetty paljon lääketieteen [55][56] sekä rakennustyömaiden [57] ongelmanratkaisuun.

Kolmas esiteltävä Lean-työkalu on Gemba-kävely (eng. "Gemba walk") [48]. Sen tarkoituksena on tarkastella konkreettisesti prosessia organisaatiossa juuritasolla. Gemban aikana on tarkoituksena tehdä kolme asiaa: tehdä havaintoja, etsiä mahdollisuuksia ja löytää potentiaalisia ratkaisuja ongelmiin [48]. Lisäksi sen avulla voidaan löytää prosessista arvoa tuottavia asioita. Yksinkertaisimmillaan Gemba-kävely voi tarkoittaa tehdaskierrosta, jonka aikana prosessin työntekijöiltä voidaan kysyä kysymyksiä heidän tehtäviinsä liittyen. Työkaluna Gemba-kävely tarjoaa paljon tietoa prosessin nykytilasta sekä antaa monia etuja laadun parantamisessa. Sen avulla yritys voi saada ymmärryksen koko prosessista prosessin yksittäisten osien sijaan. Sunderin (2016) [58, s. 1138] artikkelin mukaan Gemban avulla saadaan lukuisia hyötyjä yritykselle. Sunderin mukaan



Gemba antaa projektipäällikölle ensikäden tietoa prosessin ongelmista. Lisäksi Gemba tarjoaa psykologisia etuja, sillä Gemban avulla johtajat voivat osoittaa muille työntekijöille, että he ovat tärkeitä organisaatiolle, sen kehitykselle ja koko prosessille. Lisäksi Sunder sanoo, että Gemban avulla voidaan löytää ongelman juurisyy, minkä jälkeen ongelman poistaminen on paljon helpompaa [58].

Neljäs esiteltävä Lean-työkalu on Spagettidiagrammi. Spagettidiagrammi näyttää prosessissa tapahtuvan liikkeen [48]. Sen tavoitteena on ymmärtää tuotannon tai työmaan asettelua (eng. "layout") ja sen vaikutusta koko prosessiin [48]. Tämän tiedon avulla voidaan löytää Leanin seitsemättä hukkaa, työntekijöiden tarpeetonta liikkumista.

Viides esiteltävä työkalu on ristiinkoulutus (eng. "cross training"). Ristiinkoulutus on Leanissa käytetty työkalu, jossa yrityksen työntekijöitä koulutetaan useaan organisaation työtehtäviin [48]. Ristiinkoulutus vähentää työntekijöiden kustannuksia lisäämällä työntekijöiden tuottavuutta [59]. Lisäksi ristiinkoulutus lisää organisaation joustavuutta ja tukee yrityksen ulkoista ja sisäistä laatua [59]. Ristiinkoulutuksella voi olla myös epäsuoria vaikutuksia, joita ovat muun muassa työntekijän motivoituminen, suorituskyvyn parantuminen sekä työhyvinvoinnin lisääntyminen [59].

Kuudes Lean-työkalu Takashi Osadan 1980-luvulla muodostama 5S. 5S on työkalu, jonka avulla huolehditaan järjestyksen ja siisteyden ylläpidosta ja kehittämisestä [48]. 5S koostuu viidestä osa-alueesta, joiden kautta pyritään vähentämään hukkaa.

Sen nimi tulee viidestä japanin kielen sanoista seiri (lajittelu), seiton (systematisointi), seisou (siivous), seiketsu (standardisointi) ja shitsuke (seuranta) [48][60]. Lajittelussa käydään läpi kaikki työpisteen tavarat ja poistetaan kaikki tarpeettomat tavarat. Systematisoinnissa mietitään tavaroiden säilytyspaikkoja ja kiinnitetään huomiota mahdollisiin varastointiongelmiin, siivouksessa on tarkoituksena tehdä työpisteestä ja työympäristöstä mahdollisimman puhdas ja sitä myötä työturvallinen kokonaisuus. Standardisoinnissa pyritään työtapojen ja työmenetelmien yhtenäistämiseen ja seurannassa pidetään huolta siitä, että 5S:n toiminta jatkuu myös pitkällä aikavälillä [48].

Seitsemäs esiteltävä työkalu on nimeltään vakiointi. Vakiointi liittyy vahvasti edellä esiteltyyn 5S:n seiketsuun. Lyhyesti sanottuna työn vakiointi tarkoittaa töiden järjestämistä ja tekemistä parhaiden käytäntöjen mukaisesti [61]. Fredendall & Thürer (2016) mukaan [61, s. 122–123] työtehtävien vakiointi vähentää virheitä ja vaihtelua, parantaa suorituskykyä ja helpottaa uusien työntekijöiden perehdyttämistä uuteen työhön tai työtehtävään. Lisäksi Tuomisen (2010) mukaan [39, s. 8] vakiointi ehkäisee hukan syntymistä.

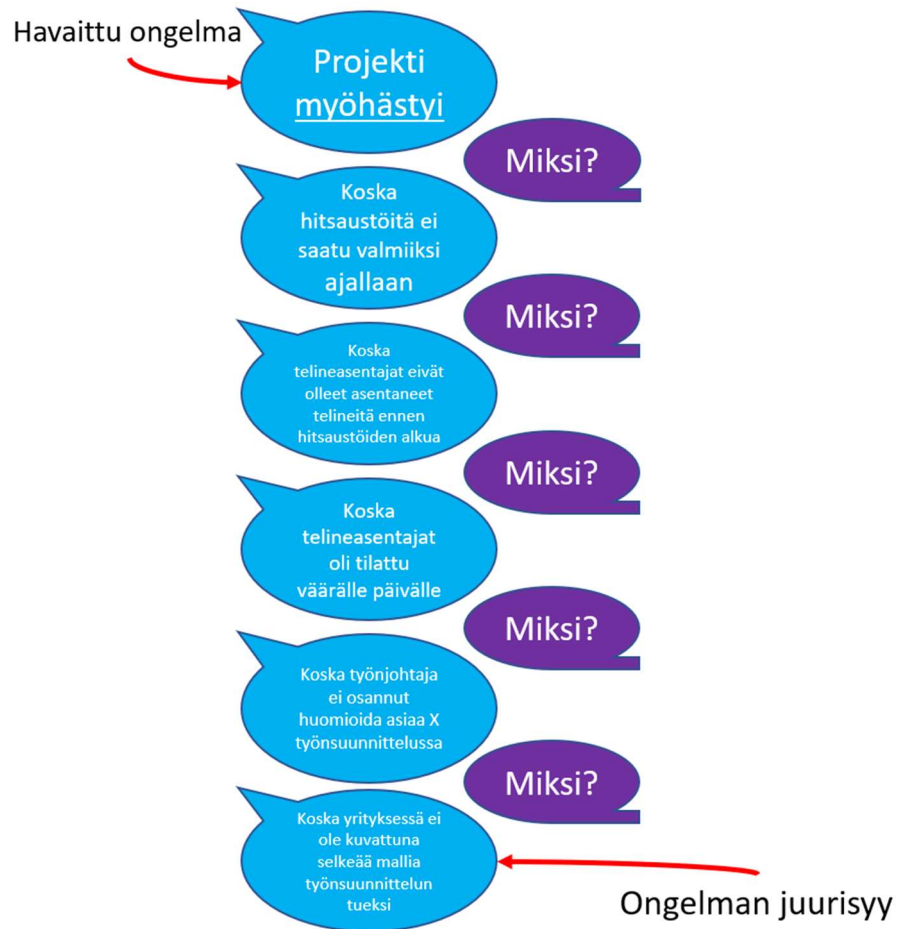
Kahdeksas työkalu on laadunvarmistustyökalu Poka-Yoke. Sen avulla pyritään estämään virheiden tekeminen esimerkiksi ohjauslaitteen tai varoituslaitteen avulla [61, s.

126]. Poka-Yoken tarkoituksena antaa tietoa laitteen käyttäjälle, että jokin on vialla. Kourin (2010) mukaan [36, s. 24–25] Poka Yokea voidaan pitää niin sanottuna ”idioottivarmana” menetelmänä, jonka käyttäjä ei voi tehdä tehtävää väärin. Esimerkkejä Poka-Yokesta ovat asennettavat osat, joita ei voi asentaa väärinpäin tai pulttien päiden värjääminen viimeisen kiristyksen jälkeen. Poka-Yoke on siis selkeä työkalu hukan poistamisen ja laadunvarmistamisen tueksi.

Yhdeksäs esiteltävä työkalu on päivittäisjohtaminen (eng. ”shop floor management”). Sen avulla luodaan edellytyksiä tuottavalle työskentelylle sekä lisätään työntekijöiden sitoutumista päivittäisen valmentamisen kautta [62, s. 18]. Päivittäisjohtamisen piirteitä ovat päivittävät lyhyet tiimikokoukset, visuaaliset seurannat sekä vastuu toiminnasta [62, s. 18]. Esimerkiksi yliopistosairaaloissa Lean-päivittäisjohtamisen piirteitä ovat valmentava johtaminen, viestintä, osaamisen hallinta, tiimityön tukeminen, hukan poistaminen, jatkuva parantaminen sekä tavoitteiden asettaminen ja strategian mukainen toiminta [62, s. 17].

Viimeinen esiteltävä Lean-työkalu on ”5x miksi?” -menetelmä, jonka avulla pyritään löytämään ongelman ydin, minkä jälkeen ongelman poistaminen on helpompaa [63, s. 24][7, s. 332]. Toisin sanoen kyseisellä työkalulla pyritään löytämään ja poistamaan tulipalon aiheuttaja ainaisen sammuttamisen sijaan. Työkalun käyttäminen on hyvin yksinkertaista: havaittu ongelma kirjoitetaan ylös, jonka jälkeen kysytään, miksi tämä ongelma ilmenee. Tätä toistetaan niin kauan, kunnes löydetään sellainen vastaus, jonka avulla voidaan ratkoa alkuperäisen ongelman syntyminen kokonaan. Nyrkkisääntönä tässä pidetään viiden kerran toistoa [50, s. 83], vaikka se ei eksaktisti sitä määrää aina vaadittuun.

Viidennen ”miksi?” -kysymyksestä saadaan vastaukseksi alkuperäisen ongelman juurisyyt ja lähtökohtia, tai ollaan ainakin lähempänä sitä. 5x miksi -työkalua voidaan hyödyntää tässä työssä tutkittaessa haastattelussa ilmenneitä ongelmakohtia ja niiden linkittymistä työnsuunnitteluun.



**Kuva 7.** Kuvitteellinen esimerkkitapaus "5x miksi" -menetelmän käytöstä

Kuvassa 7 on havainnollistettu 5x miksi -menetelmän käyttöä kuvitteellisen esimerkkitapauksen avulla. Tässä tapauksessa 5x miksi -menetelmällä pyritään selvittämään projektin myöhästymisen juurisyytä. Viidennen kysymyksen jälkeen kuvassa on päästy tilanteeseen, jossa on saatu vastaukseksi alkuperäisen ongelman mahdollinen juurisyy: yrityksen yhdenmukaisen toteutusmallin puutteellisuus. Kyseisessä esimerkissä havaittu ongelma saadaan poistettua helpoiten kuvaamalla selkeä toteutusmalli työsuunnittelun tueksi, jonka avulla työsuunnittelija onnistuu työssään ja näin ollen hitsarit saavat tehtyä työnsä ajallaan. 5x miksi -menetelmälle vaihtoehtoinen työkalu olisi kalanruotokaavio (eng. "fishbone diagram") [64].

Tässä työssä Leania ja edellä mainittuja työkaluja pyritään käyttämään työsuunnittelun ongelmakohtien löytämiseen ja parantamiseen. Työn tarjoamien kehitysehdotusten avulla kohdeyrityksen työsuunnitteluprosessista pyritään poistamaan Leanin määrittelemiä hukkia.

Tulee muistaa, että Lean-työkaluja on tarjolla lähes rajattomasti eri käyttötarkoituksiin, mutta diplomityön rajallisuuden vuoksi esiteltyjen työkalujen määrä on rajallinen. Työkalujen valinnassa on huomioitu sen arvioitu käytettävyys työn aihepiirissä sekä aikaisemmat tutkimukset ja työkalujen käyttöympäristöt. Tämän vuoksi esimerkiksi pääsääntöisesti tuotantolinjoihin liittyviä Lean -termejä ja työkaluja, kuten asetusaikaa, työntöohjausta ja tahtiaikaa ei ole tässä työssä esitelty.

## 2.3 Synteesi

Kirjallisuuden kautta saatiin tämän työn kannalta arvokasta tietoa kahdesta eri aihealueesta, työnsuunnittelusta sekä Lean-filosofiasta.

Työnsuunnittelun teoriaosuudessa perehdyttiin aihealueeseen kattavasti. Kyseisessä osiossa selvitettiin mitä työnsuunnittelu on, mitä työtehtäviä työnsuunnitteluun kuuluu ja ketkä sitä tekevät. Tässä kirjallisuuskatsauksessa työnsuunnittelu määriteltiin kirjallisuudessa olevien projektinhallinnan sekä projektisuunnittelun eri tehtävien kautta, kirjallisuuden tarjoamien toteutustapojen sekä jo olemassa olevien työnsuunnittelun määritelmien kautta

Lyhykäisyydessään työnsuunnittelulla tarkoitetaan kaikkea niitä toimenpiteitä, joilla tuotesuunnitelma muutetaan työohjeeksi ja ohjelmaksi [2, s. 76]. Projektisuunnittelun ja projektinhallinnan tehtävistä vain osa on työnsuunnittelua, mikä tekee työnsuunnittelusta täysin oman kokonaisuuden [2][4][24][25][26]. Työnsuunnittelu voidaan määritellä myös projektinhallinnan eri osa-alueiden ja niiden tehtävien kautta. Työnsuunnittelu ja sen tehtävät keskittyvät projektinhallinnassa pääsääntöisesti projektin aikataulun hallintaan, kokonaisuuden hallintaan, laajuuden hallintaan, resurssien ja henkilöstön hallintaan sekä sidosryhmien hallintaan [2][26][27][28][29][30][31].

Työnsuunnittelulle on olemassa myös teoria, minkä mukaan työnsuunnittelu vastaa kysymyksiin ”millä menetelmillä”, ”millä resursseilla”, ”missä ajassa”, ”minä ajankohtana” ja ”kenen toimesta” kyseinen projekti tullaan toteuttamaan [2, s. 76].

Tulee kuitenkin muistaa, että työnsuunnitteluprosessi on jokaisella yrityksellä omanlainen, eikä yhtä ja oikeaa toteutustapaa ole olemassa. Yritykselle sopivan työnsuunnitteluprosessin löytäminen vaatii siis kokeilua, kehitystä ja soveltamista. Kuitenkin kirjallisuudesta saatavia työnsuunnittelun perusasioita voidaan käyttää kehitysprosessissa työnsuunnittelumallin pohjana. Esimerkiksi työnsuunnittelun teoriaosuudessa esiteltyä Eramo et al. (1978) [2] esittelemää nelivaiheista työnsuunnitteluprosessia voidaan käyt-

tää mallipohjana työsuunnitteluprosessin määrittelemisessä. Mallin avulla voidaan löytää yhtäläisyyksiä, joiden avulla tässä työssä kohdeyrityksen työsuunnitteluprosessin hahmottaminen ja ymmärtäminen teoreettisesti helpottuu.

	TAS	TAS-T	TLTS	VS
<b>Vaadittavat lähtötiedot</b>	Määrälaskentatiedot ja tuotesuunnitelmat	Työn alustavat suunnitelmat, työpiirustukset, määrälaskelmat, mahdolliset resurssirajoitukset, aikataulukaaaviot ja kiinteät päivämäärät	Yleissuunnitelma välitavoitteineen, määrälaskelmat, käytettävissä olevat resurssit ja laitteet sekä aikataulukaaaviot	Työsuunnitelma sekä edellisen viikkojen työsaavutukset ja etenemät
<b>Mitä sisältää</b>	Tuotantotapa, päätyömenetelmät, kaluston valinta, alustava yleisaikataulu, työmaaorganisaation määrittely, työresurssien määrä sekä alustava työmaasuunnitelma	Työmenetelmät, aikataulutus. Sisällys toimii työn toteutusmallina ja työsuunnitelman tavoitteena. Kriittiset tehtävät, sivu-urakoitsijoiden työt, työtunnit ja –kustannukset, miesvahvuus, tulokset	Sisällys toimii viikkosuunnitelman tavoitteena. Tehtävät ja resurssilaskenta. Työsuunnitelmat, työryhmät, tehtävien kesto.	Suoritettavat työmäärät, tarvittavat materiaalit, työvoima- ja koneresurssit sekä tarkat suoritusajankohdat
<b>Tavoite</b>	Rakennusajan kartoittaminen, päätyömenetelmien ja resurssien määrittely	Mahdollisimman laadukas ja taloudellinen resursointi ja aikataulutus	Mahdollisimman tehokas resurssien käyttö, työvaiheiden toteuttamisen määrittely yksityiskohtaisesti	Työsuunnitelman tarkentaminen, toimia työsuunnitelman seurantavälineenä ja työnjohdon apuvälineenä
<b>Tekemiseen osallistuu</b>	Teknillinen johto, työsuunnitteluorganisaatio. Mahdollisesti myös työpäällikkö ja laskentaosasto	Työpäällikkö, työnjohtaja ja työsuunnittelija	Työsuunnittelija työpäällikön ja työnjohtajan avustuksella	Apulaisrakennusmestari, työnjohtaja ja vastaava rakennusmestari
<b>Missä vaiheessa projektia</b>	Projektin kustannusarvion laskentavaiheessa	Töiden käynnistyessä	Työmaan käynnistyessä	Työn aikana viikoittain

**Kuva 8.** Yhteenveto työsuunnitteluprosessin eri vaiheista [2]

Kuvassa 8 on tiivistelmä teoriaosiossa esitellyistä työsuunnitteluprosesseista ja sen eri vaiheista.

Teoriaosiossa toisena käsitelty Lean ja sen tarjoama erittäin laaja-alainen työkalupakki antavat hyvät edellytykset työsuunnitteluprosessin kehittämiseksi ja luo hyvät mahdollisuudet vastata tämän työn toiseen tutkimuskysymyksen ”miten Leania voidaan hyödyntää projektitoimittajan työsuunnittelussa”. Lisäksi aikaisemmat onnistuneet saman alan Lean-filosofiaan pohjautuvat kehityshankkeet puhuvat Lean-filosofian puolesta.

Lyhykäisyydessään Lean on siis filosofia, minkä keskiössä on jatkuva parantaminen sekä yritykselle arvoa tuottamattomien työvaiheiden, hukkien, poistaminen eri työvaiheista eri työkalujen ja toimintatapojen avulla. Hukkien poistaminen tapahtuu arvon määrittelyn kautta.

Kirjallisuudessa on tarjolla Leanin työkaluja hyvin laajasti moneen eri tarpeeseen. Vaikka Leanin työkalut ovat iso osa Leanin kokonaisuutta, on kirjallisuudessa painotettu sitä, että Lean ei ole pelkästään yksittäisten työkalujen käyttöä yrityksessä [37, s. 12][40], vaan ennemminkin omaan organisaatioon sopivien periaatteiden kehittämistä, soveltamista sekä korkean suorituskyvyn saavuttamista ja lisäarvon antamista asiakkaille ja yhteiskunnalle [40].



**Kuva 9.** Työssä esiteltyjä Leanin työkaluja

Kuvassa 9 on yhteenveto tässä työssä esitellyistä työkaluista, joita pyritään hyödyntämään tässä työssä työnsuunnitteluprosessin kehittämisessä.

## 3. TUTKIMUSMETODOLOGIA

### 3.1 Yleisesti

Työnsuunnitteluprosessin kartoittamista varten täytyy tehdä valinta aineistonkeruun suhteen. Valitulla aineistonkeruutavalla täytyy saada mahdollisimman selkeä ja monipuolinen ymmärrys nykyisestä työnsuunnitteluprosessista ja sen epäkohdista, jotta kehitysehdotusten ja parannusten tekeminen olisi mahdollista. Kuten mainittua, yrityksessä ei ole mitään tiettyä toimintatapaa työnsuunnitteluun liittyen, joten aineiston kerääminen yrityksen sisäisestä kirjallisuudesta on mahdotonta. Lisäksi aineiston kerääminen kirjallisuuskatsauksena tästä aihepiiristä on haasteellista, sillä kehitysehdotukset keskittyvät yrityksen sisäisiin toimintatapoihin. Tämän perusteella tämän työn aineistonkeruutavaksi valikoitui haastattelut, joiden avulla saadaan tämän työn kannalta oleellista tietoa tutkimuksen tueksi, ja vastauksia tutkimuskysymyksiin.

Haastattelu on yksi käytetyimmistä tiedonhankinnan perusmuodoista. Haastatteluja voidaan hyödyntää monissa eri paikoissa ja sen avulla voidaan saada kerättyä hyvin syvälistä tietoa eri tarpeisiin [65, s. 11].

Tutkimusten aineistojen keräämisessä käytetään joko määrällistä eli kvantitatiivista tai laadullista eli kvalitatiivista tutkimusmenetelmää. Tutkimusmenetelmän valinta riippuu tutkimuksen tarkoituksesta ja tutkimusongelmasta. [66, s. 14]. Kvantitatiivisen tutkimuksen avulla selvitetään lukumääriin ja prosenttiosuuksiin liittyviä asioita. Näissä aineistot ovat pääsääntöisesti suuria. Kvantitatiivisen tutkimuksen avulla voidaan selvittää eri asioiden välisiä riippuvuuksia ja eri ilmiöissä tapahtuneita muutoksia. Kvalitatiivisen tutkimuksen avulla voidaan ymmärtää tutkimuksen kohdetta ja sen käyttäytymisen syitä. Tutkimuskohde voi olla esimerkiksi yritys tai yrityksen asiakas. Kvalitatiivisen tutkimuksen aineiston kerääminen on vähemmän strukturoitua ja pääsääntöisesti aineisto on usein tekstimuodossa numeerisen aineiston sijaan [66, s. 15]. Lisäksi kvalitatiivisen tutkimuksen aineistonkeruutavaksi voidaan valita esimerkiksi valittuun aihealueeseen keskittyvä lomakehaastattelu, strukturoimaton haastattelu sekä teemahaastattelu [65, s. 44].

Kvantitatiivinen (määrällinen)	Kvalitatiivinen (laadullinen)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Vastaa kysymyksiin: "Mikä?", "Missä?", "Paljonko?", "Kuinka usein?"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vastaa kysymyksiin "Miksi?", "Miten?", "Millainen?"</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Numeerisesti suuri, edustava otos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suppea, harkinnanvaraisesti koottu näyte</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ilmiön kuvaus numeerisen tiedon pohjalta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ilmiön ymmärtäminen ns. pehmeän tiedon pohjalta</li> </ul>

**Kuva 10.** Kvantitatiivisen ja kvalitatiivisen tutkimuksen oleelliset erot [66, s. 15]

Kuvassa 10 on määriteltyä kvantitatiivisen ja kvalitatiivisen tutkimuksen oleelliset erot. Kvantitatiiviset tutkimukset vastaavat kokonaisuudessaan eri kysymyksiin, kuten "Mikä?", "Missä?", "Paljonko?", kun taas kvalitatiiviset vastaavat kysymyksiin "Miksi?", "Miten?" ja "Millainen?". Selkeää rajausta kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen aineiston keräämistavoille ei kuitenkaan voida tehdä [66, s. 15].

Näiden kahden välillä kvalitatiivista haastattelua voidaan pitää sopivampana vaihtoehtona työnsuunnitteluprosessin selvittämisen tueksi perustuen esiteltyyn kirjallisuuteen ja kuvan 10 tiivistelmään.

Kvalitatiivisen tutkimuksen aineistonkeruutavaksi voidaan valita esimerkiksi valittuun aihealueeseen keskittyvä lomakehaastattelu, strukturoimaton haastattelu sekä teema-haastattelu [65, s. 44].

Lomakehaastattelu on käytetyin tutkimushaastattelun laji, jolla saadaan kerättyä yhdellä haastattelulomakkeella suuri otanta. Haastattelukysymykset ja niiden järjestys on tarkoin määritelty, ja ne pysyvät samana haastateltavasta ja haastattelijasta riippumatta. Lomakehaastattelun suurin haaste onkin kysymysten ja haastattelulomakkeen muotoilu.

Strukturoimattomalle haastattelulle ominaista on avoimet kysymykset. Strukturoimattomassa haastattelussa haastattelijan rooli on suurempi kuin lomakehaastattelussa. Haastattelijan tehtävänä on kysymysten esittämisen lisäksi syventää haastateltavien vastauksia ja luoda haastattelulle jatkoa lisäkysymysten ja avoimen keskustelun avulla. Strukturoimattomalle haastattelulle onkin ominaista, että haastattelun seuraava kysymys pohjautuu edelliseen kysymykseen ja sen vastauksiin [65, s. 45]. Prosessin määrittelyyn liittyvissä haastatteluissa strukturoimaton haastattelu antaa mahdollisuuden hyvin laajoille haastatteluille. Kuitenkin haastattelijan haastattelutaidoista riippuen haastattelu voi ajautua liian yksipuoliseksi haastatteluksi ollessaan täysin strukturoimaton.



Teemahaastattelu, eli niin sanottu puolistrukturoitu haastattelu [65, s. 47] on lomakehaastattelun ja strukturoimattoman haastattelun välimuoto. Tälle haastattelutyylille on ominaista se, että haastattelun kysymykset ovat kaikille samat, mutta haastattelija voi vaihdella kysymysten järjestystä haastattelun aikana [65, s. 48]. Lisäksi haastattelijalla on mahdollisuus vaihdella kysymysten sanamuotoja. Lisäksi haastattelun vastaukset eivät ole sidottuna tiettyihin vastausvaihtoehtoihin, jolloin haastateltava voi vastata kysymyksiin omin sanoin [65, s. 48].

Haastattelu voi siis olla hyvin joustava tiedonkeräystapa [65, s. 34], jonka etuna on kysymysten ja vastausten välissä tapahtuva avoin keskustelu. Haastattelutilanteessa pystytään selventämään epäselviä vastauksia tarkentavilla lisäkysymyksillä ja näin ollen saadaan haastateltavan puheelle laajempi konteksti ja parempaa ymmärrystä kokonaisuudesta [65, s. 35]. Edellä mainittujen perusteella tämän työn aineistonkeruutavaksi valittiin puolistrukturoitu, kvalitatiivinen haastattelu. Kyseinen aineistonkeruutapa on sopeva tämän diplomityön aihepiiriin. Lisäksi valittu aineistonkeruutapa antaa mahdollisuuden löytää vastauksia tämän työn tutkimuskysymyksiin.

### 3.2 Haastattelukysymykset

Haastattelukysymykset suunniteltiin niin, että niistä saatavien vastausten avulla tutkimuksen tekijä pystyy hahmottamaan työnsuunnitteluprosessin selkeämmin ja sen myötä löytämään mahdollisia parannusehdotuksia ja Lean-työkaluja työnsuunnittelun tueksi. Kysymysten muotoilussa otettiin huomioon toive siitä, että vastaukset eivät olisi ainoastaan kyllä / ei -tyylisiä, vaan kysymykset herättäisivät rakentavaa keskustelua haastattelutilaisuudessa puolistrukturoidun haastattelun tapaan. Tällöin tutkimuksen tekijälle jää enemmän aineistoa vastausten analysointiin. Haastattelukysymysten suunnittelussa otettiin huomioon aikaisemmin valittu aineistonkeruutapa.

Valittujen haastattelukysymysten avulla pyritään saamaan vastaukset tämän diplomityön tutkimuskysymyksiin. Esimerkkeinä haastattelukysymysten 1–4 avulla pyritään saamaan vastauksia tutkimuskysymykseen ”millainen on kohdeyrityksen työnsuunnittelu-prosessi” sekä haastattelukysymykset 1–6 toimii pohjatietona tutkimuskysymykselle ”miten Leania voidaan hyödyntää projektitoimittajan työnsuunnittelussa”. Lisäksi haastattelukysymys seitsemän avulla pyritään löytämään täsmällisesti yrityksen työnsuunnittelussa aiheutuvia hukkia. Ensimmäisen haastattelukysymyksen oli tarkoitus olla mahdollisimman kevyt ja helppo, ettei heti haastattelun alussa mennä liian yksityiskohtaisiin kysymyksiin.

Haastattelukysymyksiä oli yhteensä seitsemän kappaletta:

1. Nimi ja titteli/rooli työmaalla
2. Mitä työnsuunnitteluun liittyviä tehtäviä teet projektin aikana: kuvaile omin sanoin työnsuunnitteluprosessi
3. Kerro omin sanoin roolistasi työnsuunnittelijana
4. Millaisia työkaluja käytät työnsuunnittelussa?
  - a. mikä niistä on tärkein?
5. Mitkä ovat mielestäsi suurimmat haasteet työnsuunnittelussa?
6. Kuinka suuri osa työajastasi kuuluu työnsuunnitteluun
7. Työnsuunnitteluun liittyvät selkeät parannuskohdat VPP:lla; mitkä työnsuunnitteluun liittyvät asiat voisi olla paremmin?

Haastattelukysymyksistä tehtiin myös englanninkieliset versiot, jotta haastattelu voidaan pitää myös ulkomaalaisille työntekijöille. Haastattelukysymystiedostot löytyvät liitteistä A ja B.

### **3.3 Haastatteluiden toteutus kohdeyrityksessä**

Haastattelut suoritettiin pääsääntöisesti Haminassa käynnissä olevan työmaan toimistotiloissa. Poikkeuksina kaksi haastatteluista pidettiin Microsoft Teamsin välityksellä ja yksi Kurikassa sijaitsevalla VPP:n konepajalla. Haastatteluista tehtiin muistiinpanoja haastattelun ohessa. Lisäksi haastattelut nauhoitettiin ääninauhurilla, jotta tutkija pystyy palaamaan niihin tarvittaessa myöhemmin analyysia tehdessä. Osa haastatteluvastauksista jätetään viittaamatta haastateltavien yksityissuojan vuoksi.

Ensimmäisessä haastattelukysymyksessä kysyttiin haastateltavan nimeä ja titteliä. Vastauksista on piilotettu työntekijöiden nimet, koska sillä ei nähdä olevan merkitystä tämän työn kannalta. Taulukossa 1 on listattuna ensimmäisen haastattelukysymyksen vastaukset sekä lisäksi haastattelun paikka- ja aikatiedot. Lisäksi taulukossa on merkittynä haastateltavan tunnus viittaamisen helpottamiseksi.

**Taulukko 1.** *Ensimmäisen haastattelukysymyksen vastaukset sekä haastatteluiden aika- ja paikkatiedot*

Tunnus	Nimi ja titteli / rooli työmaalla?	Paikka ja Aika
H1	Työmaapäällikkö	Hamina, 13.6.2022 (32 min)
H2	Työnjohtaja	Hamina, 13.6.2022 (22 min)
H3	Laatupäällikkö	Hamina, 13.6.2022 (28 min)
H4	Työnjohtaja	Hamina, 13.6.2022 (60 min)
H5	Työnjohtaja	Hamina 14.6.2022 (44 min)
H6	Aluepäällikkö	Hamina 14.6.2022 (45 min)
H7	Työmaapäällikkö	Hamina 14.6.2022 (27 min)
H8	Projektipäällikkö	Hamina 14.6.2022 (30 min)
H9	Tekninen johtaja	Tampere 21.6.2022 (60 min)
H10	Tuotantoinisinööri	Kurikka 28.6.2022 (48 min)
H11	Projektijohtaja	Tampere 15.7.2022 (40 min)

Tähän haastattelututkimukseen valittiin 11 kohdeyrityksen työntekijää, joiden työtehtäviin kuuluu tai on kuulunut työnsuunnittelua. Haastateltavilla oli yhteensä kymmenien vuosien kokemus työnsuunnittelusta. Osa haastateltavista oli työskennellyt aikaisemmin myös muissa yrityksissä työnsuunnitteluun liittyvissä tehtävissä. Haastattelut pidettiin kesäkuun 2022 aikana. Haastatteluissa kuultiin kahta työmaapäällikköä, neljää työnjohtajaa, yhtä laatupäällikköä, yhtä aluepäällikköä, yhtä teknistä johtajaa, projektijohtajaa sekä yhtä aliorakointiyhtiön projektipäällikköä.

Ensimmäinen kysymys toimi hyvänä johdatuksena haastavampiin kysymyksiin. Työntekijän titteliin liittyvät vastaukset auttoivat myös ohjaamaan haastattelua, sillä kaikki haastateltavat ei esimerkiksi tällä hetkellä tehnyt työssään työnsuunnittelua, mutta historiaa oli kyseisestä tehtävästä kymmenien vuosien ajan. Tällöin esimerkiksi kysymykset 2 ja 3 muotoiltiin hieman eri tavalla. Tieto työntekijän tittelistä oli myös tarpeellinen haastattelukysymyksissä 2 ja 6, sillä esimerkiksi työnjohtajan ja työmaapäällikön työnsuunnitteluun liittyvät tehtävät poikkeavat toisistaan huomattavasti

Toinen ja kolmas haastattelukysymys liittyi haastateltavan työsuunnitteluun koskeviin projektin aikaisiin tehtäviin. Vastaukset antoivat paljon tietoa siitä, minkälaisia työsuunnittelullisia tehtäviä eri toimihenkilöille projekteissa kuuluu sekä missä projektin eri vaiheissa kyseisiä tehtäviä tehdään. Erityisesti toisen haastattelukysymyksen vastaukset auttoivat hahmottamaan työsuunnitteluprosessin kokonaisuutta selkeämmäksi.

Neljännessä haastattelukysymyksessä selvitettiin kohdeyrityksen työsuunnittelussa käytettäviä työkaluja. Lisäksi haastateltavia pyydettiin nimeämään tärkein työsuunnittelun työkalu. Neljännen haastattelukysymyksen avulla työkalujen käytöstä saatiin paljon yksityiskohtaista tietoa, joka auttoi hahmottamaan yrityksen työsuunnitteluprosessin eri työvaiheiden työtehtävien toteutustapaa.

Viidennessä haastattelukysymyksessä etsittiin työsuunnittelun suurimpia haasteita. Tämän avulla pystyttiin kartoittamaan työsuunnitteluprosessin työvaiheet, jotka vaativat erityistä huolellisuutta ja mahdollisesti enemmän resursseja käytettäväksi. Lisäksi vastauksien avulla saatiin selville muutamia työsuunnitteluprosessiin liittyviä selkeitä parannuskohtia. Selkeitä parannuskohteita saatiin lisää seitsemännen haastattelukysymyksen avulla.

Kuudennen haastattelukysymyksen avulla selvitettiin eri haastateltavien työsuunnitteluun kuluvan ajan osuutta kokonaistyöaikaan. Kysymyksen vastausten kautta saatiin käsitys yrityksen työsuunnittelullisten tehtävien jakautumisesta eri toimihenkilöiden kesken. Tämä auttoi hahmottamaan tarkemmin ketkä ja kuinka paljon yrityksen eri toimihenkilöt tekevät työsuunnittelua työssään.

Seitsemännen haastattelukysymyksen avulla kartoitettiin kohdeyrityksen työsuunnitteluprosessiin liittyvät selkeät parannuskohdat. Tämän haastattelukysymyksen avulla saatiin selville kohdeyrityksen työsuunnitteluprosessin tämänhetkiset vaikeudet, joihin pyritään tässä työssä löytämään apuja Leanin avulla. Lisäksi tämän haastattelukysymyksen vastaukset tarjoavat arvokasta tietoa kohdeyritykselle, vaikkei Leanin avulla kyseiseen ongelmaan pystyisi vaikuttamaan. Osaan mainittuihin haasteisiin ei työsuunnittelullisilla toimilla pystytä vaikuttamaan, jolloin kyseiset ongelmat on rajattu tämän työn ulkopuolelle. Esimerkkinä ulkoisen putki-isometritoimittajan myöhästymisistä johtuvat viivästykset.

Tämän työn haastatteluiden vastauksia voidaan hyödyntää esimerkiksi myöhemmissä tutkimuksissa tai työsuunnitteluprosessin kehityshankkeissa. Erityisesti seitsemännen haastattelukysymyksen vastaukset, joissa toimihenkilöt ovat kertoneet selkeitä kehitysideoita ja -ehdotuksia, ovat arvokasta tietoa yritykselle ja helpottaa yrityksen työsuunnitteluprosessin kehitystä myös tulevaisuudessa.

### 3.4 Haastatteluiden analysoiminen

Haastatteluiden analysoiminen alkaa jo haastattelutilanteessa avoimen keskustelun kautta. Haastattelukysymysten välissä tutkija pystyy esittämään tarkentavia kysymyksiä, jotta vastausten analysoiminen ja ymmärtäminen olisi helpompaa. Lisäksi tarkentavilla kysymyksillä pyritään ymmärtämään haastateltavan vastauksia paremmin. Tällaista haastattelutyyppiä kutsutaan ”itseään korjaavaksi” haastatteluksi [65, s. 137].

Analyysi jatkuu haastattelujen jälkeen, jolloin haastattelujen tallenteet käydään läpi ja vastauksista tehdään muistiinpanoja ja tiivistelmä. Tässä yhteydessä tutkija pystyy käyttämään induktiivista päättelyä yhtenä analysointitekniikkana. Tiivistelmätaulukot ovat näkyvillä tämän diplomityön liitteenä (Liite D: Tiivistelmät haastatteluiden vastauksista).

Haastatteluaineiston puhtaaksikirjoittamista eli litterointia ei tehdä ollenkaan, vaan haastatteluista poimitaan vain tutkijan mielestä merkitykselliset asiat tähän diplomityöhön. Tässä työssä aihealueen ulkopuolella olevat vastaukset karsitaan pois, jos niillä ei ole yhteyttä työsuunnitteluun tai Leaniin.

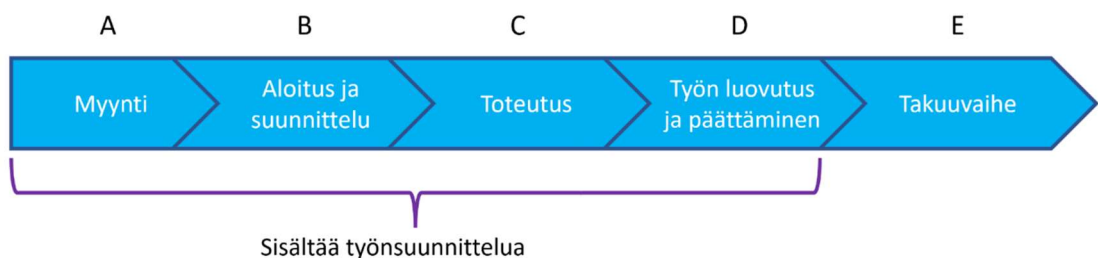
Laadukkaan analyysin avulla haastatteluiden kautta saadaan määritettyä selkeä nykytilanne kohdeyrityksen työsuunnittelusta: miten eri henkilöt tekevät työsuunnittelua, mitä tehtäviä työsuunnittelijalle kuuluu, mitä työkaluja työsuunnittelussa käytetään, mitkä ovat työsuunnittelun suurimmat haasteet sekä mitkä ovat selkeät parannuskohdat työsuunnitteluun liittyen VPP:lla.

## 4. TULOKSET

### 4.1 Työsuunnittelu Viafin Process Pipingilla

Tässä kappaleessa määritellään Viafin Process Piping Oy:n työsuunnitteluprosessi. Haastatteluiden avulla saatiin määriteltyä kohdeyrityksen tämänhetkisen työsuunnitteluprosessin rakenne sekä sen sisältö pääpiirteittäin. Lisäksi haastattelujen vastaukset tarjosivat runsaasti tietoa työsuunnitteluun kuluva ajasta, työsuunnittelun eri työtehtävistä, työsuunnittelun työkaluista, työsuunnittelun haasteista sekä selkeistä kehitysehdotuksista. Kappaleen lopussa työsuunnitteluprosessia vertaillaan aihepiirin kirjallisuuteen.

VPP:lla projektitoteutus on jaettu viiteen päävaiheeseen, jotka ovat myynti/tarjousvaihe, aloitus- ja suunnitteluvaihe, toteutusvaihe, luovutus-, ja päätösvaihe sekä takuvaihe.



**Kuva 11.** Projektitoteutuksen viisi eri vaihetta [21]

Kuvassa 11 on esiteltynä projektitoteutuksen vaiheet. Kohdeyrityksen projektien työsuunnittelu alkaa jo myyntivaiheessa ja loppuu vähitellen työn luovutus ja päättäminen -vaiheessa.

H11 mukaan yrityksessä työsuunnittelu jaetaan kahteen osaan: ennen työn toteutusvaihetta tapahtuva työsuunnittelu ja työmaan käynnistymisen jälkeinen, toteutusvaiheen aikainen työsuunnittelu. Ennen työn toteutusvaihetta tehtävään työsuunnitteluun osallistuu pääsääntöisesti projektipäällikkö, työmaapäällikkö ja tilanteen mukaan myös työnjohtaja. Työn toteutusvaiheessa tehtävään työsuunnitteluun osallistuu ensisijaisesti työnjohtaja sekä lisäksi myös työmaapäällikkö.

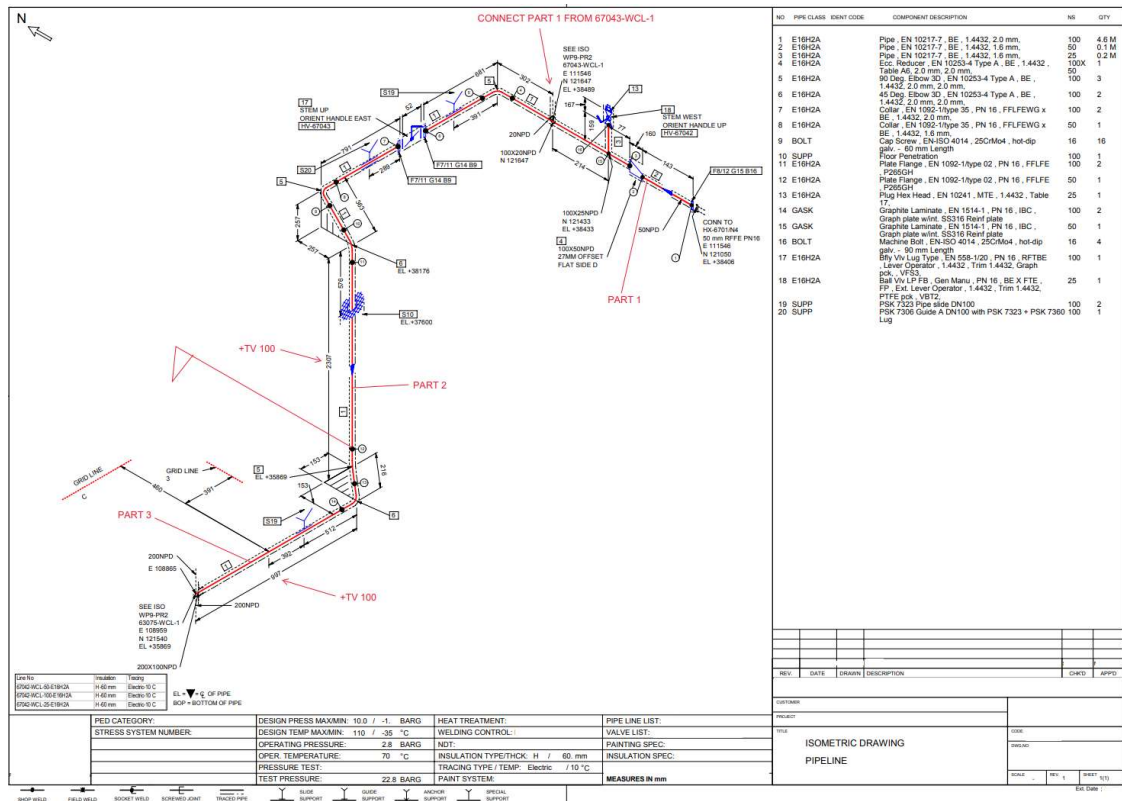
Ennen työmaan alkua tapahtuva työsuunnittelu alkaa projektin myyntivaiheessa. Myyntivaiheessa tehdään karkea suunnitelma ja ratkaisu projektin toteutuksesta ja pyritään siten vastaamaan asiakkaan tarpeeseen. Myyntivaiheen työsuunnittelussa sovitaan projektin toteuttava tulosityksikkö. Yrityksessä valinta tehdään alueyksikön ja projektiyksikön välillä. Lisäksi myyntivaiheessa suunnitellaan projektin toteuttava projektiorgani-

saatio, jossa on nimettynä vähintään projekti- ja työmaapäällikkö. Myyntivaiheessa tehdään myös alustava aikataulu, myyntibudjetti sekä työn karkea jako työtunneittain. Esimerkiksi 20 000 työtunnin projekti voidaan jakaa 5000 työtunnin työpaketteihin ja näihin sijoitetaan tietyt resurssit, esimerkiksi omat työntekijät tai tietty alihankkija.

Aloitus- ja suunnitteluvaiheen työsuunnittelussa kerätään aineisto suunnittelijalta ja asiakkaalta sekä käydään läpi kaikki ennen työmaan alkua tarvittava suunnittelu, jotta töiden aloittaminen heti toteutusvaiheen alussa on mahdollista. Aloitus- ja suunnitteluvaiheen työsuunnittelussa myyntivaiheen karkeaa jakoa tarkennetaan, ja tehdään lopullinen päätös resurssijaoista. Samalla tehdään lopullinen päätös siitä, mikä osa putkistosta esivalmistetaan konepajalla, mikä osa putkistoista tehdään työmaalla ja mitkä resurssit ne tekevät. Päätökseen vaikuttaa esimerkiksi alihankkijoiden hinta, työntekijöiden osaamistaso, valmistettavien putkien materiaali ja koko sekä valmistettavan putkiston tyyli. Esimerkiksi yksinkertaisia putkistoja ei ole kannattavaa tehdä esivalmisteena konepajalla, sillä yksinkertaisten putkistojen tekeminen ei vie niin paljoa aikaa, jolloin esivalmisteen kuljetusmaksun hinta poistaa taloudellisen hyödyn kokonaan.

Muita aloitus- ja suunnitteluvaiheessa tehtäviä työsuunnitteluun liittyviä asioita ovat resurssivaraukset, HSE -suunnitelma, materiaalilaskenta, ostotilaukset, tarvittavien kuljetusten tilaaminen, työntekijöiden majoitusten ja kulkulupien järjestäminen sekä esivalmisteiden suunnittelu, tilaaminen ja liputtaminen. Aloitus- ja suunnitteluvaiheessa tehtävät alustavat resurssivaraukset tehdään laskettujen työtuntien, alustavan aikataulun sekä budjetin perusteella.

Liputtaminen on merkittävä osa esivalmistettavien putkien suunnittelua. Liputuksessa määritellään putki-isometreihin merkit, kuinka pitkälle ja millaisina osina esivalmisteet tehdään. Lisäksi isometreihin merkitään asennushitsisaumojen paikat ja muita tarvittavia merkintöjä. Työpiirustusten liputtaminen edellyttää asennuskohteen tuntemusta ja kuljetusmittojen rajojen tietämystä. Liputus on tehtävä huolella, sillä niiden perusteella esivalmisteet tehdään konepajalla. Liputuksen virheet konkretisoituvat vasta työmaalla, jolloin niiden korjaaminen on kallista. H11 mukaan tällaiset virheet pienentävät huomattavasti konepajaesivalmisteiden hyötyjä. Liputuksessa on hyvä käyttää apuna myös työmaan 3D -mallia.



**Kuva 12. Liputettu putki-isometri (yrityksen sisäinen lähde)**

Kuvassa 12 on esimerkki esivalmistettavan putkiston isometristä ja sen liputusmerkinöistä. Isometriin on merkitty hitsausmerkinnät, työvarat ja liputukset, joiden avulla kyseinen putkisto voidaan esivalmistaa.

Esivalmistajien tilaaminen on hyvä tehdä mahdollisimman hyvissä ajoin, jotta konepaja pystyy valmistautumaan tilauksiin ja näin ollen vastaamaan niihin määräaikaan mennessä. Aloitus- ja suunnitteluvaiheessa tehdään myös työmaasuunnitelma, jossa käydään läpi asiakkaan kanssa muun muassa työskentelytilat, työmaarakennukset, työmaatiet, nosturit, hissit, aitaukset, varastot ja niiden sijainnit.

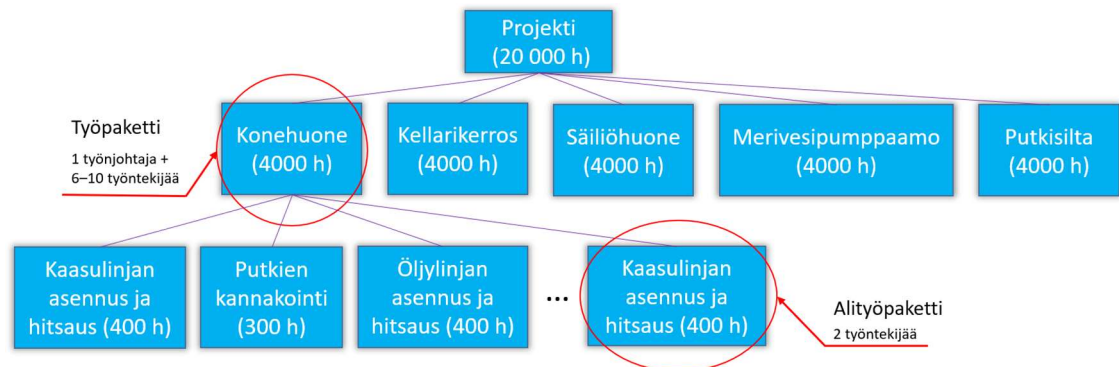
Aloitus- ja suunnitteluvaiheen kesto riippuu projektin koosta ja kestosta sekä sovitun projektin kiireellisyydestä. Joskus kiireellisissä projekteissa työmaa aloitetaan heti tarjouksen läpimenon jälkeen. Isommissa projekteissa aloitus- ja suunnitteluvaihe ja sen aikana tehtävä työnsuunnittelu saattaa kestää jopa kuukauden.

Työn toteutusvaiheessa tapahtuva työnsuunnittelu alkaa käytännössä viimeistään viikko ennen hitsaajien ja asentajien saapumista työmaalle. Tästä alkaa työmaan alun jälkeinen osuus työnsuunnittelusta. Ennen toteutusvaihetta tehtävä työnsuunnittelu ja toteutusvaiheen aikana tehtävän työnsuunnittelun siirtymä on hieman limittäinen, eikä selkeää rajaa tälle siirtymälle ole olemassa. Sen takia osa työnsuunnitelluista voidaan tehdä ennen työmaan alkua tai sen jälkeen.



Työn toteutusvaiheessa tehtävä työsuunnittelu on käytännössä asioiden hoitamista niin, että asentajien ja hitsaajien töiden onnistumiseen liittyvät edellytykset ovat kunnossa. Näitä asioita on muun muassa aikataulusuunnittelu, työmaan rajaaminen pienempiin alueisiin, työpakettien kasaus ja aikataulutus, materiaali-, rakennusteline- ja tarviketilaukset, aineiston kerääminen sekä haalaus- ja nostotöiden suunnittelu.

Työmaan rajaamista pienempiin työalueisiin ja työpaketteihin voidaan aloittaa jo ennen toteutusvaihetta, mutta pääsääntöisesti isojen työpakettien ositus pienempiin alityöpaketteihin ja sitä myötä niiden osoittaminen työparille tai ryhmälle tapahtuu vasta projektin toteutusvaiheessa. Työmaan jakaminen pienempiin alueisiin helpottaa töiden sovittamista ja työntekijöiden ohjaamista tietyille työalueelle. Tämä vähentää työntekijöiden turhaa liikettä työmaalla ja esimerkiksi osien ja esivalmisteiden haalaus tietyille työpisteille on selkeämpää työntekijöille. Käytännössä työpaketit jaetaan niin, että esimerkiksi 20 000 työtunnin kokoinen projekti jaetaan fyysisesti eri tiloihin, joihin toteuttavaa resursseja määrätään yhteensä yksi työnjohtaja sekä noin 6–10 työntekijää. Tilat jaetaan niin, että yhden työpaketin työaika olisi noin 2–4 kuukautta, joka tässä tapauksessa vastaisi noin 2000–4000 tunnin työmäärää. Tämän jälkeen työnjohtaja jakaa työpaketit vielä pienempiin alityöpaketteihin, jotka voidaan osoittaa yhdelle työparille tai työryhmälle. Alityöpaketin tulee kuitenkin olla riittävän suuri, jotta työryhmällä riittää työtä. Alityöpaketin koko tulisi tällöin olla noin kuukauden työmäärää vastaava määrä, eli noin 200–400 työtuntia. Tällöin alityöpaketteja yhdessä osiossa on noin 5–10 kappaletta.



**Kuva 13.** Esimerkki projektin jakamisesta työ- ja alityöpaketteihin

Kuvassa 13 on esimerkki projektin osittamisesta alityöpaketteihin. Jaettavat työpaketit aikataulutetaan sekä niille mietitään oikea työjärjestys. Työt jaetaan toteuttaville resursseille tämän suunnitelman mukaan. Pääsääntöisesti työt jaetaan yhdelle työparille, jossa on yksi hitsaaja ja asentaja. Riippuen kohteen putkikokoluokasta ja materiaalista, työsuunnittelija voi lisätä työryhmään hitsaajia ja asentajia niin, että työryhmän 1:1-suhde muuttuu. Toteutuvaa työtä ja edistymää seurataan, sekä reagoidaan muutoksiin ja työn edetessä tuleviin lisätöihin.

Työpaketteja kasauksessa ja aikatauluttamisessa tulee ottaa huomioon työntekijöiden poissaolot. H1:n kokemuksen mukaan isolla työmaalla on keskimäärin noin kaksi työntekijää poissa esimerkiksi sairaana, lomalla tai työajan lyhennysvapaalla. Jokaiselle työntekijälle tulee olla varalle töitä tehtäväksi, jos esimerkiksi hänen työparinsa sairastuu. Tämän avulla työnteosta saadaan jatkuvaa ja eri syistä tapahtuvien keskeytysten tilalle työnjohtajalla on tarjota välittömästi työntekijöilleen vaihtoehtoisia työvaiheita tehtäväksi.

Työpakettien suunnittelussa ja järjestyksessä tulee ottaa huomioon esivalmistus, asennusjärjestys, aikataulutus, asennusedellytykset työmaalla, materiaalien saatavuus, kiireysjärjestys putkistojen käyttöönoton kannalta ja tarkastukset. Töiden priorisointi on osa työnsuunnittelua ja siihen vaikuttaa muun muassa tilaajan toiveet ja muiden rakennustöiden vaikutus.

Työn tehokkuutta sekä työpakettien aikataulua ja etenemää seurataan viikoittain muun muassa aikataulun, budjetin sekä projektitoteutusmallin valmiilla Excel -pohjilla. Tämä antaa tärkeää tietoa työnsuunnittelua varten. Samalla se toimii hyvänä palautteena työnsuunnittelijalle ja hänen onnistumiselleen.

Ennen työnsuunnittelun tekemistä työnsuunnittelijan tulee perehtyä kyseisen työmaan putkistoihin ja suunnitelmiin niin, että työntekijä on sisäistänyt kyseisen työmaan. Tällöin suunnittelu on helpompaa ja laadukkaampaa. Tässä töitä suunnittelevat työntekijät käyttävät apunaan putki-isometrejä, 3D -mallia sekä tavallisia työmaakerroksia.

Varsinkin työmaan aikana tapahtuvaan työnsuunnitteluun työnsuunnittelijan kannattaa hyödyntää muiden työntekijöiden osaamista ja ammattitaitoa. Esimerkiksi rakennustelineasennuksia suunniteltaessa työnsuunnittelijan kannattaa tehdä suunnitelma kyseistä rakennustelinettä työssään tarvitsevan hitsaajan kanssa. Tällöin hitsaajalla on mahdollisuus vaikuttaa suunnitelmaan, ja lopputuloksena työntekijä saa itselleen juuri sellaisen rakennustelinekokonaisuuden jonka hän tarvitsee. Haastatteluiden mukaan avoin keskustelu työnsuunnittelijan ja muiden työntekijöiden välillä on hyvin tärkeä osa työtä.

Luovutus- ja päätösvaiheen työnsuunnittelussa tulee huomioida työpakettikohtaiset linjatarkastukset, koeponnistukset, dokumentaation luovuttaminen ja yleiset loppuselvitykset. Koeponnistuksia voidaan tehdä sitä mukaan, kun putkilinjat ovat valmistuneet, ellei sille ole muita esteitä. Koeponnistuksia suunniteltaessa tulee huomioida muut työt ja työmaan eteneminen. Esimerkiksi koeponnistuksen tekeminen voi hankaloitua muiden töiden edetessä.

Kuudes haastattelukysymys keskittyi työnsuunnitteluun kuluvan ajan määrittelyyn. Haastattelujen perusteella yrityksessä työnsuunnitteluun kuluvan ajan osuus verrattuna muihin työtehtäviin vaihtelee huomattavasti eri toimihenkilöiden välillä. Työnjohtajat arvioivat

työnsuunnitteluun kuluvaan aikaa hyvin vaihtelevasti. H2 mukaan työnsuunnitteluun kuluu noin 60 % kokonaisajasta, kun taas H4 arvioi työnsuunnitteluun kuluvaan noin kolmasosa kokonaistyöajasta. H5:n mukaan työnsuunnittelun määrä vaihtelee projektin edetessä huomattavasti. Työmaan alkaessa työnsuunnittelu vie jopa 100 % työajasta vähentyen työmaan edetessä loppua kohti lähes 0 %:iin.

Työmaapäälliköiden työnsuunnitteluun kuluvaan ajan arvioitiin olevan noin 20 %. Myös työmaapäälliköiden kohdalla työnsuunnitteluun kuluvaan ajan kerrottiin muuttuvan projektin edetessä. Projektin alkupäässä työmaapäällikön työajasta arvioitiin kuluvaan noin puolet työnsuunnitteluun, mutta projektin loppupäässä osuus arvioitiin tippuvan lähes nolnaan.

Haastateltu laatupäällikkö arvioi työnsuunnitteluun kuluvaan noin 75 % kokonaistyöajasta, tuotantoinsinööri 30 %, projektijohtaja 20 % sekä aliurakoitsijan projektipäällikkö 100 %.

Työnsuunnitteluun kuluva aika vaihteli huomattavasti eri työntekijöiden kesken huolimatta siitä, että osalla haastateltavista oli täysin sama rooli ja titteli työmaalla. Tässä kuitenkin tulee huomioida se, että vastaukset ovat haastateltavien omia arvioita, eikä näille ole mitään tilastollista tutkimusta olemassa. Lisäksi työnsuunnittelun rajaaminen muista töistä voi olla hyvin haastavaa, sillä työnsuunnittelun ja muun työn väli on häilyvä. Tällainen voi selittää myös aliurakoitsijan projektipäällikön vastauksen.

Vastauksilla yhtenäistä oli se, että projektin alkupuolella, ennen työmaan käynnistymistä valtaosalla työnsuunnitteluun kuluva aika oli huomattavasti suurempaa, mitä työmaan loppupuolella. Silloin työnsuunnitteluun kuluva aika oli luonnollisesti lähempänä nolaa, koska suunniteltavien töiden määrä vähenee työmaan loppua kohden.

Työnsuunnittelun tukena yrityksessä käytetään työkaluja, joista merkittävimpiä ovat Autodesk Navisworksin 3D -malli lisäosineen, Microsoft Excel, putki-isometrit, yrityksen projektitoteutusmalli ja sen tarjoamat aputyökalut sekä PI-kaaviot. Lisäksi työnsuunnittelun apuna käytetään erinäisiä muistiinpanovälineitä, kameraa, kansioita ja fläppitaulua.

Autodeskin Navisworksin ja sen tarjoamia lisäosia voidaan käyttää monipuolisesti työnsuunnittelun tukena. Sen avulla pystytään tarkastelemaan projektin putkistoja kolmiulotteisesti kyseisessä kohteessa. Navisworksilla voidaan priorisoida työvaiheita, seurata työmaan etenemää ja jakaa tietoa muille työntekijöille. Lisäksi se toimii hyvänä apuvälineenä työmaan hahmottamisessa. Haastateltavien käytössä olevista 3D malleista saadaan runsaasti tietoa kyseisistä putkistoista. Esimerkiksi putkien materiaalit, mitat, sijainti, kannakoinnit, paineluokat sekä työpakettien jaot voidaan saada suoraan 3D mallista. Haastattelussa muun muassa H1, H5, H6 ja H7 kertoivat työnsuunnittelun olleen selkeästi haastavampaa ennen 3D -mallien tuloa toimihenkilöiden käyttöön työmaille.

Sen avulla työmaan hahmottaminen, työntekijöiden ohjeistaminen, työvaiheiden priorisointi ja työmaan etenemän seuraaminen on huomattavasti helpompaa. Haastatteluiden perusteella myös putki-isometrit, materiaaliluettelot, työmäärälaskennat ja hitsauslokit ovat suuressa roolissa edellä mainittujen työnsuunnitteluun liittyvien tehtävien tekemisessä.

Toinen työnsuunnittelun käytetyimmistä työnsuunnittelun työkaluista on Microsoft Excel, jota yritys käyttää muun muassa resurssilaskentaan, aikataulutukseen, linja- ja edistymäseurantaan sekä budjettisuunnitelmiin. Haastateltavien mukaan Excel on hyvin monipuolinen ohjelma, jota voidaan hyödyntää lähes rajattomasti työnsuunnitteluun liittyvissä asioissa.

Yrityksen työntekijöiden käytössä olevassa projektitoteutusmallista löytyy laajasti projektien toteutukseen ja läpivientiin liittyviä työkaluja jokaisen työntekijän käytettäväksi. Työnsuunnittelun tueksi toteutusmallista löytyy muun muassa Word- ja Excel-pohjat HSE- ja nostotyösuunnitelmille, hankintapyynnöille, linjatarkastuksille sekä vaaranarvioinneille. Haastateltavista H4 ja H6 kertoivat kyseisen projektitoteutus -kansion olevan iso apuväline työnsuunnittelussa.

Haastatteluissa nousi esille myös monen muun työnsuunnittelun työkalun korvaamattomuus. Esimerkiksi työkaluina käytettävien isometrien myöhästyminen suunnittelijalta hankaloittaisi työnsuunnittelun tekemistä merkittävästi. Lisäksi H11 mainitsi haastattelussa Microsoft Projectin, materiaaliluettelon ja työmäärälaskennat tärkeiksi työnsuunnittelun työkaluiksi. Haastateltavat kertoivat käyttävänsä työnsuunnittelussa myös perinteisiä työkaluja kuten muistiinpanovälineet, mapit, kamera, valkotaulu ja kalenteri.

Työnsuunnittelussa tulee ottaa monta asiaa huomioon, mikä tekee haastateltavien mukaan suunnittelusta mielekästä ja haastavaa. Haasteita työnsuunnitteluun tuo muun muassa työmaan ja työmaaputkistojen ymmärtäminen, lähtötietojen puute, töiden priorisointi, tietoteknisten työkalujen rajallinen käyttöammattitaito, materiaalien rajallinen saatavuus, pitkät tai vaihtelevat materiaalien toimitusajat, resursointi, vaihtelevat asennusolosuhteet, päästävyys työkohteeseen sekä muut urakoitsijat työmaa-alueella ja niiden kanssa kommunikointi.

Työmaan ja työmaaputkistojen ymmärtämisellä ja sisäistämällä haastateltavat tarkoittivat sitä prosessia, minkä työnsuunnittelijat tekevät aina uudelle työmaalle saavuttaessa. Vasta tämän prosessin jälkeen laadukas työnsuunnittelu on heidän sanojensa mukaan mahdollista. Työnsuunnittelua tehtäessä pitää osata ottaa huomioon niin monta eri asiaa, että ilman työmaakerroksia ja 3D -mallin selaamista työnsuunnittelun tekeminen on haastateltavien mukaan lähes mahdotonta.

Lähtötietojen puutteella haastateltavat tarkoittivat esimerkiksi putki-isometrien myöhästymistä niiden toimittajalta tai tilaajalta saatavan tiedon rajallisuutta. Ilman suunnitelmia töiden suunnittelusta tulee huomattavasti vaikeampaa. Töiden aikatauluttaminen koettiin haasteelliseksi jatkuvien, projekteille tavanomaisten muutosten vuoksi. Myös yleinen kiire projektityömailla hankaloittaa töiden sovittamista niin, että työvaiheet eivät myöhästyisi.

Töiden priorisoinnin haasteellisuus nousi esille esimerkiksi H5 ja H8 haastatteluissa. Priorisointiin vaikuttaa muun muassa laitteiden asennusjärjestykset, työmaanosturin käytön rajallisuus, muiden urakoitsijoiden toiveet sekä yleiset muutokset työmaalla. Toisin sanoen työnsuunnittelun yhteydessä tehtävään töiden priorisointiin vaikuttaa pitkä lista muuttuvia tekijöitä, mikä lisää työnsuunnittelun haasteellisuutta.

Varsinkin vanhemman ikäluokan työntekijät kertoivat, että joidenkin tietoteknisten työkalujen henkilökohtainen käyttöammattitaito ei ole heidän mielestään halutulla tasolla. Kyseiset henkilöt uskovat, että esimerkiksi Navisworks ja Excel -osaaminen voisi olla huomattavasti korkeammalla tasolla ja tämän vuoksi niiden käyttö on tällä hetkellä turhan hankalaa. Haastateltavat sanoivat, etteivät he osaa hyödyntää ohjelmien potentiaalia omassa työssään riittävästi. Haastateltavien mielestä osa työntekijöistä hallitsevat tietotekniset sovellukset ja työkalut paremmin verrattuna toisiin, minkä vuoksi eri työnsuunnittelullisten työvaiheiden kestoajat voivat vaihdella huomattavasti tekijästä riippuen.

Isoilla rakennustyömailla työskentely muiden urakoitsijoiden kanssa samanaikaisesti luo omat haasteensa. Pääsääntöisesti töiden yhteensovittaminen on asiakkaan vastuulla. H11 mukaan eri asiakkaiden yhteensovittamiseen liittyvässä osaamistasossa on vaihtelevuutta, mikä luo omat haasteensa. Väärässä järjestyksessä tehty työ aiheuttaa usein ongelmia sekä lisäkustannuksia, joita pitää pystyä myös hallitsemaan.

Lisäksi H11 mainitsee yhdeksi työnsuunnittelun haasteeksi suunnitelmat, joiden pohjalta työnsuunnittelua tehdään. Haastattelijien mukaan suunnitelmat ovat pääsääntöisesti asiakkaan tarjoamia, jolloin asiakkaiden suunnitelmatuotanto tahdittaa myös kohdeyrityksen projekteja. Suunnitelmat ovat harvoin valmiita työmaan alkaessa. Tämän vuoksi projektissa tulee vastaan päivittäin muutoksia ja lisätyöitä, minkä vuoksi alkuperäiset aikataulut elävät merkittävästi. Lisäksi muutokset ja lisätyöt lisää työnsuunnittelijan työmäärää.

Työnsuunnittelun suurimmat haasteet poikkesivat haastateltavasta riippuen selkeästi. Kuitenkin yhtäläisyyksiäkin löytyi, esimerkiksi H3, H5, H6, H7 ja H9 pitivät yhteneväisen toimintamallin puuttumisesta sekä ajan ja resurssien puutetta suurimpina työnsuunnittelun haasteina.

Työnsuunnitteluun liittyviä parannuskohtia tuli haastatteluista esille lukuisia. Merkittävimmiksi parannuskohteiksi mainittiin muun muassa yhteneväisen toimintamallin tekeminen ja työnsuunnittelun selkeä ohjeistus, työnsuunnittelutyökalujen käyttökoulutus, työnsuunnitteluun resurssien lisääminen varsinkin isommissa projekteissa ja informaatiokulun parantaminen. Haastateltavien mukaan työnsuunnitteluprosessin yhdenmukaisen toimintamallin avulla henkilöstön kouluttaminen olisi helpompaa ja lisäksi se helpottaisi informaation kulkua sekä vähentäisi turhaa työtä.

Haastateltavien mukaan varsinkin isompiin projekteihin tulisi palkata pelkästään työnsuunnitteluun keskittyvä toimihenkilö. Tällä hetkellä muiden työtehtävien ohella työnsuunnitteluun ei haastateltavien mukaan jää riittävästi aikaa, mikä heikentää työnsuunnittelun laatua. H3:n mukaan ”resurssien pitäisi olla projektin mukaiset”.

E erityisesti esivalmisteissa ja konepajatoiminnassa on haastateltavien mukaan paljon parannettavaa. Putki-isometrien liputtaminen ennen esivalmisteluja vie paljon aikaa ja se voisi olla nykyaikaisempaa. Esivalmisteiden koot voisi olla suurempia. H2 mukaan esivalmisteet voisi olla leveydeltään 2500 mm ja pituudeltaan jopa 12 000 mm pitkiä. Lisäksi esivalmisteiden massa voisi olla jopa 3000 kilogrammaa. Tämä helpottaisi haastateltavan mielestä työnsuunnittelua ja esivalmisteiden asentamista. Myös esivalmistuksia tekeville konepajoille toivottiin parempaa laatutarkastusta. Haastateltavien mukaan työmaan ja konepajan välistä tiedonkulkua voisi parantaa, jotta esimerkiksi esivalmisteiden lähetyspäiviin, priorisointeihin, reklamointeihin ja toimituspaikkoihin liittyvissä asioissa ei olisi niin paljon haasteita. H10:n mukaan heikon tiedonkulun vuoksi tulee paljon turhaa työtä. H9 ja H10 mukaan esimerkiksi esivalmisteiden valmistusjärjestyksen lisääminen toimihenkilöiden nähtävälle olisi yksi keino lisätä työmaan ja konepajan välistä tiedonkulkua.

Myös ennen työmaan alkua tapahtuvaan työnsuunnitteluun toivottiin lisää panostamista, sillä työnsuunnittelu on helpompaa, kun työnsuunnittelun lähtökohdat ovat kunnossa. Näillä tarkoitetaan muun muassa materiaalien, osien ja laitteiden saapumista ajallaan.

Haastattelussa H5 pohti ajatusta, tulisiko työnjohtajan ja työmaapäällikön roolit olla hieman selkeämmät. Tällä hetkellä työnjohtajat kokevat tekevänsä osaksi työmaapäällikölle kuuluvia tehtäviä ja vastaavasti työmaapäälliköt hoitavat työnjohtajalle kuuluvia tehtäviä. Toisaalta haastateltavat kertoivat tämän olevan hyväksi todettu käytäntö varsinkin pienemmissä projekteissa. Myös työtehtävien vaihtelu ja vastuun saaminen koettiin hyväksi asiaksi haastateltavien työnjohtajien mukaan. Haastateltavien mielestä kuitenkin isommissa projekteissa selkeämmät roolitukset voisi olla työnsuunnittelun kannalta tehokkaampi vaihtoehto.

H9 nosti esille ajatuksen siitä, pystyisikö työsuunnittelija suunnittelemaan töitä hitsattavaksi useammin myös eri menetelmillä kuin pääsääntöisesti käytössä olevalla TIG-hitsausmenetelmällä. Haastateltavan ja kirjallisuuden [67, s. 160] mukaan putken hitsaaminen on ajallisesti huomattavasti nopeampaa esimerkiksi puikolla tai MAGilla hitsamalla. H9 mukaan suurin kompastuskivi on hitsaajien haluttomuus hitsata muulla kuin TIG-menetelmällä.

## **4.2 Leanin hyödyntäminen projektitoimittajan työsuunnittelussa**

Tässä kappaleessa pyritään tunnistamaan kohdeyrityksen työsuunnittelusta arvoa tuottamattomia asioita ja sitä kautta kehittämään kohdeyrityksen työsuunnittelua Leanin avulla. Kehityksen tukena käytetään Lean-filosofiaa, Lean-toimintaa sekä tässä työssä esiteltyjä Lean työkaluja.

Haastatteluista saatiin poimittua lukuisia kehitysehdotuksia ja ongelmakohtia työsuunnitteluun liittyen. Suurimmat työsuunnittelun haasteet liittyvät yhteneväisen toimintamallin puutteellisuuteen, työmaan ja putkistojen ymmärtämiseen, materiaalien ja resursien saatavuuteen sekä töiden priorisointiin ja aikatauluttamiseen. Lisäksi jatkuvat muutokset ja nykyaikaisten työkalujen hallitseminen tuottavat haasteita työsuunnittelijoille.

Työsuunnitteluun liittyvän yhteneväisen toimintamallin puutteellisuus altistaa kaikille Leanin seitsemälle hukalle sekä Toyotan määrittelemälle ”muralle”. Yrityksen useat haastateltavat kertoivat yhteisen toimintamallin puutteellisuuden olevan suurin ongelma työsuunnitteluun liittyen. Yhteneväisen toimintamallin avulla saataisiin poistettua yrityksen projekteista hukkia. Käytännön esimerkki poistettavasta hukasta voisi olla saman nostotyösuunnitelman teko eri työntekijöiden toimesta, mitä haastatteluiden perusteella tapahtuu aika-ajoin toimintamallin puutteellisuuden vuoksi. Lisäksi työsuunnitteluun liittyvän yhteisen toimintamallin avulla työsuunnitteluprosessista saataisiin selkeämpi, mitattavissa ja näin ollen kehitettävissä oleva prosessi, jota voidaan käyttää myös uusien työntekijöiden perehdyttämiseen. Lisäksi tarvittaessa työsuunnittelija voi hoitaa työsuunnitteluun liittyviä tehtäviä esimerkiksi toisen työsuunnittelijan sairaspöissaolon ajan, jos jokainen työsuunnittelija tekee työnsä samaan tapaan. Yhteneväinen toimintamalli on hyvä esimerkki Leanin ”vakiointi” -työkalusta.

Haastatteluiden perusteella yrityksen työsuunnitteluun liittyvää hukkaa esiintyy monessa eri muodossa. Esimerkiksi heikosta työsuunnittelusta tai keskeneräisistä suunnitelmista aiheutuvien muutosten vuoksi alityöpaketit saattavat jäädä keskeneräiseksi, kun työntekijät määrätään toiseen työvaiheeseen. Tällöin alityöpaketteja ei saada tehtyä alusta loppuun kerralla, mikä lisää työntekijöiden tarpeetonta liikkumista, tarpeettomia

välivarastoja, tuotteiden ja materiaalien tarpeettomia kuljetuksia, odottamista ja viivästyksiä sekä mahdollisesti laatuvirheitä.

Tietoteknisten laitteiden ja ohjelmien käyttökoulutuksien lisääminen lisäisi työsuunnittelijan tehokkuutta ja näin ollen vähentäisi arvoa tuottamatonta työtä huomattavasti. Haastateltavien mukaan tällä hetkellä työsuunnittelua työkseen tekevien henkilöiden tietotekninen osaaminen on rajallista. Esimerkiksi Autodesk Navisworksin ja Microsoft Exceliä voitaisiin hyödyntää työsuunnittelussa huomattavasti enemmän. Haastatteluista ilmeni, että tietoteknisen osaamisen taso vaihtelee työntekijöiden välillä selkeästi. Osa haastateltavista kertoivat käyttävänsä Navisworksin 3D mallia pääsääntöisesti vain työmaan hahmottamiseen, kun taas toinen haastateltavista kertoi käyttävänsä kyseistä ohjelmaa ja sen lisäosia aktiivisesti myös töiden priorisoinnin, etenemisen seurannan ja tiedonjaon tukena. H9:n mukaan liian moni käyttää Microsoft Exceliä lähinnä kirjoitus- alustana, vaikka kyseisellä ohjelmalla olisi hänen mukaansa rajaton potentiaali työsuunnittelun tueksi. Käyttökoulutukset olisivat osa Womack et al. (2007) mukaista Leania [41] ja sen periaatteita, sillä käyttökoulutukset poistaisivat hukkaa eli mudaa, hyödyntäisivät resursseja tehokkaasti ja olisivat osa jatkuvaa parantamista.

Työsuunnittelussa tulisi kiinnittää huomiota myös materiaalihukkaan. Esimerkiksi ylijäämäputkien hyötykäyttö ja selkeä varastointi pienentäisi materiaalihukkaa ja vähentäisi materiaalikuluja, kun yhä suurempi osa ostetusta materiaalista saataisiin hyödynnettyä projektista. Esimerkiksi aikaisemmin ylimääräiseksi jääneitä jämäpaloja voitaisiin hyödyntää pienissä lisätöissä ilman materiaalien tilaamista. Haastattelujen mukaan tällä hetkellä materiaalihävikin määrää pyritään pienentämään jatkuvasti laadukkaan työsuunnittelun kautta. Haastateltavat pitivät tässä suurimpana ongelmana epäselvää jämäpalojen varastointia ja merkintää.

Haastatteluista ilmeni paljon haasteita konepajaesivalmistisiin liittyen. Esivalmisteen laatuun ja toimituksiin liittyviin ongelmiin tulisi kiinnittää enemmän huomiota, jotta esivalmistuksen luoma arvo ei menisi hukkaan. Laatuongelmiin haastateltavat ehdotti muun muassa laatuhenkilön palkkaamista konepajalle, joka pitäisi huolen siitä, että työmaalle lähetetään vain tilausten mukaisia putkistoja. PDCA-syklin tuominen esivalmistusprosessiin voisi vähentää esivalmistuksen ongelmia. Tällä hetkellä esivalmisteen tilaamiselle eikä reklamaatioille ole olemassa selkeää yhteneväistä toimintatapaa. Esimerkiksi reklamaatio- ja tilauslomakepohjien lisääminen yrityksen työntekijöiden yhteiseen käyttöön olisi tarpeellinen yrityksen esivalmisteprosessille. Tällöin PDCA-syklin ensimmäinen-, kolmas- ja neljäs vaihe toteutuisi ja jatkuvan parantamisen prosessi voisi olla mahdollinen. Lisäksi valmiiden tilauslomakepohjien avulla työmaan ja konepajan välinen tiedon-



kulku ja kommunikaatio lisääntyisi, mikä puolestaan veisi yrityksen työsuunnitteluprosessia lähemmäksi Leania. Valmiit reklamaatio- ja tilauslomakepohjat perustuvat Leanin ”Poka-Yoke” -työkaluun.

Putki-isometrien liputusta työssään tekevät kertoivat haastatteluissa, että kyseiselle työvaiheelle tulisi varata enemmän aikaa tai resursseja. Tällä hetkellä kyseiselle tehtävälle ei ole jäänyt riittävästi aikaa, mikä on lisännyt työnjohtajien ja työmaapäälliköiden ylityötuntien määrää. Tulee muistaa, että huonosti tehty työsuunnittelu altistaa monelle hukalle, joten työsuunnittelulle tulisi myös sen vuoksi varata riittävästi resursseja. Liputukseen liittyen haastateltavat pohtivat, voisiko liputusprosessia automatisoida ja helpottaa tietokonesovellusten avulla. Keskittymällä näihin ongelmakohtiin voitaisiin saada pienennettyä Emuze, F. A. & Saurin, T. A. (2016) määrittelemiä [6] rakentamisessa tapahtuvia hukkia, kuten tarpeeton työ, viivästykset toiminnassa, ylimääräinen käsittely sekä materiaalin turha siirtely.

PDCA-malli on yksi vaihtoehtoisista lean-työkaluista, joita voitaisiin hyödyntää kohdeyrityksen työsuunnittelussa. Jatkuvan parantamisen PDCA-mallilla saataisiin työsuunnitteluprosessista kehitettyä parempi kokonaisuus. Käytännössä PDCA-syklin käyttöönotto työsuunnitteluprosessissa voisi tapahtua seuraavanlaisesti: kehittämismallin ”plan” -vaiheessa työsuunnitteluprosessi kuvattaisiin yrityksen projektitoteutusmalliin tätä työtä apuna käyttäen. Samassa osiossa projektitoteutusmalliin lisättäisiin työkaluja työsuunnittelun tueksi, esimerkkinä aikaisemmin mainitut tilauslomakepohjat. Kehittämismallin ”do” -osiossa ohjeita pyrittäisiin hyödyntämään toimintamallia ja sen tarjoamia työkaluja käytännössä. PDCA-mallin ”check” -vaiheessa työsuunnitteluprosessia tulisi mitata ja arvioida eri mittaustyökalujen avulla. Seuranta voisi tehdä jatkuvasti esimerkiksi päivittäisjohtamisen kautta. Sen avulla työsuunnittelumetodien vaikutusta toteutumaan pystyttäisiin seuraamaan tehokkaasti. Mittausten ja arvioinnin perusteella ”act” -osiossa yrityksen työsuunnittelun toimintamallia ja sen työkaluja päivitetäisiin sellaisiksi, että ne vastaavat parhaiksi todettuja käytäntöjä. Tämän jälkeen PDCA-sykli alkaisi alusta ja tätä kiertoa jatkettaisiin loputtomiin.

Työmaan sekä sen putkistojen ymmärtäminen mainittiin haastatteluissa yhtenä työsuunnittelun suurimpana haasteena. Leanin gemba-kävelyn avulla työsuunnittelijan olisi helpompi ymmärtää työmaa kokonaisuudessaan. Lisäksi gemba-kävely tarjoaisi paljon tietoa työmaan nykytilasta, minkä seurauksena varsinkin työn toteutusvaiheessa tapahtuva työsuunnittelu voisi olla työsuunnittelijalle helpompaa.

Lean-työkalut A3 ja 5x -miksi tarjoaisivat tuen kohdeyrityksen työsuunnitteluprosessin ongelmanratkaisuun ja näin ollen toimisi osana Leanin jatkuvan parantamisen ideologiaa. Esimerkiksi gemba-kävelyn kautta löydetuille ongelmille voisi löytyä työsuunnitteluun liittyvä juurisyy 5x -miksi -menetelmän avulla. Tällöin ongelman korjaaminen on helppoa, kun sen todellinen aiheuttaja on selvillä.

Leanin spagettidiagrammia työsuunnittelija voisi hyödyntää työsuunnitteluprosessin kehittämisessä. Spagettidiagrammia työsuunnittelija voisi hyödyntää esimerkiksi työmaan jakamisessa sekä työ- ja alityöpakettien jakamisessa. Spagettidiagrammia hyödyntämällä työntekijöiden ylimääräistä liikettä voitaisiin saada pienemmäksi työsuunnittelun kautta ja näin ollen kokonaishukkaa pienemmäksi.

Haastatteluiden perusteella varsinkin pienissä projekteissa työsuunnittelulliset vastuualueet ja roolit ovat hieman häilyvät ja epäselvät. Yhteneväisen toimintamallin lisäksi laadukkaan ristiinkoulutuksen avulla kyseiseen ongelmaan voitaisiin saada helpotusta. Esimerkiksi työmaapäällikön ja työnjohtajan ristiinkouluttaminen työsuunnittelun molemmille vastuualueille työsuunnittelun kuormaa voitaisiin jakaa tasaisemmin projektin toimihenkilöiden kesken.

Myös Leanin 5S -työkalua voitaisiin hyödyntää projektitoimittajan työsuunnittelussa esimerkiksi tuomalla työsuunnittelijan työkalut ja ohjeet samaan paikkaan kaikkien työsuunnittelua työkseen tekevien toimihenkilöiden käytettäväksi. Myös 5S:n systematisointia ja standardisointia voitaisiin hyödyntää työsuunnittelussa esimerkiksi aikaisemmin mainitun yhteneväisen toimintamallin kautta.

Haastateltavat painottivat avoimen keskustelun tärkeyttä työsuunnittelijan ja muiden työntekijöiden välillä. Sen avulla saadaan vähennettyä muun muassa Leanin kahdeksatta hukkaa; ”käyttämättä jätetty työntekijän luovuus ja osaaminen”. Lisäksi tiimityöskentely ja hyvä kommunikointi on osa Leania.

## 5. KESKUSTELU

Lean tarjosi kohdeyrityksen työsuunnittelulle laajan skaalan eri vaihtoehtoja sen kehittämiseksi. Vaikka tässä työssä tarjottiin kehitysehdotuksia Lean-työkalujen avulla, tulee kuitenkin muistaa, että yritystä ei voi suoranaisesti muuttaa niin sanotuksi Lean-yritykseksi tiettyjä työkaluja tai Lean -menetelmiä apuna käyttäen [37, s. 12][40]. Kuitenkin 4. kappaleessa annetut kehitysehdotukset Lean-filosofiaa mukaillen auttaa yritystä ja yrityksen eri prosesseja menemään kohti Leania ja sen seurauksena kohti parempaa kokonaisuutta.

Verrattuna Eramo, O. et al. (1978) [2] sekä Hiltunen et al. (1987) [3] esittelemiin rakennustyömaan työsuunnittelumalleihin, Viafinin työsuunnitteluprosessi on hieman vastaavanlainen pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta. Esimerkiksi rakennustyömaalla nimittettäviä rakennusmestareita ja työsuunnittelijoita ei Viafinin projekteissa pääsääntöisesti ole, vaan niille merkittviä tehtäviä hoitaa työnjohtajat ja työmaapäälliköt. Eramo, O. et al. (1978) -kirjan [2] mallissa on määritelty työn alustavaan suunnitelmaan, yleissuunnitelmaan, työsuunnitelmaan ja viikkosuunnitelmaan liittyvät tehtävät ja niiden vastuuhenkilöt tarkasti, mutta Viafinilla kyseisille tehtäville ei ole olemassa tiettyä rajausta tai vastuuhenkilöitä. Viafinilla työsuunnittelutehtäville ei siis ole olemassa selkeää rajausta esimerkiksi työmaapäällikköä tai työnjohtajaa kohden. Lisäksi kirjallisuuden työsuunnittelun työkalut poikkeavat Viafinin käyttämistä työkaluista selkeästi, sillä suunnittelun tueksi käytettäviä vuokaavioita, syy-seurauskaavioita, juoksukaavioita, affinteettikaavioita, toimintaverkkokaavioita tai LPS:ää [32][33][34] ei yrityksen työsuunnitteluprosessista tunnistettu. Kuitenkin esimerkiksi kirjallisuudessa esitetyt [24, s. 16–17][25, s. 4] työsuunnittelun eri tehtävät olivat selkeästi tunnistettavissa kohdeyrityksen työsuunnittelussa. Kirjallisuuden eri lähteissä työsuunnittelun määritelmät poikkesivat hieman toisistaan. Kuitenkin projektinhallinnan kautta määritelty työsuunnittelu ja sen eri tehtävät kohtasivat yrityksen työsuunnitteluprosessin ja sen tehtävien kanssa [2][3][24][25][26][27][28][30][31], ja näin ollen työsuunnitteluprosessia saatiin määritellä kattavasti.

Puolistrukturoidut haastattelut antoivat mahdollisuuden avoimemmalle keskustelulle, mikä on tyypillistä valitulle haastattelutyylille [65][66]. Haastattelukysymysten vastausten lisäksi kysymysten ja vastausten välissä tapahtuvien avoimien keskustelujen kautta ilmeni hyviä vinkkejä työsuunnittelua työssään tekevälle työntekijälle. Avoin keskustelu

haastattelun aikana antoi tutkimusta ajatellen todella paljon hyvää tietoa työnsuunnitteluun ja sen ympärillä tapahtuvaan toimintaan liittyen. Niiden avulla työnsuunnitteluprosessin hahmottaminen helpottui huomattavasti.

Tämän työn teoria- ja käytännönsuuden avulla onnistuttiin vastaamaan työn tutkimuskysymyksiin kattavasti. Tämän työn tutkimuskysymykset sekä tiivistelmät niiden vastaukset ovat esiteltyinä kuvassa 14:

Millainen on kohdeyrityksen työnsuunnitteluprosessi?	Miten Leania voidaan hyödyntää projektitoimittajan työnsuunnittelussa?
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Työnsuunnittelu jaettu ajallisesti kahteen osaan: ennen työmaan alkua ja työmaan alun jälkeinen työnsuunnittelu (kuva 16)</li> <li>• Sisältää lukuisia eri työkaluja, työtehtäviä sekä rooleja (kuva 16)</li> <li>• Työnsuunnitteluprosessilla selkeät lähtötiedot ja tulokset (kuva 15)</li> <li>• Prosessina vastaavanlainen verrattuna rakennustyömaiden työnsuunnitteluprosesseihin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Työnsuunnittelussa voidaan hyödyntää Leanin työkaluja (kuva 17)</li> <li>• Voidaan tunnistaa prosessille arvoa tuovat asiat ja poistaa Leanin seitsemää hukkaa työnsuunnittelusta</li> <li>• Lisäksi Leanin jatkuvan parantamisen mallia voidaan hyödyntää yrityksen työnsuunnitteluprosessin kehittämisessä</li> </ul>

**Kuva 14.** Tiivistelmä tutkimuskysymyksien vastauksista

Kohdeyrityksen työnsuunnittelu on jaettu kahteen osioon: ennen työmaata ja työmaan aikana tapahtuva työnsuunnittelu. Työnsuunnittelussa käytetään apuna lukuisia eri työkaluja, joista tärkeimpinä pidetään Microsoft Exceliä ja Autodeskin Navisworksia. Merkittävimpiä työnsuunnittelun tehtäviä on projektin jakaminen työpaketteihin ja alityöpaketteihin, aikataulut, esivalmisteiden suunnittelu sekä asioiden hoitamista niin, että asentajien ja hitsaajien töiden onnistumiseen liittyvät edellytykset ovat kunnossa.

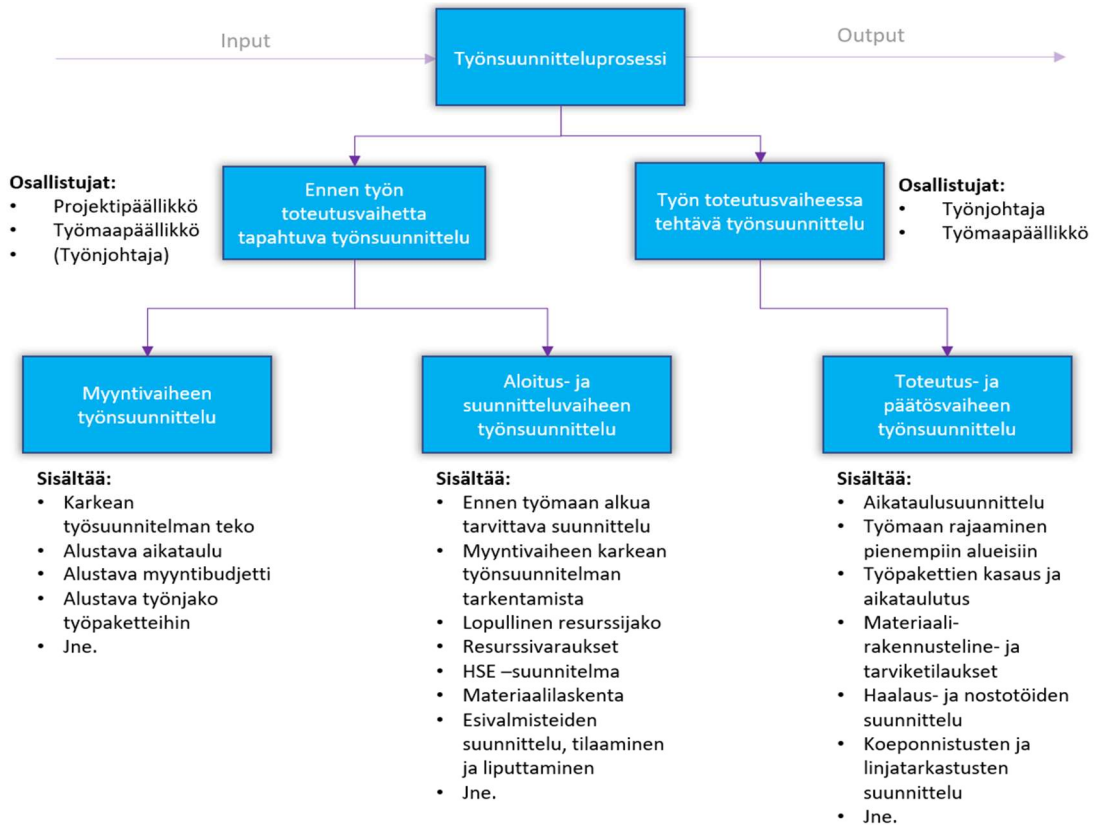
Työnsuunnitteluprosessia voidaan kuvata IPO (Input Process Output) -kaavioiden avulla, mikä auttaa hahmottamaan ensimmäisen tutkimuskysymyksen vastauksia.



**Kuva 15.** Työnsuunnitteluprosessin IPO -kaavio

Yrityksen työnsuunnitteluprosessin IPO-kaavio on nähtävillä kuvassa 15. Työnsuunnitteluprosessin syötteenä on asiakkaan ja suunnittelutoimiston tarjoamat tiedot, kuten ai-

kataulu, työmaaohjeet, yleiset käytännöt, putki-isometrit, PI-kaaviot sekä materiaaliluetelot. Prosessin tulokseksi saadaan muun muassa aikataulut, budjetit, haalaus- ja nostotyösuunnitelmat, esivalmistettävien isometrien liputukset, projektin jako työ- ja alityöpaketteihin sekä tarvittavat materiaalilaukset ja kuljetukset. IPO-kaaviossa oleva työsuunnitteluprosessi on kuvattuna kuvassa 16:



**Kuva 16.** Yhteenveto työsuunnitteluprosessista VPP:lla

Kuvassa 16 on esitelty tiivistetty yhteenveto kohdeyrityksen työsuunnitteluprosessista. Työsuunnitteluprosessi on myös kuvattuna työsuunnitteluohjeessa mikä on näkyvillä liite C:ssä.

Työkalu	Esimerkki käyttökohteista kohdeyrityksen työnsuunnittelussa
Päivittäisjohtaminen	Työnsuunnittelua työssään tekeville päivittäinen tapaaminen aiheeseen liittyen. Mahdollinen aputyökalu PDCA –syklin käytössä
PDCA	PDCA –syklin hyödyntäminen työnsuunnittelun kehittämisessä. Työnsuunnitteluprosessin jatkuva parantaminen
A3	Työkalu työnsuunnittelijalle ongelmanratkaisuun.
Gemba-kävely	Auttaa työnsuunnittelijaa ymmärtämään työmaata sekä työmaan putkistoja paremmin, parantaa suunnittelun laatua, tarjoaa tietoa suunnittelun ongelmista
Spagettidiagrammi	Työkalu työnsuunnitteluprosessin kehittämisessä. Voidaan hyödyntää esimerkiksi työ- ja alityöpakettien jakamisessa.
Ristiinkoulutus	Tietoteknisten työkalujen koulutus, toimihenkilöiden perehdytys työnsuunnitteluun.
5S	Työnsuunnittelun työkalut ja ohjeet samaan paikkaan kaikkien saataville.
Vakiointi	Työnsuunnittelun yhtenäisen toimintamallin luominen
5x –miksi	Työnsuunnittelun ongelmanratkaisuun ja juurisyyn löytämiseen ja sen kautta prosessin kehittämiseen
Poka-Yoke	Valmiit <a href="#">World-</a> ja <a href="#">Excelpohjat</a> työnsuunnittelijoiden käyttöön

**Kuva 17. Vaihtoehtoiset Lean-työkalut kohdeyrityksen työnsuunnittelun tueksi**

Kuvassa 17 on esiteltyä vaihtoehtoisia Lean-työkaluja ja niiden käyttökohteista kohdeyrityksen työnsuunnittelussa ja sen kehittämisessä.

## 6. PÄÄTELMÄT

### 6.1 Yhteenveto

Tässä diplomityössä tavoitteena oli löytää kehitysehdotuksia kohdeyrityksen työsuunnitteluprosessiin Lean-filosofian avulla. Yrityksen työsuunnitteluprosessi perustuu työsuunnittelijoiden henkilökohtaiseen ammattitaitoon ja kokemukseen, eikä varsinaiselle työsuunnitteluprosessille ole olemassa minkäänlaista yrityksen sisäistä yhteneväistä toimintamallia tai ohjeistusta. Tämän vuoksi työn toisena tavoitteena oli hahmottaa yrityksen työsuunnitteluprosessi, jotta tutkimuksessa voitaisiin ottaa kantaa mahdollisiin Lean-filosofiaan perustuviin kehitysehdotuksiin.

Työn toimeksiantajana toimii Viafin Service Oyj -konserniin kuuluva Viafin Process Piping Oy, joka valmistaa, urakoi ja kunnossapitää vaativan prosessiteollisuuden putkistoja. Työ toteutettiin kirjallisuuskatsauksena sekä lisäksi työsuunnitteluprosessin määrittelyä tiedonlähteenä käytettiin kysymyshaastatteluja.

Kirjallisuudessa työsuunnittelu liitetään usein projektinhallintaan ja projektisuunnitteluun ja kirjallisuuskatsauksen perusteella voidaan todeta työsuunnittelun olevan osa projektisuunnittelua. Työsuunnittelu sisältää lukuisia projektisuunnitelman tehtäviä, kuten aikataulusuunnitelmat, työn ositus, projektiorganisaation suunnittelu, HSE -suunnitelma sekä hankinta- ja alihankintasuunnittelut. Työsuunnittelu vastaa kysymyksiin ”millä menetelmillä”, ”millä resursseilla”, ”missä ajassa”, ”minä ajankohtana” ja ”kenen toimesta” kyseinen projekti tullaan toteuttamaan. Kirjallisuudessa työsuunnitteluprosessille on tarjolla eri työsuunnitteluprosessin malleja. Rakennusalaalla työsuunnittelun mallit eivät poikkea toisistaan merkittävästi. Pääsääntöisesti mallit ovat jaettu ajallisesti projektin eri vaiheisiin. Jokainen työsuunnitteluvaihe sisältää eri tehtäviä ja työsuunnittelua tekevät henkilöt vaihtelevat vaiheesta riippuen. Myös työsuunnittelun eri vaiheiden tavoitteet ja lähtötiedot vaihtelevat työsuunnittelun eri vaiheista riippuen.

Lean-toiminta on kehittynyt japanilaisen autovalmistaja Toyotan tuotantoperiaatteiden pohjalta. Lean-toiminnan perustavana tekijänä pidetään asiakkaalle tuleva lisäarvo, jota kasvattamalla voidaan parantaa yrityksen kilpailukykyä. Kaikki lisäarvoa tuottamattomat asiat ovat hukkaa. Hukan poistaminen ja jatkuva parantaminen on Lean-toiminnan keskeisimpiä periaatteita. Toisaalta Lean on iso joukko erinäisiä työkaluja, joiden avulla Lean-toimintaa voidaan toteuttaa. Tämän työn parannusehdotuksissa keskityttiin hukan tunnistamiseen ja sitä kautta niiden poistoon Lean-filosofian ja sen tarjoamien työkalujen

avulla. Lean-toiminta on hyvin yleisesti käytetty filosofia, josta on löydettävissä paljon kirjallisuutta ja artikkeleita, joihin tässäkin työssä viitattiin.

Yrityksen työnsuunnitteluprosessin määrittelyä varten aineistonkeruutavaksi valikoitui haastattelututkimus. Koska työnsuunnitteluprosessi on laaja aihe, riittävän tiedonsaannin vuoksi haastatteluiden tyyliksi valittiin puolistrukturoitu kvalitatiivinen haastattelu, jonka avulla haastattelukysymyksillä on selkä aiherajaus, mutta samalla mahdollistaen avoimen keskustelun kyseisestä aihepiiristä haastattelijan ja haastateltavan välillä. Haastattelut nauhoitettiin ääninauhurilla. Nauhoitusten läpikäynnin ja muistiinpanojen teon jälkeen haastattelujen vastauksista tehtiin yhteenveto (liite D). Tässä diplomityössä haastateltiin yhteensä 11 työnsuunnittelua työssään tekevää henkilöä.

Tiedonkeruun jälkeen työssä kuvattiin kohdeyrityksen työnsuunnitteluprosessi. Prosesikuvauksen, haastatteluiden ja kirjallisuuskatsauksen avulla pystyttiin yhdistämään Lean-toiminta ja kohdeyrityksen työnsuunnittelu keskenään ja näin ollen lopulta vastamaan diplomityön tutkimuskysymyksiin ”millainen on kohdeyrityksen työnsuunnitteluprosessi” ja ”miten Leania voidaan hyödyntää projektitoimittajan työnsuunnittelussa”.

## 6.2 Työn tulokset ja niiden arviointi

Tässä tutkimuksessa onnistuttiin määrittelemään kohdeyrityksen työnsuunnitteluprosessi halutulla tarkkuudella sekä tunnistamaan työnsuunnitteluprosessin selkeät parannuskohteet. Näiden tietojen sekä Lean-toimintaan liittyvän kirjallisuuskatsauksen avulla työn lopputuloksena löydettiin vastaus tämän diplomityön päätutkimuskysymyksiin. Lisäksi työn perusteella tehtiin myös työnsuunnittelun ohjekirja yrityksen toimihenkilöiden käyttöön.

Puolistrukturoitu kvalitatiivinen haastattelu osoittautui työn onnistumisen kannalta erinomaiseksi aineistonkeruutavaksi. Sen avulla kohdeyrityksen työnsuunnitteluprosessi ja sen sisältämät ongelmakohdat löydettiin, ja näin ollen työn ensimmäiseen päätutkimuskysymykseen saatiin vastauksia. Haastateltavien positiivinen asenne, motivaatio ja kiinnostus työnsuunnittelun kehittämistä kohtaan lisäsi haastatteluiden laatua ja luotettavuutta. Lisäksi laajuutta haastatteluille antoi työntekijöiden pitkä kokemus uralla sekä alihankkijayrityksen työntekijöiden haastattelu.

Työnsuunnitteluprosessin suurimmat ongelmakohdat ja kehitysehdotukset liittyivät yhteisen toimintamallin puuttumiseen, esivalmistusprosessiin, tietoteknisten työkalujen rajalliseen käyttökoulutukseen, informaatiokulkuun sekä yleiseen kiireeseen.

Leanin ideologian avulla VPP:n työnsuunnitteluprosessista löydettiin lukuisia kehitysehdotuksia sekä onnistuttiin tunnistamaan arvoa tuottavia asioita ja sen kautta poistettua



Leanin määrittelemää hukkaa. Lisäksi työssä esiteltyjen Lean-työkalujen avulla löydettiin kehitysehdotuksia kohdeyrityksen työnsuunnitteluprosessiin. Leania voidaan hyödyntää tehokkaasti myös yrityksen työnsuunnitteluprosessin kehittämiseen esimerkiksi erinäisillä jatkuvan parantamisen malleilla. Tulokset keskittyvät pääsääntöisesti Leanin seitsemän hukan poistamiseen eri keinoilla.

Tämän työn tulosten perusteella Lean osoittautui hyväksi teoriapohjaksi työnsuunnitteluprosessin kehittämiseen. Lean-toiminnan yhdistämisestä työnsuunnitteluprosessiin ja työmaaprojekteihin on olemassa aikaisempia tutkimuksia ja kokeiluja samanlaisessa ympäristössä [7][8][9, s. 84]. Näiden vastaavien ja laadukkaiden tutkimusten onnistumiset tukivat työn onnistumista lähtökohtaisesti. Työn tulokset mahdollistavat vahvat lähtökohdat yrityksen työnsuunnitteluprosessin kehittämiseksi sekä mahdollisille jatkotutkimuksille. Lisäksi tätä diplomityötä voidaan käyttää pohjana muiden projektin työvaiheiden kehittämiseen, eri toimialan työnsuunnitteluprosessin kehittämiseen sekä Lean-toiminnan soveltuvuuden tutkimiseen.

Tutkimuksessa käytettyjen tiedonlähteiden luotettavuutta arvioitiin ennen viittausta perehtymällä aihealueeseen, tutustumalla alalla yleisesti arvostettuun kirjallisuuteen sekä analysoimalla luettua tietoa kriittisesti. Lisäksi työssä pyrittiin välttämään mahdollisia sekundäärilähteitä. Yleiseen tietoon viitattaessa asiasisältö pyrittiin todistamaan usean laadukkaan lähteen avulla, jotta työn väitteitä voidaan pitää luotettavina ja riittävän perusteltuina.

Diplomityön rajallisuus asettaa haasteita tutkimuksen laadun varmistamiseksi. Tässä tutkimuksessa haastatteluiden otanta olisi voinut olla hieman suurempi ja yltää laajemmin organisaation eri toimipisteille. Lisäksi työntekijöiden loma-ajat aiheuttivat haastattelulle aikataulullisen kiireen, jonka vuoksi haastattelukysymysten luomiselle jäi rajallinen määrä aikaa, jotta ne voitiin pitää ajallaan. Erilaisten kysymysten avulla haastatteluiden pitäminen olisi voinut olla tehokkaampaa ja tällöin otoskoon suurentaminen olisi voinut olla mahdollista. Toisaalta kuitenkin aktiivisten ja motivoituneiden haastateltavien ansiosta haastatteluista saatiin hyvin paljon tarpeellista tietoa tutkimukseen.

Yrityksen sisällä tehtävän haastattelun pitäminen tuo myös omat haasteensa työn luotettavuutta ajatellen. Haastattelututkimuksissa osa haastateltavista ei erinäisistä syistä välttämättä kerro niin paljon tietoa, mitä todellisuudessa työn kannalta olisi tarpeellista tietää [60, s. 126]. Näitä syitä voivat olla esimerkiksi heikko motivaatio, työkiireet, sekä tietynlainen luottamuspula. Lisäksi tulee muistaa, että pelkästään tämänhetkisen työnsuunnitteluprosessin määrittelyllä ei saada tulokseksi parasta mahdollista työnsuunnit-

teluprosessia, vaan juuri sillä hetkellä käytössä oleva. Käytössä olevat työnsuunnittelu-  
metodit voivat olla siis vanhentuneita, epäkäytännöllisiä ja rajallisia. Kuitenkin työn kirjalli-  
suuskatsauksen avulla työhön pyrittiin tuomaan uusia näkökulmia ja kehitysehdotuksia  
työnsuunnittelulle, mikä lisää työn luotettavuutta.

Kokonaisuudessaan työn tuloksena saatiin vastattua työn tutkimuskysymyksiin laaduk-  
kaasti. Näiden lisäksi työn tuloksena saatu työnsuunnitteluohje toimii yhteneväisen toi-  
mintamallin pohjana. Tämän avulla työnsuunnittelun suurimmaksi havaittuun ongelma-  
kohtaan, yhteneväisen toimintamallin puuttumiseen, saatiin vastaus. Ottaen huomioon  
yrityksen historian, yrityksen projektitoteutusmallista löytyvillä toimintamalleilla on suuri  
merkitys yrityksen menestyksen kannalta, ja näin ollen tämän työn tuloksia voidaan pitää  
yritykselle arvoa tuovana kokonaisuutena.

### **6.3 Jatkotutkimukset**

Diplomityön rajallisuuden vuoksi iso osa konkreettisista muutoksista ja kehitysehdotus-  
ten toimeenpanoista yrityksen sisällä jää tämän työn aihealueen ulkopuolelle. Seuraava  
kehitysaskel voisi olla tässä työssä esitettyjen kehitysehdotusten toteuttaminen ja niiden  
käyttöönoton vaikutusten seuranta.

Tälle työlle luonnollinen jatkumo olisi myös laajentaa haastattelututkimuksen otantaa ja  
vertailla laajemmin vaihtoehtoisia malleja Lean-toiminnan sekä Eramo, O. et al. (1978)  
[2] työnsuunnittelumallin tilalle. Toisaalta myös Lean -filosofian ja jatkuvan parantamisen  
ajatusmallin tuonti esimerkiksi projektiyksikköön voisi olla hyvä jatkotutkimuskohde tule-  
vaisuutta ajatellen. Tutkimuksesta ilmeni, että kohdeyrityksen projektityömailla tapahtuu  
paljon turhaa ja arvoa tuottamatonta työtä, johon Lean-toiminta organisaatiotasolla voisi  
olla tehokas ratkaisu

Tulee kuitenkin muistaa, että yritystä ei voi suoraan muuttaa ”Leaniksi” pelkästään tiet-  
tyjen työkalujen tai Lean -menetelmien avulla. Lean-filosofian omaksuminen ja todellinen  
käyttöönotto on äärettömän laaja prosessi, jossa itsessään on jatkotutkimuksen aihetta  
hyvin monipuolisesti. Suuret kertaluontoiset muutokset, kuten Leanin käyttöönotto yrityk-  
sen toimintafilosofiaksi, vaativat valmistelua ja pitkäjänteistä työtä [37, s. 73]. Käyttöö-  
nottoprosessi esimerkiksi usein käytetyn [37, s. 74] pilot-projektin avulla olisi oiva jatkotut-  
kimuksen aihe tulevaisuuteen.

# LÄHTEET

- [1] Laufer, A., Shapira, A., Cohenca-Zall, D., & Howell, G. A. (1993). Prebid and preconstruction planning process. *Journal of construction engineering and management*, 119(3), 426-44.
- [2] Eramo, O. et al. (1978) *Rakennustyö: valmistelu, suunnittelu, ohjaus, hallinto*. Hki: Rakentajain kustannus.
- [3] Hiltunen, A. et al. (1987) *Korjauskohteen työn suunnittelu ja toteutus*. Helsinki: Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus.
- [4] Heagney, J. (2016) *Fundamentals of project management*. Fifth edition. New York, [New York: AMACOM].
- [5] Serrador, P. (2015) *Project Planning and Project Success: The 25% Solution*. 1st edition. [Online]. Philadelphia, PA: Auerbach Publications.
- [6] Emuze, F. A. & Saurin, T. A. (2016) *Value and waste in lean construction*. Boca Ration, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- [7] Oakland, J. S. & Marosszky, M. (2017) *Total construction management: lean quality in construction management*. London: Routledge, Taylor & Francis Group.
- [8] Sacks, R. et al. (2018) *Building lean, building BIM: improving construction the Tidhar way*. London: Routledge, Taylor & Francis Group.
- [9] Koivunen, T. (2016) *Diplomityö: Lean -periaatteiden soveltaminen perustajaurakoinnin prosesseissa*. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tyy-201608254447>
- [10] Partanen, A (2014) *Opinnäytetyö: Työsuunnittelu louhintatyömaalla*. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201405076276>
- [11] Nylund, J (2020) *Opinnäytetyö: Työsuunnittelu ei-toistuvassa tahtituotannossa*. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2020061819098>
- [12] Finder. (2022) *Viafin Process Piping Oy Kurikka*. Saatavissa: <https://www.finder.fi/Metallirakenteet+ter%C3%A4srakenteet/Viafin+Process+Piping+Oy+Kurikka/Kurikka/yhteystiedot/2560370>
- [13] Viafin Service Oyj. (2022) *Tilinpäätöskatsaus 1.1.-31.12.2021. Viafin Service -konserni 3.1.2022*. Saatavissa: [https://sijoittajat.viafinservice.fi/fi/sijoittajat/raportit\\_ja\\_esitykset](https://sijoittajat.viafinservice.fi/fi/sijoittajat/raportit_ja_esitykset)
- [14] Viafin Service Oyj. (2022) *Viafin Service Oyj Vuosikertomus 2021*. Saatavissa: [https://sijoittajat.viafinservice.fi/fi/sijoittajat/raportit\\_ja\\_esitykset](https://sijoittajat.viafinservice.fi/fi/sijoittajat/raportit_ja_esitykset)
- [15] Viafin Service Oyj. (2022) *Viafin Service verkkosivut, Teollisuuden laiteasennukset*. Saatavissa: <https://viafinservice.fi/palvelut/projektit/teollisuuden-laiteasennukset/>

- [16] Viafin Service Oyj. (2022) Viafin Service -konserni – Yritysesittely 20.6.2022. Saatavissa yrityksen työntekijöille.
- [17] Jauhola, J. (2013) Opinnäytetyö: Projektinhallinnan kehittäminen prosesiputkistoalalla, Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu. Saatavissa: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/59435/Jauhola\\_Janne.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/59435/Jauhola_Janne.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [18] Viafin Service Oyj. (2022) Viafin Servicen yhteystietoja, yrityksen verkkosivut. Saatavissa: <https://viafinservice.fi/ota-yhteytta/>
- [19] Viafin Service Oyj. (2022) Historia: Viafin Service on kasvanut voimakkaasti toimintansa aikana. Saatavissa: <https://viafinservice.fi/tietoa-meista/historia/>
- [20] Vaakapartners. (2011) Artikkelit: Viafin ostaa Kalse Piping Oy:n putkisto- ja asennusliiketoiminnan. Saatavissa: <https://www.vaakapartners.fi/artikkelit/viafin-ostaa-kalse-piping-oy-n-putkisto-ja-asennusliiketoiminnan>
- [21] Viafin Service Oyj. (2022) Projektiyksikön esitys. Saatavissa yrityksen työntekijöille.
- [22] Jauhola, J. (2022) Haastattelu 20.5.2022. klo. 12.00 (60 min).
- [23] Viafin Service Oyj. (2022) Viafin Service Toimintakertomus ja tilinpäätös 1.8.2018-31.12.2019. Saatavissa: [https://sijoittajat.viafinservice.fi/fi/sijoittajat/raportit\\_ja\\_esitykset](https://sijoittajat.viafinservice.fi/fi/sijoittajat/raportit_ja_esitykset)
- [24] Benhart, B. L. & Rapp, R. R. (2015) Construction Site Planning and Logistical Operations Site-Focused Management for Builders. West Lafayette, Indiana: Purdue University Press.
- [25] Mubarak, S. A. (2015) Construction project scheduling and control. 3rd ed. Somerset: Wiley.
- [26] Artto, K. A. (Karlos A. . et al. (2006) Projektiliiketoiminta. Helsinki: WSOY.
- [27] Project Management Institute (2017) *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide)*. 6th ed. Newton Square, PA: Project Management Institute.
- [28] Moustafaev, J. (2015) Project Scope Management: A Practical Guide to Requirements for Engineering, Product, Construction, IT and Enterprise Projects. Vol. 16. [Online]. Philadelphia, PA: Auerbach Publications.
- [29] Buchtik, L. (2013) Secrets to mastering the WBS in real-world projects : the most practical approach to work breakdown structures (WBS)! 2nd ed. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute.
- [30] Lock, D. (2013) Project management. 10th edition. Burlington, Vt: Gower.
- [31] Tonchia, S. (2008) Industrial Project Management: Planning, Design, and Construction. 1. Aufl. [Online]. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

- [32] Anjard, R. P. (1995) Management and planning tools. Training for quality. [Online] 3 (2), 34–37.
- [33] Trainer, J. F. (2004) Models and tools for strategic planning. New directions for institutional research. [Online] 2004 (123), 129–138.
- [34] Maki, T. et al. (2020) This has been a real uphill battle — three organisations for the adoption of Last Planner System. Canadian journal of civil engineering. [Online] 47 (2), 109–117.
- [35] Koskela, L & Koskenvesa, A 2003, Last Planner -tuotannonohjaus raken-  
nustyömaalla. VTT Tiedotteita - Meddelanden - Research Notes, no. 2197,  
VTT Technical Research Centre of Finland, Espoo. <<https://publications.vtt.fi/pdf/tiedotteet/2003/T2197.pdf>>
- [36] Kouri, I. (2010) Lean-taskukirja. Helsinki: Teknologiainfo Teknova
- [37] Kajaste, V. & Liukko, T. (1994) Lean-toiminta: suomalaisten yritysten ko-  
kemuksia. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus.
- [38] Modig, N. et al. (2013) Tätä on lean : ratkaisu tehokkuusparadoksiin. 1.  
painos. Tukholma: Rheologica Publishing.
- [39] Tuominen, K. (2010) Tehoa ja laatua hukun vähentämiseen: mikä erottaa  
menestyjät keskinkertaisista? Helsinki: Readme.fi.
- [40] Tuominen, K. (2010) Lean käytännössä. Helsinki: Readme.fi.
- [41] Womack, J. P. et al. (2007) The machine that changed the world: how  
lean production revolutionized the global car wars. New ed. London: Simon  
& Schuster.
- [42] Womack, J. P. & Jones, D. T. (1996) Lean thinking : banish waste and  
create wealth in your corporation. New York (N.Y.): Simon & Schuster.
- [43] Shingō, S. (1989) A study of the Toyota production system from an indus-  
trial engineering viewpoint. Rev. ed. Cambridge (Mass.): Productivity Press.
- [44] Forbes, W.S. (1977), The Rationalisation of House-Building, Building Re-  
search Establishment, Watford.
- [45] Standber, J. & Josephson, P. E. (2005) What do construction workers  
do? Direct observations in housing projects kirjassa Proceedings of the 11th  
Joint CIB International Symposium: Combining forces: Advancing Facilities  
Management and Construction through innovation. Helsinki.
- [46] Ōno, T. (1988) Toyota production system: beyond large-scale production.  
1st edition. Cambridge, Mass: Productivity Press.
- [47] Nielsen, V. F. & Pejstrup, S. (2019) 'The Eight Wastes of Lean', in Lean in  
Agriculture. 1st edition [Online]. Routledge. pp. 25–32.
- [48] Iswanto, A. H. (2020) The Lean Enterprise: Tools for Developing Leader-  
ship in a Lean Culture. [Online]. Milton: Taylor and Francis

- [49] Wani, Z. K. et al. (2019) Common Mistakes in Running PDCA: A Survey on University Student PDCA Projects. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. [Online] 530 (1), 12042–.
- [50] Liker, J. K. & Convis, G. L. (2012) *Toyotan tapa lean-johtamiseen*. Helsinki: Readme.fi.
- [51] Kliem, R. L. (2016) *Managing lean projects*. 1st edition. [Online]. Boca Raton: Taylor & Francis.
- [52] Chen, S. et al. (2019) Quality Control of Waterproof and Drainage Construction for Planting Roof of Underground Garage Based on PDCA – Take A Project in Q City for Example. E3S Web of Conferences. [Online] 792007–
- [53] Meng-Meng Ren et al. (2015) ‘The Application of PDCA Cycle Management in Project Management’, in 2015 International Conference on Computer Science and Applications (CSA). [Online]. 2015 IEEE. pp. 268–272.
- [54] Frøvd, K. et al. (2017) Applying A3 reports for early validation and optimization of stakeholder communication in development projects. INCOSE International Symposium. [Online] 27 (1), 322–338.
- [55] Eeghen, C. et al. (2019) Order From Chaos: An Initiative to Improve Opioid Prescribing in Rheumatology Using Lean A3. *ACR open rheumatology*. [Online] 1 (9), 546–551.
- [56] Simons, F. . et al. (2014) Patient safety in the operating theatre: how A3 thinking can help reduce door movement. *International journal for quality in health care*. [Online] 26 (4), 366–371.
- [57] Ko, C.-H. & Tsai, P.-C. (2013) Applying lean production A3 to enhance construction work flow. *Life science journal*. 10 (2), 2409–2416.
- [58] Sunder M, V. (2016) Rejects reduction in a retail bank using Lean Six Sigma. *Production planning & control*. [Online] 27 (14), 1131–1142.
- [59] Hopp, W. J. & Oyen, M. P. (2004) Agile workforce evaluation: a framework for cross-training and coordination. *IIE transactions*. [Online] 36 (10), 919–940.
- [60] Locher, D. (2017) *LEAN OFFICE AND SERVICE SIMPLIFIED: the definitive how-to guide*. 1st edition. Place of publication not identified: CRC Press.
- [61] Fredendall, L. D. & Thürer, M. (2016) *An introduction to lean work design*. Volume II, Standard practices and tools of lean. First edition. New York, New York (222 East 46th Street, New York, NY 10017): Business Expert Press.
- [62] Maijala, R. K. et al. (2020) Lean-ajattelu ja lean-päivittäisjohtaminen yliopistosairaaloissa. *Sosiaalilääketieteellinen aikakauslehti*. [Online] 57 (1).
- [63] Ihalainen, P. & Hölttä, T. (2001) *Six sigma pähkinänkuoressa*. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus.
- [64] Brussee, W. (2012) *Statistics for Six Sigma made easy!* Second edition. New York: McGraw-Hill.

- [65] Hirsjärvi, S. & Hurme, H. (2008) Tutkimushaastattelu: teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press.
- [66] Heikkilä, T. (2017) Tilastollinen tutkimus. 9. uud. p. Helsinki: Edita Publishing.
- [67] Lepola, P. et al. (2005) Hitsaustekniikat ja teräsrakenteet. Helsinki: WSOY.

# LIITE A: HAASTATTELUKYSYMYKSET SUOMEKSI

Kysymykset työnsuunnitteluprosessin määrittelyä varten:

1. Nimi ja titteli/rooli työmaalla
  
2. Mitä työnsuunnitteluun liittyviä tehtäviä teet projektin aikana
  - a. Kuvaile omin sanoin työnsuunnitteluprosessi
  
3. Kerro omin sanoin roolistasi työnsuunnittelijana
  - a. Missä vaiheessa projektia aloitat työnsuunnittelun
  
4. Millaisia työkaluja käytät työnsuunnittelussa?
  - a. mikä työkaluista on tärkein?
  
5. Mitkä ovat mielestäsi suurimmat haasteet työnsuunnittelussa?
  
6. Kuinka suuri osa työajastasi kuluu työnsuunnitteluun
  
7. Työnsuunnitteluun liittyvät selkeät parannuskohdat VPP:llä; mitkä työnsuunnitteluun liittyvät asiat voisi olla paremmin?



## LIITE B: HAASTATTELUKYSYMYKSET ENGLANNIKSI

### Questions for define work planning -process

1. Name & Title
  
2. What work planning tasks do you do during the project?
  
3. Tell me about your role as a work planner
  - a. At what point in the project do you start planning the work
  
4. What tools do you use for work planning?
  - a. What is the most important one?
  
5. What are the biggest challenges in work planning?
  
6. How much of your work time is spent on work planning?
  
7. What work planning issues could be better at your job?

# LIITE C: TYÖNSUUNNITTELUOHJE



TO: 11.29  
Päiväys: 05.12.2022/JNu  
Versio: 1

## 11.29 TYÖNSUUNNITTELU

Työnsuunnittelua työkseen tekevän toimihenkilön tehtävänä on suunnitella työt niin, että sujuvan työskentelyn edellytykset ovat kunnossa.

Työnsuunnittelu jakautuu kahteen osaan: myynti- (A) ja suunnitteluvaiheen (B) aikana tapahtuva, ennen työmaan aloitusta tapahtuva suunnittelu ja toteutusvaiheen (C) aikainen suunnittelu.

### Ennen työn toteutusvaihetta tehtävään työnsuunnitteluun osallistuu:

Projektipäällikkö, työmaapäällikkö, (mahdollisesti työnjohtaja)

### Toteutusvaiheen työnsuunnitteluun osallistuu:

Työnjohtaja, työmaapäällikkö, (mahdollisesti projektipäällikkö)

### Projektin myyntivaiheen (A) työnsuunnitteluun liittyvät tehtävät

- sovitaan toteuttava tuloksikokö A01 Tarjosten riskitarkastelun mukaan (alue- tai projektiyksikö)
- suunnitellaan projektin toteuttava projektiorganisaatio (vähintään projekti- ja työmaapäällikkö)
- varataan alustavat työntekijäresurssit sekä alihankkijat
- laaditaan alustava aikataulu
- jaetaan projekti karkeasti työpaketteihin (esimerkiksi esivalmistus, asennus ja alihankinta)

### Projektin aloitus ja suunnittelu -vaiheen (B) työnsuunnitteluun liittyvät tehtävät

- suunnitteluaineiston kerääminen asiakkaalta ja suunnittelijalta toteutuskansioihin
- lopullinen päätös resurssien ja työmäärien jaosta esimerkiksi alue- tai materiaaliakohtaisiin työpaketteihin sekä töiden jakaminen päätöksen mukaisesti (esim. esivalmistettavat, alihankittavat ja itseasennettavat kokonaisuudet)
- projektisuunnitelman laatiminen
- hitsilokin ensimmäisen revision teko
- resurssivaraukset
- HSE-suunnitelman laatiminen
- materiaalmäärien laskeminen työpaketeittain

- materiaalien hankintapyynnöt ostotilauksia varten huomioiden toimitusosoitteet
- tarvittavien kuljetusten järjestäminen
- työntekijöiden majoitusten ja kulkulupien järjestäminen
- esivalmisteiden suunnittelu, tilaaminen ja liputtaminen
- työmaasuunnitelma (sis. mm. työskentelytilat, työmaarakennukset, työmaatiet, nosturit, hissit, varastot ja niiden sijainnit)
- myyntivaiheisen aikataulun päivittäminen toteutusaikatauluksi työpaketeittain
- alihankintasopimuksien teko

**Projektin toteutusvaiheen (C) työsuunnitteluun liittyvät tehtävät**

- aikataulutettujen työpakettien seuranta ja päivittäminen (viikoittaista ja jatkuvaa työtä)
- työpakettien jakaminen alityöpaketteihin
- alityöpakettien yhteensovittaminen ja aikatauluttaminen työmaan muiden toimijoiden sekä oman valmistuksen ja toimitusaikataulujen kanssa
- asennustyömaan edellytysten varmistaminen (telineet, työkalut, materiaalit, tarveaineet yms. saatavilla)
- alityöpakettien materiaalien keräilysuunnittelu
- haalaus- ja nostotöiden suunnittelu
- työn tehokkuuden sekä työpakettien aikataulun ja etenemän seuranta
- työntekijöiden urakalaskenta
- NDT-tarkastusten suunnittelu
- Työsuunnitelman päivittäminen mahdollisesti muuttuneiden materiaallistojen ja revisioiden mukaan

**Luovutus- ja päätösvaiheen (D) työsuunnitteluun liittyvät tehtävät**

- linjatarkastusten suunnittelu
- koeponnistusten suunnittelu

Luovutus- ja päätösvaiheen työsuunnittelua tehdään myös projektin toteutusvaiheessa mahdollisuuksien mukaan

### Työkalut

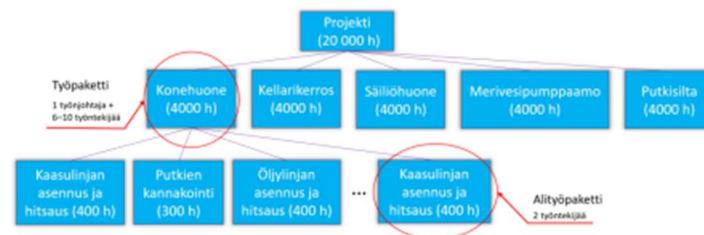
Työnsuunnittelussa käytetään apuna erinäisiä työkaluja:

- 3D -mallit (Navisworks)
- Microsoft Excel
- Isometrit
- ProTo -kansion tarjoamat ohjeet, työkalut ja Excel/Word -pohjat
- Kalenterit, muistiot, kamera
- PI-kaaviot
- Materiaaliluettelot
- Työmäärälaskennat
- Ostotilaukset
- MS-Project
- hitsausloki

Työnsuunnittelussa suositellaan käyttämään ProTo:n tarjoamia työkaluja monipuolisesti. Tarvittaessa uusia työkaluja / mallipohjia voi ehdottaa laatuapäällikön kautta lisättäväksi yrityksen työntekijöiden yhteiseen käyttöön.

3D -ohjelmia käytetään työmaan kokonaisuuden ”ymmärtämiseen”, etenemän seurantaan, töiden priorisointiin, tiedonjakoon ja työpakettien valmistukseen.

### Projektin jakaminen työpaketteihin ja alityöpaketteihin



**Kuva 1:** Esimerkki projektin jakamisesta työpaketteihin ja alityöpaketteihin

Projektin jaetaan kuvan mukaisesti alueittain n. 2000–4000 työtunnin paketteihin. Jokaiselle työpaketille määrätään 1 työnjohtaja sekä yhteensä n. 6–10 asentajaa/hitsajaa. Työmaan jakaminen pienempiin alueisiin helpottaa töiden sovittamista ja työntekijöiden ohjaamista tietyille työalueelle.

Tämän jälkeen jokainen työpaketti jaetaan pienempiin, noin 200-400 työtunnin alityöpaketteihin, jotka voidaan jakaa työparille / työryhmälle valmistettavaksi. Paketin työkoke vastaa noin kuukauden työmäärää.

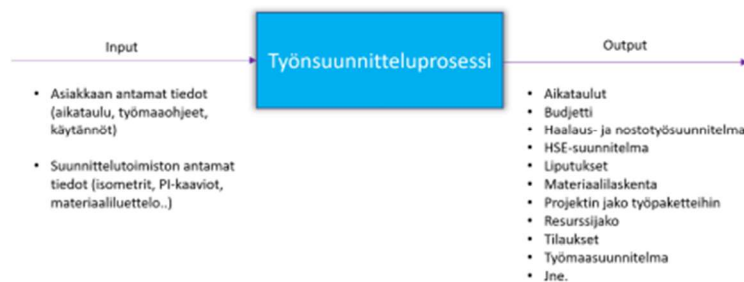
Riippuen kohteen putkien kokoluokasta ja materiaalista, työsuunnittelussa voidaan lisätä työryhmään hitsaajia ja asentajia niin, että työryhmän 1:1-suhde muuttuu. Toteutuvaa työtä ja edistymää tulee seurata sekä reagoida muutoksiin ja työn edetessä tuleviin lisätoihin. Työpaketien jaossa tulee huomioida myös mahdolliset poissaolot. Jos mahdollista, yhden työparin tulee hoitaa yksi alityöpaketti alusta loppuun.

Työpaketin suunnittelussa ja järjestyksessä tulee ottaa huomioon esivalmistus, asennusjärjestys, aikataulutus, asennusedellytykset työmaalla, materiaalien saatavuus, kiireysjärjestys putkistojen käyttöönoton kannalta ja tarkastukset.

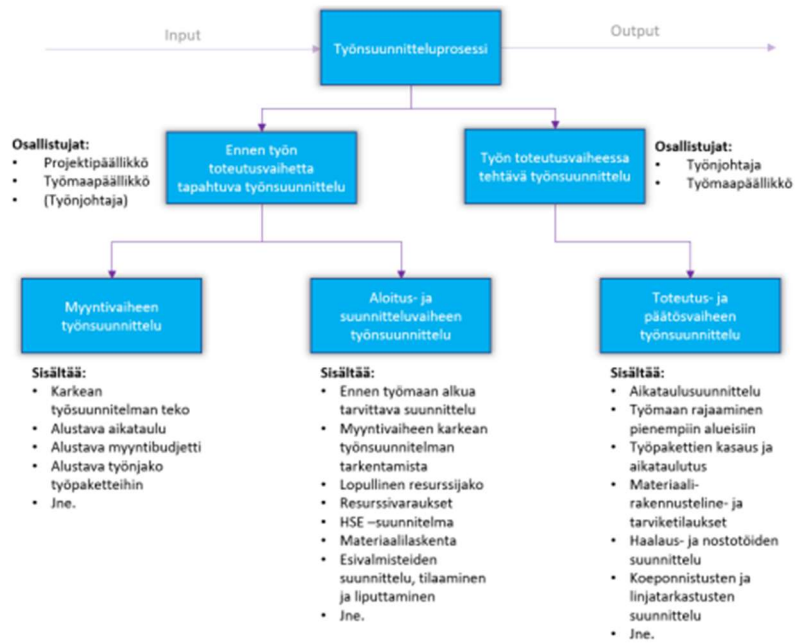
#### Muuta

- Keskustele muiden työntekijöiden ja alihankkijoiden kanssa työsuunnitteluun liittyvistä asioista aktiivisesti
- Tee materiaali-, esivalmiste ja muut tilaukset mahdollisimman hyvissä ajoin
- Suunnittele työntekijöille töitä "pankkiin" poissaolojen ja töiden keskeytysten varalle
- Huomioi muut työmaalla työskentelevät ja heidän toiveensa
- Pyri poistamaan kaikki arvoa tuottamattomat työt hyvällä suunnittelutyöllä. Arvoa tuottamattomia asioita on mm. odottaminen ja viivästykset, tuotteiden ja materiaalien tarpeettomat kuljetukset, laatuvirheet, tarpeeton varastointi, työntekijöiden tarpeeton liikkuminen työskentelyssä jne.
- ylläpidä laadukasta raportointia ja kirjanpitoa – myös itseäsi varten

#### Työsuunnitteluprosessi kuvattuna IPO-kaaviolla:



**Kuva 2:** Työsuunnitteluprosessin input/output -kaavio

**Työsuunnittelun prosessikaavio:**

**Kuva 3:** Työsuunnittelun prosessikaavio

## LIITE D: TIIVISTELMÄT HAASTATTELUIDEN VASTAUKSISTA

### Nimi (piilotettu) ja titteli/rooli työmaalla

- Työmaapäällikkö
- Työnjohtaja
- Laatuspäällikkö
- Aluepäällikkö
- Projektipäällikkö
- Tekninen johtaja
- Tuotantoinsinööri
- Projektijohtaja

### Mitä työnsuunnitteluun liittyviä tehtäviä teet projektin aikana?

- Työpakettien kasaaminen ja jakaminen työntekijöille
- Työn edetessä tapahtuva työnjako
- Projektin jakaminen pienempiin osiin
- Työjärjestyksen suunnittelu ja miehitys työ- ja alityöpaketteihin
- Aineiston kerääminen suunnittelijoilta / asiakkaalta
- Esivalmistettavien ja työmaalla tehtävien osioiden määrittelyminen
- Työpiirustuksien esivalmistelu ”liputtamalla”, eli määrittelemällä kuviin kuinka pitkälle ja millaisina osina esivalmistetut tehdään ja mihin tulee asennushitsausseamit jne.
- Aikataulu- ja resurssisuunnittelu
- Työn aikataulun ja etenemän seuranta
- Työkalujen ja koneiden tilaaminen työmaalle
- Telineiden, nostureiden, kuljetusten jne. tilaaminen.
- Linja- ja korkomerkinnot asennuskohteeseen
- Työnsuunnittelu kauppaneuvottelujen aikana
- Laiteasennusten suunnittelu
- Muu työnsuunnittelu työnjohtajan, työmaapäällikön ja projektipäällikön kesken
- Keskustelu muiden työntekijöiden kanssa
- Myyntivaiheen työsuunnittelu, esimerkiksi toteutusresurssien jakaminen
- Projekti- ja HSE-suunnitelman, alustavan aikataulun sekä budjetin suunnittelu
- NDT-tarkastusten suunnittelu

#### Tärkeimmät työsuunnittelun työkalut

- Navisworks 3D –malli lisäosineen (datamanager)
- Excel
- Isometrit
- Protokansiot
- Verkkokalenteri
- Fläppitaulu
- Puhelimen kamera ja muistio
- Muistilaput
- PI Kaaviot
- Kansiot
- Materiaaliluettelot
- Työmäärälaskennat
- Materiaalien ostotilaukset
- MS-Project
- Hitsausloki

#### Suurimmat haasteet työsuunnittelussa

- Yhtenäisen toimintamallin puuttuminen
- Työmaan sekä putkistojen ymmärtäminen
- Lähtötietojen puute, esimerkiksi ulkoisen suunnittelutoimiston suunnitelmien suhteen
- Tilausten myöhäinen saapuminen, materiaalien toimitusvaikeudet
- Muuttuvat olosuhteet
- Aikatauluttaminen
- Töiden priorisointi
- Putki-isometrien myöhästymiset ja jatkuvat uudet revisiot
- Ajan ja resurssin puute
- Muutokset työmaalla
- Henkilöstön työkalujen käyttöammattitaito
- Töiden sovittaminen muiden urakoitsijoiden kanssa isolla rakennustyömaalla
- Laajuuden hallinta
- Materiaalien toimitusajat

#### Kuinka suuri osa työajastasi kuluu työsuunnitteluun

- **Työnjohtajat:** 60 % / 33 % / työmaan alkaessa jopa 100 %, mutta vähenee työmaan edetessä lähes 0 %
- **Työmaapäälliköt:** 20 % / projektin alkupäässä jopa 50 %, mutta vähenee työmaan käynnistyessä ja sen edetessä lähes 0 %.
- **Laatupäällikkö:** 75 %
- **Aliurakoitsijan projektipäällikkö:** 100 %
- **Tuotantoinisinööri:** 30 %
- **Projektijohtaja:** 20 %



#### Työnsuunnitteluun liittyvät selkeät parannuskohdat VPP:llä

- Yhteneväisen toimintamallin tekeminen, ohjeistuksen puuttuminen työnsuunnittelulle
- Esivalmisteiden laadun parantaminen
- 3D-ohjelmien, Excelin ja vastaavien tietoteknisten työkalujen käyttökoulutus
- Esivalmisteiden liputtamiselle parempi työkalu
- Esivalmistuksen valmiusprosenttia tulisi nostaa. Esivalmisteet voisi olla suurempia
- Informaatiokulun parantaminen työmaa – konepaja, työmaa – toimisto –väleillä
- Meistä riippumattomien muuttujien minimointi, esim. venttiilien toimitukset ja niihin liittyvät ongelmat sekä ulkoisen suunnittelutoimiston virheet
- Resurssit tulisi olla projektin mukaiset. Työnsuunnittelulle ja esimerkiksi esivalmisteiden liputtamiselle jää liian vähän aikaa
- Esivalmisteet tulisi merkitä selkeämmin ja niille pitäisi olla järkevämpi lähetyjärjestys työmaalle. Lisäksi työmaalla tulisi olla valmiina paikka, mihin kyseiset esivalmisteet viedään välittömästi niiden saapuessa työmaalle
- Osapuutteita vähemmäksi. Tällä hetkellä työt keskeytyvät liian usein puuttuvien putkiosien / instrumenttien takia
- Ihmettelyajan poisto: työntekijöillä pitäisi olla aina tarjolla tehtäviä välittömästi, kun tarve tulee
- Työnsuunnittelulle liian vähän aikaa. Työmaalle tulisi päästä 2–4 viikkoa ennen asentajia, jotta työnsuunnittelija kerkeää suunnittelemaan työtehtäviä työntekijöille
- Isommissa projekteissa voisi olla oma työnsuunnittelija työnjohtajien lisäksi
- Yksikkökustannuslaskenta voisi olla laadukkaampaa / tarkempaa
- Hitsauslokien täyttö jostain syystä haastavaa ja sen myötä työnsuunnittelu vaikeutuu. Hitsauslokien merkitystä tulisi painottaa
- Esivalmisteiden reklamaatioille ei selkeää toimintatapaa
- Esivalmisteita tilattaessa olisi hyvä olla jokin selkeä pohja täytettäväksi
- Parempi laadunseuranta esivalmisteisiin
- Henkilöstön ammattitaidon eroavaisuudet

### Muuta / Kommentteja haastattelujen aikana

- Työmaalla on keskimäärin aina 2 työntekijää poissa. Näiden varalle pitää aina olla "pankissa" töitä tehtäväksi. Työsuunnittelussa on huomioitava sairastumiset, kesälomat ja muut poissaolot
- Keskustele mahdollisimman paljon alihankkijoiden, asiakkaiden ja työntekijöiden kanssa. Tyhmiä kysymyksiä ei ole
- Järjestelmällisyys ja täsmällisyys tärkeää työsuunnittelussa
- Työmaapäällikkö tekee työnjohtajan tehtäviä ja vastaavasti työnjohtaja hoitaa työmaapäällikön tehtäviä. Tulisiko roolit olla selkeämmät ja rajatut? Tällä hetkellä päälliköiden ja johtajien roolit työmaalla hieman häilyvät
- Työsuunnittelu on tärkeä aloittaa niin hyvissä ajoin projektia kuin mahdollista
- Työmaan jakaminen pieniin alueisiin on toimiva ratkaisu. Tällöin työparilla on oma solu missä työskennellä
- Työnjohtaja voi hyödyntää työntekijöitä esimerkiksi telineasennuksia suunniteltaessa. Asentajat tietävät monesti parhaiten, minkälaisen telineen he tarvitsevat
- Työntekijöiden määrä yhdelle työnjohtajalle on n. 10 kappaletta
- Yhden työparin tulee hoitaa yksi työtehtävä alusta loppuun, jos mahdollista. Tällöin työn aloittamiseen liittyvää ylimääräistä työtä tulee vähemmän
- Työsuunnittelussa kannattaa pyrkiä jatkuvuuteen
- Pidä laadukasta kirjanpitoa ja raportointia
- Työmaalla tapahtuvaa työsuunnittelua helpottaa laadukas perusta aikaisemmilta projektin vaiheilta ja suunnitelmilta. Näihin tulee panostaa
- Ennen asentajien saapumista työmaalle tulisi saattaa työsuunnittelu sille tasolle, että työntekijöille olisi antaa välittömästi töitä tehtäväksi, eikä aloitusvaiheessa tulisi hukka-aikaa
- Projekteissa tehdään todella paljon turhaa työtä
- Tiedonkulussa työmaalla hieman haasteita
- Työntekijät liukuvat pois työmaalta ennen työajan loppumista. Olisiko tähän mahdollista vaikuttaa erilaisella työsuunnittelulla?
- TIG –hitsaus huomattavasti hitaampaa verrattuna esimerkiksi MIG/MAG/puikkohitsaukseen. Työsuunnittelussa olisi hyvä huomioida myös muut mahdolliset hitsausmenetelmät TIG hitsauksen tilalle
- Kaikenlaiset muutokset vaikuttavat aina työsuunnitteluun
- Selkeämpi Excel-pohja konepajan ja työmaan välisen tiedonkulun tueksi. Myös tietty malli esivalmistukseen liittyvien ongelmatilanteiden varalle
- S-Käyrä hyvä työkalu myös työnjohtajalle. Toimii tietynlaisena palautejärjestelmänä työsuunnittelun tueksi
- Työsuunnitteluprosessin rakenne