



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

JANNE LAHTI
RAKENNUSHANKKEEN INTEGROIVA TUOTANNONOHJAUS-
MENETELMÄ
Diplomityö

Tarkastajat: Professori Kalle Kähkönen,
DI Anssi Koskenvesa

Tarkastajat ja aihe hyväksytyt talouden ja
rakentamisen tiedekuntaneuvoston kokouk-
sessa 3. syyskuuta 2014.

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Rakennustekniikan koulutusohjelma

LAHTI, JANNE: Rakennushankkeen integroiva tuotannonohjausmenetelmä

Diplomityö, 81 sivua, 2 liitesivua

Marraskuu 2014

Pääaine: Rakennustuotanto

Tarkastajat: Professori Kalle Kähkönen ja DI Anssi Koskenvesa

Avainsanat: Last Planner, tuotannonohjaus, projektinhallinta, rakennushanke, Lean -rakentaminen, prosessilähtöisyys

Tutkimuksen taustalla on kohdeyrityksen strategisen tason päätös prosessilähtöisen toiminnan käyttöönottamisesta. Yrityksellä ei ole kuitenkaan vielä vakiintunutta toimintatapaa työmaiden tuotannonohjaukseen ja aikataulunhallintaan. Tutkimuksen päätavoitteena on testata Last Planner -menetelmä prosessilähtöisen yrityksen tuotannonohjausmenetelmänä. Testaamalla selvitetään edellytykset onnistuneelle käyttöönotolle, tarkastellaan prosessin mukaista toimintaa työmailla sekä tunnistetaan menetelmän käytön ongelmia ja hyötyjä.

Tutkimus on luonteeltaan laadullinen, ja siinä käytetään suunnittelutieteellistä eli konstruktivistista tutkimusotetta. Kyseessä on toimintatutkimus, jossa suunnitellaan ja toteutetaan Last Planner -menetelmän vaiheittainen käyttöönotto kahdella yrityksen työmaalla. Tutkimusaineisto hankitaan haastatteleamalla kyseisten työmaiden henkilöstöä. Haastattelut ovat puolistrukturoituja teemahaastatteluja.

Tutkimuksen mukaan työmaahenkilöstön kouluttaminen, motivointi sekä käyttöä tukeva ohjemateriaali ovat menetelmän onnistuneen käyttöönoton kriittisiä menestystekijöitä. Myös urakoitsijoiden tietämystä työmaan aikataulusta on lisättävä, jotta he voivat laatia laadukkaita suunnitelmia. Tutkimuksessa työmaille koulutetaan viikkorutiini sekä tutkitaan sen toteutumista. Tutkimuksen mukaan toiminta työmailla on vain osittain koulutetun prosessin mukaista. Last Planner -menetelmän käyttöön liittyviä ongelmia ovat muun muassa työmaahenkilöstön ajankäytön rajoitteet ja sitoutumisen taso, urakoitsijoiden heikko tietämys oman työnsä aikatauluttamisesta sekä urakoitsijoiden vaihtuvuus työmaalla. Menetelmä lisää kuitenkin työnjohdon tietämystä työmaan asioista ja helpottaa aikataulun päivittäistä seuranta. Myös urakoitsijoiden resurssien suunnittelu ja töiden yhteensovittaminen parantuvat.

Yrityksen on suunniteltava koulutuksen järjestäminen koko työmaahenkilöstölle sekä laadittava tarpeellinen käyttöä tukeva ohjemateriaali. Urakoitsijoiden tietämystä työmaan aikataulusta on lisättävä laatimalla käännetty rakentamisvaiheaikataulu mahdollisimman aikaisin. Yrityksen tulee tehdä päätös Last Planner -menetelmän käytön pakollisuudesta. Prosessista poikkeavien toimintojen koulutusta on lisättävä tai prosessia muutettava. Prosessi ja prosessin valvominen tulee liittää osaksi yrityksen prosessinomistajuutta. Urakoitsijoiden laatimien suunnitelmien näkyvyyttä on parannettava.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Civil Engineering

LAHTI, JANNE: Method for integrative production control in a construction project

Master of Science Thesis, 81 pages, 2 Appendix pages

November 2014

Major: Construction Production

Examiner: Professor Kalle Kähkönen and M.Sc. Anssi Koskenvesa

Keywords: Last Planner, production control, project management, construction project, Lean -construction, process orientation

This Master of Science thesis is based on target company's strategic decision on moving towards process-based organization. However, the company does not have an established approach for production control and schedule management in its construction projects. The purpose of this thesis is to examine whether and with which prerequisites The Last Planner is suitable for production control in process-based organization.

This is a qualitative research with constructive design approach. An action research is executed in which a phased introduction of The Last Planner method for production control is planned, presented and educated. The research involves two construction projects and their staff. The data is collected with semi-structured interviews.

According to the research, educating and motivating the on-site staff as well as offering supportive material and tools are critical factors for successful implementation of The Last Planner. In addition, subcontractors' knowledge of project schedule has to be increased in order to make reasonable weekly work plans and lookahead plans. In this research, a weekly routine for production control is educated and its realization is monitored. According to the results, the action on construction sites is only partly in accordance with the suggested process. Problems in The Last Planner are for example on-site staff's lack of time and commitment, subcontractors' lack of skills in schedule planning and variation among subcontractors and participants. However, The Last Planner increases foremen's knowledge of events on site and helps daily schedule monitoring. Also subcontractors find it easier to plan resources and coordinate work.

A proper education for entire production staff has to be organized. Supportive materials and tools for successful implementation have to be created. Subcontractors' knowledge of project schedule can be increased by creating phase plans as soon as possible. The company has to make a decision whether using The Last Planner is mandatory or voluntary. Non-functional parts of the process need more education or the process must be modified. The process needs a process-owner for monitoring and developing. Weekly work plans made by subcontractors need to be more visible.

ALKUSANAT

Ensimmäisenä haluan kiittää työnantajaani Firaa mielenkiintoisesta diplomityöaiheesta. Pääsin vaikuttamaan itse tutkimuksen sisältöön sekä muiden töiden määrään diplomityön ohella. Tämä joustavuus edesauttoi työn tehokasta läpivientä. Kiitän myös yritys-ohjaajaani Sakari Pesosta, jolla oli hyvä näkemys tutkimukseni sisällöstä ja laajuudesta. Häneltä sain lisäksi käytännön vinkkejä tutkimuksen toteuttamiseen. Fira on järjestelmällinen opinnäytetöiden teettäjä, ja Firassa pidettävällä Opintopiirillä pyritään ohjaamaan kaikkia yrityksessä tehtäviä opinnäyteitä. Jatkakaa samaan malliin.

Vertaistuki ja ajatustenvaihto muiden kanssa ovat olleet äärettömän tärkeää diplomityötä tehdessä. Haluan kiittää kaikkia, jotka ovat päässeet tai tahtomattaan joutuneet osalliseksi diplomityöni tekemiseen. Vastaavasti toivon, että olen itse onnistunut tarjoamaan vertaistukea sekä erilaisia näkökulmia muille opinnäytetyötä tekeville.

Diplomityö on opintojeni viimeinen arvosteltava suoritus. Jään muistelemaan lämmöllä opiskeluaikaani, mutta samalla olen intoa täynnä aloittaessani uuden vaiheen elämässäni. Taloudellisesti haastavana aikana saan olla tyytyväinen, että valmistun suoraan työelämään.

Tampereella 4.10.2014

Janne Lahti

SISÄLLYS

Tiivistelmä	i
Abstract	ii
Alkusanat	iii
Käsitteet	vi
1 Johdanto	1
1.1 Tutkimuksen tausta	1
1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset	2
1.3 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen suoritus	3
1.4 Tutkimusraportin rakenne	3
2 Rakennustuotannon ajallinen suunnittelu ja ohjaus	5
2.1 Rakennushankkeen projektiluonteisuus	5
2.2 Rakennushankkeen projektinhallinta	8
2.3 Tuotannon ajallinen suunnittelu	10
2.3.1 Ajallisen suunnittelun kulku	10
2.3.2 Ajalliset suunnitelmat	13
2.4 Tuotannon ajallinen ohjaus	16
2.4.1 Aikataulunhallinnan valvonnan ja ohjauksen prosessit	16
2.4.2 Tuotannonohjaus ja aikataulun valvonta	17
2.4.3 Uusiutuva tuotannonohjaus	18
3 Last Planner –tuotannonohjausmenetelmä	20
3.1 Menetelmän tausta	20
3.1.1 Tuotannonohjauksen kritiikki	20
3.1.2 Vaatimukset tehokkaalle tuotannonohjausmenetelmälle	22
3.1.3 Rakennusalan ongelmat	23
3.1.4 Lean –rakentaminen	25
3.2 Menetelmän kehittyminen	26
3.2.1 Viikkosuunnittelu	27
3.2.2 Viikkosuunnittelun valvonta ja oppiminen	29
3.2.3 Valmisteleva suunnittelu	30
3.2.4 Käännetty rakentamisvaihe aikataulu	31
3.2.5 Last Planner –prosessi kokonaisuudessaan	32
3.3 Aiemmat tutkimukset	33
3.3.1 Käyttöönottotutkimus Suomessa	33
3.3.2 Menetelmän kehityspolku Suomessa	34
3.3.3 Tutkimukset ulkomailla	35
4 Tutkimusstrategia	39
4.1 Tutkimusmetodi	39
4.2 Tutkimuksen suoritus	43

4.2.1	Menetelmän käyttöönotto	43
4.2.2	Aineiston hankinta	47
4.2.3	Aineiston käsittely	49
4.3	Kohdeyritys ja toimintaympäristö.....	50
5	Tulokset.....	52
5.1	Last Planner –menetelmän onnistunut käyttöönotto työmailla.....	52
5.2	Last Planner –menetelmän käyttö prosessin mukaisesti	55
5.3	Last Planner –menetelmän ongelmat	60
5.4	Last Planner –menetelmän hyödyt.....	63
5.5	Tulosten luotettavuus ja virhelähteet	64
6	Tulosten tarkastelu	67
6.1	Vastaaminen tutkimuskysymyksiin ja tavoitteisiin.....	67
6.2	Vertailu aiempiin tutkimuksiin	69
6.3	Tulosten tieteellinen ja käytännöllinen merkitys	72
7	Johtopäätökset	74
7.1	Toimenpidesuosituksset.....	74
7.2	Jatkotutkimusaiheet.....	76
	Lähteet.....	78
	Liite: Teemahaastattelujen sisältö	

KÄSITTEET

Avainprosessi	Avainprosessit ovat yrityksen menestymisen ja strategian kannalta tärkeimpiä prosesseja.
Käännetty rakentamisvaihe aikataulu	Rakentamisvaihe aikataulun laatiminen käännettyssä järjestyksessä, eli vaiheen lopusta alkuun. Menettelytavalla kiinnitetään huomiota seuraavan tehtävän aloittamisen edellytyksiin.
Last Planner	1990-luvulla kehitetty menetelmä rakennushankkeen tuotannonohjaukseen. Last Planner on rekisteröity tavaramerkki.
Lean -rakentaminen	Lean –ajattelun ja –työkalujen soveltamista suunnittelussa ja rakentamisessa.
PMBOK	Project Management Body of Knowledge on kirjasarja, jossa esitetään erilaisiin projekteihin soveltuvia, yleisesti hyväksytyjä ja standardoituja projektinhallinnan prosesseja.
PMI	Project Management Institution on organisaatio, joka julkaisee PMBOK –kirjasarjaa.
Prosessilähtöisyys	Prosessilähtöisyydellä tarkoitetaan organisaatiota, joka korostaa toiminnassaan prosesseja hierarkialle vastakkaisena näkökulmana.
Tuotannonohjaus	Rakennushankkeessa tuotannonohjauksen tarkoituksena on luoda edellytykset suunnitelmien mukaiselle toiminnalle ja estää ennalta tuotannon poikkeamat.
Tuotannosuunnittelu	Rakennushankkeessa tuotannosuunnittelun tarkoituksena on toteuttaa hanke mahdollisimman edullisesti toteuttamiselle varatussa ajassa suunnitelmien, sopimusten, määräysten ja työn laadullisten tavoitteiden mukaisesti.
Valmisteleva suunnittelu	Last Planner –menetelmän mukainen suunnitteluvaihe, jossa tunnistetaan lähitulevaisuudessa alkavia tehtäviä ja valmistellaan niiden aloittamisedellytyksiä.
Viikkosuunnittelu	Last Planner –menetelmän mukainen suunnitteluvaihe, jossa viikkosuunnitelmiin valitaan vain toteuttamiskelpoisia tehtäviä.

1 JOHDANTO

Tämän luvun alussa esitetään tutkimuksen tausta, eli syyt tutkimuksen olemassaololle. Tämän jälkeen esitetään tutkimuksen tavoitteet sekä neljä tutkimuskysymystä, joihin tutkimus suorittamalla pyritään vastaamaan. Lisäksi käydään läpi tutkimuksen rajaukset. Seuraavaksi esitetään tutkimusmenetelmät sekä tutkimuksen suoritustapa. Luvun lopussa esitetään tämän tutkimusraportin rakenne.

1.1 Tutkimuksen tausta

Fira Oy (myöhemmin tässä tekstissä Fira) on suomalainen rakennusalan yritys, joka korostaa toiminnassaan asiakasarvon tuottamista, palvelulähtöisyyttä sekä integroivia toteutusmuotoja. Fira on kasvava yritys, joka on ottanut haasteekseen muuttaa rakennusalan vallitsevia tapoja ajatella ja toimia. Keinoja tähän ovat muun muassa tietomallinnuksen hyödyntäminen hankkeen eri vaiheissa, asiakkaan liiketoiminnan huomioiminen, eri osapuolten kytkeminen rakennushankkeeseen varhaisessa vaiheessa Versta - palvelulla sekä hankkeen toteuttaminen integroivilla toteutusmuodoilla.

Firalla on tehty strategisen tason päätös prosessilähtöisyyden käyttöönottamisesta yrityksen toiminnassa. Tällä halutaan yhdenmukaistaa ja vakiinnuttaa henkilöstön toimintaa sekä varmistaa yrityksen skaalautumiskyky sen kasvaessa. Tällä hetkellä Firalla ei ole vakiintunutta toimintatapaa työmaiden tuotannonohjaukseen ja aikataulunhallintaan, vaan tavat sekä johtaminen vaihtelevat työmaittain. Nykyinen tilanne aiheuttaa riskejä ja heikkoa tuottavuutta jo ainoastaan toimintatapojen hajonnan vuoksi. Tällaisessa tilanteessa esimerkiksi omat työntekijät eivät voi siirtyä helposti työmaalta toiselle. Jos ei ole Firan tapaa toimia, ei ole myöskään urakoitsijoiden tapaa toimia. Tällöin urakoitsijat eivät pysty toimimaan Firan eri työmailla samoilla käytännöillä.

Toimintatavat halutaan vakiinnuttaa ottamalla työmailla käyttöön Last Planner - tuotannonohjausmenetelmä. Menetelmä keskittyy lyhyen aikavälin suunnitteluun ja ohjaukseen. Tavoitteena on tuottaa sellaisia viikkosuunnitelmia, jotka sisältävät ainoastaan toteuttamiskelpoisia tehtäviä. Menetelmällä varmistetaan tehtävien aloitusedellytykset poistamalla esteitä, seurataan suunnitelmien toteutumistasetta ja selvitetään syyt tehtävien toteutumatta jäämiselle. Menetelmä on luonteeltaan integroiva, missä oleellista on urakoitsijoiden ja työntekijöiden osallistuminen viikkosuunnitelmien laatimiseen sekä sitoutuminen suunnitelmien toteuttamiseen.

Työmaan aikataulunhallinta on Firalla yksi tuotannon avainprosesseista. Prosessi-johtamista ja prosessilähtöistä toimintaa on tutkittu yrityksen aiemmin teettämässä tutkimuksessa. Tämä diplomityö perustuu tutkimuksessa esille nousseisiin jatkotutkimusaiheisiin sekä puutteisiin nykyisessä toiminnassa. Lisäksi Firalla teetetään samanaikai-

sesti muita opinnäytetöitä, joiden kanssa tämä diplomityö pyrkii vakioimaan ja tehostamaan yrityksen toimintaa erilaisissa hankkeissa.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Tutkimuksen päätavoitteena on testata Firan Last Planner –menetelmä prosessilähtöisen yrityksen tuotannonohjausmenetelmänä. Testaamalla Last Planner –menetelmän käyttöä pyritään vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Miten Last Planner –menetelmä tulee kouluttaa, jotta se voidaan ottaa onnistuneesti käyttöön Firan työmailla?
2. Onko Last Planner –menetelmän käyttö työmaalla koulutetun prosessin mukaisista?
3. Mitä ongelmia Last Planner –menetelmän käyttöön työmaalla liittyy?
4. Miten työmaa hyötyy Last Planner –menetelmän käytöstä?

Päätavoite jaetaan kolmeen alatavoitteeseen. Ensimmäinen alatavoite on suorittaa kirjallisuuskatsaus tutkimuksen teoreettisen viitekehyksen laatimiseksi. Kirjallisuuskatsauksen ensimmäisessä osassa esitetään rakennushankkeen projektinhallinnan osat alueet, joista tarkennetaan tuotannon ajalliseen suunnitteluun ja ohjaukseen. Toisen osan muodostaa Last Planner –menetelmä. Tässä osassa esitetään Last Planner –menetelmän tausta ja kehittyminen vaihtoehtoiseksi tavaksi ohjata rakennustuotantoa. Lisäksi käsitellään aikaisempia aiheesta tehtyjä tutkimuksia. Toinen alatavoite on suunnitella Last Planner –menetelmän käyttöönotto valituilla työmailla sekä laatia tähän tarvittava ohjeistus. Kolmas alatavoite on menetelmän vaiheittainen käyttöönotto kahdella työmaalla annetun ohjeistuksen mukaisesti. Toinen ja kolmas alatavoite saavutetaan suorittamalla toimintatutkimus, joka sisältää muutosintervention nykyisten toimintatapojen muuttamiseksi sekä aineiston keräämisen teemahaastatteluilla.

Tutkimuksen laajuutta rajataan eri tavoilla. Tutkija osallistuu Last Planner –menetelmän ohjeistuksen laadintaan. Tutkimusraportissa kuvataan laadittu ohjeistus, mutta laadinnan vaiheita ei esitetä yksityiskohtaisesti. Varsinainen tutkimus alkaa, kun Last Planner –menetelmä koulutetaan työmaille ohjeistuksen mukaisesti. Tutkimustulosten perusteella arvioidaan ohjeistuksen laatua. Last Planner –menetelmää käytetään tavallisesti työmailla lyhyen aikavälin tuotannosuunnitteluun ja –ohjaukseen. Tämän lisäksi menetelmän käyttöalaa on laajennettu suunnittelun ohjaukseen, ja tutkimustyötä on tehty myös tietoteknisten ratkaisujen löytämiseksi. Tämä tutkimus rajataan koskemaan ainoastaan työmaan tuotannonohjausta ja aikataulunhallintaa.

Firan Last Planner –menetelmä testataan yrityksen kahdessa hankkeessa, joihin empiirisen aineiston hankinta rajoitetaan. Menetelmä koostuu kolmenlaisista suunnitelmissa: viikkosuunnitelma, valmisteleva suunnitelma sekä käännetty rakentamisvaiheaikataulu. Rakentamisvaiheaikataulun laadinta rajataan pois tästä tutkimuksesta. Firan toimintajärjestelmän prosessien näkökulmasta tutkimus rajautuu tuotannon ydinprosessiin ja siinä aikataulunhallinnan avainprosessiin.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen suoritus

Tutkimus on luonteeltaan laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus. Tutkimuksessa käytetään suunnittelutieteellistä eli konstruktivistista tutkimusotetta. Tutkimusmetodi on toimintatutkimus.

Toimintatutkimukselle on tunnusomaista toiminnan ja tutkimuksen samanaikaisuus sekä pyrkimys saavuttaa välitöntä ja käytännöllistä hyötyä. Päämääränä ei ole ainoastaan tutkiminen vaan myös toiminnan samanaikainen kehittäminen. Perinteiset näkemykset tutkimuksen objektiivisuudesta eivät päde toimintatutkimuksessa. Toimintatutkimuksessa tutkimus nähdään avoimena toimintana, jossa tutkittavalle selvitetään tutkimuksen tarkoitus, pyydetään heitä yhteistyöhön ja pyritään vaikuttamaan positiivisesti heidän toimintaan. Osa toimintatutkimusta on reflektiivinen ajattelu, jonka avulla pyritään pääsemään uudenlaiseen toiminnan ymmärtämiseen, ja sitä kautta kehittämään toimintaa. Reflektoidessaan ihminen tarkastelee omia ajatustapojaan ja kokemuksiaan.

Toimintatutkimuksen vaiheet esitetään tyypillisesti kehänä, jonka muodostavat suunnittelu, toiminta, havainnointi ja reflektointi. Tässä tutkimuksessa suunnittelu tarkoittaa Last Planner –menetelmän käyttöönoton suunnittelua. Aluksi suunnitellaan tutkimukseen osallistuvat työmaat ja käyttöönoton vaiheistus. Tämän jälkeen laaditaan tarvittava koulutus ja ohjeistus työmaille. Toiminta, eli Last Planner –menetelmän käyttöönotto ja käyttö suoritetaan kahdella työmaalla. Menetelmän käyttö perustuu työmaille koulutettuun viikkorutiiniin sekä urakoitsijoiden laatimiin suunnitelmiin. Toisella työmaalla tutkimus kestää 15 viikkoa ja toisella 6 viikkoa. Menetelmän käyttöön liittyy havainnointia ja reflektointia, eli keskustelua toiminnan onnistumisesta, tarvittavan lisäohjeistuksen antamista sekä tutkimushaastattelujen suorittamista. Tässä tutkimuksessa tutkija vaikuttaa tutkimaansa yhteisöön osallistumalla toiminnan muutokseen sekä antamalla osallistujille mahdollisuuden reflektointiin. Tutkija ei kuitenkaan osallistu aktiivisesti yhteisön jokapäiväiseen toimintaan.

Tutkimusaineisto hankitaan haastattelemalla kyseisten työmaiden henkilöstöä. Haastattelut suoritetaan puolistrukturoituina teemahaastatteluina. Haastattelut ovat yksilöhaastatteluja, mutta tutkimuksen vaiheistuksen vuoksi samaa henkilöä voidaan haastatella useampaan kertaan. Aineisto käsitellään luokittelemalla sitä tutkimuskysymyksittäin, työmaittain ja haastateltavien toimenkuvan perusteella. Luokiteltua aineistoa yhdistellään vastauksiksi varsinaisiin tutkimuskysymyksiin.

1.4 Tutkimusraportin rakenne

Tutkimusraportin alussa on kaksiosainen kirjallisuuskatsaus tutkimuksen teoreettisen viitekehyksen laatimiseksi. Luvussa 2 käsitellään rakennushankkeen luonnetta projektinä sekä näkökulmia projektinhallintaan. Projektinhallinnan osa-alueista käsitellään tarkemmin rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Luvussa 3 esitetään Last Planner –menetelmä. Aluksi esitetään menetelmän tausta, kritiikki perinteistä tuotannonohjausta kohtaan sekä vaatimukset tehokkaammalle tuotannonohjausmenetelmälle.

Tämän jälkeen esitetään menetelmän vaiheittainen kehittyminen vaihtoehtoiseksi tavaksi ohjata rakennustuotantoa. Menetelmä on prosessi, jota sovelletaan myös tässä tutkimuksessa. Luvun lopussa käydään läpi aiempia kotimaisia ja kansavälisiä tutkimuksia. Tulosten vertailu muihin tutkimuksiin luo perustan tulosten tieteellisen merkityksen arvioinnille.

Luvussa 4 esitetään tutkimusstrategia. Aluksi esitetään konstruktivisen tutkimusotteen ja toimintatutkimuksen periaatteet sekä selvitys siitä, miten tämä tutkimus noudattaa näitä periaatteita. Seuraavaksi käydään läpi tutkimuksen vaiheet, aineiston hankinta teemahaastatteluilla sekä aineiston käsittelytapa. Lopuksi tehdään lyhyt katsaus tutkimuksen kohdeyritykseen.

Luvussa 5 esitetään tutkimuksen tulokset tutkimuskysymyksittäin sekä arvioidaan tulosten luotettavuutta ja virhelähteitä. Luvussa 6 arvioidaan onko tutkimuskysymyksiin vastattu ja ovatko tutkimuksen tavoitteet täyttyneet. Lisäksi arvioidaan tulosten tieteellistä ja käytännöllistä merkitystä. Luvussa 7 tehdään johtopäätökset. Tulosten perusteella yritykselle annetaan toimenpidesuosituksia ja esitetään näkökulmia jatkotutkimukselle.

2 RAKENNUSTUOTANNON AJALLINEN SUUNNITTELU JA OHJAUS

Tämän luvun alussa todetaan rakennushankkeen luonne projektina. Ainutlaatuisiin projekteihin perustuva toiminta eroaa toistuviin prosesseihin perustuvasta toiminnasta. Tämä ero asettaa lähtökohdat tuotannosuunnittelulle ja tuotannonohjaukselle. Seuraavaksi esitetään yleiskatsaus rakennushankkeen projektinhallintaan. Aikataulunhallinta on yksi projektinhallinnan osaamisalueista, joka käsitellään sekä suunnittelun että ohjauksen näkökulmasta. Ajalliseen suunnitteluun kuuluu käyttötarkoitukseltaan erilaisten aikataulujen laatiminen, kun taas ajallisella ohjauksella pyritään näiden aikataulujen mukaisten tavoitteiden saavuttamiseen.

2.1 Rakennushankkeen projektiluonteisuus

Projektilla tarkoitetaan ennalta määritettyyn päämäärään tähtäävää, monimutkaisten ja toisiinsa liittyvien tehtävien muodostamaa ainutkertaista kokonaisuutta, joka on rajattu ajallisesti, kustannuksiltaan ja laajuudeltaan. Projektilla on aina päämäärää, jokin tulevaisuuden tila tai tuote, johon projektilla pyritään. Projektin muodostama tehtäväkokonaisuus on ainutkertainen, sillä projektin päämäärä, toteutustapa tai organisaatio poikkeaa aiemmista projekteista. Ainutkertaisuus voi näkyä jo projektiin kuuluvissa tehtävissä, jotka poikkeavat sarjatuotannosta eivätkä ole ennakoitavia tai toistuvia. Tällaiset tehtävät vaativat erityisosaamista sekä luovuutta. Tehtävien välisistä riippuvuuksista ja suhteista syntyy projektin monimutkaisuus. (Artto et al. 2006, s. 26-27.)

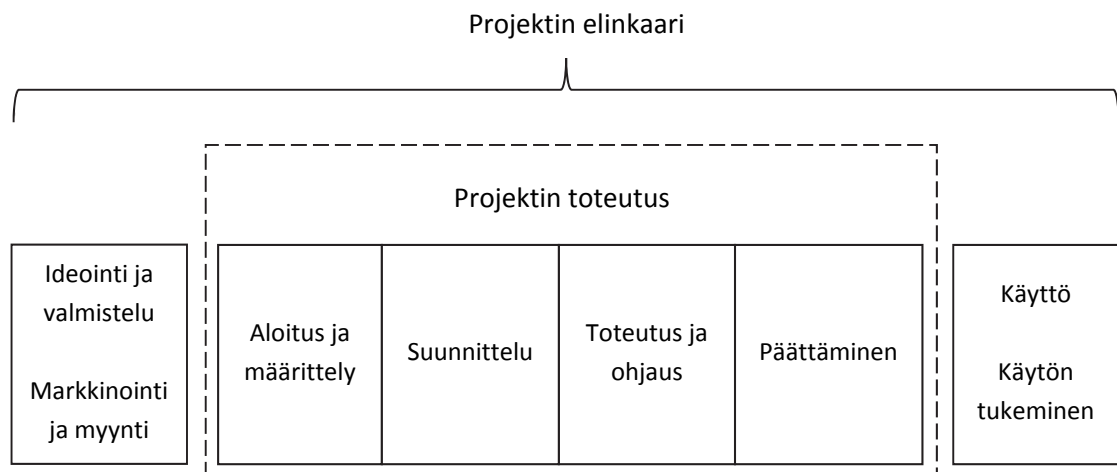
Projektin on rajattu sekä ajaltaan, kustannuksiltaan että laajuudeltaan. Projektin tulee toteuttaa ennalta määritetyssä aikataulussa sekä budjetissa, ja lopputuotteen tulee täyttää sille asetetut tekniset ja toiminnalliset vaatimukset. Projektin muodostuvat aika-, kustannus- ja laajuustavoitteet, jotka ovat sidoksissa toisiinsa. Yhden tavoitteen muuttamisella on vaikutusta myös muihin tavoitteisiin, eikä esimerkiksi projektin laajuutta voi muuttaa muuttamatta aikataulua tai kustannuksia. Lisäksi projektilla on useita osapuolia, joilla tarkoitetaan yksilöitä, ryhmiä tai organisaatioita, joihin projekti voi vaikuttaa tai jotka voivat vaikuttaa projektiin (Artto et al. 2006, s. 41).

Projektin on toisaalta investointiprojekti ja toisaalta toimitusprojekti. Asiakas toteuttaa investointiprojektin ja odottaa siltä merkittäviä hyötyjä. Asiakas asettaa projektin selkeät tavoitteet sekä seuraa projektin etenemistä. Projektin seuraamiseksi asiakas perustaa oman projektinorganisaation, joka keskittyy sopimusten laatimiseen ja toimitusten valvontaan. Toimittaja tai alihankkija puolestaan toteuttaa toimitusprojektin, jossa toimittaja luo ja välittää asiakkaalle tämän tilaaman ratkaisun. Toimitusprojekti on toimit-

tajalle liiketoimintaa, johon sitoutuu resursseja ja johon kohdistuu tuotto-odotuksia. Toimittaja pyrkii tuottamaan asiakkaalle sovitun arvon kustannustehokkaasti, eli säästämällä kustannuksia oman katteen kasvattamiseksi. (Artto et al. 2006, s. 21-22.)

Projektin monimutkaisuutta, tavoitteita ja sidosryhmiä kontrolloidaan projektinhallinnalla. Sillä tarkoitetaan projektin tavoitteiden ja päämäärän saavuttamiseen tähtäävien johtamistapojen soveltamista. Vaikka projektit ovat keskenään erilaisia, projektinhallinta ja sen menetelmät voivat olla samanlaisia eri projektien välillä. Projektinhallintaa sovelletaan projektin kaikille osa-alueilla: laajuuteen, aikatauluun, kustannuksiin, resursseihin, viestintään, riskeihin, hankintoihin ja laatuun. (Artto et al. 2006, s. 35-38.)

Projekti on ajallisesti rajattu, joten sillä on alku ja loppu. Alun ja lopun välille muodostuu projektin elinkaari, josta voidaan tunnistaa projektin eri vaiheet. Vaiheiden rajapinnoissa voi olla päätöksentekokohtia, joissa arvioidaan projektin etenemiskelpoisuutta ja tehdään valintoja etenemisestä tai muutoksista (Artto et al. 2006, s. 48). Projektin elinkaari ja sen yleisimmät vaiheet on esitetty kuvassa 1.



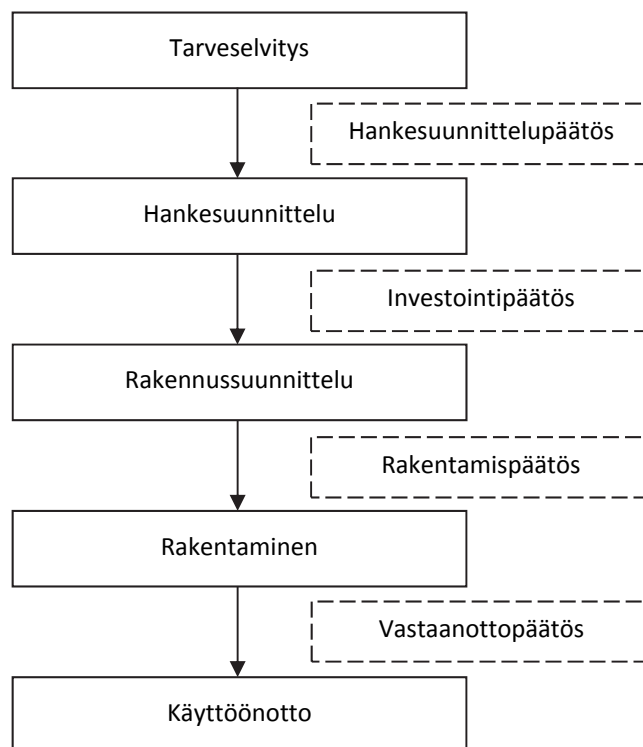
Kuva 1. Projektin elinkaari ja vaiheet. (Muokattu lähteestä Artto et al. 2006, s. 49.)

Projektin toteutus on se vaihe, jossa projektimahdollisuus muutetaan tuotteeksi. Aloitus- ja määrittelyvaiheessa tunnistetaan tarve projektille ja määritetään projektin päämäärä ja tavoitteet. Suunnitteluvaiheessa tunnistetaan projektin toteuttamiseksi vaadittavat tehtävät sekä laaditaan toteutussuunnitelma, aikataulu ja budjetti. Toteutusvaiheessa hankitaan tehtävien vaatimat resurssit sekä toteutetaan tehtävät suunnitelmien mukaisesti. Ohjausvaihe on toteutusvaiheen kanssa rinnakkainen, ja siinä seurataan projektin etenemistä sen aika-, kustannus- ja laajuustavoitteisiin nähden. Tarkoituksena on tunnistaa ja ennakoida poikkeamat sekä ryhtyä tarvittaviin toimenpiteisiin. Päätämisen vaiheessa projekti luovutetaan asiakkaalle, kun sovittu tuote on hyväksytty vastaanotettavaksi. (Artto et al. 2006, s. 48-50.)

Rakennushanke on projekti, jonka tarkoituksena on tyydyttää tilan käyttäjän muuttunut tilantarve tai tuottaa yhteiskunnan tai yrityksen toiminnan tarvitsema rakenne

(Kankainen & Junnonen 2004, s. 9). Rakennushankkeet ovat ainutlaatuisia, sillä rakennukset, olosuhteet ja hankkeita toteuttavat organisaatiot poikkeavat aiemmista rakennushankkeista. Rakennushanke koostuu useista tehtävistä, joista osa on toistuvia ja osa ainutkertaisia sekä huomattavaa ammattitaitoa vaativia. Tehtävien suorittamisjärjestyksellä on merkitystä, ja tehtävien väliset riippuvuudet ovat monipuolisia. Rakennushanke on ajalta, kustannuksilta ja laajuudelta rajattu, kun ennalta määritetty rakennus tulee valmistaa sovitun budjetin ja aikataulun puitteissa. Rakennushankkeessa on useita osapuolia, joista tilaajalle rakennushanke investointiprojekti ja rakennustyön toteuttajille toimitusprojekti.

Rakennushankkeen vaiheet sekä vaiheisiin liittyvät päätökset on esitetty kuvassa 2. Vaiheiden rajapintoihin liittyvillä päätöksillä hyväksytään hankkeen edellinen vaihe ja siirrytään seuraavaan vaiheeseen.



Kuva 2. Rakennushankkeen vaiheet. (Muokattu lähteestä RT 10-10387 1989, s. 3.)

Tarveselvitysvaiheessa todetaan käyttäjän tilantarve ja arvioidaan hankkeeseen ryhtymisen tarpeellisuutta ja edellytyksiä. Mikäli päädytään uusien tilojen rakentamiseen, tehdään päätös hankesuunnittelun käynnistämisestä. Hankesuunnitteluvaiheessa laaditaan hankesuunnitelma, jossa määritetään lopputuotteen aika-, kustannus- ja laajuusvaatimukset. Hankesuunnitelman pohjalta tehdään investointipäätös. Rakennussuunnitteluvaiheessa kehitetään hankesuunnitelman pohjalta lopputuotteen ratkaisu, tekniset järjestelmät ja toteuttamistapa. Rakennussuunnitteluvaihe päättyy rakentamispäätökseen ja urakkasopimuksen laadintaan. Rakentamisvaiheessa rakennetaan suunniteltu lopputuote, ja vaihe päättyy asiakkaan vastaanottopäätökseen. Rakennushankkeen viimeinen

vaihe on käyttöönottovaihe, jossa aloitetaan rakennukseen suunniteltu toiminta. (RT 10-10387 1989, s. 3.)

2.2 Rakennushankkeen projektinhallinta

Rakennushankkeessa tilaaja käyttää projektinhallinnan keinoja investointiprojektinsa hallitsemiseksi, kun taas urakoitsijat hallitsevat toimitusprojektejaan. Pääurakoitsijalla on keskeinen rooli toimitusprojektin kokonaisuuden hallinnassa. Työmaan johtovelvollisuus on pääsääntöisesti pääurakoitsijalla, joskin johtovelvollisuus voi kuulua niin sovitattaessa myös jollekin muulle urakoitsijalle tai tilaajalle. Tämän johtovelvollisuuden myötä pääurakoitsijan on oman sekä aliurakoitsijoiden urakkasuoritusten hallitsemisen lisäksi asetettava työmaan johto, laadittava työmaan työaikataulu sekä yhteen sovitettava työmaan työt. (Kankainen & Junnonen 2004, s 70.)

Yhdysvaltalaisen Project Management Instituten (PMI) kirjasarjan A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) tarkoituksena on tunnistaa erilaisiin projekteihin soveltuvia, yleisesti hyväksytyjä projektinhallinnan prosesseja, jotka esitetään standardoidussa muodossa. Prosessit kuvataan lähtötietojen, työkalujen, tekniikoiden sekä tulosten avulla. Kirjasarjaa on täydennetty lisäosalla Construction Extension to the PMBOK Guide, jossa esitetään rakennusteollisuuden projekteille tyyppillisiä projektinhallinnan prosesseja. Suomessa vastaavasti Rakennustieto Oy:n Rakennustuotanto (Ratu) –kirjasarjassa on useita julkaisuja turvallisen, tuottavan ja laadukkaan rakentamisen edistämiseksi.

PMI:n (Construction Extension to the PMBOK Guide 2008) mukaan rakennushankkeen projektinhallinta koostuu kolmestatoista osaamisalueesta (knowledge area), jotka sisältävät tarvittavat projektinhallinnan prosessit. Nämä osaamisalueet ja niihin liittyvät prosessit on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. PMI:n mukaiset projektinhallinnan osaamisalueet ja niiden prosessit. (Suomennettu lähteestä *Construction Extension to the PMBOK Guide 2008.*)

Yhtenäisyyden hallinta	Laajuuden hallinta
Projektin perustamisasiakirja	Laajuuden suunnittelu
Alustava projektin laajuus	Laajuuden määrittäminen
Projektisuunnitelma	Projektin osittelu
Projektin ohjaaminen ja hallinta	Laajuuden vahvistaminen
Projektin töiden valvonta ja ohjaus	Laajuuden hallinta
Muutosten hallinta	
Projektin päättäminen	
Aikataulun hallinta	Kustannusten hallinta
Tehtävien määrittäminen	Kustannusten arviointi
Tehtävien järjestäminen	Kustannusten budjetointi
Tehtävien resurssien arviointi	Kustannusten hallinta
Tehtävien keston arviointi	
Aikataulun laatiminen	
Aikataulun ohjaus	
Tehtävien painoarvon määrittäminen	
Edistymiskäyrien kehittäminen	
Edistymisen seuraaminen	
Riskien hallinta	Henkilöstön hallinta
Riskien hallinnan suunnittelu	Henkilöstön suunnittelu
Riskien tunnistaminen	Projektiryhmän hankinta
Riskien laadun analysointi	Projektiryhmän kehittäminen
Riskien määrän analysointi	Projektiryhmän hallinta
Riskeihin varautuminen	Projektiryhmän päättäminen
Riskien valvonta ja ohjaus	
Viestinnän hallinta	Laadunhallinta
Viestinnän suunnittelu	Laadun suunnittelu
Tiedon jakaminen	Laadunvarmistus
Suoritusten raportointi	Laadunvalvonta
Sidosryhmien hallinta	
Hankintojen hallinta	Reklamaatioiden hallinta
Ostojen ja hankintojen suunnittelu	Reklamaation tunnistaminen
Sopimusten suunnittelu	Reklamaation määrittäminen
Toimittajien valinta	Reklamaation ehkäiseminen
Sopimuksien hallinta	Reklamaation selvittäminen
Sopimuksien päättäminen	
Ympäristön hallinta	Turvallisuuden hallinta
Ympäristön suunnittelu	Turvallisuuden suunnittelu
Ympäristön varmistaminen	Turvallisuuden varmistaminen
Ympäristön ohjaus	Turvallisuuden ohjaus
Talouden hallinta	
Rahoituksen suunnittelu	
Talouden hoitaminen	
Taloushallinto ja pöytäkirjat	

Osaamisalueiden prosessit voidaan ryhmitellä PMI:n mukaan niiden tyyppin perusteella viiteen ryhmään. Nämä prosessiryhmät ovat

- aloittaminen
- suunnittelu
- toteutus
- valvonta ja ohjaus
- päättäminen.

Rakennushankkeen aikataulunhallinnan prosessit jaotellaan prosessista riippuen joko suunnittelun prosessiryhmään tai valvonnan ja ohjauksen prosessiryhmään. (Construction Extension to the PMBOK Guide 2008.)

2.3 Tuotannon ajallinen suunnittelu

Rakennushankkeen tuotannosuunnittelulla tarkoitetaan tässä pääurakoitsijan tekemää tuotannosuunnittelua. Tuotannosuunnittelun tarkoituksena on toteuttaa hanke mahdollisimman edullisesti toteuttamiselle varatussa ajassa suunnitelmien, sopimusten, määräysten ja työn laadullisten tavoitteiden mukaisesti (Koski 1995, s. 10).

Tuotannosuunnittelua tehdään hankkeen rakennussuunnittelu- ja rakentamisvaiheessa. Rakennussuunnitteluvaiheessa pääurakoitsija tekee alustavia tuotantosunnitelmia urakkatarjouksen laatimiseksi. Rakentamisvaiheen alussa laaditaan yleissuunnitelmia, joissa täsmennetään aiemmin tehtyjä suunnitelmia sekä laaditaan uusia suunnitelmia. Tuotannosuunnittelu etenee rakentamisvaiheittain ja tarkentuu viikkosuunnitelmien tasolle. Tuotannosuunnittelu voidaan jakaa suunnitelmien sisällön perusteella ajalliseen, taloudelliseen ja tuotannon yleiseen suunnitteluun. (Koski 1995, s. 9-12.)

2.3.1 Ajallisen suunnittelun kulku

Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu on prosessi, jossa karkeamman tason suunnitelmat määrittelevät tarkemman tason tavoitteet (Lindberg et al. 2012, s. 8). Ajallinen suunnittelu on tehtävien sijoittelua kokonaisuuden hallitsemiseksi vastaamalla kysymyksiin mitkä tehtävät tehdään, milloin ne tehdään ja missä järjestyksessä ne tehdään (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, s. 6). Koskenvesan (2011) haastattelututkimuksen mukaan aikataulu ja työmaan ajallinen hallinta ovat ylivertaisia tuottavuuteen vaikuttavia tekijöitä. Aikataulu nähtiin keskeisimpänä työmaan tuotantosuunnitelmana. Vastaavasti hankkeiden aikataulut ovat kiristyneet sekä lyhyellä että pitkällä tähtäimellä tarkasteltuna.

Taulukossa 2 on esitetty PMI:n (Construction Extension to the PMBOK Guide 2008) mukaiset rakennushankkeen aikataulunhallinnan suunnittelun prosessit. Taulukossa on esitetty myös Ratu-kirjallisuuden (Lindberg et al. 2012, s. 19) mukaiset tyypillisimmät rakennushankkeen ajallisen suunnittelun vaiheet. Lindberg et al. (2012, s. 20) huomauttavat, että vaiheiden järjestys ei ole kiinteä.

Taulukko 2. PMI:n mukaiset rakennushankkeen aikataulusuunnittelun prosessit sekä Ratu-kirjallisuuden mukaiset ajallisen suunnittelun vaiheet.

Rakennushankkeen aikataulunhallinnan suunnittelun prosessit PMI:n mukaan	Rakennushankkeen ajallisen suunnittelun vaiheet Ratu-kirjallisuuden mukaan
<ul style="list-style-type: none"> - tehtävien määrittäminen - tehtävien järjestäminen - tehtävien resurssien arviointi - tehtävien keston arviointi - aikataulun laatiminen - tehtävien painoarvon määrittäminen - edistymiskäyrien kehittäminen 	<ul style="list-style-type: none"> - rakennusaikataulun kireyden tarkistus - tehollisen rakennusajan laskeminen - kohteen osittelu - aikataulutehtävien muodostaminen - tehtävien mitoitus - työjärjestyksen suunnittelu ja valinta - tehtävien ajoitus ja resurssien tasaus - tuotantoa palvelevan aikataulun teko - aikataulun toteutuskelpoisuuden tarkistaminen

Taulukosta 2 havaitaan, että PMI:n mukaiset aikataulusuunnittelun prosessit ja Ratu-kirjallisuuden mukaiset ajallisen suunnittelun vaiheet ovat osittain samankaltaisia. Toisaalta molemmissa esitetään prosesseja tai vaiheita, joita toisessa ei esitetä. Suomessa Ratu-kirjallisuuden mukaista ajallista suunnittelua voidaan pitää vakiintuneena käytäntönä. Ratu-kirjallisuuden ohjeet ovat vakiinnuttaneet asemansa pitkäjänteisen ja järjestelmällisen sekä useita rakennusyhtiöitä ja työmaita sisältävän tutkimuksen vuoksi (Lindberg et al. 2012, s. 5). Tässä tutkimuksessa ajallisen suunnittelun kulku esitetään Ratu-kirjallisuuden (Lindberg et al. 2012, s. 19-25) mukaisesti, mutta sitä täydennetään myös PMI:n mukaisten prosessien sisällöllä.

Rakennusaikataulun kireyden tarkistus. Rakennusaikataulun kireys voidaan tarkistaa vertaamalla hankkeen toteuttamiseksi varattua aikaa normaalikeston. Normaalikestolla tarkoitetaan tavanomaisen kireystason mukaista rakennusaikaa, josta on vähennetty kesälomakuukaudet ja ennalta tiedetyt keskeytykset. Normaalikeston laskemiseksi on luotu matemaattinen malli, jossa käytetään esitietona tavoitearvion mukaista kokonaistyömenekkiä.

Tehollisen rakennusajan laskeminen. Hankkeen koko rakennusaika ei ole käytettävissä tuotantoon, sillä työmaalla syntyy useista eri syistä keskeytyksiä, jotka on huomioitava aikataulun teossa. Yleisen tason aikatauluissa voidaan käyttää työmenekkejä, jotka sisältävät tuotannon häiriöt. Tavoitteellisissa aikatauluissa sitä vastoin käytetään tehollisia työmenekkejä, jotka eivät sisällä häiriöitä.

Kohteen osittelu. Rakennettava kohde jaetaan tyypillisesti lohkoihin, jotka voidaan jakaa edelleen työkohteisiin. Lohkolla tarkoitetaan kohteen fyysistä osaa, jossa työt tehdään valmiiksi yhtenä kokonaisuutena. Työkohde on lohkon osa, jossa tehdään kerrallaan ainoastaan yhtä kriittistä, työkohteen sitovaa tehtävää. Lohkot muodostetaan kohteen osista, jotka eroavat toisistaan tuotantotekniikalta, suunnitteluratkaisulta, sijainnilta tai kerrosluvulta. Lohkojaon etuna on peräkkäisten työvaiheiden limittyminen, mikä lyhentää koko rakennusaikaa.

Aikataulutehtävien muodostaminen. Aikataulutehtävät ovat töitä tai toimintoja, jotka tarvitsevat aikaa ja resursseja. Tehtävät suunnitellaan niin, että niiden hallitseminen työmaan tavoitteiden mukaisesti on mahdollista. Tehtävien muodostamisessa otetaan huomioon sekä pääurakoitsijan omien työntekijöiden että aliurakoitsijoiden tekemiä työvaiheita. Tehtäviin liittyy myös täydentäviä suorituksia, jotka on huomioitava. Aikataulutehtävien tunnistamisen lisäksi tehtävien suoritemäärät on laskettava. Tämän vaiheen perusteella voidaan muodostaa kohteen tehtäväluettelo. PMI:n mukaan tehtävien määrittäminen tehdään työn kokonaisuuden osittamisen (work breakdown structure) pohjalta. Kokonaisuuden osittamisessa koko projektin laajuus jaetaan suoritteisiin, jotka jaetaan edelleen tehtäväpaketteihin. Aikataulutettavat tehtävät ovat niitä, jotka vaaditaan tehtäväpakettien suorittamiseksi. (Construction Extension to the PMBOK Guide 2008.)

Tehtävien mitoitus. Tehtäväluettelo täydennetään työmenetelmän mukaisella työmenekillä. Valitsemalla tehtävälle työryhmä, saadaan laskettua tehtävän kesto. Tietoa työryhmistä ja työmenekeistä saadaan Ratu-kirjallisuudesta, kokemukseen perustuen tai yrityskohtaisista tiedostoista. Työmenekin arvioinnissa on lisäksi huomioitava muun muassa suoritemäärän vaikutus harjaantumiseen, työryhmän kokemus ja kohteen vaativuus.

Työjärjestyksen suunnittelu ja valinta. Tehtävät ovat riippuvaisia toisistaan, ja nämä riippuvuudet määräävät tehtävien työjärjestyksen. Tehtävien väliset riippuvuudet voidaan jakaa neljään ryhmään. Loogiset riippuvuudet ovat ehdottomia ja kuvaavat teknisesti mahdollista suoritusjärjestystä. Olosuhderiippuvuuksilla tarkoitetaan sopimusten, sääolosuhteiden ja työmaajärjestelyjen mukaisia riippuvuuksia. Tekniset riippuvuudet ovat toteutusteknisiä riippuvuuksia ja resurssiriippuvuudet kuvaavat resurssien, kuten työryhmien siirtymistä tehtävästä toiseen. Rakennushankkeen tehtävät ovat yleensä loppu-alkuriippuvaisia, mikä tarkoittaa että tehtävää ei voida aloittaa ennen kuin edeltävä tehtävä on kokonaan valmis. Jotkin tehtävät ovat alku-alkuriippuvaisia, mikä mahdollistaa tehtävien limityksen. Myös loppu-loppu- ja alku-loppuriippuvuudet ovat mahdollisia joissakin tehtävissä.

Tehtävien ajoitus ja resurssien tasaus. Kun tehtävät sijoitetaan aikatauluun, huomioidaan tehtävien tahdistus ja rytmitys. Tahdistuksella tarkoitetaan tahdistettavien tehtävien saattamista kestoltaan yhtä pitkiksi, jotta rakennusajan käyttö on tehokasta ja tehtävät ovat ohjattavissa. Rytmitys vastaavasti tarkoittaa tehtävän saattamista jatkuvaksi eri työkohteilla, jos suoritemäärät vaihtelevat.

Tuotantoa palvelevan aikataulun teko. Tehtäväluettelo, tehtävien mitoitus, työjärjestys sekä resurssien tasoitus toimivat lähtötietoina aikataulun laatimiselle. Aikataulut esitetään yleensä jana-aikatauluna tai vinoviiva-aikatauluna. Jana-aikatauluissa esitetään tehtävien lisäksi tyypillisesti välitavoitteet. Paikka-aikakaaviolla havainnollistetaan tehtäviä ja tehtävien aikavälejä eri lohkoissa. PMI nostaa esille aikataulun laadintatekniikoista kriittisen polun menetelmän (critical path method) ja kriittisen ketjun menetelmän (critical chain method). Kriittisen polun menetelmässä etsitään pisin peräkkäisten tehtävien jono, jolle määritetään lyhin mahdollinen toteutusaika. Kriittisen ketjun menetelmä perustuu kriittisen polun menetelmään. Siinä määritetään resurssien tasaamiseksi peliva-

roja sellaisille tehtäville, jotka eivät ole kriittisellä polulla. Näissä tapauksissa aikataulu esitetään yleensä tehtäväverkkona. (Construction Extension to the PMBOK Guide 2008.)

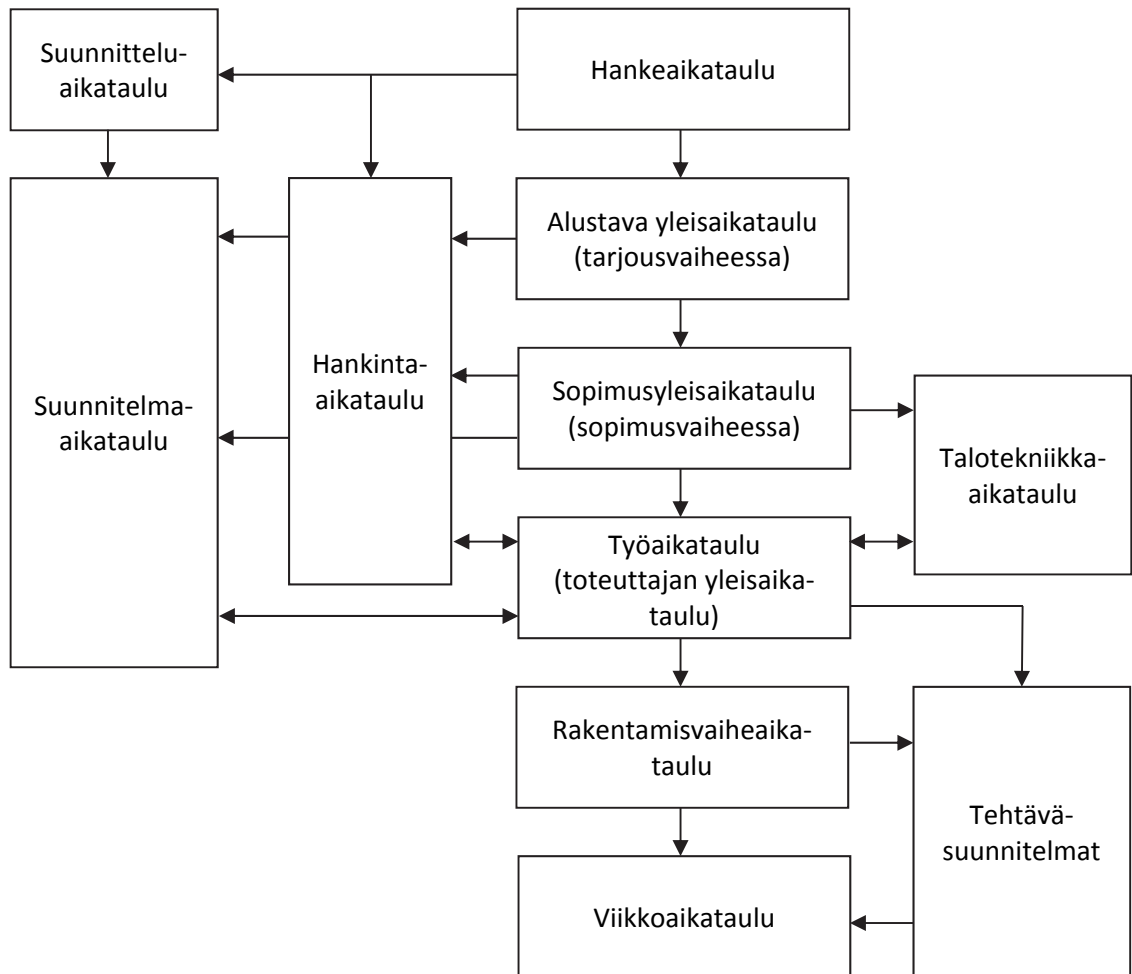
Aikataulun toteutuskelpoisuuden tarkistaminen. Aikataulun toteutuskelpoisuus arvioidaan ennen kuin se hyväksytään työaikatauluksi. Aikataulu toimii viestinnän välineenä myös tilaajalle, joka järjestää omia toimintojaan aikataulun perusteella.

Tehtävien painoarvon määrittäminen. PMI esittää tehtävien painoarvon määrittämisen prosessin. Prosessin tarkoituksena on arvioida tehtävän ominaisuuksia, jotta tehtävän panos jonkin suoritteen tai koko projektin suorittamiseksi voidaan määrittää. Arvioitavia tehtävän ominaisuuksia ovat esimerkiksi tehtävien kestot, määrät, niiden vaatimat työtunnit sekä kustannukset. Tehtävien painoarvot määritetään valitun ominaisuuden perusteella joko absoluuttisena tai suhteellisena painoarvona. Ominaisuus valitaan riippuen siitä, millä tasolla hankkeen kokonaisuuden osittamisessa ollaan. (Construction Extension to the PMBOK Guide 2008.) Ratu-kirjallisuuden (Lindberg et al. 2012) mukaiset ajallisen suunnittelun vaiheet eivät sisällä PMI:n mukaista tehtävien painoarvon määrittämistä.

Edistymiskäyrien kehittäminen. Edistymiskäyrien kehittäminen on PMI:n mukainen prosessi, jossa luodaan edistymisen tavoite. Laskettuja tehtävien painoarvoja ja laadittua aikataulua käytetään esitietona edistymiskäyrien luomiseksi. Tehtävien painoarvojen jakaantuminen lasketaan projektin eri vaiheille tai koko projektille, jolloin saadaan edistymisen tavoitekäyrä. Projektinhallintaohjelmistoja voidaan käyttää laskentavaiheen automatisointiin. Myös Ratu-kirjallisuudessa (Lindberg et al. 2012, s. 25-26) mainitaan aikatauluohjelmistoja, joilla vastaava tehtävien edistymisen seuranta on mahdollista.

2.3.2 Ajalliset suunnitelmat

Kuvassa 3 on esitetty rakennushankkeen ajalliset suunnitelmat Ratu-kirjallisuuden (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, s. 40) mukaan. Kuvassa on esitetty lisäksi lähtötietojen siirtyminen ylemmän tason suunnitelmista tarkemman tason suunnitelmiin.



Kuva 3. Rakennushankkeen ajalliset suunnitelmat sekä lähtötietojen siirtyminen. (Muokattu lähteestä Koskenvesa & Sahlstedt 2011, s. 40.)

Hankeaikataulu. Hanesuunnitteluvaiheessa rakennuttaja laatii hankeaikataulun, joka luo puitteet ja tavoitteet rakennushankkeen toteutukselle. Hankeaikataululla esitetään realistinen näkemys hankkeen vaiheiden ajoituksesta ja kestoista sekä tarkistetaan, että hanke voidaan toteuttaa normaalissa rakentamisajassa. Hankeaikataulussa esitetyt päätökset hankkeen välitavoitteista ja rakentamisajankohdasta luovat puitteet kaikelle pääurakoitsijan tekemälle ajalliselle suunnittelulle. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, s. 41.)

Yleisaikataulu toimii pääurakoitsijan ajallisen suunnittelun perustana. Yleisaikataululla on kolme muotoa, jotka eroavat toisistaan laadinnan ajankohdan, sisällön tarkkuustason ja käyttötarkoituksen perusteella (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, s. 43).

Alustava yleisaikataulu. Ennen urakkatarjouksen antamista pääurakoitsija laatii alustavan yleisaikataulun. Siinä sovitetaan tehtävät hankeaikatauluun, selvitetään hankkeen ajallinen kireystaso ja osoitetaan välitavoitteiden saavuttaminen. Alustavan yleisaikataulun perusteella arvioidaan myös hankkeen henkilöstöresursseja ja aikasidonnaisia kustannuksia. Laadinta tehdään karkealla tasolla. Aikatauluun valitaan 20-40 kappaletta tärkeimpiä tehtävänimikkeitä ja ne esitetään mitoitusperusteineen. Myös rakennusvaiheiden aloitus- ja valmistumisajankohdat osoitetaan alustavassa yleisaikataulussa. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, s. 43-44.)

Sopimusyleisaikataulu. Alustava yleisaikataulu käydään läpi sopimusneuvottelussa, jossa sitä muokataan ja tarkennetaan tarvittaessa. Hyväksyttynä se liitetään sopimukseen sopimusyleisaikatauluksi. Tässä aikataulussa tulee esittää sekä rakennuttajan että pääurakoitsijan kannalta tärkeät ajankohdat, kuten sakolliset välitavoitteet. Sopimusyleisaikataulu toimii rakennuttajan valvontatyökaluna hankkeen edetessä. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, s. 45.)

Työaikataulu. Päätoteuttaja tarkentaa sopimusyleisaikataulun työaikatauluksi, jolla kuvataan koko hankkeen kulku. Työaikataululla yhteen sovitetaan eri urakoitsijoiden työvaiheet, ja sitä käytetään aliurakoitsijoiden sopimusten ajallisten ehtojen määrittämiseen. Aikataulu toimii hankkeen viestinnän välineenä, josta eri osapuolet saavat oleellista tietoa työmaan työvaiheista, tapahtumista ja resurssien käytöstä. Laadinta tehdään aiempaa tarkemmin, kun tehtävät jaetaan alatehtäviin ja lohkoihin. Lohkoilla tarkoitetaan kohteen fyysisiä osia, joita voidaan tarkastella omina kokonaisuuksinaan. Lohkot muodostetaan esimerkiksi kerroksittain tai moduulilinjoittain. Lohkojaon avulla kokonaisaikataulua voidaan tiivistää, kun tehtävät aloitetaan lohkoittain aikaisemmin edeltävän tehtävän siirtyessä seuraavaan lohkoon. Työaikatauluun lisätään talotekniikkatöiden tehtävät. Kaikki tehtävät, niin pääurakoitsijan omat kuin aliurakoitsijoidenkin, esitetään mitoitettuina ja riippuvuuksineen. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, s. 45-47, 73.)

Talotekniikka-aikataulu. Talotekniset työt esitetään työaikataulussa, mutta ne voidaan esittää lisäksi omana aikataulunaan. Talotekniikka-aikataulu laaditaan yhteistyössä talotekniikkaurakoitsijoiden kanssa työaikatauluun perustuen. Aikataulussa esitetään talotekniset työt tekniikkajärjestelmittäin tai sopimuskokonaisuuksittain. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, s. 53.)

Rakentamisvaiheaikataulu. Työaikataulussa asetettujen tavoitteiden saavuttaminen varmistetaan rakentamisvaiheaikatauluilla. Aikataulut laaditaan erikseen hankkeen rakentamisvaiheille, tyypillisesti maanrakennus- ja perustusvaiheelle, runko- ja vesikatovaiheelle, sisävalmistusvaiheelle sekä viimeistely- ja luovutusvaiheelle. Rakentamisvaiheaikataulut muodostavat jatkumon, jossa yksittäisen aikataulun tavoitteena on tehdä kaikki työt, jotta seuraava rakentamisvaihe voidaan aloittaa. Aikataulussa esitetään rakennustekniset työt sekä tärkeimmät aliurakat mitoitettuina ja riippuvuuksineen. Laadinta tapahtuu yhteistyössä aliurakoitsijoiden kanssa, minkä tarkoituksena on aikataulun luotettavuuden ja urakoitsijoiden sitoutumisen lisääminen. Käännetty vaiheaikataulu tarkoittaa menettelyä, jossa aikataulun tehtävät ajoitetaan lopusta alkuun päin. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, s. 55-56.)

Viikkoaikataulu. Viikkoaikataulun tarkoituksena on rakentamisvaiheaikataulun ja työaikataulun mukaisten tavoitteiden saavuttaminen, resurssisuunnittelu ja aliurakoitsijoiden ohjaaminen lyhyellä aikavälillä. Viikkoaikataulu laaditaan viikoittain 1-3 viikon ajalle. Aikataulut voidaan laatia työkohteittain erikseen ja yhdistää yhdeksi viikkoaikatauluksi. Lyhyen aikavälin suunnittelussa keskeistä on tehtävien suorittamisen edellytysten varmistaminen. Tehtävän suorittamiseksi on oltava vapaa työkohte, suunnitelmat, koneet, kalusto, materiaalit, työntekijät ja riittävästi aikaa. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, s. 58-60.)

Tehtäväsuunnitelma. Tehtäväsuunnitelman tavoitteena on varmistaa, että yksittäinen tehtävä saavuttaa sille asetetut ajalliset, taloudelliset ja laadulliset tavoitteet. Tehtäväsuunnitelma leikkaa läpi muita suunnitelmia, kuten tehtävän aikataulutusta, kustannustavoitetta sekä resurssisuunnitelmia. Suunnitelma laaditaan hyvissä ajoin ennen tehtävän aloittamista sellaisista tehtävistä, jotka ovat kriittisiä ajallisesti, merkittäviä taloudellisesti, korkeita laatuvaatimuksiltaan tai tuntemattomia työnjohdolle sekä työntekijöille. Suunnitelma sisältää tehtävän alkutilan ja aloitusedellytysten määrittämisen, laajuuden sekä lopputilan, jollaisena työryhmä luovuttaa tehtävän tai kohteen seuraavalle työryhmälle. (Lindberg et al. 2012, s. 33-35.)

Hankinta-aikataulu. Hankinta-aikataulu täydentää hankkeen ajallista suunnittelua. Hankintatyö alkaa välittömästi hankkeen käynnistyttyä, mikä vaatii karkeaa hankintojen aikataulutusta jo hankkeen varhaisessa vaiheessa. Varsinainen tarkennettu hankinta-aikataulu laaditaan kun työaikataulu on tehty. Hankinta-aikataulu yhdistää hankinnat työaikatauluun, minkä tarkoituksena on oikea-aikainen materiaalien toimittaminen ja aliurakoiden aloittaminen. Hankintatapahtumat ajoitetaan toimituspäivästä taaksepäin. Toimitusta edeltäviä ja aikatauluun ajoitettavia tapahtumia ovat tarjouspyyntöjen lähettäminen, tarjousten vastaanotto ja käsittely sekä sopimuksen ja tilauksen teko. Hankinta-aikataulussa esitetään hankintakokonaisuudet sekä hankinnan vastuhenkilö. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, s. 51-52.)

Suunnitelma-aikataulu. Suunnitelmien ajoittamiseksi laaditaan suunnitelma-aikataulu. Aikataulussa esitetään suunnitelmat sekä ajankohdat, jolloin suunnitelmien tulee olla valmiina ja käytettävissä. Suunnitelma-aikataulu liittyy olennaisesti hankinta-aikatauluun, sillä suunnitelmat ovat esitietoina hankinnoille ja osana hankintojen tarjouspyyntöjä. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, s. 48.)

2.4 Tuotannon ajallinen ohjaus

Tuotannosuunnittelu ja tuotannonohjaus muodostavat kiinteän kokonaisuuden. Tuotannosuunnittelussa kuvataan aiottu toteutustapa, jolla rakennushanke valmistuu asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Rakennushankkeen monimutkaisuuden, kuten vaihtelevien olosuhteiden, tehtävien välisten riippuvuuksien ja useiden sidosryhmien vuoksi hyvin laadittujen suunnitelmien lisäksi oleellista on rakennustyön jatkuva ohjaaminen.

Tässä luvussa esitetään erilaisia näkökulmia tuotannonohjaukseen. PMI:n mukaan ajallinen valvonta ja ohjaus perustuvat määritettyihin prosesseihin. Ratu-kirjallisuus korostaa valvonnan visuaalisuutta ja tuotannonohjauksen läpinäkyvyyttä. Junnoson mukaan tuotannonohjaus on uusiutuvaa, ja se perustuu tarkoin laadittujen tehtäväsuunnitelmien mukaiseen toimintaan.

2.4.1 Aikataulunhallinnan valvonnan ja ohjauksen prosessit

PMI:n (Construction Extension to the PMBOK Guide 2008) mukaan rakennushankkeen aikataulunhallinnan valvonnan ja ohjauksen prosessiryhmässä on kaksi prosessia: aikataulun ohjaus ja edistymisen seuraaminen.

Aikataulun ohjaus. Aikataulun ohjaus on prosessi, jossa valvotaan projektin tehtävien nykytilaa. Prosessin tarkoituksena on päivittää projektin edistyminen sekä hallita tarvittavia muutoksia suunnitelmien saavuttamiseksi. Prosessi antaa keinoja poikkeamien tunnistamiseksi sekä korjaavien ja ennaltaehkäisevien toimenpiteiden suorittamiseksi.

Prosessin lähtötietoina toimivat projektin aikataulu, tehtävien arvioimiseksi käytetyt tehtävien ominaisuudet sekä tehtävien nykytila. PMI esittää erilaisia keinoja aikataulun ohjaamiseksi. Suorituskyvyn tarkastelulla mitataan, verrataan ja analysoidaan aikataulun suorituskykyä. Suorituskyvyn tarkastelun tekniikoiksi mainitaan

- trendianalyysi (trend analysis)
- kriittisen polun menetelmä (critical path method)
- kriittisen ketjun menetelmä (critical chain method)
- tuloksen arvo–menetelmä (earned value management).

Trendianalyysillä tutkitaan projektin suorituskykyä tietyn ajanjakson aikana suorituskyvyn nousemisen tai heikkenemisen havaitsemiseksi. Kriittisen polun menetelmässä keskitytään tarkastelemaan kriittisellä polulla olevien tehtävien edistymistä, sillä näillä tehtävillä on suora vaikutus projektin aikatauluun. Kriittisen ketjun menetelmässä tutkitaan aikatauluun asetettujen pelivarojen riittävyyttä. Tuloksen arvo-menetelmällä voidaan laskea suorituskyvyn tunnuslukuja, jotka ilmaisevat poikkeamat alkuperäisestä aikataulusta. Aikataulun ohjaamisen keinoiksi mainitaan suorituskyvyn tarkastelun lisäksi muun muassa erilaisten projektinhallintaohjelmistojen käyttö, vaihtoehtoisten suunnitelmien arviointi sekä aikatauluun asetettujen viiveiden hallinta.

Aikataulun ohjauksen prosessilla on useita tuloksia. Trendien ja suorituskyvyn tunnuslukujen perusteella saadaan muodostettua aikataulun ennusteita. Jos ennusteet ovat projektin kannalta epäedullisia, joudutaan suorittamaan korjaavia ja ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä. Näiden toimenpiteiden vuoksi sekä projektin aikataulu että tehtävien arviointiperusteet päivitetään.

Edistymisen seuraaminen. Edistymisen seuraaminen on prosessi, joka liittyy kehittyneiden edistymiskäyrien päivittämiseen. Tehtävien edistyminen kirjataan valitun ominaisuuden perusteella. Näitä ominaisuuksia ovat tehtävän kuluttamat resurssit, tehtävään kulunut aika tai havaittu tehtävän valmiusaste. Kirjattua edistymistä verrataan aiemmin laadittuun edistymisen tavoitekäyrään. Tämän tuloksena voidaan päivittää aikataulu, suunnitella korjaavat toimenpiteet edistymiskäyrän ollessa tavoitekäyrän alapuolella sekä oppia poikkeamien syistä.

2.4.2 Tuotannonohjaus ja aikataulun valvonta

Ratu-kirjallisuuden (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, s. 95-97) mukaan tuotannonohjauksen tarkoituksena on luoda edellytykset suunnitelmien mukaiselle toiminnalle. Yksittäisen tehtävän edellytyksiä ovat piirustukset, materiaalit, työntekijät, kalusto, vapaa työkohte, edeltävät työvaiheet ja olosuhteet. Luomalla edellytykset ennaltaehkäistään tuotannon poikkeamat suunnitellusta. Mikäli poikkeamia kuitenkin ilmenee, suunnitellaan

tarvittavat korjaustoimenpiteet sekä luodaan edellytykset myös korjaustoimien mukaiselle toiminnalle.

Jotta tuotantoa voidaan ohjata, tulee työmaan aikataulutilannetta valvoa. Koskenvesa ja Sahlstedt (2011) korostavat valvontavälineiden visuaalisuutta sekä tuotannonohjauksen läpinäkyvyyttä kaikille urakoitsijoille. Käyttämällä paikka-aikakaaviota, nähdään tehtävien eteneminen eri osakohteissa. Seurantaviivan poikkeama suunnittelusta voidaan havaita helposti. Seurantaviivan avulla voidaan ennustaa tehtävän valmistuminen tuotantonopeuden pysyessä samana. Valvontavinjetillä tehtävien vaiheita eri osakohteissa seurataan taulukon tai pohjakuvan avulla. Seurannan helpottamiseksi ja visualisoimiseksi käytetään värejä.

Tehtävien aikataulupoikkeamia esiintyy jos työt eivät käynnisty suunnitellusti, tehtävien suunnitellut tuotantonopeudet eivät toteudu, tuotanto keskeytyy tai tehtävä hajaantuu useaan osakohteeseen valmistumatta aiemmissa osakohteissa. Poikkeamien ennaltaehkäisemiseksi muutetaan työryhmien kokoja, korjataan tehtävien mitoitusta, sisältöä ja toteutustapaa sekä tarkennetaan toimitusten valvontaa. Poikkeaman ilmetessä resursseja lisätään, muutetaan tehtävien työsisältöä tai parannetaan työjärjestelyjä.

Koskenvesa ja Sahlstedt (2011) esittävät lisäksi Last Planner -menetelmän, jolla pyritään poistamaan aikataulupoikkeamien syitä. Tämä menetelmä käsitellään yksityiskohtaisesti luvussa 3.

2.4.3 Uusiutuva tuotannonohjaus

Uusiutuva tuotannonohjaus (Junnonen 1996, Koskenvesan ja Sahlstedtin 2011, s. 100-104 mukaan) on tulosjohtamiseen perustuva tuotannonohjauksen näkemys. Ajatuksena on, että suunnitelmien mukainen toiminta varmistetaan toteuttamiskelpoisilla tuotantosuunnitelmissa, jatkuvilla toteutusedellytyksillä sekä ennakoimalla ongelmia. Kaikille aikataulutehtäville laaditaan tuotantoa palvelevat tehtäväsuunnitelmat, ja työmaata pyritään ohjaamaan tehtävien tavoitteiden saavuttamisen kautta.

Tehtäväsuunnittelu tarkentaa yleisemmän tason tuotantosuunnitelmat tarkkuustasolle, jolla työmaan johto saa konkreettisia välineitä tuotannon valvontaan, johtamiseen ja ohjaukseen. Tehtäväsuunnitelman osa-alueita ovat

- sisällön määrittäminen
- riskien tunnistaminen
- suorittamisen edellytysten varmistaminen
- kustannustavoitteen tarkistaminen
- laatutavoitteiden määrittäminen
- ajallinen suunnittelu.

Tehtävän ajallisen suunnittelun alussa mitoitetaan sellainen työryhmä, jolla yleisaikataulussa tai rakentamisvaiheikataulussa asetettu ajallinen tavoite saavutetaan. Tehtävälle suunnitellaan välitavoitteet, joiden avulla tehtävän ajallista etenemistä seurataan. Aikataulu ja välitavoitteet käydään läpi työntekijöiden kanssa ennen tehtävän aloittamista. Aikataulun toteutumista valvotaan säännöllisesti, jotta mahdolliset poikkeamat ja niiden vaikutukset muihin tehtäviin havaitaan riittävän ajoissa. Jos tehtävän laajuus muuttuu tai

sen suorittamisen aikana ilmenee ongelmia, voidaan aikataulun avulla selvittää muutosten vaikutus tehtävän ajalliseen toteutumiseen ja muihin tehtäviin. Jos tehtävän todellinen aikataulu poikkeaa suunnitellusta, järjestetään ohjauspalaveri, jonka tarkoituksena on löytää keinoja aikataulutavoitteen saavuttamiseksi. Tällaisia keinoja ovat esimerkiksi työryhmän koon tai tehtävän sisällön muuttaminen.

3 LAST PLANNER – TUOTANNONOHJAUSMENETELMÄ

Tässä luvussa esitetään Last Planner –tuotannonohjausmenetelmä. Luvun alussa käydään läpi menetelmän taustaa. Menetelmä perustuu perinteisen tuotannonohjauksen kritisointiin sekä sen pohjalta esitettyihin vaatimuksiin tehokkaammalle tuotannonohjausmenetelmälle. Lisäksi rakennusalalla on tunnistettavissa muitakin ongelmia, jotka antavat alalle aihetta uudistua. Lean –rakentaminen pyrkii ratkaisemaan näitä ongelmia. Seuraavaksi esitellään Last Planner –menetelmän kehittyminen vaiheittain nykymuotoonsa. Lopuksi käydään läpi aiheeseen liittyvien tutkimusten havaintoja sekä kotimaasta että kansainvälisesti.

3.1 Menetelmän tausta

Last Planner –menetelmän taustaa lähestytään kolmesta eri suunnasta. Ensimmäisenä esitetään perinteisen tuotannonohjauksen kritiikki, jonka Ballard perustaa Koskelan tuotantoteorialle. Seuraavaksi tunnistetaan rakennusalalla vallitsevia ongelmia. Lopuksi esitetään Lean –rakentaminen, joka on uusi rakennusalan tuotantofilosofia. Autonvalmistaja Toyotan Lean –ajattelun soveltamisella rakentamiseen pyritään ratkaisemaan alan ongelmia.

3.1.1 Tuotannonohjauksen kritiikki

Koskelan (2000) mukaan tuotannon TFV -teoria voidaan muodostaa kolmesta erillisestä teoriasta. Näitä teorioita on aiemmin käsitelty itsenäisinä, mutta Koskelan mukaan ne tulee nähdä toisiaan täydentävinä.

Transformation. Transformation –teoria eli muutosteoria on ollut tuotannon teoreettisista malleista hallitsevin. Teorian mukaan jokainen tuotannon prosessi voidaan nähdä panosten ja tuotosten järjestelmänä. Resursseja kutsutaan panoksiksi, jotka muutosprosessi muuttaa tuotoksiksi. Teoriaan liittyy tuottavuuden käsite, jolla mitataan tuotosten suhdetta käytettyihin panoksiin. Muutosprosessi voidaan jakaa alaprosesseihin, joita optimoimalla muutosprosessia kehitetään. Teorian mukaan alaprosessien kustannuksia pienentämällä koko muutosprosessin kokonaiskustannukset pienenevät. Tuotoksen arvo koostuu resurssien kustannuksista sekä muutosprosessin tuomasta lisäarvosta. (Koskela 2000, s. 38-49.)

Flow. Tuotannon Flow –teoria eli virtausteoria kritisoii muutosteoriaa. Kritiikin mukaan tuotannolla on ulottuvuus, alaprosessien väliset tapahtumat, joita muutosteoria ei havaitse. Teoria lisää ajan tuotannon resurssiksi ja esittää, että aikaa kulutetaan sekä

muutosmallin mukaisissa että muutosmalliin kuulumattomissa toiminnoissa. Muutosteoriana kuulumattomat toiminnot ovat tarpeettomia muutoksen näkökulmasta. Näitä toimintoja kutsutaan arvoa tuottamattomaksi hukaksi. Hukan poistaminen on teorian keskeisin periaate. Muita periaatteita ovat läpimenoajan lyhentäminen, vaihtelevuuden vähentäminen, tuotannon yksinkertaistaminen, joustavuuden lisääminen sekä läpinäkyvyyden kasvattaminen. (Koskela 2000, s. 52-71.)

Value generation. Myös tuotannon Value generation –teoria eli arvontuottoteoria kritisoii muutosteoriana. Arvontuottoteorian mukaan muutos itsessään ei ole arvokasta, mutta tuotoksen vastaavuus asiakkaan asettamiin vaatimuksiin on. Arvontuottoteoria eroaa selvästi muutosteoriana. Teoria huomioi toimittajan toiminnoista myös tuotesuunnittelun sekä tuotteen toimittamisen varsinaisen tuotannon lisäksi. Lisäksi teoria huomioi asiakkaan. Panokset määritetään asiakkaan mukaisesti, ja tuotokset nähdään asiakkaan vaatimusten täyttämisenä. Poiketen sekä muutosteoriana että virtausteoriasta, arvontuottoteoria ei keskity varsinaiseen tuotantoon, vaan tuotannon valvontaan. (Koskela 2000, 74-85.)

Koskelan (2000, s. 87-88) mukaan mainitut kolme tuotantoteoriaa eivät kilpaile keskenään eivätkä ne ole vaihtoehtoisia. Päinvastoin, teorit ovat osittaisia ja toisiaan täydentäviä. Koskelan mukaan jokin näistä kolmesta teoriasta voidaan jättää huomioimatta vain äärimmäisissä tapauksissa. Tuotannon muutos-, virtaus- ja arvontuottoteorit yhdistävän TFV –teorian pääpiirteet on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Tuotannon TFV –teorian pääpiirteet. (Suomennettu lähteestä Koskela 2000, s. 89.)

	Muutos	Virtaus	Arvontuotto
Tuotannon hahmottaminen	Panosten muuttuminen tuotoksiksi	Materiaalien virta, joka koostuu muutoksesta, tarkastuksista, liikkeestä ja odottamisesta	Prosessi, jossa asiakas arvo luodaan täyttämällä asiakkaan vaatimukset
Pääperiaatteet	Tuotannon toteuttaminen tehokkaasti	Hukan eli arvoa tuottamattomien toimintojen poistaminen	Arvohukan poistaminen
Esimerkkejä menetelmistä ja käytännöistä	Kokonaisuuden osittaminen, materiaalinhallinta, organisaation vastuunjakotaulukko	Jatkuva virtaus, tuotannon imuohjaus, jatkuva parantaminen	Asiakasvaatimusten kerääminen, tuotekehitys
Käytännön panos	Tehdään se mikä täytyy tehdä	Tehdään mahdollisimman vähän turhaa työtä	Varmistetaan, että asiakas arvo tuotetaan parhaalla mahdollisella tavalla
Ehdotettu nimi käytännön sovellukselle	Tehtävien hallinta	Virtauksen hallinta	Arvon hallinta

Ballardin (2000a) mukaan rakennusalan tuotantoteoriat ja käytännöt ovat saaneet vaikutteensa projektinhallinnasta toimialan projektiluonteisuuden vuoksi. Ballard lainaa Koskelaa (1992), jonka mukaan keskittyminen projektien ainutkertaisuuteen ja projektimuotoisiin organisaatioihin on lannistanut halun oppia teollisuudenaloista, jotka eivät perustu projekteihin. Ballard nostaa esille PMI:n mukaisen projektin aikataulunhallinnan, jota on käsitelty tämän tutkimuksen luvussa 2. Hänen mukaansa PMI keskittyy Koskelan TFV-teorian näkökulmista ainoastaan muutosprosesseihin huomioimatta olleenaan virtausta tai arvontuottoa. Ballardin mukaan PMI:n käsitys projektinhallinnasta (project management) poikkeaa merkittävästi tuotannonohjauksesta (production control) jättäen ilmaan kysymyksen: Kuka hallitsee tuotantoa ja miten?

Ballardin mukaan perinteiset projektinhallinnan keinot eivät kykene vastaamaan tähän, koska niiden tarkoituksena on saattaa toiminnot vastaamaan suunnitelmia. Esimerkiksi tuloksen arvo –menetelmä (earned value) voi antaa väärää tietoa projektin tilasta. Kustannuksia ja työtunteja voi kertyä suunnitelman mukaisesti, mutta menetelmä ei huomioi, onko tehty työ oikeaa ja onko se tehty oikeaan aikaan. Kokonaisuuden osittaminen (work breakdown structure) vastaavasti esittää kokonaisuuden jakamisen hallittaviin ja ohjattaviin osiin ottamatta mitään kantaa itse tuotantoprosessiin. Projektinhallinnan perinteinen näkemys on, että poikkeamat suunnitelmista on korjattava. Keinoja poikkeamien korjaamiseksi ei kuitenkaan esitetä. Ballard viittaa aikaisempaan tutkimukseensa Howellin kanssa (Howell & Ballard 1996) ja väittää, että hyviä päätöksiä poikkeamien syistä tai korjaavista toimenpiteistä on mahdotonta tehdä ainoastaan tuotavuus- ja edistymisdatan perusteella tuntematta työn virtausta. Projektinhallinnasta tulee siirtyä tuotannonohjaukseen, joka käsittää tuotannon materiaalien ja ammattiryhmien välisen tiedon virtana. Tämän virran tarkoituksena on tuottaa arvoa asiakkaalle sekä sidosryhmille.

Tuotannon virtauksen säännöstelemiseksi tunnistetaan kaksi ensisijaista tapaa. Työntöohjauksessa (push system) materiaaleja ja tietoa vapautetaan tuotantoon ennalta määritettyjen suunnitelmien ja aikataulujen perusteella. Vastaavasti imuohjauksessa (pull system) materiaaleja ja tietoa vapautetaan tuotantoon sen hetkisen tilanteen, kuten keskeneräisen työn ja aloituskelpoisten tehtävien perusteella. (Hopp & Spearman 1996, Ballardin 2000a mukaan.) Koskela (2000, s. 60) väittää, että imuohjauksella on useita etuja työntöohjaukseen verrattuna, esimerkiksi tuotannon läpimenoajan lyhentämiseksi. Ballardin mukaan perinteiset projektinhallinnan keinot viittaavat selvästi työntöohjaukseen.

3.1.2 Vaatimukset tehokkaalle tuotannonohjausmenetelmälle

Ballard esittää vaatimukset tehokkaalle tuotannonohjausmenetelmälle. Vaatimukset perustuvat perinteisen tuotannonohjauksen kritiikkiin sekä muualla kirjallisuudessa esitettyihin vaatimuksiin. Ballard nostaa esille erityisesti Koskelan (1999) viisi tuotannonohjauksen periaatetta. Vaatimuksen tehokkaalle tuotannonohjausmenetelmälle on esitetty kuvassa 4.

- Vaihtelevuutta on lievennettävä, ja jäljelle jäänyt vaihtelevuus on hallittava.
- Tehtävien on oltava aloitusedellytysten suhteen toteuttamiskelpoisia.
- Tehtävien toteutumista mitataan ja valvotaan.
- Tehtävän toteutumatta jäämisen syyt selvitetään ja poistetaan.
- Jokaiselle työryhmälle tai tuotantoyksikölle ylläpidetään toteuttamiskelpoisten tehtävien puskuria.
- Tulevien tehtävien aloitusedellytyksiä valmistellaan aktiivisesti.
- Perinteistä aikatauluun perustuvaa työntöohjausta täydennetään imuohjauksella.
- Tuotannonohjauksella helpotetaan työn virtausta ja arvontuottoa.
- Projekti käsitetään väliaikaisena tuotantojärjestelmänä.
- Tuotannonohjauksen päätöksenteko on jaettu.
- Tuotannonohjaus vastustaa pyrkimystä osaoptimointiin.

Kuva 4. *Vaatimukset tehokkaalle tuotannonohjausmenetelmälle. (Ballard 2000a.)*

Näihin vaatimuksiin vastaava Last Planner –tuotannonohjausmenetelmä esitetään luvussa 3.2.

3.1.3 Rakennusalan ongelmat

Tuotannonohjauksen kritiikin lisäksi rakennusosalalla on muitakin ongelmia, jotka viittaavat alan tarpeeseen uudistua.

Rakennusalan tuottavuus. Tuottavuudella tarkoitetaan tuotosten suhdetta panoksiin. Tuottavuus on korkeimmillaan kun tuotokset valmistetaan kuluttamalla mahdollisimman vähän panoksia. Kansallisesti rakentaminen on merkittävä ala ympäri maailmaa, joten alan tuottavuudella on suoria vaikutuksia kansantalouteen. Rakennusalan tuottavuus on kuitenkin alhaista muihin aloihin verrattuna. Suomessa rakennusalan tuottavuuden kehitys on ollut 0,6 prosenttia vuodessa ajanjaksolla 1980-2007, mikä on selvästi alhaisempi kuin palvelualoilla keskimäärin (ETLA, Merikallion ja Haapasalon 2009 mukaan). Ilmiö näyttää olevan kansainvälinen. Koskenvesan (2010) mukaan Ruotsissa rakennusteollisuuden tuottavuuden on raportoitu kasvaneen 1,7 prosenttia vuodessa koko teollisuuden 2,9 prosenttiin verrattuna vuosina 1963-1998. Forbesin (2011, s. 23-31) mukaan rakennusalan tuottavuus on kasvanut Yhdysvalloissa 0,78 prosenttia, mikä on alle puolet muista kuin maatalouden toimialoista. Forbes kuitenkin huomauttaa, että tehdasmaisen teollisuuden aloilla tuottavuutta mitataan määrällisillä suureilla, kun taas rakennusosalalla mitattavat suureet ovat usein laadullisia. Hän lisää, että rakennusala hyötyisi, jos alalle vakiinnutettaisiin määrällisiä tuottavuuden mittareita. Heikon tuottavuuden syiksi Forbes mainitsee muun muassa tehottomat johtamiskäytännöt, projektinomistajien vaatimattomat tavoitteet tuottavuudelle ja laadulle, kasvanut aliurakoinnin määrä, innovaatioiden ja parhaiden käytäntöjen hidas omaksuminen ja projektien ainutlaatuisuus.

Hukka. Kuten aiemmin todettiin, hukalla tarkoitetaan arvoa tuottamatonta toimintaa.

Useat tutkimukset osoittavat, että merkittävä osa rakentamisesta on hukkaa. Koskenvesa et al. (2010) mainitsevat tutkimuksia, joiden mukaan rakentamisen hukka asettuu 30 ja 70 prosentin välille tutkimuksesta riippuen. Myös Ratu-kirjallisuuden mukaiset työmenekit sisältävät 30-60 prosentin hukan. Hukan määrä työmenekeissä ei ole juurikaan muuttunut, mikä osoittaa, että tuotannon hukka näyttää olevan hyväksytty ilmiö (Koskenvesa et al. 2010).

Osapuolien erillisuus. Perinteiset rakennushankkeet muodostuvat useista kahdenvälisistä sopimuksista. Tämä luo pystysuoran suhteiden ketjun, joka ei onnistu yhdistämään osapuolia toisiinsa sopimusrajojen yli. Tällaisen sopimusrakenteen seurauksena osapuolet toimivat omien taloudellisten tavoitteiden mukaisesti. Tämä johtaa omien hyötyjen maksimointiin riippumatta siitä onko toiminta vahingollista vai hyödyllistä hankkeen muille osapuolille. (Smith et al. 2011, s. 5.)

Tuotantoketju. Suuri osa rakennusalan ongelmista saa alkunsa eri osapuolten tai toimintojen välisistä rajapinnoista. Taulukossa 4 on tunnistettu näitä rakennushankkeen tuotantoketjun ongelmia eri rajapinnoissa.

Taulukko 4. Rakennushankkeen tuotantoketjun rajapintojen ongelmat. (Suomennettu ja muokattu lähteestä Vrijhoef et al. 2001.)

ASIAKAS - SUUNNITTELU	SUUNNITTELU - TOTEUTUSSUUNNITTELU
Asiakkaan toiveiden löytäminen	Epäselvät dokumentit
Muutokset asiakkaan toiveissa	Muutokset suunnittelussa
Pitkä prosessi muutosten aikaansaamiseksi	Pitkä prosessi muutosten hyväksyttämiseksi
TOTEUTUSSUUNNITTELU - HANKINTA	HANKINTA - TAVARANTOIMITTAJA
Epätarkka data	Epätarkka data
Käyttökelvottomat toteutussuunnitelmat	Lähtötietojen puuttuminen
	Haitallinen tinkiminen
	Muutokset tilauksissa
HANKINTA - ALIURAKOITSIJA	HANKINTA - TYÖMAA
Epätarkka data	Epätarkka data
Lähtötietojen puuttuminen	Lähtötietojen puuttuminen
Haitallinen tinkiminen	Toteutuskelvoton suunnittelu
Muutokset tilauksissa	
TAVARANTOIMITTAJA - ALIURAKOITSIJA	TAVARANTOIMITTAJA - TYÖMAA
Toimitukset eivät suunnitelmien mukaisia	Toimitukset eivät suunnitelmien mukaisia
Väärät ja vialliset toimitukset	Väärät ja vialliset toimitukset
Pitkä varastointiaika	Pitkä varastointiaika
Hankalat pakkaukset	Hankalat pakkaukset
Suuret toimitukset	Suuret toimitukset
TYÖMAA - VIIMEISTELY	VIIMEISTELY - KÄYTTÖÖNOTTO
Valmistumisen laatuongelmat	Ratkaisemattomia laatuongelmia
	Viivästynyt käyttöönotto

3.1.4 Lean –rakentaminen

Lean –ajattelu perustuu autonvalmistaja Toyotan tuotantojärjestelmään (Toyota Production System, TPS). Termi Lean vakiintui, kun tätä uutta ja erinomaista tuotantojärjestelmää alettiin tutkia tarkemmin. The Machine That Changed the World –kirjassa Womack, Jones ja Roos (1990) selittävät kuinka Lean –tuotanto kuluttaa vain puolet resursseista, joita tuotannossa yleensä käytetään. (Forbes 2011, s. 45-46.)

Toyotan tuotantojärjestelmä poikkeaa massatuotannosta. Massatuotannossa pyritään tuottamaan suuria määriä samanlaisia tuotteita pienillä yksikkökustannuksilla. Tiettyyn rajaan asti myös viat sallitaan. Toyotan Lean –tuotannossa pyritään tarjoamaan suuri määrä tuotevaihtoehtoja hyväksymättä yhtään vikaa, arvoa tuottamatonta toimintaa tai välivarastoa. (Forbes 2011, s. 46.) Olennainen osa Toyotan tuotantojärjestelmää on JIT –periaate (Just In Time). Pohjimmiltaan JIT:n tarkoituksena on tuottaa juuri oikeaan aikaan juuri se mitä halutaan. JIT on imuohjautuvaa tuotantoa, joka käynnistyy asiakkaan vaatimuksista ja etenee tuotannon eri vaiheissa. Massatuotannossa pidetään yllä lopputuotteiden varastoa, josta asiakas voi valita haluamansa. JIT –periaatteen mukaisessa tuotannossa halutaan vastata todellisiin asiakasvaatimuksiin. JIT johtaa pienempiin varastoihin, pienempään määrään keskeneräistä työtä sekä lyhyempään läpimeno-aikaan. (Forbes 2011, s. 50.)

Toyotalla huomattiin, että massatuotantoon liittyy runsaasti hukkaa. Hukkaa tunnistettiin seitsemää eri tyyppiä.

1. *Ylituotanto.* Ylituotanto johtaa markkinoiden kysyntää suurempiin tuotantomääriin.
2. *Odottaminen.* Odottaminen tuotannon eri vaiheiden välillä johtaa menetettyyn työpanokseen.
3. *Kuljettaminen.* Tuotteen kuljettaminen paikasta toiseen lisää energiankulutusta.
4. *Prosessointi.* Väärät prosessointitavat kuluttavat enemmän panoksia kuin tuotoksen valmistaminen vaatii.
5. *Varastointi.* Tarpeeton varastointi nostaa varastointikustannuksia.
6. *Liike.* Turha liike johtaa tuottamattomaan työskentelyyn.
7. *Vikojen korjaus.* Viallinen tuote on korjattava.

Hukka on minimoitava, sillä jokainen hukan tyyppi johtaa tarpeettomiin kustannuksiin. (Forbes 2011, s. 47-48.)

Womack ja Jones (1996, Forbesin 2011, s. 61-63 mukaan) esittävät Lean –tuotannon viisi periaatetta, jotka soveltuvat jokaiseen organisaatioon.

1. *Arvon tunnistaminen.* Asiakkaan haluaman arvon tunnistaminen ja tuottaminen on ehdotonta.
2. *Arvovirran kartoittaminen.* Tuotteen arvovirran kartoittaminen paljastaa hukan sekä auttaa sen poistamisessa. Osallistujien sekä sidosryhmien välinen yhteistyö on vakiinnutettava.
3. *Virtauksen luominen.* Arvoa tuottavien vaiheiden välille on luotava virtaus.

4. *Imuohjauksen hyödyntäminen.* Kaikki osapuolet hyödyntävät imuohjausta vastatakseen asiakkaan vaatimuksiin.
5. *Täydellisyyteen pyrkiminen.* Täydellisyyteen on pyrittävä, vaikka se ei olisi mahdollista.

Lean –rakentaminen (Lean Construction) on Lean –ajattelun soveltamista rakennus-alalle. Lean Construction Instituten perustajajäsenet Greg Howell ja Glenn Ballard näkevät Lean –rakentamisen uutena tapana hallita rakentamista. Lean –rakentamisen tavoitteet, periaatteet ja tekniikat muodostavat yhdessä perustan uudelle projektin toimintavalle. (Forbes 2011, s. 45.)

Lean –rakentaminen on kehittynyt 1990-luvulta lähtien. Koskela (1992) esitti tutkimuksessaan tehdasmaisen tuotannon tekniikoiden soveltamista rakennus-alalle. Koskela muotoili uuden rakennusalan tuotantofilosofian Toyotan tuotantojärjestelmään perustuen. Kyseessä oli nimenomaan tuotantofilosofia, eikä se perustunut teknologian kehittämiseen. Koskela nosti esille tuotannon TFV –teorian, arvoa tuottamattomien toimintojen juurisyyt sekä tuotannon periaatteet. Muut tutkijat ovat kehittäneet Lean –rakentamista Koskelan luomalle perustalle tavoitteena tuoda alalle sopivia Lean –työkaluja. Lisäksi on perustettu useita Lean –rakentamista tukevia järjestöjä. (Forbes 2011, s. 53-53.)

Lean –rakentaminen poikkeaa merkittävästi perinteisestä, PMBOK:n mukaisesta rakennushankkeen projektinhallinnasta. Lean –rakentamisessa toiminta optimoidaan koko projektin näkökulmasta, kun taas perinteisen projektinhallinnan keinoilla on taipumusta erillisten tehtävien ja urakoiden osaoptimointiin. Lean –rakentamisessa hyvästä suorituksesta palkitaan kaikki osapuolet eikä vain sellaista osapuolta, joka on onnistunut muiden kustannuksella. Lyhyen aikavälin suunnittelu ja ohjaus korostuvat Lean –rakentamisessa. Tällä pyritään tehtävien valmistumiseen ajallaan, vaihtelun vähentämiseen sekä tehtävien virtaan työryhmien välillä. Myös perinteisessä projektinhallinnassa korostetaan suunnittelua ja ohjausta. Päähuomio on kuitenkin yksittäisten tehtävien ajallisessa ja taloudellisessa onnistumisessa, jolloin suunnittelemattomien ja ennalta arvaamattomien tapahtumien huomioiminen on puutteellista. PMBOK:n mukainen projektinhallinta on toimivaa yksinkertaisissa ja hyvin ennakoitavissa projekteissa. Monimutkaisissa projekteissa, joissa on paljon epävarmuutta, Lean –rakentaminen on olettavasti tehokkaampi projektinhallintatapa. (Forbes, s. 59-60.)

Rakennus-alalle on kehitetty useita työkaluja, jotka edesauttavat Lean –rakentamisen mukaista toimintaa sekä pyrkivät ratkaisemaan rakennusalan tavanomaisia ongelmia. Yksi näistä työkaluista on Last Planner –menetelmä, jonka kehittyminen esitetään seuraavaksi.

3.2 Menetelmän kehittyminen

Last Planner –menetelmä on kehittynyt vuodesta 1993 alkaen. Menetelmä mainittiin tuolloin tutkielmassa, joka esiteltiin International Conference for Lean Construction

(IGLC) -perustamiskonferenssissa. Ensimmäinen nimenomaan Last Planner –menetelmään liittyvä julkaisu on vuodelta 1994. (Ballard & Howell 2004.)

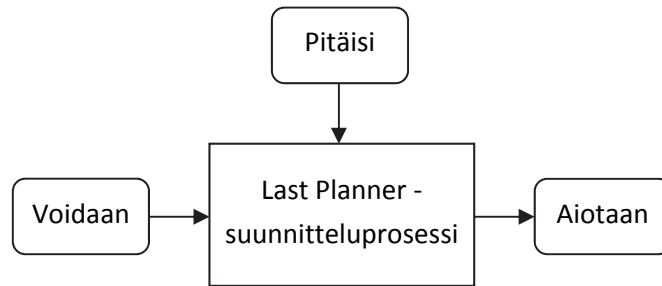
Tässä luvussa esitetään menetelmän kehittyminen. Kehittymisen vaiheita ovat viikkosuunnittelu, viikkosuunnittelun valvonta ja oppiminen, valmisteleva suunnittelu sekä käännetty rakentamisvaihe aikataulu. Luvun lopussa esitetään Last Planner – prosessi kokonaisuudessaan.

3.2.1 Viikkosuunnittelu

Yksi tehokkaimmista tavoista nostaa tuottavuutta on parantaa suunnittelua. Parempi suunnittelu nostaa tuottavuutta muun muassa vähentämällä myöhästymisiä, edesauttamalla työn tekemistä oikeassa järjestyksessä, sovittamalla yhteen työvoiman ja tehtävät sekä koordinoimalla toisistaan riippuvia toimintoja. Suunnittelun parantamiseksi on kuitenkin ylitettävä useita rakennusalalle tyypillisiä esteitä:

1. Työnjohto keskittyy estämään haitalliset tapahtumat ja laiminlyö pyrkimyksen läpilyönteihin.
2. Suunnittelua ei pidetä järjestelmänä vaan suunnittelusta vastaavien henkilöiden kykyinä ja taitoina.
3. Suunnittelua pidetään aikataulutuksena, ja suunnittelu työryhmien tasolla laiminlyödään.
4. Suunnittelun tehokkuutta ei mitata.
5. Suunnitelmien epäonnistumisen syitä ei analysoida juurisyiden paljastamiseksi. (Ballard 1994, s. 1.)

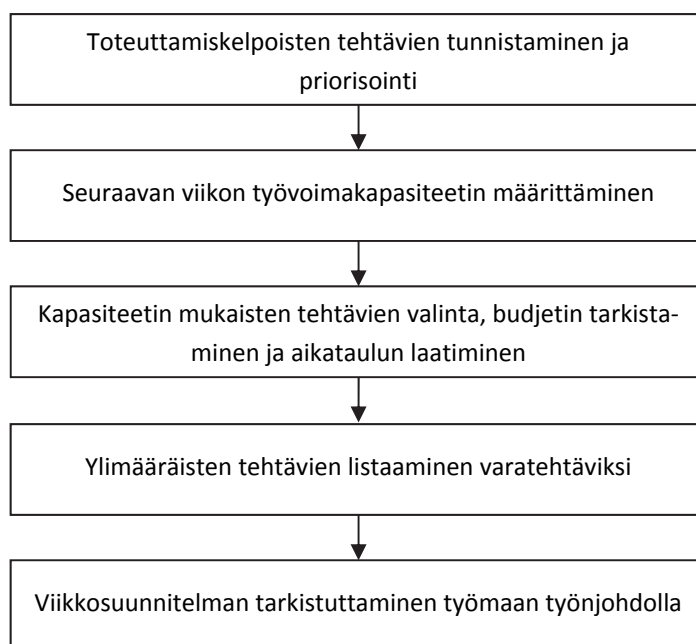
Rakennushankkeen suunnittelua tehdään organisaation eri tasoilla kaikissa hankkeen vaiheissa. Organisaation ylimmän tason suunnitelmat keskittyvät projektin yleisen tason tavoitteisiin ja rajoitteisiin. Nämä suunnitelmat ohjaavat alemman tason suunnitelmia, kunnes viimeisenä jokin henkilö tai ryhmä päättää mitä lähitulevaisuudessa todella tehdään. Viimeinen suunnitelma on tehtävän toimeksianto. Henkilö tai ryhmä, joka tuottaa toimeksiantoja on Last Planner – viimeinen suunnittelija. Toimeksianto on sitoumus työryhmältä muulle organisaatiolle, missä työryhmä esittää suunnitteluprosessin tuloksena mitä **aiotaan** tehdä. Tämän tulee vastata parhaalla mahdollisella tavalla sitä mitä projektin tavoitteiden mukaan **pitäisi** tehdä. Ehtona on kuitenkin, että aiotut tehtävät **voidaan** tehdä. (Ballard 1994, s. 2-3.) Tämä Last Planner –suunnitteluprosessin perus-idea on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Last Planner –suunnitteluprosessin perusidea. (Suomennettu lähteestä Ballard 1994)

Oleellista on erottaa se mitä **pitäisi** tehdä siitä mitä todella **voidaan** tehdä. Työnjohdon ei tule painostaa alaisia tekemään sitä mitä **pitäisi** tehdä välittämättä työn esteistä. Esteet, kuten epäsäännölliset tavarantoimitukset ja edeltävien työvaiheiden ennalta arvaamaton valmistuminen mitätöivät yhteyden sen välillä mitä **pitäisi** tehdä ja mitä **aiotaan** tehdä. (Ballard 1994, s. 3.)

Aiotut tehtävät tulee siten valita toteuttamiskelpoisten tehtävien joukosta. Tämä on tärkeä vaihe suunnitelman luotettavuuden ja työn virtauksen parantamiseksi. Varmistamalla tehtävän toteuttamiskelpoisuus pystytään suojautumaan epävarmuudelta ja monimutkaisuudelta, joita rakennushankkeen työkulkuun liittyy. Valitut tehtävät muodostavat viikkosuunnitelman (weekly work plan), joka on sitoumus siitä mitä **aiotaan** tehdä. Toteuttamiskelpoisuuden lisäksi valittujen tehtävien tulee olla projektin etenemisen kannalta mielekkäitä sekä laajuudeltaan viikkosuunnitelmaan sopivia. (Ballard & Howell 1994, s. 5-6.) Työryhmän vastuuhenkilön menettelytapa viikkosuunnitelman laatimiseksi on esitetty kuvassa 6.

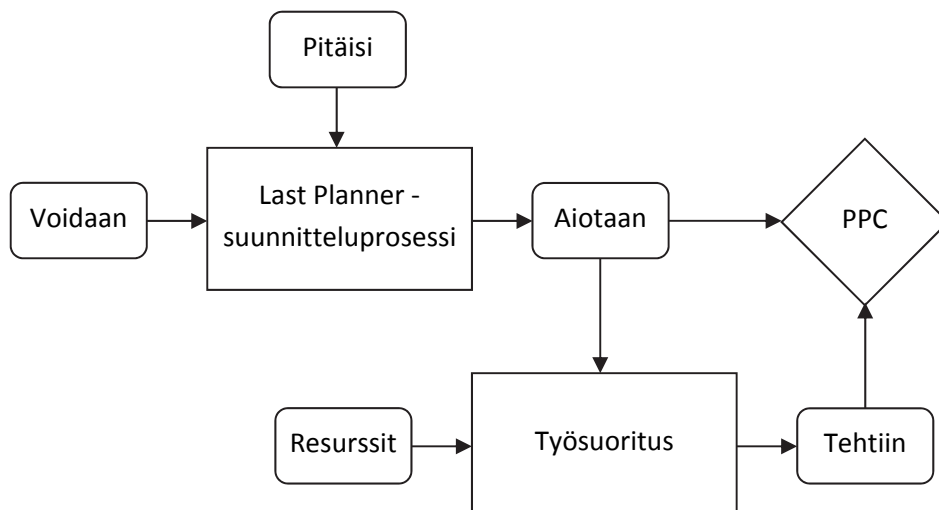


Kuva 6. Työryhmän vastuuhenkilön menettelytapa viikkosuunnitelman laatimiseksi. (Suomennettu ja muokattu lähteestä Ballard & Howell 1998, s. 13.)

Toteuttamiskelpoisten tehtävien priorisointi tehdään työmaan tarpeiden sekä työryhmän oman ammattitaidon perusteella. Työvoimakapasiteetin määrittämisessä otetaan huomioon lomapäivät sekä muut tiedossa olevat poissaolot. Viikkosuunnitelmaan valitaan ne tehtävät, jotka **voidaan** tehdä työvoimakapasiteetin puitteissa. Ylimääräiset, mutta toteuttamiskelpoiset tehtävät ovat varatehtäviä, joita suoritetaan esimerkiksi ongelmatilanteissa tai tehtävien valmistuessa suunniteltua aiemmin. Työmaan työnjohto tarkistaa viikkosuunnitelman ja teettää tarvittaessa korjaukset suunnitelmaan. (Ballard & Howell 1998, s. 13-14.)

3.2.2 Viikkosuunnittelun valvonta ja oppiminen

Viikkosuunnitelman toteutumista valvotaan vertaamalla **aiottuja** tehtäviä siihen mitä todella **tehtiin**. PPC (Percent Plan Complete) on prosenttimuotoinen luku, joka lasketaan jakamalla toteutuneiden tehtävien lukumäärä viikkosuunnitelman tehtävien lukumäärällä. Tilanteessa, jossa kaikki viikkosuunnitelman tehtävät toteutuvat, PPC-luku on 100%. (Ballard 1994.) Työsuorituksen ja PPC-luvun liittyminen Last Planner –suunnitteluprosessiin on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Työsuorituksen ja PPC-luvun liittyminen Last Planner –suunnitteluprosessiin. (Suomennettu ja muokattu lähteestä Ballard & Howell 1994, s. 8.)

Viikoittain laskettavasta PPC-luvusta tulee työmaan ohjauksen ja oppimisen työkalu. Jos **aiottuja** tehtäviä jää suorittamatta, eli PPC-luku on alle 100%, tulee syyt tähän selvittää. Työsuorituksesta vastaavan henkilön tulee tunnistaa miksi tehtävä jäi suorittamatta. Analysointi johtaa juurisyihin, mikä edelleen johtaa oppimiseen. Juurisyvät eivät välttämättä liity työsuoritukseen, vaan niitä voidaan löytää organisaation eri tasoilta, prosesseista tai toiminnoista. PPC-luku kasvaa juurisyihin reagoimalla. Tällä on suora yhteys työn tuottavuuteen, laatuun ja aikataulussa pysymiseen. (Ballard 1994.)

3.2.3 Valmisteleva suunnittelu

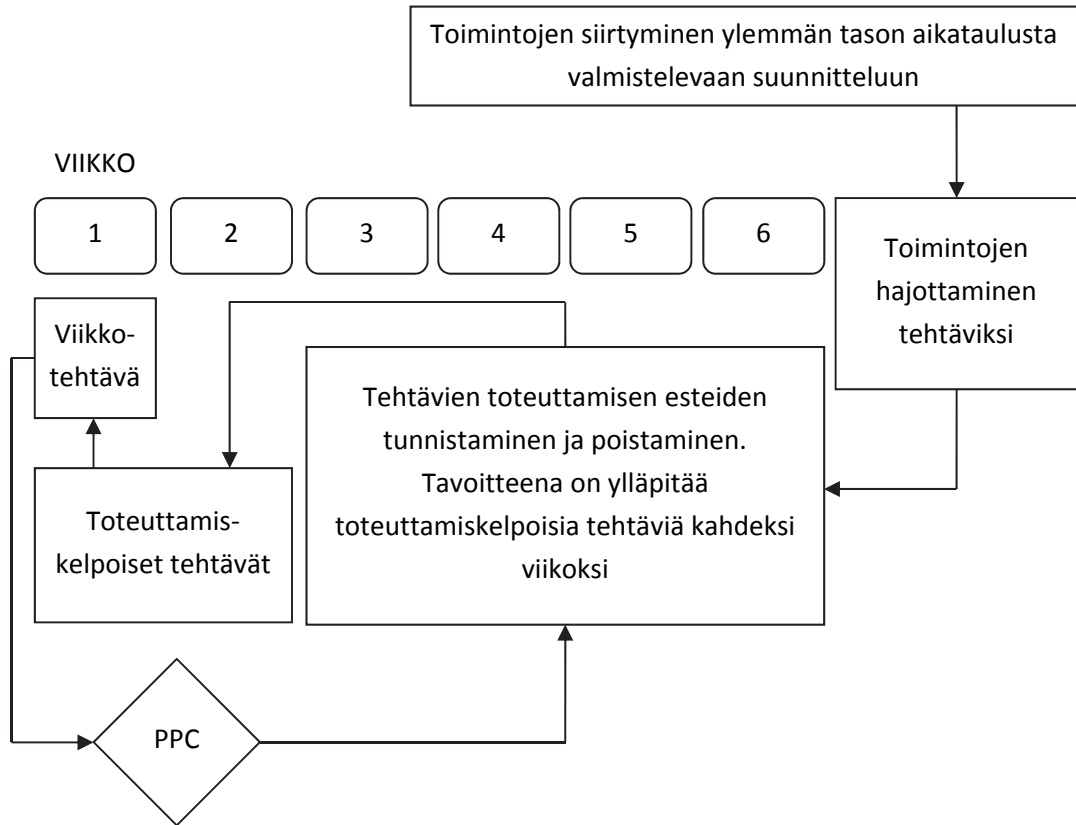
Rakennushankkeen ylimmän tason aikataulut, kuten yleisaikataulu, tehdään hankkeen varhaisessa vaiheessa. Näiden suunnitelmien epätarkkuuden vuoksi hankkeissa joudutaan tekemään lisäksi valmistelevaa suunnittelua (lookahead planning). Valmistelevan suunnittelun tarkoituksena on saada työnjohto havaitsemaan lähitulevaisuuden tapahtumia ja varautumaan niihin. Valmisteleva suunnittelu ei ole kuitenkaan toiminut halutulla tavalla. Usein tyydytään ainoastaan siirtämään ylemmän tason aikatauluja lyhyelle aikavälille ottamatta mitään kantaa aikataulutettujen tehtävien toteuttamiskelpoisuuteen. Ballardin (1997) tapaustutkimuksessa valmistelevalle suunnittelulle asetettuja tavoitteita ei saavutettu. Yksi syy epäonnistumiseen oli valmistelevan suunnittelun menettelytapojen riittämätön kehittäminen, mikä nostettiin ensimmäiseksi jatkokehityskohteeksi.

Väitöskirjassaan Ballard (2000a) esittää Last Planner –menetelmän mukaisen valmistelevan suunnittelun prosessin yksityiskohtaisesti. Tällä prosessilla on useita tavoitteita:

- Muodostaa työn virtauksen järjestys ja nopeus.
- Yhteen sovittaa työmäärä ja työkapasiteetti.
- Hajottaa ylemmän tason suunnitelmien tehtävät viikkosuunnitelmaan sopiviksi.
- Kehittää yksityiskohtaisia tehtävien suorittamistapoja.
- Ylläpitää toteuttamiskelpoisten tehtävien luetteloa.
- Päivittää ylemmän tason suunnitelmia tarvittaessa.

Nämä tavoitteet voidaan saavuttaa prosessin mukaisilla täsmällisillä toimenpiteillä.

Prosessin keskeinen väline on potentiaalisten tehtävien aikatauluttaminen seuraaville viikoille valmistelevaksi suunnitelmaksi. Ainoastaan tehtävien siirtäminen ylemmän tason suunnitelmasta valmistelevaan suunnitelmaan ei ole tarkoituksenmukaista. Lähtötietona valmistelevalle suunnitelmalle suositellaan käytettäväksi rakentamisvaiheaikataulua, joka on laadittu yhdessä rakentamisvaiheeseen osallistuvien työntekijöiden kanssa. Tähän palataan tarkemmin seuraavassa alaluvussa. Valmistelevaan suunnitelmaan kerätään tehtäviä, jotka **pitäisi** tehdä lähitulevaisuudessa. Valmistelevan suunnitelman aikajänne valitaan tapauskohtaisesti 3-12 viikon väliltä. Tehtävien toteuttamisedellytyksiä aletaan valmistella tunnistamalla ja poistamalla toteuttamisen esteitä. Esteitä on useaa eri tyyppiä, esimerkiksi sopimukseen, suunnitelmiin, materiaaleihin, edeltäviin töihin, välineisiin ja resursseihin liittyen. Vasta kun kaikki toteuttamisen edellytykset ovat olemassa, eli esteet on poistettu, voidaan tehtävä siirtää viikkosuunnitelmaan varsinaiseksi tehtäväksi tai varatehtäväksi. Tällainen tehtävien vapauttaminen tuotantoon, vasta kun toteuttamisen edellytykset ovat olemassa, on imuohjauksen soveltamista. (Ballard 2000a.) Valmistelevan suunnittelun prosessin on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Valmisteleavan suunnittelun prosessi. (Suomennettu ja muokattu lähteestä Ballard 2000a.)

Kuvan 8 valmisteleavan suunnittelun aikajänne on kuusi viikkoa. Valmisteleavan suunnittelun siirretään tehtäviä, jotka on ajoitettu ylemmän tason aikatauluissa kuuden viikon päähän. Tehtävien toteuttamisen esteitä tunnistetaan ja poistetaan neljän viikon ajan, minkä tarkoituksena on ylläpitää toteuttamiskelpoisia tehtäviä kahden viikon ajalle. Nämä ovat silloin tehtäviä, jotka **voidaan** tehdä.

3.2.4 Käännetty rakentamisvaihe aikataulu

Rakentamisvaihe aikataulun laatiminen (phase planning) yhdistää rakennushankkeen kokonaisuuden jäsentämisen ja tuotannon ohjauksen. Ilman sitä ei voida olla varmoja, että toteuttamisedellytyksiä valmistellaan oikeille tehtäville ja että tehtävät suoritetaan oikeaan aikaan hankkeen tavoitteiden saavuttamiseksi. (Ballard & Howell 2004)

Rakentamisvaihe aikataulu perustuu yleisaikataulun tavoitteisiin ja luo perustan valmistelevalle suunnittelulle. Rakentamisvaihe aikataulu ilmoittaa mitä työtä **pitäisi** tehdä. Aikataulu laaditaan imuohjauksella käännettyssä järjestyksessä, eli määrittelemällä toimintoja ja tehtäviä rakentamisvaiheen lopusta alkuun. Imuohjauksella pyritään tunnistamaan sellaisia tehtäviä, joiden tekeminen valmiiksi vapauttaa lisää työtä. Aikataulun laatimiseen osallistuvat kaikkien töitä tekevien osapuolten edustajat. Osallistujat tunnistavat rakentamisvaiheeseen liittyvät tehtävät ja järjestävät ne yhdessä parhaaksi näke-

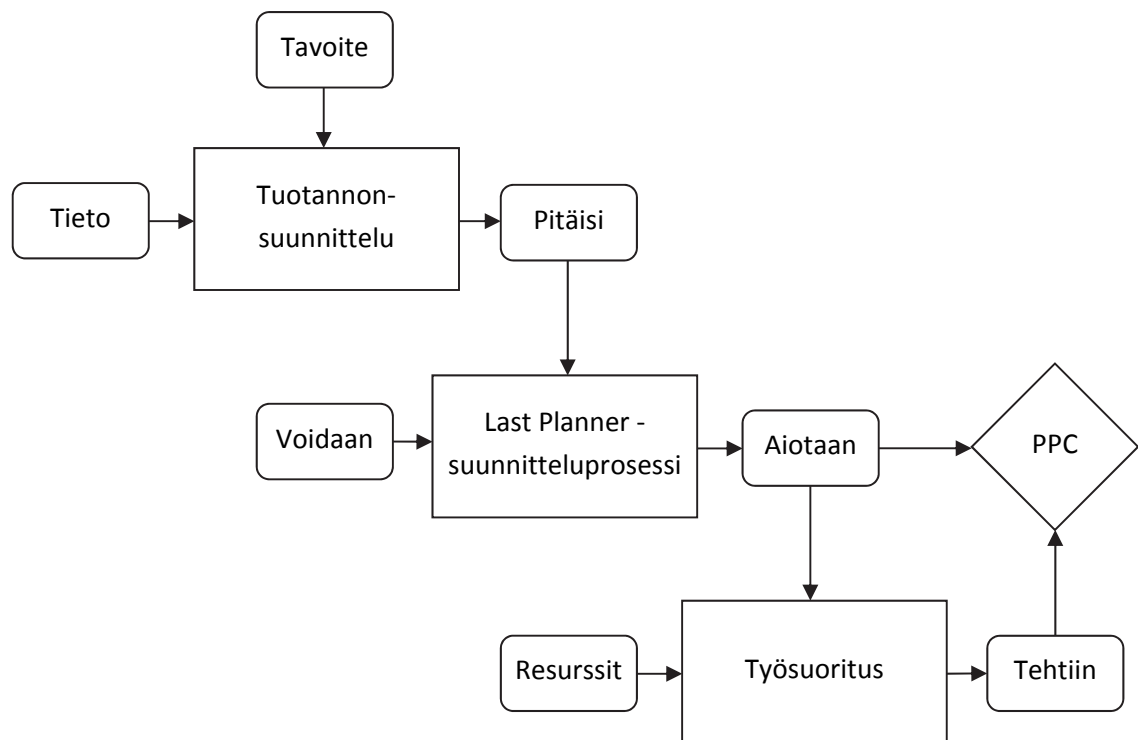
määnsä järjestykseen. Tämän jälkeen tehtävien kestot mitoitetaan, mikä paljastaa mahdolliset pelivarat sekä rakentamisvaiheen aloittamisen ajankohdan. Rakentamisvaiheikataulun laatimisen prosessi koostuu yhdeksästä vaiheesta:

1. Tunnista rakentamisvaiheeseen kuuluvat työt.
2. Määritä rakentamisvaiheen valmistumisen ajankohta.
3. Määritä rakentamisvaiheen valmistumiseksi vaadittavat tehtävät sekä järjestä ne oikeaan järjestykseen lopusta alkua kohti. Huomioi sovitut välitavoitteet.
4. Määritä tehtävien kestot ilman tehtäviin sisältyvää epävarmuutta.
5. Tarkastele tehtäväverkkoa uudelleen sen kokonaiskeston lyhentämiseksi.
6. Määritä rakentamisvaiheenärkevä aloittamisajankohta.
7. Jos rakentamisvaiheeseen liittyy pelivaroja, päätä niiden käytöstä. Pelivara on suositeltavaa käyttää häiriöherkimmille tehtäville.
8. Varmista, että ryhmä hyväksyy välitavoitteet sekä pelivarojen käytön. Jos näin ei ole, suunnittele tai aseta välitavoitteet uudelleen.
9. Jos aikataulussa on edelleen ylimääräistä aikaa, päätä ajan käytöstä joko aikataulun tiivistämiseen tai sallimalla tehtäville pidempiä kestoja. (Ballard 2000b, s. 2-3.)

Ballard ja Howell (2004) vertaavat rakentamisvaihesuunnittelua perinteiseen rakennushankkeen kokonaisuuden osittamiseen (work breakdown structure). Kokonaisuuden osittaminen perinteisellä tavalla jättää huomioimatta tehtävien keskinäiset riippuvuudet, kuten samalla työpisteellä työskentelyn tai samojen resurssien käytön. Tämä johtaa saavuttamattomiin tavoitteisiin aikatauluissa, ja ongelmien ratkaisu jätetään työryhmien huoleksi. Last Planner -menetelmän mukainen rakentamisvaiheen aikataulun laatiminen tuo varsinaisen tuotannon lähemmäs kokonaisuuden osittamista. Aikataulun laatiminen yhdessä työtä tekevien osapuolten kesken korostaa työryhmien välisiä rajapintoja tämän ongelman ratkaisemiseksi.

3.2.5 Last Planner –prosessi kokonaisuudessaan

Last Planner –menetelmä lisää tuotannonohjauksen osaksi projektinhallintaa. Last Planner voidaan ymmärtää koneistona, joka muuttaa sen mitä **pitäisi** tehdä sellaiseksi mitä **voidaan** tehdä. Käännetyllä rakentamisvaiheikataululla esitetään ne tehtävät, jotka **pitäisi** tehdä. Valmistelevalle suunnittelulle näille tehtäville luodaan toteuttamisedellytyksiä, jotta ne **voidaan** tehdä. Last Planner –menetelmässä ylläpidetään toteuttamiskelpoisten tehtävien listaa, joista viikkosuunnitelmat laaditaan. Viikkosuunnitelma on tehtävän vastuuhenkilön sitoumus siitä mitä **aiotaan** tehdä. (Ballard 2000a.) Viikkosuunnitelmaa verrataan siihen mitä todella **tehtiin**, ja syyt tehtävien toteutumatta jäämiselle analysoidaan. Last Planner –prosessi on esitetty kokonaisuudessaan kuvassa 9.



Kuva 9. Last Planner –prosessi kokonaisuudessaan. (Suomennettu ja muokattu lähteestä Ballard 2000a.)

3.3 Aiemmat tutkimukset

Last Planner –menetelmää on tutkittu runsaasti. Menetelmän käyttöönottoa on tutkittu kansainvälisesti ja kotimaassa erilaisiin rakennushankkeisiin liittyen. Lisäksi on tutkittu menetelmän eri osa-alueita sekä menetelmän suhdetta muihin tuotannonohjausmenetelmiin. Esimerkiksi IGLC julkaisee aiheeseen liittyviä tutkimuksia lähes vuosittain. Tämän luvun alussa esitetään ensimmäinen laajamittainen käyttöönottotutkimus Suomessa sekä menetelmän kehityspolku Suomessa. Tämän jälkeen kuvataan neljä kansainvälistä käyttöönottotutkimusta eri maanosista sekä esitetään tutkimusten keskeisimmät tulokset. Luvun lopussa esitetään tutkimus, joka kokoaa yhteen 26 käyttöönottotutkimuksessa havaitut Last Planner –menetelmän hyödyt ja haasteet.

3.3.1 Käyttöönottotutkimus Suomessa

Koskelan ja Koskenvesan (2003) Last Planner –menetelmän käyttöönottotutkimukseen osallistui neljä rakennusliikettä, joista jokainen nimesi tutkimukseen yhden kokeilutyömaan. Työmaakokeilut järjestettiin vuonna 2002 ja ne kestivät 26 kalenteriviikkoa. Työmaakokeiluissa keskityttiin seuraaviin Last Planner –menetelmän osiin:

- Luodaan viikkosuunnitelma, jossa tehtävien edellytykset on varmistettu.
- Saadaan osapuolet sitoutumaan viikkosuunnitelman tehtävien läpivientiin.
- Tarkistetaan viikkosuunnitelman tehtävien toteutuminen.

- Herätetään ja käynnistetään järjestelmällinen valmisteleva suunnittelu, jossa luodaan seuraavien viikkojen tehtäville edellytyksiä.
- Selvitetään tehtävien toteutumatta jäämisen syyt ja ennaltaehkäistään ne jatkossa.

Tutkimuksessa ei käsitelty rakentamisvaihesuunnittelua, ja tehtävän toteutumatta jäämisen syihin vaikuttaminen jätettiin työmaiden oman aktiivisuuden varaan. Työmaakoelija arvioitiin tutkimuksessa kolmella eri tavalla:

1. Vaikuttaako Last Planner –menetelmä työmaan henkilöstön näkökulmasta hyödylliseltä, ottaen huomioon sen vaatiman työpanoksen?
2. Johtaako Last Planner -menetelmä tosiasiallisesti tuotannollisiin hyötyihin?
3. Miten onnistui kunkin Last Planner –menetelmän osan käyttöönotto?

Tutkimuksen tulosten perusteella Last Planner –menetelmää pidetään hyödyllisenä. Viikkosuunnittelun merkitys ennakoivana, edellytyksiä varmistavana sekä työmaan toimintaa ohjaavana menettelynä ymmärrettiin ja todistettiin jokaisella työmaalla. Menetelmä todettiin myös tuotannollisesti hyödylliseksi. 26 viikon aikana PPC-luku nousi 16 prosenttiyksikköä 57 prosentista 73 prosenttiin verrattaessa kokeilun viiden ensimmäisen ja viiden viimeisen viikon keskiarvoja. PPC-luvulla katsotaan olevan selvä yhteys tuottavuuden nousuun, vaikka tuottavuutta ei tutkimuksessa mitattukaan. Tutkimuksessa onnistuttiin hyvin lähes jokaisen Last Planner –menetelmän osan käyttöönotossa. Jokaisella työmaalla onnistuttiin luomaan viikkosuunnitelma, jossa tehtävien edellytykset on luotu. Osapuolten sitouttamisessa tehtävien läpivientiin on kuitenkin vielä kehittämistä, ja toimintatavat vaihtelivat työmaittain. Tehtävien toteutumisen arviointi PPC-luku laskemalla koettiin innostavaksi, ja sen katsottiin luovan pientä kilpailuhenkeä. Valmisteleva suunnittelu ei muuttunut kaikilta osin konkreettiseksi tekemiseksi, mutta kokemukset loivat positiivisia odotuksia jatkoa ajatellen. Syyt tehtävien toteutumatta jäämiselle selvitettiin hyvin, ja sillä oli selkeästi opettava vaikutus.

3.3.2 Menetelmän kehityspolku Suomessa

Koskenvesa ja Koskela (2012) tarkastelevat Last Planner –menetelmän kymmenvuotista kehityspolkua Suomessa. Tutkimuskysymyksiä ovat: Miten muutos Last Planner –menetelmän käyttöönottamiseksi on sujunut? Mitä voidaan oppia? Missä olemme nyt? Olemmeko käännekohdassa?

Ensimmäisen, luvussa 3.3.1 mainitun käyttöönottotutkimuksen jälkeen Last Planner näytti asettuvan Suomeen, mutta ainoastaan menetelmänä. Lean –rakentamisen potentiaalia tuotannon hallinnan järjestelmänä ei vielä ymmärretty. Siten onkin väärin väittää, että tuotannon hallinnan tavat ovat muuttuneet Suomessa Last Plannerin myötä. Tutkimuksessa havaittiin, että ihmisillä on vaikea poistaa mukavuusalueelta uusien asioiden oppimiseksi. Last Planner –menetelmän käyttöönotto levisi kuitenkin useille rakennusliikkeille, ja samanlaisia käyttöönottotutkimuksia suoritettiin useilla rakennustyömailla. Menetelmän sisällöstä julkaistiin ohjekirja, ja Lean Construction Institutin sertifioima kouluttaja tarjosi yrityksille koulutusta. Aiheesta on lisäksi tehty useita opinnäytetöitä sekä artikkeleja ammattilehtiin.

Kymmenen vuoden kehityspolku on näyttänyt missä tulee oppia suuremman kehitysaskeleen ottamiseksi. Tutkimuksen mukaan ongelmakohtia ovat yleisaikataulun vahva asema, vaikeudet ongelmien havaitsemisessa, yhteistoiminnan estävät sopimukset sekä väärin ymmärretty kehittäminen. Tällä hetkellä Last Planner –menetelmä on josain muodossa käytössä useissa yrityksissä. Työn virtaus ja luotettavuus eivät ole soveltamisessa etusijalla, mutta suunta on oikea. Menetelmä leviää yrityksissä sekä vaaka-suunnassa (työmailta toisille) että pystysuunnassa (johdolta työmaille). Asiasta innostuneet työntekijät vievät käytännön mukanaan vaihtaessaan työnantajaa. Suomesta puuttuu kuitenkin yritys, joka käyttää Last Planner -menetelmää järjestelmällisesti ja laajasti toiminnoissaan.

3.3.3 Tutkimukset ulkomailla

Käyttöönottotutkimus Meksikossa. Meksikossa tutkittiin Last Planner –menetelmän käyttöönottoa yhden pääurakoitsijan seitsemässä projektissa. Toimintatutkimus kesti yhteensä yhdeksän kuukautta. Tutkimuksen tavoitteena oli löytää Last Planner –menetelmän tuottama lisäarvo kunnioittaen samalla kohdemaan ja kohdeyrityksen kulttuuria. Aineistoa kerättiin haastatteluilla, johtamiskäytäntöjä arvioivalla kyselytutkimuksella sekä havainnoimalla aikataulusuunnittelun kokouksia. Ennen käyttöönottoa arvioitiin aikataulusuunnittelun prosessin nykytilaa sekä järjestettiin Lean -rakentamisen ja Last Planner –menetelmän koulutukset. Tutkimuksen tulosten perusteella Last Planner –menetelmän käyttöönoton hyötyjä ovat osapuolten integrointi, parantunut suunnittelun hallinta sekä parantunut resurssien organisointi ja johtaminen. Käyttöönoton kriittisiä menestystekijöitä ovat roolien ja vastuiden selkeä määrittely, johdon sitoutuminen, sinnikkyys valvoa prosessia päivittäin, sidosryhmien sitoutuminen ja tasokas koulutus. Käyttöönoton haasteita ovat eri kieliryhmien välinen kommunikointi, sidosryhmien vaihtuvuus ja uusien osapuolten ottaminen mukaan ilman koulutusta. (Cerveró-Romero et al. 2013.)

Käyttöönottotutkimus Nigeriassa. Last Planner –menetelmän käyttöönottoa tutkittiin Nigeriassa. Suunnittelutieteellisessä tutkimuksessa Last Planner –menetelmä otettiin käyttöön yhdellä hostellityömaalla. Käyttöönoton vaikutuksia verrattiin samanlaisiin ja samanaikaisesti toteutettuihin kolmeen työmaahan, joissa Last Planner –menetelmää ei käytetty. Jokaisesta neljästä hostellityömaasta vastasi eri urakoitsija. Aineistoa kerättiin haastatteluilla, osallistuvalla ja ei-osallistuvalla havainnoinnilla, dokumenttien analysoinnilla sekä kyselytutkimuksella. Aineistoa kerättiin 21 viikon ajan. Ensimmäisen muutaman viikon ajan mitattu PPC-luku oli alhainen lähinnä muutosvastarinnan vuoksi. Myöhemmin PPC-luku asettui noin 80 prosentin tasolle. Merkittävin syy tehtävien toteutumatta jäämiseen oli materiaalien saatavuus. Tähän vaikuttivat voimakkaat hintojen nousut sekä pitkät etäisyydet toimittajilta työmaalle. Seuraavaksi merkittävin syy olivat edeltävät työvaiheet. Last Planner –menetelmää käyttänyt urakoitsija erottui merkittävästi muista urakoitsijoista hankkeen ajallisen, taloudellisen ja laadullisen tehokkuuden osalta. Hanke valmistui kaksi kuukautta tavoitetta aiemmin, vaikka rakentaminen alkoi kolme kuukautta myöhässä. Kolmesta muusta hankkeesta yksi oli viisi ja toinen kuusi

kuukautta myöhässä, kun taas kolmas joutui keskeyttämään rakennustyöt kustannusten ylittymisen vuoksi. Haasteena oli Last Planner –menetelmän käyttöönotto kesken rakennushankkeen. Tätä helpotti tutkijan nimeäminen koordinaattoriksi. Muita haasteita olivat sitoutumattomuus muutokseen, epätodelliset odotukset sekä ylimmän johdon sitoutumattomuus. Menestystekijöitä Last Planner –menetelmän käyttöönottoon ovat kouluttaminen, tiedottaminen ja johdon vahva sitoutuminen. (Ahiakwo et al. 2013.)

Käyttöönottotutkimus Saudi-Arabiassa. Toimintatutkimuksessa tutkittiin Last Planner –menetelmän käyttöönottoa kahdessa rakennushankkeessa Saudi-Arabiassa, joista molemmista vastasi eri pääurakoitsija. Tutkimuksen päätavoite oli avustaa käytännön johtamistyötä tunnistamalla käyttöönoton hyötyjä, kriittisiä menestystekijöitä sekä haasteita. Tutkimus ja aineiston hankinta vaiheistettiin seuraavalla tavalla. Ensimmäisessä vaiheessa järjestettiin työpaja, jossa koulutettiin Lean –rakentamista sekä Last Planner –menetelmän käyttöönottoa. Tässä vaiheessa suoritettiin haastatteluja, joiden tarkoituksena oli selvittää nykyiset johtamisen toimintatavat. Toisessa vaiheessa otettiin käyttöön viikkosuunnittelu, PPC-luvun laskeminen sekä toteutumatta jääneiden tehtävien juurisyiden analysointi. Kolmannessa vaiheessa lisättiin valmistelevan suunnittelun ja rakentamisvaihesuunnittelun käyttöönotto. Toinen ja kolmas vaihe kestivät 18 viikkoa, jonka aikana tutkija osallistui viikoittaisiin aikataulusuunnittelun kokouksiin toimien niissä koordinaattorina. Tänä aikana aineistoa kerättiin haastatteluilla sekä osallistuvalla ja ei-osallistuvalla havainnoinnilla. Neljännessä ja viimeisessä vaiheessa järjestettiin kyselytutkimus, jossa osallistuneet saivat raportoida käyttöönoton hyödyistä, kriittisistä menestystekijöistä sekä haasteista. Tutkimuksen tulosten mukaan PPC-luku vakiintui ensimmäisessä hankkeessa ensimmäisen viikon 69 prosentista 86 prosentin tasolle hankkeen lopussa. Vastaavasti toisessa hankkeessa PPC-luku vakiintui alun 56 prosentista 80 prosentin tasolle. Yleisin tehtävän toteutumatta jäämisen syy ensimmäisessä hankkeessa oli edeltävät työvaiheet kun taas toisessa hankkeessa se oli työvoiman saatavuus. Seuraavaksi yleisimpiä syitä olivat materiaalien saatavuus ja tilaajan byrokraattinen hyväksymisprosessi. Last Planner –menetelmän käyttöönoton hyötyjä ovat tutkimuksen mukaan töiden ja resurssien suunnittelun helpottuminen, epävarmuuden vähentyminen, työnjohdon parantuminen, tuottavuuden lisääntyminen sekä oppimisen kehittyminen. Käyttöönoton kriittisiä menestystekijöitä ovat ylimmän johdon sitoutuminen, annettuihin lupauksiin sitoutuminen, eri osapuolten välinen kommunikointi, läheiset suhteet tavarantoimittajiin sekä muutosvastarinnan johtaminen. Käyttöönoton haasteita ovat tilaajan pitkä hyväksymisprosessi, aika-käsitys Lähi-idän kulttuurissa sekä useiden alihankkijoiden osallistuminen. (AlSehaimi et al. 2009.)

Käyttöönottotutkimus Etelä-Koreassa. Last Planner –menetelmän käyttöönottoa tutkittiin kahdella metrotöyömaalla. Tutkimus selvittää miten työn virtauksen luotettavuus parani sekä esittää käyttöönoton vaatimukset ja haasteet. Tutkimus eteni seuraavalla tavalla. Ensimmäisessä vaiheessa laskettiin viikkosuunnitelmien PPC-luvut ja analysointiin syyt tehtävien toteutumatta jäämiselle. PPC-luvut olivat käyttöönoton alussa 62 ja 63 prosenttia. Toisen vaiheen alussa järjestettiin koulutustilaisuus, jossa otettiin käyttöön valmisteleva suunnittelu sekä esteiden poistaminen. Tämän lisäksi jokaiselle

tehtävälle lisättiin tuloksen arvo –laskenta, minkä tarkoituksena oli tiukentaa tehtävien ajallista ja taloudellista valvontaa. Valmisteleavan suunnittelun käyttöönotto nosti PPC-luvut 79 ja 75 prosenttiin. Kolmannessa vaiheessa PPC-luku nousi molemmissa hankkeissa 85 prosentin tasolle, mutta ei ylittänyt sitä. Osapuolten mielestä tuloksen arvo –laskenta oli syynä tähän. Sen katsottiin ohjaavan viikkosuunnitelman tehtävien valintaa toteuttamiskelpoisista tehtävistä sellaisiin, jotka nostavat eniten tuloksen arvoa. Kolmannessa vaiheessa tuloksen arvo –laskenta poistettiin, mutta PPC-luku ei noussut tämän seurauksena. PPC-lukua laskettiin tutkimuksessa yhteensä 12 viikon ajalta. Tutkimuksen tulosten perusteella tuloksen arvon laskeminen osana viikkosuunnitelmaa voi kuitenkin lisätä työn virtauksen epävarmuutta. Lisäksi tutkimuksessa havaittiin organisaatioon liittyviä ongelmia. Työn suunnittelusta vastasi projektia ohjaava ryhmä eikä rakentamisesta vastaava ryhmä. Projektia ohjaavalla ryhmällä ei ollut riittävästi tietoa rakennustyön esteistä, kuten edeltävien työvaiheiden tilanteesta. Korjaa toimenpide on tuoda nämä eriytyneet osapuolet lähemmäs toisiaan. Muita haasteita olivat työntekijöiden vaikeus kieltäytyä toteuttamiskelpoisista tehtävistä sekä työryhmien vastuuhenkilöiden osaamattomuus töidensä aikatauluttamiseen. (Kim & Jang 2005.)

Käyttöönoton hyödyt ja haasteet. Fernandez-Solis et al. (2013) suorittivat kaksivaiheisen tutkimuksen, jonka tarkoituksena oli selvittää Last Planner –menetelmän käyttöönoton hyötyjä ja haasteita. Ensimmäisen vaiheen kirjallisuuskatsaus käsitti 26 käyttöönototutkimusta vuosilta 2000-2009. Kirjallisuuskatsauksella tunnistettiin ja koottiin yhteen havaitut käyttöönoton hyödyt ja haasteet. Toisen vaiheen kyselytutkimus syvennyi ensimmäisessä vaiheessa havaittuihin johdon ja keskijohdon haasteisiin. Taulukossa 5 on esitetty tutkimuksessa havaitut käyttöönoton hyödyt sekä havaintojen lukumäärä tutkitusta aineistosta. Vastaavasti taulukossa 6 on esitetty käyttöönottoon liittyvät haasteet sekä havaintojen lukumäärät.

Taulukko 5. *Tutkimuksessa havaitut Last Planner –menetelmän käyttöönoton hyödyt. (Fernandez-Solis et al. 2013.)*

	Havaittu hyöty	Havainnot
1	Kasvanut työn virtauksen luotettavuus.	9
2	Lyhentynyt urakan toimitusaika tai tuotantoaika.	5
3	Parantunut toimitusketjun yhdentymisen.	3
4	Parantunut kommunikointi projektin osapuolten välillä.	3
5	Jokapäiväisten ongelmien vähentyminen.	3
6	Parantunut työskentelyn laatu rakennustyömaalla.	2
7	Parantuneet johdon käytännöt rakennushankkeissa.	2
8	Tiedon laajeneminen ja oppiminen projektiryhmien keskuudessa.	2
9	Vähentynyt stressitaso rakennustyömaalla.	2

Taulukko 6. Tutkimuksessa havaitut Last Planner –menetelmän käyttöönoton haasteet. (Fernandez-Solis et al. 2013.)

	Havaittu haaste	Havainnot
1	Organisaation voimattomuus tai vastustus muutosta kohtaan. ”Näin olemme tehneet ennenkin” –asenne.	16
2	Ymmärryksen puute uutta järjestelmää kohtaan ja vaikeus tehdä toteuttamiskelpoisia tehtävänantoja. Taitojen, koulutuksen tai kokemuksen puute.	13
3	Sitoutumattomuus Last Planner -menetelmään tai negatiivinen asenne uutta järjestelmää kohtaan.	12
4	Johtajuuden puute, johdon sitoutumattomuus tai tuen puute yrityksen ilmapiirissä.	7
5	Sidosryhmien tuen puute.	5
6	Työnjohdon auktoriteetin puute sekä hidas hyväksyminen tilaajalta tai ylimmältä johdolta.	5
7	Käyttöönotossa syntyneen tiedon heikko hyväksikäyttö.	4
8	Sopimus- ja lakiasiat.	3
9	Osittainen tai liian myöhäinen käyttöönotto.	3
10	Huono ryhmäkemia tai yhteistyön puuttuminen.	2
11	Huono työetiikka tai kulttuurilliset ongelmat.	2
12	Lyhyen aikavälin visio.	2
13	PPC-luvun virheellinen tulkinta.	1

Tutkimuksen toisen vaiheen tulosten mukaan kouluttamista pidetään tärkeänä osana käyttöönottoa. Lisäämällä inhimillistä pääomaa organisaatiot voivat ottaa Last Planner –menetelmän käyttöön sujuvammin.

4 TUTKIMUSSTRATEGIA

Tämän luvun alussa esitetään tutkimusmetodi. Tutkimusmetodi esitetään ensin teoreettisesti, minkä jälkeen osoitetaan tämän tutkimuksen yhtymäkohdat esitettyyn teoriaan. Seuraavaksi kuvataan tutkimuksen suoritustapa. Tutkimuksen suorittaminen koostuu toimintaa muuttavasta interventtiosta, aineiston hankinnasta sekä aineiston käsittelystä. Luvun lopussa esitetään tutkimuksen kohdeyritys sekä toimintaympäristö. Kohdeyrityksen kehittämistoimenpiteet ja päämäärät luovat perustan tämän tutkimuksen olemassaololle.

4.1 Tutkimusmetodi

Järvinen ja Järvinen (2004) luokittelevat tutkimusmenetelmät samankaltaisten menetelmien ryhmiin. Näitä ryhmiä he kutsuvat tutkimusotteiksi. Tässä tutkimuksessa käytetään suunnittelutieteellistä eli konstruktivistista tutkimusotetta. Teoreettisessa mielessä konstruktivistisessa tutkimuksessa on kyse innovaation toteuttamisesta ja arvioinnista. (Järvinen & Järvinen 2004, s. 103-106.)

Innovaation toteuttaminen. Innovaation puuttuminen tai huonot tulokset vanhan innovaation käytöstä motivoivat rakentamaan uutta, johonkin konseptiin perustuvaa innovaatiota. Innovaation toteuttamisen alussa spesifiointiprosessin tarkoituksena on kuvata tavoitetilä. Implementointiprosessi tarkoittaa innovaation varsinaista toteuttamista, eli halutun tilanmuutoksen saavuttamista. Innovaation toteuttamisen tuloksia ovat käsitteistö, malli, metodi sekä realisointi. Käsitteistö muodostaa tutkimusaiheen sanaston. Vanhan käsitteistön käyttö tai täysin uuden käsitteistön luominen riippuu siitä, halutaanko innovaatio ottaa käyttöön uudella ja entisestä poikkeavalla tavalla. Malli ilmaisee käsitteiden väliset suhteet. Metodi kuvaa miten siirtyminen lähtötilasta tavoitetilään tullaan saavuttamaan. Realisointi on innovaation varsinaisen toteuttaminen käytännössä. (Järvinen & Järvinen 2004, s. 106-117.)

Innovaation arviointi. Innovaatiota arvioivan tutkimuksen tarkoituksena on arvioida käsitteistöä, mallia, metodia ja realisaatiota valitulla mittarilla. Käsitteistöä arvioidaan erityisesti helppokäyttöisyyden kannalta. Mallia arvioidaan sisäisen johdonmukaisuuden perusteella. Lisäksi voidaan arvioida miten hyvin malli vastaa todellisuutta. Metodia arvioidessa on oleellista selvittää metodin käytön tehokkuus, yleisyys ja helppous. Realisaation arviointi perustuu sen vaikuttavuuteen sekä vaikutuksiin ympäristölle ja käyttäjille. (Järvinen & Järvinen 2004, s. 118-127.)

Toimintatutkimus. Konstruktivistinen tutkimus voidaan rajata koskettamaan ainoastaan innovaation toteuttamista tai arviointi. Tämän tutkimuksen tutkimusmetodi on toimintatutkimus, joka yhdistää innovaatiota toteuttavan ja arvioivan tutkimuksen. Jäljem-

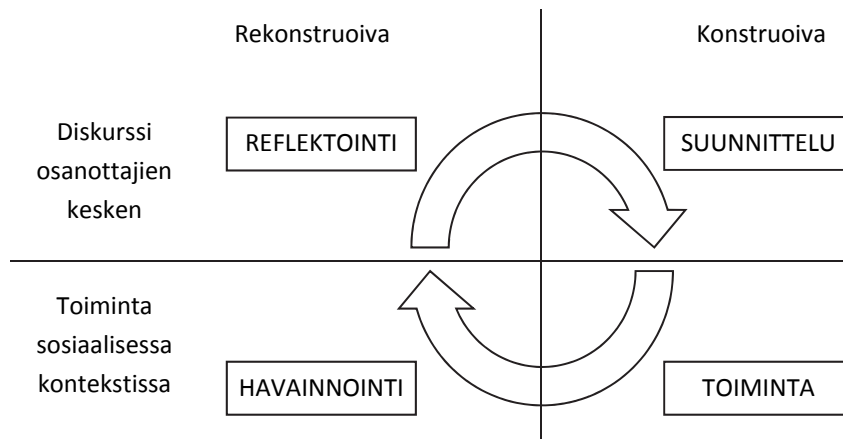
pänä kuitenkin todetaan, että innovaatio –sanan käyttäminen tässä tutkimuksessa on harhaanjohtavaa. Innovaation toteuttaminen ja arviointi muodostavat syklin, jota toistetaan tarvittava määrä. Susman ja Evered (1978, Järvisen ja Järvisen 2004 mukaan) tarkentavat toimintatutkimuksen syklit viiteen eri vaiheeseen:

1. Diagnosointi eli ongelman tunnistaminen ja määrittäminen.
2. Suunnittelu eli vaihtoehtojen tarkastelu ongelman ratkaisemiseksi.
3. Toteutus eli yhden vaihtoehdon valinta ja toimeenpano.
4. Arviointi eli seurausten tutkiminen.
5. Oppiminen eli yleisten löydösten tunnistaminen. (Järvinen & Järvinen 2004, s. 128-129.)

Aaltola ja Valli (2010, s. 214-215) pitävät toimintatutkimuksen esittelyä metodioppaassa harhaanjohtavana, koska se ei ole varsinainen tutkimusmenetelmä. Sen sijaan se on tutkimusstrateginen lähestymistapa, joka voi käyttää välineenään erilaisia tutkimusmenetelmiä. Toimintatutkimukselle on tunnusomaista toiminnan ja tutkimuksen samanaikaisuus sekä pyrkimys saavuttaa välitöntä ja käytännöllistä hyötyä tutkimuksesta. Päämäärä ei ole ainoastaan tutkiminen, vaan myös toiminnan samanaikainen kehittäminen. Toimintatutkimuksessa teoriaa ja käytäntöä ei nähdä toisistaan erillisinä, vaan pikemminkin saman asian eri puolina. Tutkimus lähtee ajatuksesta, että teoria on sisällä käytännössä ja päinvastoin.

Eskolan ja Suorannan (1998, s. 128) mukaan perinteiset näkemykset tutkimuksen objektiivisuudesta eivät päde toimintatutkimuksessa. Objektiivisuudella tutkimuksessa tarkoitetaan tavallisesti sitä, että tutkija pyrkii havainnoimaan kohdettaan sitä häiritsemättä. Ajatus perustuu siihen, että ihmisen toiminta ei ole luonnollista jonkun ulkopuolisen tarkastellessa sitä. Objektiivisuudelle vastakkainen ajatus on nähdä tutkimus avoimena toimintana, jossa tutkittavalle selvitetään avoimesti tutkimuksen tarkoitus, pyydetään heitä yhteistyöhön ja suorastaan pyritään vaikuttamaan positiivisesti heidän elämään. Toimintatutkimuksessa ei oteta etäisyyttä tutkittavaan kohteeseen, vaan päinvastoin sekaannutaan siihen.

Eräs toimintatutkimuksen lähtökohta on reflektiivinen ajattelu, minkä avulla pyritään pääsemään uudenlaiseen toiminnan ymmärtämiseen ja sitä kautta kehittämään toimintaa. Reflektoidessaan ihminen tarkastelee omia ajatustapojaan ja kokemuksiaan. Reflektion keskeisyys toimintatutkimuksessa ilmenee siten, että toimintatutkimusta hahmotellaan tyypillisesti itsereflektiivisenä kehänä. Tässä kehässä toiminta, sen havainnointi, reflektointi ja uudelleensuunnittelu seuraavat toisiaan muodostaen syklin. Toimintatutkimuksen vaiheet kehänä on esitetty kuvassa 10.



Kuva 10. Toimintatutkimuksen vaiheet. (Carr ja Kemmis 1986, Aaltolan ja Vallin 2010, s. 220 mukaan.)

Suunnittelun, toiminnan ja arvioinnin vaiheita ei voida todellisuudessa erotella kovin tarkasti, vaan toimintatutkimuksen vaiheet lomittuvat toisiinsa. Kehän kaavamaisuuden on joskus jopa todettu kahlitsevan toimintatutkimuksen tekijää, jos vaiheet yritetään erottaa toisistaan liian tarkasti. (Aaltola & Vallila 2010, s. 219-222.)

Perinteisessä tutkimuksessa tutkija tutkii kohdettaan tietyn välimatkan päästä. Toimintatutkimus kääntää tämän asetelman pääläelleen, sillä tutkija on mukana tutkimus- ja yhteisössä. Tutkija tekee itse aloitteita ja vaikuttaa kohdeyhteisöön. Tällaista muutokseen tähtäävää väliintuloa kutsutaan muutosinterventioksi. (Aaltola & Vallila 2010, s. 223.) Ongelmallista on se, miten tutkijan toiminnasta erotetaan tutkiminen ja muu toiminta. Voidaan siis kysyä, missä suhteessa tutkijan toiminta on tutkimusta ja miltä osin osallistuvaa toimintaa. (Eskola & Suoranta 1998, s. 130.)

Tässä toimintatutkimuksessa suoritetaan sekä innovaation toteuttaminen että arviointi. Innovaatio –sanon käyttö on kuitenkin harhaanjohtavaa, sillä Last Planner –menetelmästä ei voida enää puhua uutena innovaationa. Kyse on pikemminkin uuden yrityskehittämisen toimintatavan toteuttamisesta ja arvioinnista. Tässä tutkimuksessa rakennushankkeen järjestelmällisen tuotannonohjausmenetelmän puuttuminen motivoi muuttamaan ja yhdenmukaistamaan toimintatapoja. Käyttöön otettava toimintatapa perustuu olemassa olevaan konseptiin, Last Planner –menetelmään. Tavoitetila on rakennushankkeen tuotannon ohjaaminen tämän menetelmän mukaisesti. Tässä tutkimuksessa toimintatavan käyttöönotto tuottaa seuraavia tuloksia:

- Uutta käsitteistöä ei luoda, vaan tutkimuksen käsitteistö perustuu Last Planner –menetelmän käsitteistöön ja sen suomennoksiin. Tällaisia käsitteistöä ovat esimerkiksi TTP-luku ja valmisteleva suunnittelu.
- Malli, joka kuvaa käsitteiden väliset suhteet on Last Planner –prosessi. Tämä prosessi on esitetty luvussa 3.2.5 ja tämän luvun kuvassa 9.
- Metodi on ohjeistus, jota noudattamalla saavutetaan siirtyminen lähtötilasta tavoitetilaan. Ohjeistuksen vaiheittainen käyttöönotto on esitetty tarkemmin luvussa 4.2.1.

- Realisointi on käsitteistön käyttöä sekä mallin ja metodin jokapäiväistä toteuttamista pilottityömailla.

Tässä tutkimuksessa toimintatavan arviointi rajoittuu metodin ja realisoinnin arviointiin. Tutkimuskysymyksiin vastaaminen tapahtuu toimintatavan arvioinnin kautta. Metodia arvioidaan operationaalisuuden ja helppokäyttöisyyden näkökulmasta. Tarkoituksena on selvittää kuinka työmaat pystyvät suorittamaan metodin mukaiset askeleet laaditun ja annetun ohjeistuksen perusteella. Toisin sanoen tarkoituksena on selvittää ohjeistuksen laatu sekä työmaan toimintatapojen vastaavuus Last Planner –prosessiin. Realisointia arvioidaan tehokkuuden ja vaikutusten perusteella. Tarkoituksena on selvittää Last Planner –menetelmän käyttöönoton ongelmat ja hyödyt. Käsitteistöä ja mallia ei arvioida, sillä Last Planner -menetelmä otetaan käyttöön alkuperäisessä muodossaan. Tämä muoto sisältää vakiintuneen käsitteistön sekä mallin, joihin ei tässä tutkimuksessa kohdistu kehittämistoimenpiteitä.

Toimintatutkimukseen liittyy kuvan 10 mukainen syklisyys. Tässä tutkimuksessa suunnittelu tarkoittaa Last Planner –menetelmän ohjeistuksen laatimista sekä käyttöönoton suunnittelua. Toiminta tapahtuu pilottityömailla ja uusi tapa toimia otetaan käyttöön kahdessa vaiheessa. Molempiin vaiheisiin liittyy havainnointia ja reflektointia. Tässä tutkimuksessa vaiheiden välillä ei tehdä uudelleensuunnittelua, vaan tarvittava uudelleensuunnittelu tehdään tutkimuksen tulosten perusteella. Toimintatutkimuksessa tutkija on lähellä tutkimaansa yhteisöä. Tässä tutkimuksessa tutkija vaikuttaa yhteisöön osallistumalla muutokseen tähtäävään väliintuloon sekä tarjoamalla osallistujille mahdollisuuden reflektointiin. Tutkija ei kuitenkaan osallistu aktiivisesti yhteisön jokapäiväiseen toimintaan.

Tieteellinen tutkimus luokitellaan tavallisesti joko laadulliseksi eli kvalitatiiviseksi tai määrälliseksi eli kvantitatiiviseksi tutkimukseksi. Eskolan ja Suorannan (1998, s. 13-15) mukaan laadullinen tutkimus ymmärretään karkeimmillaan aineiston ja analyysin muodon kuvaukseksi. Laadullisen tutkimuksen olemusta on yleisesti määritelty sen kautta mitä se ei ole sekä vertaamalla sitä määrälliseen tutkimukseen. Laadullisen tutkimuksen määrittelyä voidaan tarkentaa seuraavien laadulliselle tutkimukselle tyypillisten piirteiden avulla.

Laadullisella aineistolla tarkoitetaan pelkistetyimmillään tekstimuotoista aineistoa. Aineisto on kerätty esimerkiksi haastattelemalla tai havainnoimalla. *Aineistonkeruumenetelmä* liittyy olennaisesti tutkimuksen analyysiin, tulkintaan ja raportointiin, sillä jopa tutkimusongelman asettelua voidaan joutua tarkistamaan aineistonkeruun aikana. *Osallistuvuus* on keskeistä suurelle osalle laadullista tutkimusta, joskaan se ei ole laadullisen tutkimuksen edellytys. Osallistuvuuteen liittyy kysymys tutkijan roolista tutkittavassa yhteisössä. Laadullisessa tutkimuksessa suoritetaan tyypillisesti *harkinnanvarainen otanta*, eli keskitytään varsin pieneen määrään tapauksia ja pyritään analysoimaan niitä mahdollisimman perusteellisesti. Aineiston tieteellisyyden kriteeri on tällöin aineiston laatu, ei sen määrä. Harkinnanvaraisessa otannassa on lisäksi kysymys tutkijan kyvystä rakentaa tutkimukseensa vahvat teoreettiset perustukset, jotka ohjaavat osaltaan aineiston hankintaa. Laadullisessa tutkimuksessa puhutaan *aineistolähtöisestä analyysistä*,

joka tarkoittaa yksinkertaistettuna teorian rakentamista empiirisestä aineistosta lähtien. Määrällisen ja tilastotieteellisen tutkimuksen tunnusmerkkinä on pidetty tutkimushypoteesin asettamista etukäteen. Laadullisessa tutkimuksessa *hypoteesittomuus* tarkoittaa, että tutkijalla ei ole lukkoon löytyjä ennakko-olettamuksia tutkimuskohteesta tai tutkimuksen tuloksista. Aikaisemmat kokemukset eivät saa rajata tutkimuksellisia toimenpiteitä. Tutkimuksen edetessä voidaan kuitenkin kehittää työhypoteeseja, eli eräänlaisia arvauksia siitä, mitä analyysi voi tuoda tullessaan. *Tutkijan asema* on toisella tavalla keskeinen kuin määrällisessä tutkimuksessa. Laadullisessa tutkimuksessa tutkijalla on toiminnassaan tietynlaista vapautta joustavaan tutkimuksen suunnitteluun ja toteutukseen. Toisaalta tutkijalta vaaditaan varsin paljon tutkimuksellista mielikuvitusta esimerkiksi kirjoitustapaa koskevien ratkaisujen kokeilemisessä. Laadullista tutkimusta on silloin tällöin pidetty subjektiivisena tapana tuottaa tietoa. Jyrkkä erottelu subjektiivisiin laadullisiin ja objektiivisiin määrällisiin menetelmiin ei tunnu Eskolan ja Suorannan (1998, s. 21) mukaan uskottavalta. (Eskola & Suoranta 1998, s. 15-22.)

Eskolan ja Suorannan (1998) esittämien ominaispiirteiden perusteella tämä toimintatutkimus on luonteeltaan laadullinen. Luvussa 4.2 on esitetty tarkemmin tutkimuksen suoritustapa, mikä tukee tutkimuksen luonnetta laadullisena tutkimuksena.

4.2 Tutkimuksen suoritus

Tutkimuksen suoritustapa perustuu luvun 4.1 kuvassa 10 esitettyyn toimintatutkimuksen syklisyyteen. Suunnitteluvaihe sisältää Last Planner –menetelmän ohjeistuksen laatimisen sekä menetelmän tai sen tietyn vaiheen käyttöönoton valituille pilottityömailla. Toiminta on työmaiden itsenäistä toimintaa annetun ohjeistuksen ja koulutuksen mukaisesti. Havainnointi ja reflektointi limittyvät tässä tutkimuksessa. Havainnointi on vähäistä ja sisältää lähinnä keskustelua sekä laadittujen suunnitelmien läpikäymistä työmaahenkilöstön kanssa työmaakäyntien yhteydessä. Reflektointi vastaavasti tapahtuu vaiheittain tutkimushaastattelujen yhteydessä. Tutkimushaastattelut ovat tämän toimintatutkimuksen varsinainen aineistonhankintamenetelmä. Työmailla laadittuja suunnitelmia käytetään ainoastaan tukevana aineistona, ei siis varsinaisessa analyysissä. Tutkimusaineiston analyysillä pyritään vastaamaan tutkimuskysymyksiin.

4.2.1 Menetelmän käyttöönotto

Last Planner –menetelmä on otettu käyttöön yrityksen kahdella työmaalla. Työmaalla 1 on otettu käyttöön sekä viikkosuunnittelu että valmisteleva suunnittelu. Alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen Työmaalla 2 otettiin käyttöön ainoastaan viikkosuunnittelu. Käännetyin rakentamisvaiheikataulun laatiminen rajattiin pois tästä tutkimuksesta. Taulukkoon 7 on koottu tutkimuksen suorittamiseen liittyvät tiedot näistä työmaista.

Taulukko 7. Tutkimukseen osallistuneiden työmaiden tiedot.

	Työmaa 1	Työmaa 2
Rakentamisen aloittaminen	Viikolla 16	Viikolla 20
Tutkimuksen aloittaminen	Viikolla 19	Viikolla 25
Viikkosuunnittelun käyttöönotto	Viikolla 20	Viikolla 26
Valmisteleavan suunnittelun käyttöönotto	Viikolla 26	-
Tutkimuksen päättäminen	Viikolla 33	Viikolla 30
Tutkimuksen kokonaiskesto	15 viikkoa	6 viikkoa
Viikkosuunnittelun kesto	13 viikkoa	4 viikkoa
Valmisteleavan suunnittelun kesto	7 viikkoa	-

Viikkosuunnittelu ja viikkosuunnittelun valvonta

Last Planner –menetelmän käyttöönotto pilottityömaille käynnistettiin aloitustilaisuudella. Tällainen aloitustilaisuus on toimintatutkimukselle tyypillinen muutosinterventio, eli tilaisuus, jonka tarkoituksena on vaikuttaa olemassa olevaan toimintaan. Aloitustilaisuuteen osallistuivat työmaiden toimihenkilöt, tutkija ja tutkimuksen yritysohjaaja. Alussa ohjaaja esitteli mitä Firan prosessilähtöinen toiminta tarkoittaa työmaiden näkökulmasta. Tämän jälkeen ohjaaja esitteli Last Planner –menetelmän kokonaisuudessaan yleisellä tasolla. Seuraavaksi tutkija kertoi tutkimuksen suoritustavasta, eli siitä, miten työmaa toimii osana tutkimusta, millaisiin tutkimuskysymyksiin pyritään vastaamaan sekä miten aineistoa hankitaan.

Aloitustilaisuudessa otettiin käyttöön Last Planner –menetelmän ensimmäinen vaihe, eli viikkosuunnittelu ja viikkosuunnittelun valvonta. Nämä koulutettiin yksityiskohdaisesti. Tarkoitus on, että urakoitsijat laativat itse viikkosuunnitelmansa. Viikkosuunnitelman olennaisin sisältö on

- urakoitsijan nimi
- tehtävän tarkka kuvaus, sijainti ja tavoitemäärä
- tehtävän vastuuhenkilö (nokkamies)
- jana-aikataulu, josta ilmenee tehtävän ajoittuminen seuraavalle viikolle
- varatehtävät.

Lisäksi viikkosuunnitelmien toteutumista valvotaan. Valvonnan vaihteita ovat

- tehtävän toteutumisen arvioiminen (kyllä/ei)
- toteutumatta jäämisen syyn tunnistaminen sekä kategorisointi
- tehtävän toteumaprosentin eli TTP-luvun laskenta (suomennos alkuperäisestä PPC-luvusta).

Viikkosuunnitelmat laaditaan Firan Excel –lomakkeelle. Viikkosuunnitelmat tulostetaan ja pidetään esillä työmaatoimiston seinällä. Lomake on osa käyttöönoton ohjeistusta ja se sisältää muun muassa valmiit pohjat viikkosuunnitelmille sekä valmisteleville suunnitelmille.

Työmaille ehdotetaan käyttöönotettavaksi seuraavanlaista viikkorutiinia. Työnjohto avustaa urakoitsijoita viikkosuunnitelman laadinnassa työviikon aikana. Seuraavan vii-

kon viikkosuunnitelma palautetaan perjantaina sovittuun kellonaikaan mennessä. Maanantaiaamuna Firan työnjohto järjestää koordinoitipalaverin. Koordinoitipalaverin kesto on 15-30 minuuttia, ja siihen osallistuvat kaikkien viikkosuunnitelmia tekevien urakoitsijoiden vastuulliset nokkamiehet. Käyttöönnoton ensimmäisen vaiheen aikana palaverissa käsitellään edellisen viikon tehtävien onnistuminen sekä kerrataan ja yhteen sovitaan alkaneen viikon työtehtävät.

Viikkosuunnitteluun ja viikkosuunnittelun valvontaan liittyen on laadittu ohjevideota. Videoilla esitetään samoja asioita kuin aloitustilaisuudessa Last Planner –menetelmän käyttöönottoon liittyen. Videoiden on tarkoitus toimia kertausmateriaalina menetelmää käytettäessä. Tässä tutkimuksessa arvioidaan näiden videoiden sisältöä ja laatua. Tarkoitus on arvioida videoiden käyttämistä osana menetelmän kouluttamista suuremmassa mittakaavassa.

Valmisteleva suunnittelu ja oppiminen

Last Planner –menetelmän käyttöönottoa jatkettiin ottamalla Työmaalla 1 käyttöön valmisteleva suunnittelu sekä oppiminen. Tämä tehtiin toisen työmaakäynnin yhteydessä. Aluksi keskusteltiin vapaamuotoisesti viikkosuunnittelun ja viikkosuunnittelun valvonnan onnistumisesta. Tässä kohtaa tutustuttiin työmaalla laadittuihin viikkosuunnitelmiin sekä annettiin palautetta niistä. Seuraavaksi koulutettiin valmisteleva suunnittelu ja oppiminen. Tutkija suoritti työmaakäynnin lopussa varsinaisen tutkimushaastattelun, joka on esitetty tarkemmin luvussa 4.2.2.

Valmistelevassa suunnittelussa tarkoitus on, että urakoitsijat laativat viikkosuunnitelman lisäksi valmistelevan suunnitelman. Valmistelevassa suunnitelmassa tunnistetaan seuraavan kuuden viikon aikana aloitettavia tehtäviä ja aletaan aktiivisesti poistaa havaittuja tehtävän toteuttamisen esteitä. Valmisteleva suunnitelman olennaisin sisältö on

- urakoitsijan nimi
- seuraavan kuuden viikon sisällä alkavat tehtävät mahdollisimman yksityiskohteisesti esitettyinä
- tehtävän vastuuhenkilö (nokkamies)
- kuuden viikon jana-aikataulu, josta ilmenee tehtävän alkaminen ja ajoittuminen
- tehtävän toteuttamisen esteet kategorioittain.

Valmisteleva suunnitelma laaditaan niin ikään Firan Excel –lomakkeelle. Valmistelevat suunnitelmat tulostetaan ja pidetään esillä työmaatoimiston seinällä yhdessä viikkosuunnitelmien kanssa. Oppiminen tarkoittaa tehtävän toteutumatta jäämisen juurisyyn tunnistamista. Juurisyyn tunnistamiseksi ehdotettiin niin sanottua viisi miksi –analyysiä.

Valmisteleva suunnittelu ja oppiminen lisättiin työmaan viikkorutiiniin. Työnjohto avustaa urakoitsijoita valmistelevan suunnitelman laadinnassa työviikon aikana. Valmisteleva suunnitelma palautetaan yhdessä viikkosuunnitelman kanssa perjantaina sovittuun kellonaikaan mennessä. Valmistelevat suunnitelmat käydään läpi maanantain koordinoitipalaverissa. Palaverissa tunnistetaan tehtävien toteuttamisen esteitä ja ryhdytään toimenpiteisiin niiden poistamiseksi. Palaverista on suositeltavaa kirjoittaa muis-

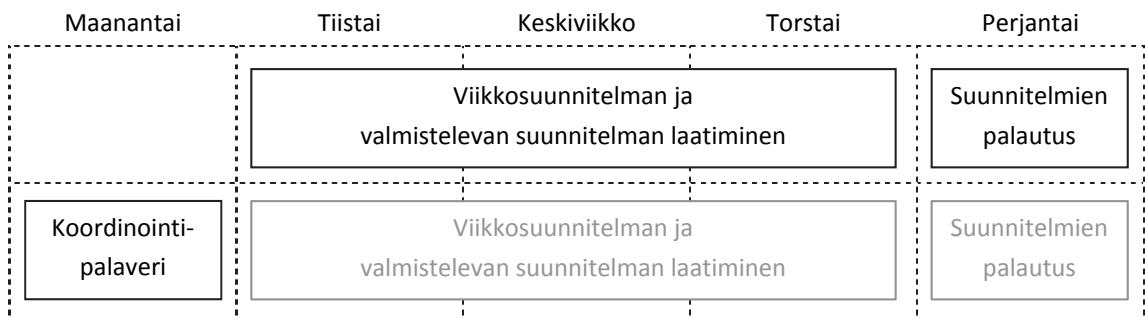
tio, josta ilmenee osallistujien tekemät lupaukset. Käyttöönnoton toisessa vaiheessa koordinoitipalaverissa

- käsitellään edellisen viikon tehtävien onnistuminen
- analysoidaan toteutumatta jääneiden tehtävien juurisyyt
- kerrataan ja yhteen sovitetaan alkaneen viikon työtehtävät
- käsitellään seuraavan kuuden viikon aikana alkavia tehtäviä.

Valmistelevaan suunnitteluun ja oppimiseen liittyvät ohjevideot eivät olleet valmiita työmaakäyntiä varten. Näin ollen työmaiden toimihenkilöillä ei ollut käytössä videoita koulutetun asian kertausmateriaalina käyttöönnoton toisessa vaiheessa.

Koulutettu viikkorutiini

Kuvassa 11 on esitetty työmaille ehdotettu Last Planner –menetelmän mukainen viikkorutiini.



Kuva 11. Last Planner –menetelmän mukainen viikkorutiini.

Urakoitsijat laativat seuraavan viikon viikkosuunnitelman sekä valmistelevan suunnitelman työviikon aikana. Tarvittaessa työmaan työnjohto keskustelee urakoitsijoiden kanssa ja auttaa heitä suunnitelmien laatimisessa. Suunnitelmat palautetaan perjantaina sovittuun kellonaikaan mennessä työmaan ilmoittamalla tavalla, esimerkiksi sähköpostilla. Palautetut suunnitelmat pidetään esillä työmaatoimiston seinällä. Maanantaina pidetään koordinoitipalaveri, johon osallistuvat kaikkien suunnitelmia laativien urakoitsijoiden vastuulliset nokkamiehet. Koordinoitipalaverin alussa käsitellään urakoitsijoittain edellisen viikon tehtävien toteutuminen. Tehtävän toteutumatta jäämisen juurisyy pyritään tunnistamaan esimerkiksi viisi miksi –analyysillä, jotta tehtävä voidaan toteuttaa jatkossa. TTP-luku, eli tehtävien toteumaprosentti lasketaan urakoitsijoittain sekä koko työmaan osalta. Seuraavaksi käsitellään alkaneen viikon viikkosuunnitelmat urakoitsijoittain sekä yhteen sovitetaan eri urakoitsijoiden tehtävät. Koordinoitipalaverin lopuksi käsitellään urakoitsijoiden laatimat valmistelevat suunnitelmat. Suunnitelmia täydennetään urakoitsijoiden välisen keskustelun perusteella sekä ryhdytään toimenpiteisiin tehtävien toteuttamisen esteiden poistamiseksi. Koordinoitipalaverista laaditaan muistio.

Koulutusmateriaali

Työmaiden kouluttaminen koostui käyttöönoton aloitustilaisuuden järjestämisestä, suunnitelmapohjat sisältävästä Excel-lomakkeesta sekä laadituista ohjevideoista. Ohjevideot on esitetty otsikkotasolla taulukossa 8. Tutkimuksen aikana ohjevideoita oli laadittu ainoastaan viikkosuunnitteluun ja viikkosuunnittelun valvontaan liittyen. Nämä ohjevideot olivat työmaiden käytössä koko käyttöönoton ajan.

Taulukko 8. Last Planner –menetelmän ohjevideot.

Numero	Ohjevideon nimi
1	Tehtävän siirtyminen valmistelevalta suunnitelmasta viikkosuunnitelmaan
2	Viikkosuunnittelun rutiini
3	Viikkosuunnittelun tekeminen yhdessä urakoitsijoiden kanssa
4	Viikkosuunnitelman täyttäminen

Ohjevideoita tullaan laatimaan lisäksi Last Planner –menetelmän muihin osa-alueisiin, eli valmistelevaan suunnitteluun, oppimiseen sekä käännetyn rakentamisvaiheikataulun laatimiseen liittyen. Tutkimuksen aikana työn alla on ollut myös Last Planner –menetelmän prosessikuvaus. Prosessissa on esitetty työmaan viikkorutiini, käännetyn rakentamisvaiheikataulun laatiminen sekä vastuunjako. Prosessi sisältää linkit aiheeseen kuuluviin ohjevideoihin. Tämä prosessikuvaus tullaan liittämään osaksi Firan toimintajärjestelmää.

4.2.2 Aineiston hankinta

Tutkimuksen varsinainen aineistonhankintamenetelmä on teemahaastattelu. Työmailla laadittuja suunnitelmia käytetään ainoastaan tutkimusta tukevana aineistona.

Teemahaastattelu. Erilaiset tutkimushaastattelut eroavat toisistaan lähinnä strukturointiasteen perusteella, eli riippuen siitä, miten kiinteästi kysymykset on muotoiltu ja missä määrin haastattelija jäsentelee tilannetta. Strukturoitu lomakehaastattelu ja strukturoimaton avoin haastattelu muodostavat ääripäät. Lomakehaastattelussa kysymysten ja väitteiden muoto ja esittämisjärjestys on täysin määrätty. Avoimessa haastattelussa haastattelija syventää haastateltavien vastauksia ja rakentaa haastattelun jatkon niiden varaan. (Hirsijärvi & Hurme 2008, s. 43-44.)

Puolistrukturoitu haastattelu sijoittuu lomakehaastattelun ja avoimen haastattelun väliin. Tälle haastattelumuodolle, jota Hirsijärvi ja Hurme (2008) kutsuvat teemahaastatteluksi, ei ole olemassa yhtä määritelmää. Eri määritelmille on kuitenkin yhteistä, että haastattelun jokin näkökohta on lyöty lukkoon. Teemahaastattelussa haastattelun aihepiirit, tema-alueet, ovat kaikille samat. Hirsijärvi ja Hurme (2008) perustavat teemahaastattelun kohdennettuun haastatteluun (focused interview). Tällaisella haastattelulla on tiettyjä ominaispiirteitä. Ensinnäkin tiedetään, että haastateltavat ovat kokeneet tietyn tilanteen. Tässä tutkimuksessa tällainen tilanne on Last Planner –menetelmän vaiheittainen käyttöönotto. Toiseksi tutkija on alustavasti selvittänyt tutkittavan ilmiön oletetta-

vasti tärkeitä osia, rakenteita, prosesseja ja kokonaisuutta. Tässä tutkimuksessa tätä vastaa tutkimuksen teoreettisen viitekehyksen luominen sekä Last Planner -menetelmän käyttöönoton ohjeistuksen laatiminen. Tämän selvityksen mukaan on päädytty tiettyihin oletuksiin tilanteen seurauksista siinä mukana olleille. Kolmanneksi tutkija laatii haastattelurungon, joka huomioi nämä oletukset. Neljänneksi suoritetaan haastattelu, joka kohdistetaan tutkittavien henkilöiden subjektiivisiin kokemuksiin tilanteista, jotka tutkija on ennalta analysoinut. (Hirsijärvi & Hurme 2008, s. 47-48.)

Tutkimushaastattelu voidaan suorittaa yksilö- tai ryhmähaastatteluna. Tässä tutkimuksessa suoritetaan yksilöhaastatteluja, sillä haastateltavien kokemukset halutaan toisistaan riippumatta. Ryhmähaastattelussa on vaarana, että ryhmän valtahierarkia vaikuttaa siihen kuka puhuu ryhmässä ja mitä sanotaan. Myös ryhmähaastattelun purkaminen saattaa olla haasteellista esimerkiksi päällekkäisten puhujien vuoksi. Ryhmähaastattelulla on kuitenkin etuja. Ryhmähaastattelulla tieto on saatavissa nopeasti usealta vastaajalta. Lisäksi toisten vastaajien kommentointi sekä monipuolinen tiedon tuottaminen ryhmähaastattelun vapaamuotoisuuden vuoksi on mahdollista. (Hirsijärvi & Hurme 2008, s. 61-63.) Tutkimushaastattelua tehtäessä on suositeltavaa suorittaa esihaastatteluja. Esihaastattelun tarkoituksena on testata haastattelurunkoa, teemojen järjestystä, kysymysten muotoilua sekä haastattelun kestoa. (Hirsijärvi & Hurme 2008, s. 72-73.) Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan suoriteta esihaastatteluja.

Taulukossa 9 on esitetty työmaittain tutkimuksessa haastateltujen henkilöiden toimenkuvat, haastattelujen ajankohdat sekä haastattelujen sisällöt. Trainee on Firan työ- tai työmaainsinööriharjoittelija.

Taulukko 9. *Tutkimuksessa suoritettut haastattelut.*

TYÖMAA 1		
Haastateltava	Aika	Haastattelun sisältö
Trainee	Viikko 24	Teemahaastattelu 1: Viikkosuunnittelu ja viikkosuunnittelun valvonta
	Viikko 29	Teemahaastattelu 2: Valmisteleva suunnittelu ja oppiminen
	Viikko 33	Teemahaastattelu 4: Last Planner -menetelmän käytön jatkaminen työmaalla
Vastaava työnohjaaja	Viikko 33	Teemahaastattelu 3: Last Planner –menetelmä vastaavan työnohjaajan näkökulmasta
TYÖMAA 2		
Haastateltava	Aika	Haastattelun sisältö
Trainee	Viikko 30	Teemahaastattelu 1: Viikkosuunnittelu ja viikkosuunnittelun valvonta
Vastaava työnohjaaja	Viikko 34	Teemahaastattelu 3: Last Planner –menetelmä vastaavan työnohjaajan näkökulmasta

Työmaalla 1 trainee on vastannut Last Planner –menetelmän käytöstä, joten hänen haastattelut liittyivät pääasiassa menetelmän kouluttamiseen, viikkorutiinin mukaiseen toimintaan sekä ongelmiin ja hyötyihin. Ensimmäinen haastattelu pidettiin ajankohtana, jolloin työmaalla oli tehty viikkosuunnitelmia neljän viikon ajan. Toisen haastattelun aikana työmaalla oli tehty viikkosuunnitelmia yhdeksän viikkoa ja valmistelevia suunnitelmia kolme viikkoa. Kolmas haastattelu pidettiin tästä neljän viikon kuluttua. Vastava työnjohtaja ei osallistunut Last Planner –menetelmän käyttöön. Häntä haastateltiin kerran tutkimuksen lopussa, missä aiheena olivat pääasiassa työmaan aikataulunhallinta ja urakoitsijoiden sitouttaminen.

Työmaalla 2 vastuunjako vastaavan työnjohtajan ja traineen välillä ei ollut näin selvä. Molemmissa haastatteluissa käsiteltiin Last Planner –menetelmän kokonaisuutta, joskin myös tällä työmaalla vastaavan työnjohtajan haastattelu painottui työmaan aikataulunhallintaan ja urakoitsijoiden sitouttamiseen. Molempia haastateltiin yhden kerran: traineeta tutkimuksen puolivälissä ja vastaavaa työnjohtajaa tutkimuksen lopussa.

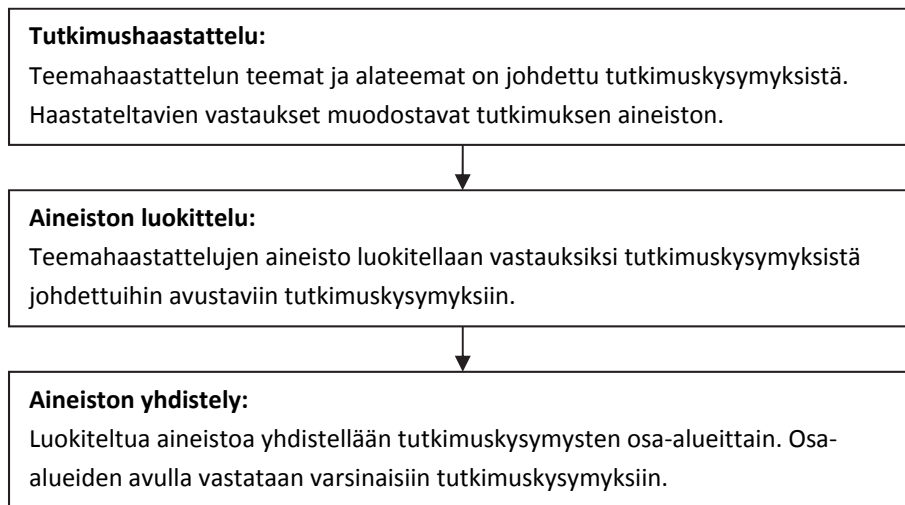
Haastateltavia on tiedotettu haastattelun sisällöstä toimittamalla heille etukäteen Liitteen 1 mukainen luettelo teemoista ja alateemoista. Varsinaisia kysymyksiä ei ole toimitettu etukäteen. Lisäksi haastateltavia on tiedotettu haastattelun kulusta ja vastauksen käytöstä: haastattelu nauhoitetaan ja vastauksia käytetään nimettömänä.

4.2.3 Aineiston käsittely

Hirsijärven ja Hurmeen (2008, s. 143-144) mukaan laadullisen aineiston käsittely on keskeisiltä osiltaan sekä analyysiä että synteisiä. Analyysissä edetään kokonaisuudesta osiin, aineiston luokitteluun ja luokkien yhdistelyyn. Synteisissä edetään takaisin kokonaisuuteen, tulkintaan ja ilmiön teoreettiseen uudelleen hahmottamiseen.

Aineiston luokittelu on olennainen osa analyysiä. Luokittelu luo pohjan, jonka perusteella haastatteluaineistoa voidaan tulkita, yksinkertaistaa ja tiivistää. Luokittelu on välttämätöntä, jos halutaan esimerkiksi vertailla aineiston eri osia tai tyyppitellä tapauksia. Luokkien muodostaminen voidaan perustaa muun muassa tutkimusongelmaan ja tutkimusvälineeseen. (Hirsijärvi & Hurme 2008, s. 147-149.) Tässä tutkimuksessa aineiston luokittelu perustuu neljään tutkimuskysymykseen ja niistä johdettuihin avustaviin tutkimuskysymyksiin. Tutkimushaastattelun teemat ja alateemat on asetettu siten, että ne palvelevat mahdollisimman hyvin näitä kysymyksiä. Vastaukset avustaviin tutkimuskysymyksiin luokitellaan lisäksi työmaan ja haastateltavan toimenkuvan perusteella. Tässä tutkimuksessa on haastateltu työmaan vastaavaa työnjohtajaa ja traineeta. Tämä syventää vastauksia, sillä sama asia voidaan kokea työmaalla eri tavalla.

Aineistoa yhdistelemällä pyritään löytämään säännönmukaisuuksia ja samankaltaisuuksia, mutta myös säännönmukaista vaihtelua ja muista poikkeavia tapauksia (Hirsijärvi & Hurme 2008, s. 149). Tässä tutkimuksessa aineistoa yhdistellään tutkimuskysymyksittäin. Tutkimuskysymykset on jaettu osa-alueisiin, joiden avulla pyritään vastaamaan varsinaiseen tutkimuskysymykseen. Tutkimuskysymysten osa-alueet on esitetty luvussa 5. Aineiston hankinta, luokittelu ja yhdistely on esitetty kuvassa 12.



Kuva 12. Tutkimusaineiston käsittely.

4.3 Kohdeyritys ja toimintaympäristö

Fira on vuonna 2002 perustettu rakennusliike. Firan liikevaihto vuonna 2013 oli noin 73 miljoonaa euroa, jossa on mukana vuonna 2013 perustettu tytäryhtiö Fira Palvelut Oy. Asiakkaita ovat muun muassa asuntojen, toimitilojen, teollisuustilojen, energiavoimaloiden, palvelukotien ja pysäköintilaitosten rakennuttajat sekä yksityisellä että julkisella sektorilla. (Kauppila 2014, s. 2.)

Firalla on tehty vuonna 2009 tietoinen muutos liiketoiminnan kasvattamiseksi ja kehittämiseksi palveluliiketoiminnan, prosessilähtöisyyden ja tietotekniikan hyödyntämisen keinoin. Taulukossa 10 on esitetty merkittävimpiä kehitystoimenpiteitä vuodesta 2009 kuluvaan vuoteen 2014.

Taulukko 10. Toiminnan kehitysaskleet Firassa. (Muokattu lähteestä Kauppila 2014, s. 3.)

Vuosi	Toimenpiteet
2009	Palvelulähtöisen toimintamallin kehittäminen käynnistetään Verstas –konsepti lanseerataan Firan Paras työmaaprosessi ja toimintajärjestelmän versio 1.0
2010	Erillisiä IT-järjestelmiä ja teknologioita kehitetään prosessien tueksi
2011	Toimintajärjestelmän systemaattinen kuvaus kehitysryhmien kanssa RALA-auditoinnit (Rakentamisen Laatu Ry)
2012	Toimintajärjestelmän versio 2.0 julkaistaan Prosessijohtamista tukeva järjestelmähanke käynnistetään
2013	LCIFIN2 –projekti Lean –rakentamisen hyödyntäminen Firassa käynnistetään Tuotannon kehityspalaverit käynnistetään Tuotantoon nimetään avainprosessiomistajat
2014	Lean –työkalut (A3, Last Planner), TuotantoVerstaat ja prosessiajattelu edistyvät

Perinteiset rakennusalan toimintatavat eivät enää vastaa nykypäivän vaatimuksia. Taloudellinen tilanne, liiketoiminnan vaatimukset sekä käyttäjien tarpeiden täyttäminen edellyttävät uusia toimintamalleja ja eri osapuolten laajamittaisempaa kytkemistä rakennushankkeisiin. Firan päämääränä on uudistaa perinteisen rakentamisen liiketoimintaa palveluliiketoiminnaksi, jossa palveluntuottaja integroituu asiakkaan ja muiden kumppaneidensa kanssa sekä sitoutuu asiakkaan liiketoimintamalliin ja tavoitteisiin. Päämäärinä ovat lisäksi rakennushankkeiden parempi yhteiskunnallinen vaikuttavuus sekä korkeampi asiakastyytyväisyys. (Kauppila 2014, s. 3.)

Firan toiminnassa yhdessä kehittäminen perustuu integroivaan toimintatapaan, mikä näkyy esimerkiksi allianssirakentamisena sekä Firan Verstas -palveluna. Toiminnassa hyödynnetään Lean –rakentamisen prosesseja sekä tietomallinnusta. Tuotannon prosessilähtöisyyden nähdään olevan keskeinen edellytys yrityksen kasvattamiseksi sekä toiminnan tehokkuuden nostamiseksi. Firan strategisten tavoitteiden saavuttaminen edellyttää henkilöriippumatonta ja yhtenäistä prosessijohtamiseen perustuvaa toimintatapaa. Prosessijohtaminen on nostettu Firan johtamisen keskeiseksi painopistealueeksi ja teemaksi vuonna 2014. Firan tavoite on olla markkinajohtaja allianssirakentamisessa. Allianssihanke soveltuu rakennushankkeen toteutusmuodoista parhaiten integroivalle toimintatavalle. Firalla halutaan soveltaa integroivaa toimintatapaa muihinkin toteutusmuotoihin, mikä edellyttää osapuolten osallistumista hankkeiden kehittämiseen jo hankkeen alusta lähtien. (Kauppila 2014, s. 3-4.)

Firan toiminnan kehittäminen prosessien ja integroivan toimintatavan mukaisesti luo perustan tälle tutkimukselle. Last Planner –menetelmän käyttöönotossa on kyse sekä prosessin mukaisesta toiminnasta että eri osapuolia integroivasta toimintatavasta.

5 TULOKSET

Tässä luvussa esitetään tutkimuksen tulokset. Tulokset esitetään tutkimuskysymyksittäin omissa alaluvuissa. Kunkin alaluvun alkuun on kirjoitettu varsinainen tutkimuskysymys. Tämä kysymys on jaettu osa-alueisiin, joihin vastataan erikseen molempien työmaiden osalta. Jokaisen alaluvun lopussa on yhteenveto, jossa vastataan tutkimuskysymykseen. Luvun lopussa käsitellään tulosten luotettavuus ja virhelähteet.

5.1 Last Planner –menetelmän onnistunut käyttöönotto työmailla

Ensimmäinen tutkimuskysymys on:

Miten Last Planner –menetelmä tulee kouluttaa, jotta se voidaan ottaa onnistuneesti käyttöön Firan työmailla?

Ohjevideot

Työmaa 1. Työmaan henkilöstö oli katsonut viikkosuunnittelusta laaditut ohjevideot ennen Last Planner –menetelmän käyttöönoton aloitustilaisuutta. Viikkosuunnittelun ohjevideoita pidetään selkeinä sekä riittävän kattavina. Ohjevideot selkeyttävät sen mikä viikkosuunnittelussa on tärkeää, eikä työmaalla ole tullut vastaan asioita, joita ohjevideoilla ei olisi käsitelty. Ohjevideoita pidetään hyödyllisinä tilanteissa, joissa koulutettua asiaa täytyy palauttaa mieleen. Valmisteleavasta suunnittelusta ei ollut olemassa ohjevideoita, joita työmaa olisi kuitenkin pitänyt tarpeellisina. Ohjevideoita voidaan parantaa esimerkkejä käyttämällä.

Työmaa 2. Työmaan henkilöstö ei ollut katsonut viikkosuunnittelusta laadittuja ohjevideoita. Ohjevideot olivat käytettävissä kuten Työmaan 1 tapauksessa, mutta niistä tiedottaminen oli ilmeisesti epäonnistunut käyttöönoton aloitustilaisuuden jälkeen. Ennen käyttöönoton aloitustilaisuutta työmaalla ei tunnettu Last Planner –menetelmää, joten tilaisuuden merkitystä kohtaan oli epätietoisuutta. Ohjevideoiden katsomista ennen käyttöönottoa olisi pidetty tarpeellisena hyvien lähtötietojen saamiseksi. Tämä olisi pitänyt tapahtua esimerkiksi vastaavan työnjohtajan käskystä. Ylipäätään ohjevideoiden kaltaista havainnointia pidetään hyvänä tapana kouluttaa uusia asioita.

Käyttöönoton aloitustilaisuus

Työmaa 1. Työmaaorganisaation ulkopuolien henkilön pitämää käyttöönoton aloitustilaisuutta pidetään lähes välttämättömänä. Tällä tavoin Last Planner –menetelmän käytön

saa aloitettua oikein. Ainoastaan ohjevideot katsomalla menetelmän käyttöönotto ei ole mahdollista, vaan käyttöönoton aloitustilaisuus tulee järjestää.

Työmaa 2. Käyttöönoton aloitustilaisuuden järjestämistä pidetään tarpeellisena myös toisella työmaalla. Kouluttajan tulee olla ulkopuolinen asiantuntija, sillä Last Planner –menetelmä on uusi asia Suomen rakennusallalla, ja tällä hetkellä työmaiden tietämys ei ole riittävää. Työmaan henkilöstöstä trainee on ainoa, joka on aiemmin kuullut Last Planner -menetelmästä. Käyttöönoton aloitustilaisuutta voi parantaa lisäämällä konkreettisten esimerkkien käyttöä.

Käyttöönoton kouluttaminen Firan työmaahenkilöstölle

Työmaa 1. Tutkimuksessa käytettyä tapaa kouluttaa Last Planner –menetelmän käyttöönottoa pidetään hyvänä. Tämä sisältää sekä käyttöönoton aloitustilaisuuden järjestämisen että ohjevideoiden katsomisen. Vastaavasti myös koko yrityksen tuotantohenkilöstölle voidaan järjestää laajempi koulutustilaisuus. Työmaan ulkopuolella pidetty koulutustilaisuus voidaan kuitenkin kokea työmaan toiminnasta irralliseksi, ja koulutetut asiat unohtuvat helposti. Kouluttaminen pienemmälle ryhmälle työmaalla on siten tehokkaampaa. Last Planner –menetelmää ei tarvitse kouluttaa uudelleen henkilöstön siirtyessä seuraavalle työmaalle. Lisäksi hyvin menetelmän sisäistänyt työntekijä pystyy kouluttamaan menetelmän käytön myös toiselle työntekijälle. Koulutusmateriaaliksi tulee lisätä prosessikaavio. Prosessikaavio pitää toiminnan yhtenäisenä, jolloin jokaiselle työmaalle ei synny erilaista sovellusta.

Työmaan vastaavan työnjohtajan mielestä käyttöönoton kouluttamisessa tulee huomioida kohteen tyyppi. Asuntorakentamisen kohteissa koulutettu prosessi ei toimi tässä muodossa, mutta toimitilakohteissa voi toimiakin. Uuden asian kouluttamisessa tulee lisäksi huomioida henkilöstön jo olemassa olevat hyvät toimintatavat. Vastaava työnjohtaja ei ole valmis vaihtamaan hyväksi toteamaansa toimintatapaa sellaiseen, jota ei tunne kunnolla.

Työmaa 2. Koulutuksen antamista pidetään ehdottomana. Myös tämän työmaan trainee nosti esille mahdollisuuden Last Planner –menetelmän koulutustilaisuudesta koko tuotantohenkilöstölle. Tällaisia koulutustilaisuuksia järjestetään yrityksessä muutenkin paljon. Koulutustilaisuus antaa henkilöstölle taustatietoa, minkä jälkeen työmaalla järjestetään aloitustilaisuus. Tällöin aloitustilaisuuden seuraaminen on helpompaa. Ohjevideot toimivat tukevana koulutusmateriaalina. Kun koulutus annetaan kerralla kunnolla, seuraavalle työmaalle siirryttäessä uudelleenkoulutukselle ei ole tarvetta. Aloitustilaisuus voidaan kuitenkin pitää sellaisilla työmailla, joiden henkilöstö ei vielä tunne rutiinia. Traineen mukaan kouluttamisessa tärkeintä on työmaahenkilöstön motivointi, ja tavoitteeksi tulee asettaa henkilöstön oma halu toimia menetelmän mukaisesti.

Vastaavan työnjohtajan mukaan menetelmän käytöstä on tehtävä pakollista, ja käskyn siihen on tullava organisaatiossa ylhäältä päin. Tällöin kukaan ei voi jättää toimimatta menetelmän mukaisesti. Tässä olennaista on työpäälliköiden saama koulutus. Työmaalla kohdemestarit tekevät suunnitelmia yhdessä urakoitsijoiden kanssa, ja vas-

taava työnjohtaja käsittelee suunnitelmat ja aikatauluasiat urakoitsijapalaverissa. Muutosvastarinnalle hän ei näe syytä. Tekemällä työmaalla yhteistyötä urakoitsijoiden kanssa päästään kiinni asian ytimeen.

Käyttöönoton kouluttaminen urakoitsijoille

Työmaa 1. Trainee on vastannut käyttöönoton kouluttamisesta urakoitsijoille. Viikkosuunnitelmien laatiminen on käyty aluksi läpi ”kädestä pitäen”, minkä jälkeen urakoitsijat ovat laatineet viikkosuunnitelmia itsenäisesti. Urakoitsijoiden kouluttamisessa on käytetty apuna Firan Excel –lomaketta, josta löytyvät suunnitelmien mallipohjat. Valmistelevien suunnitelmien laatiminen on koulutettu samalla tavalla. Trainee uskoo, että urakoitsijat ovat ymmärtäneet mikä erilaisten suunnitelmien tarkoitus on. Hän pitää urakoitsijoiden kouluttamista kuitenkin haastavana, sillä asia on uutta ja muut Firan työntekijät työmaalla eivät ole riittävän sitoutuneita. Myös urakoitsijoille tulee järjestää laajempi käyttöönoton aloitustilaisuus. Käännetyn rakentamisvaihe aikataulun laatiminen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa auttaa oletettavasti urakoitsijoita ymmärtämään suunnitelmien merkityksen paremmin. Urakoitsijoiden reaktio Last Planner –menetelmää kohtaan on ollut neutraali ja varsinaista muutosvastarintaa ei ole esiintynyt. Aluksi viikkosuunnitelmien laatimista pidettiin mahdollisesti ajanhukkana, mutta esimerkiksi työvaiheiden järjestely osoitti menetelmän hyödyt. Valmistelevan suunnittelun käyttöönotto ei ole muuttanut urakoitsijoiden suhtautumista, sillä urakoitsijat ovat suostuneet tekemään myös nämä suunnitelmat.

Työmaa 2. Vastaava työnjohtaja on ohjeistanut urakoitsijoita. Traineen mielestä urakoitsijoille tulee opettaa miten aikataulu on rakennettu käännetyn rakentamisvaihe aikataulun pohjalta. Tämä on tärkeää erityisesti valmistelevan suunnittelun osalta. Lopputulos on tuskin hyvä, jos urakoitsijoita pyydetään laatimaan aikataulu kuudeksi viikoksi eteenpäin. Viikkosuunnitelmien laatiminen on helpompaa, sillä vastaavia suunnitelmia on tehty ennenkin.

Vastaavan työnjohtajan mukaan urakoitsijoita tulee tiedottaa siitä, millaista menetelmää Firan työmailla käytetään. Menetelmän käyttö pitää saada vietyä myös urakkasopimukseen. Loppujen lopuksi vastuu kouluttamisesta työmaalla on vastaavalla työnjohtajalla. Urakoitsijat ovat kuitenkin vaikeassa asemassa, sillä toisen pääurakoitsijan työmaalla aikataulunhallintaa voidaan tehdä täysin toisella tavalla. Tämä on ristiriita, jota ei varmaankaan voi poistaa. Erilaiset menetelmät kuitenkin turhauttavat urakoitsijoita.

Yhteenveto

Työmaahenkilöstön kouluttamista ja motivointia pidetään erityisen tärkeänä onnistuneessa käyttöönotossa. Ensimmäiseksi tulee lisätä henkilöstön tietämystä Last Planner –menetelmästä. Tämä onnistuu järjestämällä koulutustilaisuus koko työmaahenkilöstölle. Tämän koulutuksen lisäksi käyttöönoton aloitustilaisuutta työmaalla pidetään tarpeellisenä. Tämä tulee järjestää työmaaorganisaation ulkopuolisen henkilön toimesta. Seuraa-

valle työmaalle siirryttäessä aloitustilaisuuden järjestäminen ei ole enää välttämätöntä. Lisäksi Last Planner –menetelmän sisäistäneet työntekijät voivat kouluttaa sen uusille työntekijöille. Käyttöönottoa tulee tukea ohjevideoilla sekä prosessikuvauksella. Ohjevideot auttavat tilanteissa, jossa koulutettua asiaa tulee kerrata. Prosessikuvaus vastavasti pitää toimintatavan samanlaisena eri työmailla ja täsmentää työmaahenkilöstön vastuunjakoa. Last Planner –menetelmän käytön vapaaehtoisuus jakaa mielipiteitä. Toisaalta käytön on oltava kaikille pakollista ja käskyn siihen on tultava organisaation ylemmältä tasolta. Toisaalta myös henkilöstön jo olemassa olevat hyvät toimintatavat on huomioitava.

Urakoitsijoiden kouluttamisessa oleellista on lisätä urakoitsijoiden tietämystä työmaan aikataulusta. Tämä onnistuu laatimalla työmaan rakentamisvaihe aikataulut yhdessä urakoitsijoiden kanssa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tällöin urakoitsijat ymmärtävät mihin suurempaan kokonaisuuteen laaditut viikkosuunnitelmat ja valmistelevat suunnitelmat liittyvät. Urakoitsijoiden kouluttaminen on haastavaa, jos koko työmaahenkilöstö ei ole sitoutunut Last Planner –menetelmään. Loppujen lopuksi vastuu urakoitsijoiden kouluttamisesta on työmaan vastaavalla työnjohtajalla. Urakoitsijoita tulee tiedottaa siitä, että työmaalla käytetään Last Planner –menetelmää. Vaatimus sen käytöstä tulee lisätä myös urakkasopimuksiin.

5.2 Last Planner –menetelmän käyttö prosessin mukaisesti

Toinen tutkimuskysymys on:

Onko Last Planner –menetelmän käyttö työmaalla koulutetun prosessin mukaista?

Suunnitelmien laatiminen

Työmaa 1. Kaksi urakoitsijaa on laatinut viikkosuunnitelmia. Työmaalla on ollut lisäksi muita urakoitsijoita, joita ei ole otettu mukaan suunnitelmien laatimiseen. Esimerkiksi elementtiasennusurakoitsijalla on oma asennussuunnitelma ja asennusaikataulu. Muut urakoitsijat käyvät työmaalla vain satunnaisesti. Valittujen urakoitsijoiden jättämistä suunnitelmien laatimisen ulkopuolelle ei pidetä ongelmana. Samat kaksi urakoitsijaa on laatinut myös valmistelevia suunnitelmia. Tutkimuksen loppuvaiheessa suunnitelmia on tehty pääasiassa vain toisen urakoitsijan kanssa. Toisen urakoitsijan henkilöstöä on ollut lomalla, eikä paikalla ole ollut sellaista työntekijää, joka osaa laatia suunnitelmia.

Työviikon aikana on käyty keskustelua urakoitsijoiden kanssa seuraavan viikon suunnitelmien sisällöstä. Keskustelua käydään esimerkiksi silloin, kun urakoitsijat käyvät työmaatoimistolla tarkastamassa työpiirustuksia. Valmisteleviin suunnitelmiin on katsottu yleisaikataulusta kuuden viikon kuluessa alkavia tehtäviä, jotka vaativat ennakkovalmistelua. Valmistelevia suunnitelmia on kuitenkin jouduttu tekemään yhdessä urakoitsijoiden kanssa. Yhteistoimintaa pidetään tarpeellisena, sillä muussa tapauksessa suunnitelmien sisältö voi jäädä heikoksi.

Työmaa 2. Yksi urakoitsija on laatinut viikkosuunnitelmia. Vastaava työnjohtaja on tehnyt yhteistyötä urakoitsijan kanssa suunnitelmien laatimiseksi. Urakoitsijalle on annettu tavoitepäivämääriä, jolloin tiettyjen tehtävien tulee olla tehtynä.

Suunnitelmien palauttaminen

Työmaa 1. Viikkosuunnitelmien palauttaminen perjantaisin on onnistunut vain osittain. Toinen urakoitsija on palauttanut viikkosuunnitelmat ajallaan, kun taas toista on jouduttu muistuttamaan, ja suunnitelmat on saatu viimeistään maanantaiaamuna. Valmistelevia suunnitelmia on saatu epäsäännöllisesti. Palauttaminen aina samaan aikaan on työmaan mielestä selkeintä, mutta se ei tunnu onnistuvan. Joinakin viikkoina suunnitelmia ei ole palautettu ajallaan traineen poissaolojen vuoksi. Silloin suunnitelmat on pyydetty myöhemmin.

Suunnitelmat on tehty Firan Excel –lomakkeelle. Suunnitelmat on täytetty aluksi käsin, mutta myöhemmin niitä on alettu tehdä sähköisesti. Silloin viikkosuunnitelma ja valmisteleva suunnitelma ovat samassa Excel –tiedostossa. Suunnitelman tekeminen sähköisesti on työmaan mielestä parempi tapa. Palauttaminen määrättyllä tavalla ja määrättyyn aikaan on tärkeää erityisesti silloin, kun urakoitsijoiden määrä kasvaa suureksi.

Työmaa 2. Viikkosuunnitelmia ei ole palautettu ehdotuksen mukaisesti perjantaisin. Viikkosuunnitelmien palauttaminen ja käsittely on yhdistetty työmaan urakoitsijapalaveriin, joka pidetään keskiviikkoisin. Viikkosuunnitelmat on laadittu käsin Firan Excel –lomakkeelle. Työmaan mukaan myös käsin tehdyt suunnitelmat saa skannattua nopeasti ja liitettyä sähköpostiin. Jos urakoitsija saa tehtyä suunnitelman nopeammin käsin, ei työmaa näe sitä ongelmana sähköiseen palautukseen verrattuna.

Suunnitelmien säilyttäminen

Työmaa 1. Viikkosuunnitelmia on säilytetty aluksi näkyvillä työmaatoimiston seinällä. Myöhemmin tästä käytännöstä on kuitenkin luovuttu. Viikkosuunnitelmien säilyttämistä seinällä ei ole koettu hyödylliseksi. Lisäksi suunnitelmien teksti on liian pientä. Valmistelevia suunnitelmia ei ole pidetty seinällä ollenkaan. Suunnitelmat löytyvät tarvittaessa tietokoneelta.

Työmaa 2. Viikkosuunnitelmia ei ole säilytetty näkyvillä työmaatoimiston seinällä. Suunnitelmat on skannattu ja jaettu urakoitsijapalaverin liitteenä.

Viikkosuunnitelmien sisältö

Työmaa 1. Viikkosuunnitelmien tehtäviä pidetään riittävän yksityiskohtaisesti määriteltynä. Työvaiheissa on ollut paljon toistuvuutta, mikä on näkynyt myös viikkosuunnitelmien sisällössä. Molemmille urakoitsijoille on nimetty vastuuhenkilö, joka on päivittäin työmaalla. Tavoitteet on määritelty työmaan moduulilinjojen mukaisesti, joten varsinaisia tavoitemääriä ei ole laskettu. Työryhmiä ei ole eritelty suunnitelmissa. Vastaava työnjohtaja ei ole ottanut kantaa viikkosuunnitelmien sisältöön. Viikkosuunnitelmat

ovat olleet urakoitsijoilla mukana urakoitsijapalaverissa, mutta urakoitsijoiden töiden suunnittelu on tehty työmaan ohjeiden mukaan.

Työmaa 2. Traineen mukaan laaditut viikkosuunnitelmat ovat olleet yksityiskohtaisia ja suunniteltuja tehtäviä on ollut runsaasti. Tehtävien mitoituksessa on käytetty apuna moduulilinjoja, ja arviot kestoista ovat olleet realistisia. Tehtävien vastuuhenkilöksi on nimetty urakoitsijan työnjohtaja. Tehtävän sijainti ja työryhmän koko on yksilöity tarkasti, mikä on auttanut tehtävien seuraamisesta. Myös vastaava työnjohtaja pitää viikkosuunnitelmien sisältöä hyvänä.

Viikkosuunnitelmien valvonta

Työmaa 1. Viikkosuunnitelmien tehtävät on määritelty siten, että yleensä on pystytty sanomaan onko tehtävä onnistunut vai ei. Välillä kuitenkin tarvitaan tarkempaa tavoitteen määrittämistä. Lähes kaikki tehtävät ovat onnistuneet, mutta muutamaa tehtävää on jouduttu siirtämään yllättävien asioiden vuoksi. Tutkimuksen aikana kriittisiä tehtäviä ei ole jäänyt toteutumatta. Tehtävien toteumaprosenttia, eli TTP –lukua ei ole laskettu koko tutkimuksen aikana. Se tuntuu turhalla lisältä. Toteutumatta jääneiden tehtävien syistä on keskusteltu koordinoitipalaverissa. Yleensä on tiedetty jo valmiiksi, että tehtävä ei tule välttämättä onnistumaan. Toteutumatta jäämisen syyt ovat olleet niin selkeitä, ettei viisi miksi –analyysiä ole tarvittu.

Työmaa 2. Tehtävät ovat pääsääntöisesti onnistuneet ja tuottavuus on ollut hyvällä tasolla. Tehtävien toteutumatta jääminen on johtunut esimerkiksi suunnitelmapuutteista tai syyt ovat olleet muuten hyvin perusteltuja. Tehtävien onnistuminen on käsitelty urakoitsijapalaverissa ja opit tästä on siirretty seuraavaan viikkosuunnitelmaan. Työmaalla ei ole laskettu TTP –lukua.

Valmistelevien suunnitelmien sisältö

Työmaa 1. Valmistelevat suunnitelmat ovat olleet melko pelkistettyjä. Tehtävien ajoittaminen kuuden viikon ajanjaksolle on pystytty kuitenkin määrittämään. Valmistelevia suunnitelmia joudutaan tekemään yhdessä urakoitsijoiden kanssa, jotta urakoitsijat pystyvät tunnistamaan alkavia tehtäviä. Tutkimuksen loppuvaiheessa urakoitsijoilla ei enää alkanut uusia työvaiheita, joten valmistelevien suunnitelmien merkitys väheni. Valmistelevisissä suunnitelmissa on kuitenkin pyritty järjestämään aloitusedellytyksiä seuraaville työvaiheille. Urakoitsijat ovat pystyneet tunnistamaan toteuttamisen esteitä itsenäisesti. Lisäksi näitä esteitä on tunnistettu keskustelemalla urakoitsijoiden kanssa pitkin työviikkoa. Toteuttamista esteet on pyritty poistamaan.

Koordinoitipalaverin järjestäminen

Työmaa 1. Tutkimuksen alussa koordinoitipalaveria on pidetty maanantaisin aamupäivällä. Koordinoitipalaverin järjestäminen on traineen vastuulla. Hänen lisäksi koordinoitipalaveriin osallistuvat suunnitelmia laativat kaksi urakoitsijaa. Myöhemmin koordinoitipalaverin järjestämiseen on tullut muutoksia. Maanantai on työmaan mie-

lestä huono päivä palaverin pitämiselle, sillä silloin on usein kiire eikä palaverille löydy aikaa. Lisäksi trainee on ollut muutamia kertoja poissa töistä maanantaisin, eikä kukaan muu ole järjestänyt koordinoitipalaveria. Koordinoitipalaveri on pyritty pitämään esimerkiksi keskiviikkona, kuitenkin mahdollisuuksien ja työmaan tilanteen mukaan. Urakoitsijat ovat saapuneet paikalle aikataulumuutoksista huolimatta. Tutkimuksen lopussa koordinoitipalaveri on muuttunut pienimuotoisemmaksi, sillä vain toinen urakoitsija on osallistunut. Tällaisessa tapauksessa palaveri pidetään samaan aikaan kun urakoitsija palauttaa suunnitelmansa. Tällöin prosessi on yksinkertaisempi.

Työmaa 2. Työmaalla ei ole pidetty koulutetun mukaista koordinoitipalaveria. Ehdotus koordinoitipalaverin sisällöstä on kuitenkin yhdistetty urakoitsijapalaveriin. Urakoitsijapalaverin pitäminen keskiviikkoisin on sanellut työmaan viikkorutiinin, mikä toimii työmaan mielestä hyvin. Tämä on katsottu paremmaksi käytännöksi, sillä työmaalla on vain vähän urakoitsijoita ja käsiteltävät asiat ovat samoja. Lisäksi urakoitsijoiden työnjohto saapuu paikalle urakoitsijapalaveriin. Erilliseen koordinoitipalaveriin heitä on vaikea saada.

Koordinoitipalaverin sisältö

Työmaa 1. Tutkimuksen alussa, jolloin urakoitsijat laativat ainoastaan viikkosuunnitelmia, koordinoitipalaverin sisältö on ollut koulutetun mukainen. Aluksi on käyty läpi edellisen viikon onnistuminen ja keskusteltu toteutumatta jääneistä tehtävistä. Seuraavaksi on käsitelty alkaneen viikon tehtäviä ja niiden yhteensovittamista. Valmistelevan suunnittelun käyttöönoton jälkeen koordinoitipalaverin sisältöön on tullut muutoksia. Tilanteissa, joissa koordinoitipalaveri on pidetty vasta keskiviikkona tai torstaina, on käsitelty pääasiassa tulevaa viikkoa. Työmaa on kuitenkin pyrkinyt pitämään koordinoitipalaverin sisällön ehdotetun mukaisena. Siten myös menneen viikon tehtävien onnistuminen ja alkaneen viikon tehtävien täydentäminen ja yhteensovittaminen on käsitelty. Lopuksi on käsitelty valmistelevia suunnitelmia, ja tarvittaessa niitä on täydennetty tai tehtävien aikataulua on muutettu.

Koordinoitipalaverin kesto on ollut ehdotetun mukainen, 15-30 minuuttia. Työmaa pitää koordinoitipalaverin sisältöehdotusta toimivana, mutta tilaisuus on aina vapaa-muotoinen. Ehdotuksesta huolimatta koordinoitipalaverista ei laadita muistiota. Urakoitsijapalaverin keskustelu on lähes samansisältöistä ilman Last Planner –työkaluja. Urakoitsijapalaverista laaditaan tarkka muistio.

Työmaa 2. Urakoitsijapalaverissa on mukailtu koordinoitipalaverin sisältöehdotusta aikatauluasioiden osalta. Urakoitsijan työnjohto on esittänyt resurssinsa ja tavoitteensa seuraavalle viikolle. Lisäksi on nostettu esiin tehtäviä estäviä tai hidastavia asioita. Seuraavan viikon urakoitsijapalaverissa on tarkistettu miten tehtävät ovat edenneet ja onko esteitä vielä olemassa. Suunnitelmat allekirjoitetaan ja laaditaan muistio, johon esteet ja toteutumatta jäämisen syyt kirjataan. Työmaan mielestä koordinoitipalaverille ehdotettu asiasisältö sopii hyvin aikatauluasioiden käsittelyyn. Asioiden esittäminen isomman

porukan edessä sitouttaa urakoitsijoita enemmän. Aikataulu ei saa olla urakoitsijan ja vastaavan työnjohtajan välinen asia, vaan läpinäkyvä kaikille osapuolille.

Yhteenveto

Toiminta työmailla on ollut vain osittain koulutetun prosessin mukaista. Taulukossa 11 on esitetty kootusti viikkorutiinin eri vaiheiden prosessinmukaisuus.

Taulukko 11. Kooste työmaan toiminnasta koulutetun prosessin mukaisesti.

Viikkorutiinin vaihe	Prosessin mukaista		
	Kyllä	Osittain	Ei
Urakoitsijat laativat suunnitelmia	x		
Fira ohjaa urakoitsijoita suunnitelmien laatimisessa	x		
Suunnitelmien palauttaminen perjantaisin		x	
Suunnitelmien säilyttäminen työmaatoimiston seinällä			x
Viikkosuunnitelmien sisältö	x		
Viikkosuunnitelmien valvonta		x	
TTP –luvun laskeminen			x
Valmistelevien suunnitelmien sisältö		x	
Koordinointipalaverin järjestäminen maanantaisin		x	
Koordinointipalaverin sisältö	x		
Koordinointipalaverin muistion laatiminen		x	

Suunnitelmia on laadittu molemmilla työmailla, ja työviikon aikana urakoitsijoita on ohjattu suunnitelmien sisällöstä. Kaikki työmaalla työskentelevät urakoitsijat eivät ole kuitenkaan laatineet suunnitelmia. Suunnitelmien palauttamisajankohdassa on ollut runsaasti hajontaa sekä työmaiden välillä että samalla työmaalla tutkimuksen eri vaiheissa. Suunnitelmat on laadittu Firan Excel –lomakkeelle joko käsin tai sähköisesti. Suunnitelmia ei ole pidetty näkyvillä työmaatoimiston seinällä, lukuun ottamatta tutkimuksen alkua toisella työmaalla.

Sisällöltään viikkosuunnitelmat ovat olleet yksityiskohtaisia ja tehtäville on asetettu tavoitteet moduulilinjoihin perustuen. Työryhmän koko on määritetty toisella työmaalla. Urakoitsijoille on nimetty vastuuhenkilöt, mutta vain toisella työmaalla tämä henkilö on päivittäin työmaalla. Viikkosuunnitelmien tehtävien toteutumista on valvottu, mutta TTP –lukua ei ole laskettu. Toteutumatta jäämisen syytä on käsitelty koordinointipalaverissa tai urakoitsijapalaverissa. Valmistelevat suunnitelmat ovat olleet sisällöltään pelkistettyjä, mutta niihin on kuitenkin pyritty tunnistamaan toteuttamisen esteitä.

Käytäntö koordinointipalaverin järjestämisestä on vaihdellut. Toisella työmaalla koordinointipalaveri on pidetty aluksi ehdotuksen mukaan maanantaisin, mutta myöhemmin pääasiassa keskiviikkoisin. Koordinointipalaverin sisältö on ollut ehdotuksen mukainen, mutta muistiota ei ole laadittu. Toisella työmaalla erillistä koordinointipalaveria ei ole pidetty, vaan samoja asioita on käsitelty urakoitsijapalaverissa keskiviikkoisin. Palaverista laaditaan muistio.

5.3 Last Planner –menetelmän ongelmat

Kolmas tutkimuskysymys on:

Mitä ongelmia Last Planner –menetelmän käyttöön työmaalla liittyy?

Ongelmat Firan työmaahenkilöstön toimintaan liittyen

Työmaa 1. Traineen mielestä menetelmän mukaiseen toimintaan pitää pystyä käyttämään enemmän aikaa. Ajankäyttöön on kuitenkin vaikuttanut muiden asioiden tuntuminen tärkeämmältä. Tällaisia asioita on ollut paljon henkilöstön kesälomien vuoksi. On tärkeää, että Last Planner –menetelmän käytössä on mukana sellainen työmaan toimihenkilö, joka on perillä työmaan asioista. Trainee käy työmaalla melko vähän, eikä tiedä aina mitä työmaalla tapahtuu. Vastaavan työnjohtajan rooli on ollut pieni, mutta Last Planner –menetelmän käytön pystyy johtamaan työnjohtajien toimesta. Trainee pitää urakoitsijoiden kouluttamista vaikeana, sillä opetettava asia on uutta eivätkä muut Firan työntekijät ole riittävän sitoutuneita.

Myös vastaava työnjohtaja nostaa Firan henkilöstöön liittyväksi ongelmaksi ajan käytön. Hänen mielestään ei onnistu, että urakoitsijat laativat ja palauttavat aikatauluja. Yhdellä kohdemestarilla on pahimmassa tapauksessa kymmenen eri urakoitsijaa, ja kaikkien suunnitelmien tarkistaminen työllistää heitä liikaa. Lisäksi kohdemestarien aikaa kuluu liikaa urakoitsijoiden kouluttamiseen. Urakoitsijat saapuvat työmaalle työvaiheiden mukaan. Kun edelliset urakoitsijat ovat oppineet Last Planner –menetelmän käytön, he poistuvat työmaalta, ja uusia koulutettavia urakoitsijoita tulee tilalle. Tämä lisää työnjohtajien tuskastumista.

Työmaa 2. Myös tällä työmaalla nostetaan esille henkilöstöresurssit. Joskus lomien aikaan työmaalla saattaa olla vain yksi toimihenkilö, jolloin aika ei riitä. Tehtävä kuuluu työmaalla oleville työnjohtajille. Sellainen tilanne on ongelmallinen, jossa menetelmän mukaista toimintaa hoitaa henkilö, joka ei tiedä riittävästi työmaasta. Työmaahenkilöstön osaamiseen liittyviä ongelmia ei ole.

Ongelmat urakoitsijoiden toimintaan liittyen

Työmaa 1. Traineen mielestä urakoitsijoiden tietämys työvaiheista ei ole riittävällä tasolla, eikä aina tiedetä millaisia tehtäviä suunnitelmiin tulee kirjata. Tehtävät onkin välillä kirjattu puutteellisesti viikkosuunnitelmiin. Valmistelemissa suunnitelmissa ei ole paljoakaan sisältöä, jos urakoitsijat laativat suunnitelmat itse. Urakoitsijoilla voi olla jonkinlainen mielikuva siitä, mitä työmaalla tullaan tekemään, mutta se ei välttämättä vastaa todellisuutta. Tämän vuoksi urakoitsijat tarvitsevat Firan työnjohtajan ohjausta suunnitelmien laatimiseksi. Urakoitsijoiden tietämystä työvaiheista tulee lisätä tekemällä suunnitelmat yhdessä esimerkiksi urakoitsijapalaverissa. Silloin urakoitsijoita tiedotetaan urakoitsijapalaverissa lähitulevaisuuden työvaiheista. Urakoitsijoilta kysytään työvaiheiden aloittamisen edellytyksiä, sillä he tuntevat toteuttamisen yksityiskohtaisemmin. Näin ollen urakoitsijapalaverissa voidaan suunnitella seuraavaa viikko tarkasti.

Suunnitelmien palauttaminen käsin kirjoitettuna on traineen mielestä ongelmallista. Firan työnjohdolle on parempi, jos suunnitelmat palautetaan sähköisesti. Jos urakoitsijoilla ei ole omia tietokoneita, voidaan esimerkiksi sosiaaliloihin viedä yhteinen tietokone, jonne on tallennettu valmiiksi suunnitelmapohjat urakoitsijoittain.

Vastaavan työnjohtajan mielestä se, että urakoitsijat laativat itse aikataulunsa on mahdollisuus. Työmaalla on paljon pieniä urakoitsijoita ja heidän urakat ovat pienimuotoisia. Myös työmaalla pidempään olevien urakoitsijoiden, kuten talotekniikkaurakoitsijoiden, täytyy hoitaa tehtävänsä rakennustöiden etenemisen mukaan. Työmaa siis ohjaa ja laatii aikataulut, eivät urakoitsijat. Urakoitsijoiden tietämys oman työn aikatauluttamisesta vaihtelee paljon. Urakoitsijat saavat luonnollisesti kommentoida työmaan tekemiä aikatauluja, ja kommentit huomioidaan. Tämän jälkeen urakoitsijat sitoutuvat allekirjoituksella aikatauluun. On paljon urakoitsijoita, joilla ei ole varsinaista työnjohdtoa. Yleensä sitoutuminen vaaditaan urakoitsijan nokkamieheltä. Nokkamies osallistuu myös urakoitsijapalaveriin, sillä hän tietää työmaan tilanteen parhaiten. Työnjohtaja, joka käy työmaalla kerran tai kaksi viikossa ei tiedä tilannetta.

Työmaa 2. Urakoitsijoiden nokkamiesten motivaatio ja vastuunkanto arveluttavat traineeta. Ensisijaisesti vastuu on urakoitsijan työnjohdolla. Onko nokkamiehen tehtävä ratkaista aikatauluttamiseen liittyviä ongelmia? Nokkamies jättää tehtävänsä helposti tekemättä ongelmien ilmaantuessa. Motivaation ongelmien ratkaisemiseen omalla kustannuksella pitää tulla jostain. Myös vastaavan työnjohtajan mielestä vastuun ottaminen aikataulusta on urakoitsijan työnjohtajan tehtävä.

Urakoitsijoiden tietämys oman työn aikatauluttamisesta ei ole riittävää. Ongelma korostuu pienten urakoitsijoiden kohdalla, vaikka he ovatkin usein hyviä työssään. Tällöin Firalta tulee löytyä henkilö, joka osaa laatia urakoitsijoiden aikatauluja. Vastaava työnjohtaja nostaa esille myös erot tietoteknisessä osaamisessa Firan henkilöstön ja urakoitsijoiden väliltä. Pieniä urakoitsijoita ei voi vaatia pääsemään samalle tasolle Firan kanssa.

Ongelmat prosessin mukaiseen toimintaan liittyen

Työmaa 1. Traineen mukaan koordinoitupalaverin pitäminen tuntuu välillä tarpeettomalta, sillä samoja asioita käsitellään samojen urakoitsijoiden kanssa myös urakoitsijapalaverissa. Maanantaiaamu on usein huono ajankohta koordinoitupalaverin pitämiseksi muiden kiireiden vuoksi. Urakoitsijoiden laatimien suunnitelmien sisällön tulee olla paremmin näkyvillä, sillä A3-kokoisena laadittu suunnitelma ei ole riittävän näkyvä. Firan Excel –lomake on hyvä suunnitelman laatimiseksi, mutta ei suunnitelman esittämiseksi. Kaikkien suunnitelmien esittäminen seinällä vielä lisäksi liikaa tilaa. Esimerkiksi kymmenen urakoitsijan laatimat viikkosuunnitelmat ja valmistelevat suunnitelmat tarkoittaa 20 erillistä suunnitelmaa työmaan seinällä.

Vastaavan työnjohtajan mielestä prosessin mukainen toiminta ei onnistu asuntokohteissa. Asuntokohteissa on paljon urakoitsijoita, jotka ovat työmaalla vain kahtena päivänä viikossa tai joiden työt kestävät vain kuukauden. Tällaiset urakoitsijat eivät pysty

oppimaan ja sisäistämään Last Planner –menetelmää. Käännetyn rakentamisvaihe aikataulun tekeminen ennen viikkosuunnitelmien ja valmistelevien suunnitelmien laatimista toimii vain teoriassa. Se vaatii urakoitsijoilta paljon osaamista, eivätkä pienet 2-5 henkilön yritykset usein pysty tekemään järkeviä aikatauluja. Tämän vuoksi työmaan on tehtävä aikataulut.

Ehdotettu viikkorutiini ja urakoitsijoiden laatimat suunnitelmat aiheuttavat ristiriitoja työmaan muiden käytäntöjen kanssa. Työmaan aikataulunhallinta perustuu yleisaikataulun pohjalta laadittuun koko työmaan työvaihe aikatauluun. Seurantaviivalla seurataan tehtävien pysymistä aikataulussa kerran viikossa. Tämän lisäksi kohdemestarit laativat aikatauluja kahdeksi viikoksi, joista seuraava viikko on suunniteltu puolen päivän tarkkuudella. Nämä aikataulut käsitellään viikoittain mestaripalaverissa. Urakoitsijoiden kanssa laaditaan kolmen viikon aikatauluja, jotka käsitellään kahden viikon välein urakoitsijapalaverissa. Tämä aikataulu toimii urakoitsijoiden ohjaamisen välineenä kohdemestareille. Vastaavan työnjohtajan mielestä viikkosuunnitelmat onnistuvat tällä tavalla tehtynä hyvin ja työmaa pysyy ajan tasalla. Myös tällä tavalla suunniteltujen tehtävien onnistuminen tarkastetaan ja syyt tunnistetaan mestaripalaverissa. Suunnittelua tehdään ennakkoon, joten tehtävien toteuttamisen edellytykset ovat olemassa.

Työmaa 2. Vastaavan työnjohtajan mielestä työmaalla tulee olla määrättyyn rajaan asti vapaus soveltaa prosessia. Tämä tulee esille viikkorutiiniin päiviin liittyen. Työmaan viikkorutiini perustuu urakoitsijapalaveriin, jossa urakoitsijoiden työnjohto on paikalla.

Yhteenveto

Last Planner –menetelmän käyttöön liittyvät ongelmat on esitetty taulukossa 12. Ongelmat on eritelty Firan työmaahenkilöstöön, urakoitsijoiden toimintaan sekä prosessin mukaiseen toimintaan liittyen.

Taulukko 12. Last Planner –menetelmän käyttöön liittyvät ongelmat.

Firan työmaahenkilöstöön liittyvät ongelmat
Työmaahenkilöstön ajankäyttö ja henkilöstöresurssit asettavat rajoitteita
Henkilöstö ei ole riittävän sitoutunutta Last Planner -menetelmään
Urakoitsijoiden kouluttaminen on haastavaa
Urakoitsijoiden toimintaan liittyvät ongelmat
Urakoitsijoiden tietämys tehtävien aikatauluttamisesta ei ole riittävää
Urakoitsijoilla on heikot tietotekniset taidot ja valmiudet
Urakoitsijan nokkamiehen rooli ja vastuunkantokyky on epäselvä
Prosessin mukaiseen toimintaan liittyvät ongelmat
Koordinoitupalaveri on tarpeeton urakoitsijapalaverin lisäksi
Viikkorutiini aiheuttaa ristiriitoja työmaan muiden käytäntöjen kanssa
Osa urakoitsijoista ei ehdi oppia ja sisäistää Last Planner –menetelmää
Suunnitelmien sisältö ei ole riittävän hyvin näkyvillä

Ongelmat työmaahenkilöstön ajankäytössä ja henkilöstöresursseissa korostuvat erityisesti kesälomien aikana. Menetelmän ohjausta ei saa vastuuttaa sellaiselle henkilölle, joka ei ole riittävän tietoinen työmaan tapahtumista. Työnjohdolta kuluu runsaasti aikaa urakoitsijoiden laatimien suunnitelmien tarkastamiseen ja urakoitsijoiden kouluttamiseen. Urakoitsijoiden kouluttamista pidetään haastavana, ja se vaatii koko työmaahenkilöstön sitoutumista.

Urakoitsijoilla on jonkinlainen mielikuva työmaan tapahtumista, mutta se ei välttämättä vastaa todellisuutta. Firan tulee ohjata työmaan aikataulua, mikä aiheuttaa ristiriitaa sen kanssa, että urakoitsijat laativat itse ajalliset suunnitelmansa. Urakoitsijoiden mielipidettä tulee kuitenkin kysyä ajallisiin suunnitelmiin ja tehtävien suoritukseen liittyen. Tietoteknisessä osaamisessa on paljon eroa Firan ja urakoitsijoiden välillä. Pienillä urakoitsijoilla ei ole välttämättä riittäviä tietoteknisiä valmiuksia laatia ja palauttaa suunnitelmia sähköisessä muodossa. Last Planner –menetelmä sitouttaa urakoitsijan nokkamiestä, kun vastuu urakoitsijan aikatauluasioista on todellisuudessa urakoitsijan työnjohtajalla. Nokkamiehen kykyä ja motivaatiota ottaa vastuu aikataulusta epäillään.

Koordinointipalaverissa käsitellään usein samoja asioita urakoitsijapalaverin kanssa. Ehdotettu viikkorutiini ei sovi hyvin yhteen työmaan muiden käytäntöjen kanssa. Viikkorutiinin tulee perustua työmaan urakoitsijapalaveriin, jossa urakoitsijoiden työnjohtajat ovat paikalla. Ehdotettu ajankohta koordinointipalaverin pitämiselle on ongelmallinen työmaan muiden kiireiden vuoksi. Tämän takia työmaan tulee saada itse päättää parhaiten sopivat päivämäärät. Sellaiset urakoitsijat, jotka ovat työmaalla vain lyhyen aikaa, eivät ehdi oppia ja sisäistämään prosessin mukaista toimintaa ja siten laatia järkeviä aikatauluja. A3 –kokoinen lomake on hyvä suunnitelmien laatimiseksi, mutta suunnitelmien sisältö ei ole riittävän hyvin näkyvillä.

5.4 Last Planner –menetelmän hyödyt

Neljäs tutkimuskysymys on:

Miten työmaa hyötyy Last Planner –menetelmän käytöstä?

Hyödyt Firan työmaahenkilöstölle

Työmaa 1. Last Planner –menetelmän käyttö on lisännyt traineen työmäärää. Oletettavasti se on kuitenkin helpottanut työnjohtajien työskentelyä työmaalla. Joka tapauksessa menetelmän käyttö lisää työnjohtajan tietoisuutta työmaan toiminnasta. Urakoitsijoiden sitoutuminen on ollut hyvällä tasolla, eikä Firan työnjohdon auktoriteettiin liittyviä ongelmia ole ollut.

Työmaa 2. Suunnitelmien laatiminen havainnollistaa myös työnjohdolle mitä tulee tehdä ja milloin. Traineen mielestä aikataulun seuranta päivittäin on helpottanut, mikä on merkittävin hyöty. Vastaavan työnjohtajan mielestä ylipäätään se, että työ on suunnitel-

tua, on hyödyllistä. Hyödyt näkyvät parhaiten, jos tahdistava työvaihe suunnitellaan huolellisesti.

Hyödyt urakoitsijoille

Työmaa 1. Maanantain koordinoitipalaveri on koettu hyödylliseksi töiden yhteensovittamisessa, erityisesti työmaan perustusvaiheessa. Valmistelevan suunnittelun avulla on pystytty tunnistamaan sellaisia edeltäviä työvaiheita, jotka on tehtävä valmiiksi. Työmaalla täytyy kuitenkin olla enemmän urakoitsijoita, jotta hyödyt tulevat paremmin esille. Oletettavasti hyödyt tulevat parhaiten esille sellaisessa vaiheessa, jossa samassa työpisteessä työskentelee useita urakoitsijoita.

Työmaa 2. Traineen mukaan aikataulun seuranta päivittäin on helpottunut urakoitsijoiden laatimien suunnitelmien vuoksi. Kun työmaalla on enemmän urakoitsijoita, urakoitsijapalaverissa tai koordinoitipalaverissa voidaan poistaa päällekkäisyydet. Kun toinen urakoitsija käyttää vaihtoehtoisia työpistettä, ei tule odottelua ja hukkaa. Menettelemällä tällä tavalla voidaan minimoida ongelmat ja käyttää aika tehokkaasti. Vastaava työnjohtaja nostaa esille lisäksi hyödyt urakoitsijan resurssien suunnittelussa. Ennakkoon suunnittelu on aina hyödyllistä.

Yhteenveto

Last Planner –menetelmän hyödyt on esitetty taulukossa 13. Hyödyt on eritelty Firan työmaahenkilöstölle ja urakoitsijoille.

Taulukko 13. Last Planner –menetelmän hyödyt työmaahenkilöstölle ja urakoitsijoille.

Hyödyt Firan työmaahenkilöstölle
Työnjohtajien tietoisuus työmaan tapahtumista lisääntyy
Aikataulun seuranta päivittäin helpottuu
Tehtävä työ on suunniteltua
Hyödyt urakoitsijoille
Urakoitsijoiden työt voidaan sovittaa yhteen
Valmistelevalla suunnittelulla tunnistetaan edeltäviä työvaiheita
Urakoitsijat voivat seurata aikataulussa pysymistä päivittäin
Menetelmä vähentää odottelua ja hukkaa
Urakoitsijoiden resurssien suunnittelu helpottuu

5.5 Tulosten luotettavuus ja virhelähteet

Kvale (1996, Hirsijärven ja Hurmeen 2008, s. 58 mukaan) toteaa, että laadullisessa tutkimuksessa haastattelujen määrä on usein liian pieni tai liian suuri. Liian pienestä aineistosta ei voi tehdä tilastollisia yleistyksiä tai testata ryhmien välisiä eroja. Liian suu-

resta aineisosta ei vastaavasti voi tehdä syvällisiä tulkintoja. Hän toteaa, että nykyisin laadullisissa tutkimuksissa haastateltavien määrä näyttää olevan 15.

Tämän tutkimuksen aineisto muodostuu kuudesta haastattelusta. Haastateltavia henkilöitä on neljä. Laadullisessa tutkimuksessa on tapana puhua otoksen sijasta harkinnanvaraisesta näytteestä. Tilastollisten yleistysten sijasta pyritään ymmärtämään jotakin tapahtumaa syvällisesti ja saamaan tietoa paikallisesta ilmiöstä. Jo muutamaa henkilöä haastatteleamalla voidaan saada riittävästi merkittävää tietoa. Tapaustutkimuksessa jokaiseen yksilöön kohdistuva tiedonkeruu voi sisältää suuren joukon havaintoja. (Hirsijärvi & Hurme 2008, s. 58-59.) Tämän tutkimuksen tavoitteena on ollut ymmärtää syvällisesti kahta tapausta, ja tarpeellinen aineisto on oletettavasti saatu kerättyä valittuja henkilöitä haastatteleamalla. Tämä huomioiden, jo pienellä haastateltavien määrällä saatua aineistoa ja tuloksia voidaan pitää luotettavina. Luotettavuutta lisää se, että tässä tutkimuksessa tutkija on suorittanut ja käsitellyt kaikki haastattelut. Tutkittavien tapaus-ten pienen määrän vuoksi tulosten yleistettävyyden on kuitenkin heikko. On huomautettava, että valitut työmaat vaikuttavat oleellisesti tuloksiin. Jos työmaat valitaan toisin, on mahdollista, että tulokset poikkeavat merkittävästi.

Aineiston laajuuteen liittyy huomionarvoinen virhelähde. Last Planner –menetelmän käyttöönoton laajuus poikkeaa Työmaan 2 osalta alun perin suunnitellusta. Tarkoituksena oli ottaa käyttöön sekä viikkosuunnittelu että valmistelevalle suunnittelu. Tämän tutkimuksen aikataulun puitteissa työmaalla otettiin kuitenkin käyttöön ainoastaan viikkosuunnittelu, ja sekin vain neljäksi viikoksi. Ongelma johtuu siitä, että alun perin seurantaan tarkoitettu työmaa jouduttiin keskeyttämään. Tässä vaiheessa työmaalla oli järjestetty käyttöönoton aloitustilaisuus ja viikkosuunnittelua oli tehty noin yhden kuukauden ajan. Keskeytyksen jälkeen tilalle järjestettiin tutkimuksessa mukana ollut Työmaa 2. Tämä ongelma tutkimuksen laajuudessa vaikuttaa osittain myös tutkimuksen tuloksiin. Työmaalla 2 käyttökokemukset jäivät vähäisiksi, minkä vuoksi osa tutkimushaastattelujen vastauksista voi perustua oletuksiin.

Tutkimuksen ajankohta työmaiden näkökulmasta vaikuttaa osaltaan tuloksiin. Tutkimus ajoittui molemmissa tapauksissa rakennushankkeen alkuvaiheeseen. Tässä vaiheessa työmaalla työskentelee vain muutamia urakoitsijoita. Toisaalta työmaata helpottaa, että Last Planner –menetelmä voidaan ottaa käyttöön muutaman urakoitsijan kanssa. Tällöin työmaalle muodostuu rutiini, johon uudet urakoitsijat otetaan mukaan. Toisaalta liian aikaisessa vaiheessa Last Planner –menetelmän hyödyt eivät tule esille, kun esimerkiksi yhteen sovitettavia tehtäviä ei ole riittävästi. Myös koordinaation palaveri saattaa tuntua ylimääräiseltä, kun samat asiat voidaan käsitellä urakoitsijapalaverissa. Lisäksi tutkimuksen ajoittuminen kesälomakaudelle vaikuttaa. Firan työntekijät ovat joutuneet laajentamaan vastuualueitaan, eikä uudelle asialle ole ehditty perehtyä riittävästi.

Viimeinen tuloksiin vaikuttava näkökulma on, että kummallakaan työmaalla ei siirrytty käyttämään ainoastaan Last Planner –menetelmää. Työmailla oli päällekkäisiä käytäntöjä aikataulun hallintaan ja ohjaamiseen. Erityisesti Työmaalla 1 menetelmän käyttö oli varsin henkilöriippuvaista. Ainoastaan Last Planner –menetelmää käyttämällä

voidaan arvioida luotettavammin prosessin mukaista toimintaa sekä menetelmän ongelmia ja hyötyjä.

6 TULOSTEN TARKASTELU

Tämän luvun alussa arvioidaan onko tutkimukselle asetettuihin tutkimuskysymyksiin vastattu ja onko tutkimuksen tavoitteisiin päästy. Seuraavaksi tutkimuksen tuloksia verrataan muiden vastaavien tutkimusten tuloksiin. Tulosten vertailu tehdään tutkimuskysymyksittäin. Lopuksi arvioidaan tulosten tieteellistä ja käytännöllistä merkitystä sekä nostetaan esille tässä tutkimuksessa saavutettu uusi tieto.

6.1 Vastaaminen tutkimuskysymyksiin ja tavoitteisiin

Tutkimuksella on pyritty vastaamaan neljään tutkimuskysymykseen:

1. Miten Last Planner –menetelmä tulee kouluttaa, jotta se voidaan ottaa onnistuneesti käyttöön Firan työmailla?
2. Onko Last Planner –menetelmän käyttö työmaalla koulutetun prosessin mukaisista?
3. Mitä ongelmia Last Planner –menetelmän käyttöön työmaalla liittyy?
4. Miten työmaa hyötyy Last Planner –menetelmän käytöstä?

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen Last Planner –menetelmän kouluttamisesta ja onnistuneesta käyttöönotosta on vastattu esittämällä Firan työmaahenkilöstön saaman koulutuksen rakenne, työmaiden tarvitsema ohjemateriaali sekä näkökulmia urakoitsijoiden kouluttamiseen. Toiseen tutkimuskysymykseen prosessin mukaisesta toiminnasta on vastattu erittelemällä viikkorutiinin vaiheita joko koulutetun prosessin mukaisiksi, osittain sen mukaisiksi tai siitä poikkeaviksi. Last Planner –menetelmän käyttöön liittyvät ongelmat on esitetty Firan työmaahenkilöstön, urakoitsijoiden ja prosessin mukaisen toiminnan näkökulmasta. Tämä vastaa kolmanteen tutkimuskysymykseen. Neljänteen tutkimuskysymykseen menetelmän hyödyistä on vastattu esittämällä hyödyt sekä Firan työmaahenkilöstölle että urakoitsijoille. Alun perin tutkimuksella pyrittiin vastaamaan myös viidenteen tutkimuskysymykseen, jonka tarkoituksena oli selvittää urakkamuodon vaikutus Last Planner –menetelmän käyttöön. Tarkoitus oli verrata menetelmän käyttöä allianssiurakan ja kiinteähintaisen kokonaisurakan välillä. Yrityksen käynnissä olevat hankkeet eivät kuitenkaan olleet tähän sopivia, joten tutkimuskysymys poistettiin.

Tutkimuksen päätavoitteena on ollut testata Firan Last Planner –menetelmä prosessilähtöisen yrityksen tuotannonohjausmenetelmänä. Päätavoite on jaettu kolmeen alatavoitteeseen.

Ensimmäinen alatavoite on suorittaa kirjallisuuskatsaus tutkimuksen teoreettisen viitekehityksen laatimiseksi. Kirjallisuuskatsaus on aloitettu rakennushankkeen projektin-

hallinnasta, mikä selventää projektinhallinnan käsitteitä ja osa-alueita. Näistä osa-alueista projektin ajallinen suunnittelu ja ohjaus on käsitelty erilaisista näkökulmista. Projektinhallinta on varsin laaja aihe, ja tässä tutkimuksessa on tehty siihen vain lyhyt katsaus. Lukijalle on kuitenkin onnistuttu antamaan lähtötieto rakennushankkeen projektiluonteisuudesta sekä yhdistämään se PMI:n kuvaukseen projektinhallinnan osa-alueista. Myös tuotannon ajallinen suunnittelu on laaja aihepiiri, mutta sen käsittelyssä on siirrytty merkittävästi tarkemmalle tasolle. Katsauksessa lukijalle selviää mitä yhteneväisyyksiä ja eroavaisuuksia on ulkomaisessa PMBOK –kirjasarjassa sekä kotimaisessa Ratu-kirjallisuudessa. Lukija saa perustiedot ajallisen suunnittelun vaiheista ja erilaisista ajallisista suunnitelmista. Katsaus tuotannon ajalliseen ohjaukseen on suppea, mikä toisaalta kuvastaa tuotannonohjauksesta puuttuvia työkaluja. Tässä annetaan lukijalle ainoastaan viittauksia erilaisiin näkökulmiin tuotannonohjauksesta. Vasta Last Planner –menetelmän esittely tarjoaa käytännön toimenpiteitä.

Kirjallisuuskatsauksen toisessa osassa on käsitelty Last Planner –menetelmää. Esitämällä tausta on selvitetty syyt menetelmän olemassaololle. Tausta on yhdistetty tuotannon filosofisiin näkökulmiin sekä Lean –rakentamiseen, jonka avulla pyritään tänä päivänä ratkaisemaan useita rakennusalan ongelmia. Seuraavaksi on esitetty menetelmän vaiheittainen kehittyminen nykymuotoonsa, mikä antaa lukijalle käsityksen menetelmän eri osien merkityksestä. Tässä on pyritty niin yksityiskohtaiseen esitykseen, että lukija ymmärtää mitä menetelmän mukainen toiminta tarkoittaa käytännön tasolla. Lopuksi on käsitelty kotimaisia ja kansainvälisiä käyttöönottotutkimuksia. Tutkimuksia on tehty runsaasti ja tässä niistä on pystytty käsittelemään vain osaa. Tutkimukset antavat kuitenkin mahdollisuuden vertailla tuloksia sekä arvioida niiden tieteellistä ja käytännöllistä merkitystä.

Toinen alataavoite on suunnitella Last Planner –menetelmän käyttöönotto valituilla työmailla sekä laatia tähän tarvittava ohjeistus. Tämä alataavoite on toteutunut vain osittain. Käyttöönoton suunnittelu on sisältänyt vaiheistuksen ja työmaakäytien suunnittelun sekä yhteydenoton valittuihin työmaihin. Käytännössä suunniteltu vaiheistus sekä eri vaiheille varatut ajat osoittautuivat onnistuneiksi. Tässä auttoivat tutustuminen muihin käyttöönottotutkimuksiin sekä yritysohjaajan näkemys asiasta. Tutkimuksen laajuutta olisi ollut mahdollista kasvattaa yhdellä tai kahdella työmaalla. Tämä olisi lisännyt tutkijan kuormitusta melko vähän, sillä rutiinityö eri työmailla oli samanlaista. Tutkimuksen edettyä jo pitkälle alkuperäisiä valintoja ei kuitenkaan muutettu, sillä työmaiden lisääminen olisi pidentänyt tutkimuksen kestoa merkittävästi. Ohjeistukseksi työmaille on laadittu ohjevideoita sekä Excel –lomake suunnitelmien täyttämistä varten. Alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen ohjevideoita laadittiin ainoastaan käyttöönoton ensimmäisestä vaihetta, eli viikkosuunnittelua varten. Valmisteleva suunnittelu ohjeistettiin ilman ohjevideoita.

Kolmas alataavoite on Last Planner –menetelmän käyttöönotto valituilla työmailla. Työmailla on järjestetty käyttöönoton aloitustilaisuus, jossa henkilöstö on koulutettu Last Planner –menetelmän käyttöön. Aloitustilaisuuksilla päästiin sen tavoitteisiin. Työmaahenkilöstö ymmärsi mihin menetelmällä pyritään, vaikka kyseenalaistivatkin

sen toimintaa käytännössä. Työmaahenkilöstö saatiin kuitenkin motivoitua ottamaan menetelmä käyttöön ja osallistumaan tutkimukseen. Varsinainen käyttöönotto tapahtuu kahdessa vaiheessa: aluksi aloitetaan viikkosuunnittelu, jota täydennetään myöhemmin valmistelevalla suunnittelulla. Molemmilla työmailla laadittiin viikkosuunnitelmia, ja tehtävien suunnittelussa päästiin hyvään tarkkuuteen. Toisaalta viikkosuunnittelussa ei päästy tasoon, jossa viikkosuunnitelmiin hyväksytään vain tehtäviä, joiden kaikki aloitamisedellytykset on varmistettu. Ainoastaan Työmaalla 1 käyttöönotto laajennettiin myös valmistelevaan suunnitteluun, ja tälläkään työmaalla valmistelevassa suunnittelussa ei päästy rutiininomaiseen toimintaan. Työmaa 2 tuli mukaan tutkimukseen myöhäisessä vaiheessa, sillä alun perin tutkimukseen osallistunut työmaa jouduttiin keskeyttämään. Näin ollen Työmaan 2 osalta tutkimuksen kokonaiskesto jäi suunniteltua lyhyemmäksi, eikä tavoite tutkimuksen laajuudesta toteutunut täysin. Työmaa 2 on kuitenkin halukas ottamaan Last Planner –menetelmän muita vaiheita käyttöön myöhemmin, tämän tutkimuksen ulkopuolella.

Toinen ja kolmas alatavoite toteutuivat vain osittain, mikä vaikuttaa myös päätavoitteen toteutumiseen. Toisaalta testaamalla Last Planner –menetelmä ja toteuttamalla toimintatutkimus on onnistuttu vastaamaan tutkimuskysymyksiin. Tämä mahdollistaa johdopäätösten ja toimenpidesuosituksen antamisen yritykselle. Toisaalta päätavoitteen toteutuminen vain osittain vaikuttaa sekä tulosten luotettavuuteen että yleistettävyyteen.

6.2 Vertailu aiempiin tutkimuksiin

Last Planner –menetelmää on tutkittu paljon, ja erityisesti kansainvälisiä tutkimuksia on runsaasti. Tutkimuksissa on käsitelty menetelmän käyttöönottoa, sen eri osia tai suhdetta muihin tuotannonohjausmenetelmiin. Tämän tutkimuksen tuloksia verrataan luvussa 3.3 esitettyihin käyttöönottotutkimuksiin. Luvussa on esitetty yksi tutkimus Suomesta sekä neljä kansainvälistä tutkimusta eri maanosista. Lisäksi on esitetty kansainvälinen tutkimus, joka kokoaa yhteen 26 käyttöönottotutkimuksen tuloksia. Tutkimusten tiedot on koottu taulukkoon 14. Tulosten vertailu tehdään tutkimuskysymyksittäin. Tarkoituksena on selvittää tukevatko tämän tutkimuksen tulokset aiempia tutkimuksia vai poikkeavatko ne niistä.

Taulukko 14. Kooste vertailututkimuksista.

Tutkijat	Vuosi	Tutkimuksen tyyppi
Koskela & Koskenvesa	2003	Käyttöönottotutkimus Suomessa
Cerveró-Romero et al.	2013	Käyttöönottotutkimus Meksikossa
Ahiakwo et al.	2013	Käyttöönottotutkimus Nigeriassa
AlSheimi et al.	2009	Käyttöönottotutkimus Saudi-Arabiassa
Kim & Jang	2005	Käyttöönottotutkimus Etelä-Koreassa
Fernandez-Solis et al.	2013	Kooste 26 käyttöönottotutkimuksesta

Menetelmän kouluttaminen ja onnistunut käyttöönotto

Tämän tutkimuksen mukaan työmaahenkilöstön kouluttamista ja motivointia pidetään erityisen tärkeänä onnistuneessa käyttöönotossa. Last Planner –menetelmä koulutetaan koko työmaahenkilöstölle, työmaalla järjestetään käyttöönoton aloitustilaisuus ja käyttöä tuetaan ohjevideoilla ja prosessikuvauksella. Urakoitsijoiden kouluttamista oleellista on lisätä heidän tietoisuutta työmaan aikataulusta. Käännetyn rakentamisvaiheikataulun laatiminen mahdollisimman varhaisessa vaiheessa luo pohjan urakoitsijoiden suunnitelmille.

Myös muissa tutkimuksissa kouluttamista ja tietämyksen lisäämistä pidetään ehdottomana. Fernandez-Solis et al. (2013) toteavat, että organisaation inhimillistä pääomaa kasvattamalla, eli kouluttamalla ja tietoisuutta lisäämällä Last Planner –menetelmä voidaan ottaa sujuvammin käyttöön. Cerveró-Romero et al. (2013) ja Ahiakwo et al. (2013) nostavat kouluttamisen käyttöönoton kriittiseksi menestystekijäksi. Ennen käyttöönottoa ja tutkimuksen aloittamista on järjestetty koulutustilaisuuksia. Esimerkiksi Koskela ja Koskenvesa (2003) kouluttivat osallistujille Last Planner –menetelmän taustaa ja teoriaa, tuotannon yleisiä ongelmia sekä käyttöönoton käytännön järjestelyjä. Tämän koulutuksen sisältö on hyvin samanlainen kuin tässä tutkimuksessa järjestetyn käyttöönoton aloitustilaisuuden sisältö.

Koskelan ja Koskenvesan (2003) mukaan ensimmäisenä työmailla on otettava käyttöön systemaattinen viikkosuunnittelu. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella näyttää kuitenkin siltä, että käyttöönotto tulee aloittaa rakentamisvaiheikataulun laatimisella yhdessä urakoitsijoiden kanssa. Tämä tulee tehdä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa urakoitsijoiden tietoisuuden lisäämiseksi, mikä helpottaa viikkosuunnitelmien ja valmistelevien suunnitelmien laatimista.

Prosessin mukainen toiminta

Tässä tutkimuksessa on esitetty ovatko koulutetun viikkorutiinin vaiheet olleet työmaalla prosessin mukaisia, osittain sen mukaisia tai siitä poikkeavia. Muissa tutkimuksissa prosessia ei ole esitetty yhtä yksityiskohtaisesti, joten tulosten vertaaminen on vaikeaa.

Koskela ja Koskenvesa (2003) ovat kuitenkin arvioineet menetelmän eri osien käyttöönottoa. Kaikilla työmailla onnistuttiin luomaan sellaisia viikkosuunnitelmia, joissa tehtävien edellytykset on varmistettu. Myös tässä tutkimuksessa urakoitsijat onnistuivat laatimaan omia viikkosuunnitelmiaan, joskin niiden sisällössä oli puutteita. Tehtävien toteutumisprosentin laskeminen onnistui hyvin ja sitä pidettiin innostavana, kun taas tässä tutkimuksessa TTP –lukua ei laskettu ja sitä pidettiin ylimääräisenä lisänä. Valmisteleva suunnittelu ei muuttunut konkreettiseksi tekemiseksi, mutta kokemukset luovat positiivisia odotuksia. Myös tässä tutkimuksessa valmistelevat suunnitelmat olivat pelkistettyjä, mutta niillä on kuitenkin pyritty tunnistamaan toteuttamisen esteitä työskentelyn helpottamiseksi. Viikkosuunnittelussa saavutettiin valmistelevaa suunnittelua järjestelmällisempi taso, kuten myös tässä tutkimuksessa.

Prosessin mukainen toiminta nähdään tärkeänä. Cerveró-Romero et al. (2013) toteavat, että sinnikkyys valvoa prosessia päivittäin on Last Planner –menetelmän käytön kriittinen menestystekijä.

Menetelmän ongelmat

Tässä tutkimuksessa on eritelty menetelmän ongelmat Firan työmaahenkilöstöön, urakoitsijoihin ja prosessin mukaiseen toimintaan liittyen.

Firan työmaahenkilöstöön liittyviä ongelmia ovat ajankäytön ja henkilöstöressurssien asettamat rajoitteet, henkilöstön riittämätön sitoutuminen Last Planner –menetelmään ja urakoitsijoiden kouluttamisen haastavuus. Fernandez-Solis et al. (2013) eivät havainneet haasteita työmaahenkilöstön ajankäyttöön tai henkilöstöressursseihin liittyen. Sitä vastoin Kim & Jang (2005) havaitsivat, että henkilöstön resursointi nousi ongelmaksi, kun Last Planner –menetelmän mukaisesta työsuunnittelusta vastasi projektia ohjaava ryhmä eikä rakentamisesta vastaava ryhmä. Projektia ohjaavalla ryhmällä ei ollut riittävästi tietoa rakennustyön esteistä. Myös tässä tutkimuksessa ongelmallisena pidettiin tilannetta, jossa Last Planner –menetelmää johtaa sellainen henkilö, joka ei ole riittävän tietoinen työmaan tapahtumista. Tämä voi tulla esiin esimerkiksi kesälomien aikana. Sitoutumattomuus menetelmään tai negatiivinen asenne uutta järjestelmää kohtaan havaittiin 12 tutkimuksessa. Myös Ahiakwo et al. (2013) havaitsi, että sitoutumattomuus on ongelma sekä työmaalla että ylemmän johdon tasolla. Urakoitsijoiden kouluttamisen liittyviä ongelmia ei havaittu.

Urakoitsijoiden toimintaan liittyviä ongelmia ovat tietämättömyys tehtävien aikatauluttamisesta, heikot tietotekniset valmiudet sekä epäselvyys urakoitsijan nokkamiehen roolia ja vastuunkantokykyä kohtaan. Fernandez-Solis et al. (2013) havaitsivat 13 tutkimuksessa haasteeksi ymmärryksen puutteen uutta järjestelmää kohtaan sekä vaikeuden suunnitella toteuttamiskelpoisia tehtäviä. Tämä johtuu taitojen, koulutuksen ja kokemuksen puutteesta. Jos ymmärryksen ja taitojen puute koskee pääurakoitsijaa, koskee se oletettavasti myös muita urakoitsijoita. Myös Kim ja Jang (2005) tunnistivat ongelmaksi työryhmien vastuuhenkilöiden osaamattomuuden töiden aikatauluttamiseen. Urakoitsijoiden tietoteknisiä valmiuksia tai nokkamiehen roolia vastuullisena henkilönä ei kyseenalaistettu muissa tutkimuksissa.

Prosessin mukaiseen toimintaan liittyviä ongelmia ovat koordinoitipalaverin tarpeettomuus urakoitsijapalaverin lisäksi, viikkorutiinin aiheuttamat ristiriidat muiden käytäntöjen kanssa, urakoitsijoiden lyhyt aika oppia ja sisäistää menetelmä sekä suunnitelmien sisällön huono näkyvyys. Fernandez-Solis et al. (2013) eivät viittaa suoraan haasteisiin urakoitsijoiden koordinoinnissa. Oletettavasti tässä tutkimuksessa asia nousi esille, sillä tutkimus suoritettiin työmailla vaiheessa, jossa koordinoitipalaverin hyödyt eivät nousseet esille. 16 tutkimuksessa havaittiin, että organisaatio vastustaa muutosta. Muutosvastarinnan vuoksi tässä tutkimuksessa koulutettu viikkorutiini nähdään mahdollisesti ristiriitaisina työmaan muiden käytäntöjen kanssa. Koskelan ja Koskenvesan (2003) mukaan käyttöä vaikeuttaa se, että työmaan eteneminen asettuu pakostakin uuden menetelmän kokeilun edelle. 13 tutkimuksessa havaittiin ongelmaksi taitojen, kou-

lutuksen ja kokemuksen puute. Myös Cerveró-Romero et al. (2013) esittävät, että sidosryhmien vaihtuvuus on ongelmallista. Tällaisissa tapauksissa urakoitsijat eivät ehdi oppia ja sisäistää Last Planner –menetelmää. Ongelmia suunnitelmien sisällön näkyvyydessä ei havaittu.

Menetelmän hyödyt

Tässä tutkimuksessa on eritelty menetelmän hyödyt Firan työmaahenkilöstölle ja urakoitsijoille.

Hyödyt Firan työmaahenkilöstölle ovat työnjohtajien tietoisuuden lisääntyminen, aikataulun päivittäisen seurannan helpottuminen ja työn suunnitelmallisuus. Fernandez-Solis et al. (2013) havaitsivat kahdessa tutkimuksessa tiedon ja oppimisen lisääntyneen. Havaintoja aikataulun seurannan helpottumisesta ei ollut. Myös Koskela ja Koskenvesa (2003) sekä AlSheimi et al. (2009) huomasivat, että Last Planner –menetelmä helpottaa töiden etenemisen seurantaa, lisää tietoisuutta sekä parantaa työnjohtoa. Työn suunnitelmallisuuden hyödyt on nostettu esille useassa tutkimuksessa. Työn virtauksen luotettavuus on kasvanut 9 tutkimuksessa ja jokapäiväiset ongelmat ovat vähentyneet kolmessa tutkimuksessa.

Hyödyt urakoitsijoille ovat töiden yhtensovittaminen, edeltävien työvaiheiden tunnistaminen, aikataulussa pysymisen seuraaminen, odottelun ja hukan vähentyminen sekä resurssien suunnittelun helpottuminen. Fernandez-Solis et al. (2013) havaitsivat lähes samanlaisia hyötyjä. Yleisesti voidaan todeta, että kaikki ennakkosuunnittelu ja yhteistoiminta on hyödyllistä. Toimitusketjun yhteistyö parantui kolmessa tutkimuksessa ja lisäksi työn virtauksen luotettavuus kasvoi sekä jokapäiväiset ongelmat vähentyivät. Koskela ja Koskenvesa (2003) havaitsivat, että työt olivat paremmin yhteen sovitettuja, tehtävien edellytysten valmistelu kohosi sekä tehtävät aloitettiin tehokkaasti ja järkevästi. Cerveró-Romero et al. (2013) ja AlSheimi (2009) totesivat Last Planner –menetelmän hyödyttäneen resurssien tehokkaammassa suunnittelussa.

6.3 Tulosten tieteellinen ja käytännöllinen merkitys

Edellä esitetty tulosten vertailu muihin tutkimuksiin luo perustan tämän tutkimuksen tieteellisen merkityksen arvioinnille. Tieteellistä merkitystä ei voida kuitenkaan arvioida tarkasti, sillä samasta aiheesta on tehty useita tutkimuksia, ja tätä tutkimusta on verrattu vain osaan niistä. Toisaalta yksi tutkimuksista kokoaa yhteen 26 käyttöönottotutkimuksen tuloksia, mikä laajentaa vertailupohjaa. Pääasiassa tämän tutkimuksen tulokset tukevat aiemmin suoritettuja Last Planner -menetelmän käyttöönottotutkimuksia. Havainnot kouluttamisen tarpeesta, ongelmista ja hyödyistä ovat samankaltaisia. Osa tuloksista kuitenkin poikkeaa muista vertailuun valituista tutkimuksista.

Tässä tutkimuksessa on havaittu uusia tapoja tukea kouluttamista ja onnistunutta käyttöönottoa. Ohjevideoita menetelmän eri vaiheista sekä viikkorutiinin prosessikuvausta vastuunjakoineen pidetään tärkeänä materiaalina tavanomaisen koulutuksen lisäksi. Tavallisesti Last Planner -menetelmä on otettu käyttöön aloittamalla viikkosuunnittelu

ja laajentamalla sitä myöhemmin valmistelemaan suunnitteluun. Tämän tutkimuksen mukaan käännetty rakentamisvaihe aikataulu tulee laatia mahdollisimman aikaisessa vaiheessa yhdessä urakoitsijoiden kanssa. Tämä lisää urakoitsijoiden tietoisuutta työmaan aikataulusta sekä luo perustan heidän laatimille viikkosuunnitelmille ja valmisteleville suunnitelmille.

Tässä tutkimuksessa työmaille on koulutettu yksityiskohtainen viikkorutiini, jonka eri vaiheiden toteutumista on arvioitu. Muissa tutkimuksissa menetelmän käyttöä työmaille on kuvailtu lähinnä teoreettisesti, eikä työmailta vaadittua toimintatapaa ole esitetty yksityiskohtaisesti. Tämä tutkimus esittää eräänlaisen viikkorutiinin sekä selvittää mitkä sen vaiheista ovat olleet prosessin mukaisia, osittain sen mukaisia tai siitä poikkeavia. Tämä tieto on tarpeellista pyrittäessä prosessien mukaiseen toimintaan.

Tässä tutkimuksessa on tullut ilmi uusia Last Planner -menetelmän käyttöön liittyviä ongelmia. Ensinnäkin urakoitsijoiden kouluttamista menetelmän käyttöön pidetään haastavana. Tilannetta vaikeuttaa urakoitsijoiden vaihtuvuus työmaalla. Toiseksi urakoitsijoiden tietotekniset valmiudet eivät välttämättä ole riittävällä tasolla. Tämä vaikeuttaa suunnitelmien täyttämistä sekä palauttamista sähköisesti. Kolmanneksi urakoitsijan nokkamiehen roolia suhteessa työnjohtajaan pidetään epäselvänä. Lopullinen vastuu urakoitsijan aikataulusta ja ongelmien ratkaisemisesta on työnjohtajalla. Last Planner -menetelmä kuitenkin sitouttaa ensisijaisesti urakoitsijan nokkamiehen työmaan toimintaan.

Tulosten käytännöllinen merkitys syntyy, kun yritys soveltaa tämän ja muiden vastaavien tutkimusten tuloksia Last Planner -menetelmän käyttöönotossa. Tulosten käytännöllistä merkitystä arvioidaan tässä tutkimuskysymyksittäin.

Tutkimuksen tulosten perusteella voidaan asettaa vaatimuksia Last Planner -menetelmän kouluttamiselle ja onnistuneelle käyttöönotolle. Työmaat tarvitsevat laadukasta kouluttamista, joka koostuu käyttöönottoa edeltävästä koulutuksesta sekä käyttöä tukevasta ohjeistuksesta, kuten ohjevideoista ja prosessikuvauksesta. Yrityksen on suunniteltava koulutuksen järjestäminen sekä laadittava tarvittava ohjeistus. Lisäksi yrityksen tulee tehdä päätös käyttöönoton pakollisuudesta työmaille sekä huomioida mahdollinen muutosvastarinta.

Prosessin mukaisen toiminnan arviointi liittyy olennaisesti yrityksen haluun viedä toimintoja prosessien mukaisiksi. Tässä tutkimuksessa on arvioitu työmaan viikkorutiinin vaiheita suhteessa koulutettuun prosessiin. Tämän perusteella yrityksen tulee arvioida prosessin toimivuus ja mahdolliset muutostarpeet. Prosessista poikkeaviin vaiheisiin tulee kiinnittää huomiota käyttöönottoa koulutettaessa.

Last Planner -menetelmän ongelmia on tarkasteltu Firan työmaahenkilöstöön, urakoitsijoihin ja prosessin mukaiseen toimintaan liittyen. Yrityksen tulee ratkaista nämä ongelmat ennen käyttöönoton kouluttamista. Vastaavasti on tutkittu menetelmän hyötyjä Firan työmaahenkilöstöön ja urakoitsijoihin liittyen. Havaittuja hyötyjä voidaan käyttää positiivisen mielikuvan luomiseksi käyttöönottoa koulutettaessa.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän tutkimuksen tulosten perusteella yritykselle annetaan toimenpidesuosituksia. Toimenpidesuosituksia on esitetty tämän luvun alussa. Luvun lopussa esitetään tässä tutkimuksessa esille nousseita jatkotutkimusaiheita.

7.1 Toimenpidesuosituksia

Toimenpidesuosituksia annetaan kahdesta eri näkökulmasta. Ensin esitetään toimenpidesuosituksia Last Planner –menetelmän kouluttamisen ja onnistuneen käyttöönoton varmistamiselle. Tämän jälkeen esitetään toimenpidesuosituksia prosessin mukaiseen toimintaan liittyen.

Kouluttaminen ja onnistunut käyttöönotto

Firan työmaahenkilöstö tarvitsee laadukasta koulutusta ja käyttöä tukevaa ohjeistusta, jotta Last Planner –menetelmä voidaan ottaa onnistuneesti käyttöön yrityksen työmailla. Yrityksen tulee suunnitella koulutuksen järjestäminen koko työmaahenkilöstölle. Kouluttamisella tulee lisätä työntekijöiden tietämystä Last Planner –menetelmästä sekä tiedottaa käyttöönoton aloittamisesta yrityksessä. Lisäksi tulee tiedottaa käyttöönoton vaikutuksista työmaiden toimintatapoihin ja työntekijöiden vastuualueisiin. Koulutustilaisuudessa tulee keskustella avoimesti Last Planner –menetelmään liittyvistä ongelmista, joita on useita eri tutkimusten mukaan. Lisäksi on kuitenkin onnistuttava luomaan positiivista ilmapiiriä kertomalla miten työmaa hyötyy menetelmän käytöstä. Koko työmaahenkilöstön koulutustilaisuuden lisäksi on suositeltavaa järjestää jokaisella työmaalla käyttöönoton aloitustilaisuus. Tässä tilaisuudessa kerrataan koulutuksen sisältöä sekä käsitellään mahdollisia työmaakohtaisia erityispiirteitä. Työmaakohtaisten aloitustilaisuuksien järjestäminen voidaan lopettaa, kun henkilöstö on sisäistänyt Last Planner –menetelmän. Myöhemmin myös työmaahenkilöstö voi kouluttaa uudet työntekijät menetelmän mukaiseen toimintaan. Työmaaorganisaation siirtyessä seuraavalle työmaalle aloitustilaisuutta ei tarvitse järjestää.

Last Planner –menetelmän käyttöä tulee tukea ohjemateriaalilla. Ohjevideot havaittiin hyväksi tavaksi, joten niitä tulee tehdä menetelmän jokaiseen vaiheeseen liittyen. Lisäksi tulee laatia prosessikuvaus. Prosessikuvauksella toiminta pidetään samanlaisena eri työmailla, ja siinä esitetään työmaan viikkorutiinin vaiheet sekä vastuunjako. Vastuunjaolla on selvitetävä työpäällikön, vastaavan työnjohtajan ja työnjohtajan roolit. Prosessikuvauksen avulla menetelmän mukainen toiminta ei ole henkilöriippuvaista esimerkiksi kesälomien aikana.

Yrityksessä tulee tehdä päätös käyttöönoton pakollisuudesta. On selvítettävä halutaanko Last Planner –menetelmästä vakioitu toimintatapa kaikille työmaille vai voiko menetelmän käyttö olla vapaaehtoista. Muutosvastarintaa on odotettavissa tilanteissa, joissa pitkään samoilla toimintatavoilla työskennelleet työntekijät eivät halua muuttaa tapojaan. Vaikka menetelmän käyttö tehdään pakolliseksi, työmaat saattavat käyttää päällekkäisiä menetelmiä aikataulunhallintaan. Yrityksen tulee päättää, miten tällaisissa tilanteissa toimitaan. Lisäksi tulee selvittää, soveltuuko menetelmä käyttöönotettavaksi samanlaisena eri urakkamuodoissa ja hanketyypeissä.

Kaiken kaikkiaan koulutuksen ja ohjeistuksen taso nousee merkittävään asemaan. Jos Last Planner –menetelmä tehdään pakolliseksi toimintatavaksi, on kouluttamisen ja ohjemateriaalin oltava erittäin laadukasta. Työmailta ei voi vaatia sellaista, mitä heille ei ole koulutettu kunnolla tai mitä varten ei ole olemassa oikeita työkaluja.

Last Planner –menetelmä tulee lisäksi kouluttaa urakoitsijoille. Tällä hetkellä urakoitsijoiden tietämys työvaiheiden aikatauluttamisesta ei ole riittävällä tasolla. Käännetyn rakentamisvaihe aikataulun laatiminen varhaisessa vaiheessa lisää urakoitsijoiden tietämystä työmaan aikataulusta sekä toimii perustana urakoitsijoiden laatimille suunnitelmille. Käännetty rakentamisvaihe aikataulu tulee tehdä mahdollisimman aikaisin. Eräs vaihtoehto on järjestää käyttöönoton aloitustilaisuus yhdessä käännetyn rakentamisvaihe aikataulun laatimisen kanssa. Tällöin Firan työmaahenkilöstölle annettu koulutus saavuttaa myös urakoitsijat. Urakoitsijoiden kouluttaminen on iso haaste, mutta välttämätöntä onnistumiselle. Haasteita ovat lisäksi urakoitsijoiden vaihtuvuus työmaalla sekä vaihteleva motivaatio työn suunnitteluun. Keinoina voivat olla esimerkiksi pitkäaikaiset yhteistyökumppanuudet tai voimakkaampaan sitoutumiseen kannustavat toteutus- ja palkkiomallit.

Lisäksi on ohjeistettava otetaanko kaikki urakoitsijat mukaan Last Planner –menetelmän käyttöön. Työmailla on runsaasti urakoitsijoita, jotka ovat työmaalla satunnaisesti tai vain lyhyen aikaa. Yrityksen on selvítettävä, miten tällaiset urakoitsijat huomioidaan. Urakoitsijoiden tietotekniset valmiudet laatia ja palauttaa suunnitelmia sähköisesti eivät ole tasavertaiset. On päätettävä, onko yrityksen tehtävä järjestää työmaille tietokone, jolla urakoitsijat voivat laatia ja palauttaa suunnitelmansa.

Prosessin mukainen toiminta

Yrityksen tavoitteena on ottaa käyttöön prosessijohtaminen. Tässä tutkimuksessa toiminta työmailla on ollut vain osittain koulutetun prosessin mukaista. Tulosten perusteella yrityksen tulee arvioida testatun prosessin toimivuus. Prosessin toimimattomien vaiheiden kouluttamiseen on panostettava enemmän tai prosessia on muutettava.

Työmailla laaditaan viikkosuunnitelmia ja urakoitsijoiden kanssa käydään keskustelua suunnitelmien sisällöstä. Suunnitelmien palauttaminen ajallaan onnistuu vain osittain. Yksittäiset tehtävät ovat riittävän yksityiskohtaisesti suunniteltuja, mutta tehtävillä ei ole täyttä varmuutta aloittamisen edellytyksistä eikä toteumaprosenttia lasketa. Nämä ovat juuri niitä osa-alueita, joissa tarvitaan prosessinmukaista kuria. Ainoastaan varmistamalla tehtävien aloittamisen edellytykset ja valvomalla tehtävien onnistumista pääs-

tään Last Planner –menetelmän varsinaiseen tavoitteeseen. Aloittamisen edellytysten varmistaminen vaatii järjestelmällistä valmistelevaa suunnittelua, joka on ollut pelkistettyä tässä tutkimuksessa. Toiminta työmailla ei ole tällä hetkellä riittävän prosessinmukaista.

Koordinointipalaverin järjestämisessä esiintyy huomattavia poikkeamia. Yrityksen tulee ohjeistaa, onko koordinointipalaverin järjestäminen urakoitsijapalaverin lisäksi tarpeellista työmaan alkuvaiheessa. Tässä vaiheessa työmaalla on vain vähän urakoitsijoita, ja samat asiat voidaan käsitellä urakoitsijapalaverissa. Myöhemmin koordinointipalaveri on kuitenkin hyvä erottaa urakoitsijapalaverista.

Tässä tutkimuksessa koulutetun prosessin mukaisesti toimittaessa viikkosuunnitelmien näkyvyys on heikkoa. Lisäksi eri urakoitsijoiden tehtävien yhteensovittamista ei voida havainnollistaa riittävän hyvin. Vaihtoehtoisessa toimintatavassa viikkosuunnitelmat esitellään maanantain koordinointipalaverissa ja niiden sisältö siirretään esimerkiksi tarralapuilla seinällä olevaan aikatauluun. Toisiinsa vaikuttavien urakoitsijoiden tehtävät yhteen sovitetaan. Kun seinällä oleva aikataulu on riittävän iso ja jaettu työmaan lohkoihin, tapahtumien näkyvyys on parempi verrattuna siihen, että jokaisen urakoitsijan suunnitelmat esitetään seinällä erikseen. Vastaavaa toimintatapaa on kokeiltu yrityksessä ennenkin, ja kokemukset siitä ovat hyviä. Tällainen menettelytapa ei muuta koulutettua viikkorutiinia juuri ollenkaan, mutta sillä on huomattavia hyötyjä.

Last Planner –menetelmä on liitettävä prosessinomistajuuteen, jos yrityksessä päädytään ottamaan menetelmä käyttöön vakioidun prosessin mukaisesti. Yrityksen tulee päättää, sisältyykö Last Planner –menetelmä johonkin olemassa olevista prosesseista vai tuleeko perustaa uusi prosessinomistajuus. Prosessinomistaja toimii kehitysryhmineen käyttöönoton ja käytön tukihenkilönä eri työmailla sekä valvoo prosessin mukaista toimintaa.

7.2 Jatkotutkimusaiheet

Tutkimuksen aikana on noussut esiin asioita, jotka tulee huomioida, mikä Last Planner –menetelmää halutaan tutkia yrityksessä lisää. Tässä tutkimuksessa oli alun perin viides tutkimuskysymys, johon vastaamalla piti selvittää urakkamuodon vaikutus Last Planner –menetelmän käyttöön. Tutkimuskysymys kuitenkin poistettiin, sillä yrityksen käynnissä olevat hankkeet eivät olleet sopivia tähän. Jatkotutkimuksessa voidaan selvittää urakkamuodon vaikutus. Erityisen mielenkiintoista on tutkia, miten allianssisopimus vaikuttaa urakoitsijoiden aikataulusuunnitteluun ja sitoutumiseen.

Jotta työmaan toimintaa Last Planner –menetelmän mukaisesti sekä siihen liittyviä haasteita voidaan ymmärtää paremmin, voidaan tutkimus tehdä osallistuvampaa tutkimusmetodia käyttäen. Tällaisessa tapauksessa tutkija osallistuu aktiivisesti tutkimansa yhteisön jokapäiväiseen toimintaan.

Jatkotutkimuksessa käännetty rakentamisvaiheaikataulu on otettava mukaan tutkimuksen laajuuteen. Samalla käyttöönoton järjestys muutetaan siten, että käännetty rakentamisvaiheaikataulu laaditaan ensimmäiseksi tai muuten riittävän aikaisessa vaihees-

sa yhdessä urakoitsijoiden kanssa. Tutkimuksessa arvioidaan tämän vaikutusta suunnitelmien laatuun sekä osallistuvien urakoitsijoiden yhteistoimintaan.

Tässä tutkimuksessa työmaat olivat lähes samassa vaiheessa. Työmaat olivat vasta alkaneet, ja yhteen sovitettavia tehtäviä oli vähän, joten Last Planner –menetelmän hyödyt eivät tulleet täysin esille. Jatkotutkimuksessa on valittava parempi ajankohta tutkimukselle. Sisätyövaiheessa useat työryhmät käyttävät samaa työpistettä, joten tehtävien yhteensovittaminen on kriittisempää.

Tehtävien toteumaprosenttia ei laskettu tässä tutkimuksessa, vaikka se koulutettiin työmaille. Jatkotutkimuksessa TTP –luku tulee laskea, jotta työmailta saadaan myös mitattavaa aineistoa.

LÄHTEET

- Aaltola, J. & Valli, R. 2010. Ikkunoita tutkimusmetodeihin. Metodien valinta ja aineistonkeruu: virikkeitä aloittelevalle tutkijalle. Jyväskylä, PS-Kustannus. 261 s.
- Ahiakwo, O., Oloke, D., Suresh, S. & Khatib, J. 2013. A Case Study of Last Planner System Implementation in Nigeria. 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 21. pp. 699-707.
- AlSehaimi, A., Tzortzopoulos, P. & Koskela, L. 2009. Last Planner System: Experiences From Pilot Implementation in the Middle East. 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 17. pp. 53-66.
- Artto, K., Martinsuo, M. & Kujala, J. 2006. Projektiliiketoiminta. 2. painos. Helsinki, WSOY. 416 s.
- Ballard, G. 1994. The Last Planner. Northern California Construction Institute Spring Conference, Monterey, CA, April 1994. 8 p.
- Ballard, G. 1997. Lookahead Planning: The Missing Link in Production Control. Proceedings of the 5th Annual Conference on Lean Construction, Gold Coast, Australia, 1997. pp. 13-26.
- Ballard, G. 2000a. The Last Planner System of Production Control. Ph.D. Dissertation. The University of Birmingham, Faculty of Engineering. 192 p.
- Ballard, G. 2000b. Phase Scheduling. LCI White Paper #7, April 2000. 3 p.
- Ballard, G. & Howell, G. 1994. Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow. Proceedings of the 2nd Annual Conference on Lean Construction, Santiago, Chile, 1994. 10 p.
- Ballard, G. & Howell, G. 1998. Shielding production: Essential Step in Production Control. Journal Of Construction Engineering and Management 124, 1, pp. 11-17.
- Ballard, G. & Howell, G. 2004. An Update on Last Planner. 11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 11. 13 p.
- Carr, W. & Kemmis, S. 1986. Becoming critical: Education, knowledge and action research. Lontoo, Falmer.

- Cerveró-Romero, F., Napolitano, P., Reyes, E. & Teran, L. 2013. Last Planner System® and Lean Approach Process®: Experiences From Implementation in Mexico. 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 21. pp. 709-718.
- Construction Extension to the PMBOK Guide. 2008. Third Edition. Project Management Institute. 208 p.
- Eskola, J. & Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere, Vastapaino. 268 s.
- Fernandez-Solis, J. L., Porwal, V., Lavy, S., Shafaat, A., Rybkowski, Z. K., Son, K. & Lagoo, N. 2013. Survey of Motivations, Benefits and Implementation Challenges of Last Planner System Users. Journal of Construction Engineering and Management 139, 4, pp. 354-360.
- Forbes, L.H. 2011. Modern Construction: Lean Project Delivery and Integrated Practices. Boca Raton, CRC Press. 490 p.
- Hirsijärvi, S. & Hurme, H. 2008. Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki, Gaudeamus Helsinki University Press. 213 s.
- Hopp, W.J. & Spearman, M.L. 1996. Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management. Boston, Massachusetts, Irwin/McGraw-Hill. 668 p.
- Howell, G. & Ballard, G. 1996. Can Project Controls Do Its Job? Proceedings of the 4th Annual Conference on Lean Construction, Birmingham, England, 1996.
- Junnonen, J-M. 1996. Uusiutuva tuotannonohjaus. Helsinki, Rakennusteollisuuden keskusliitto. 47 s.
- Järvinen, P. & Järvinen, A. 2004. Tutkimustyön metodeista. Tampere, Opinajan Kirja. 211 s.
- Kauppila, A. 2014. Prosessilähtöisen rakennusliikkeen tuotannon johtamis- ja toimintamallin kehittäminen. Diplomityö. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto. Teknistaaloudellinen tiedekunta. 122 s.
- Kim, Y-W. & Jang, J-W. 2005. Case Study: An Application of Last Planner to Heavy Civil Construction in Korea. 13th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 13. pp. 405-411.

Koskela, L. 1992. Application of the new production philosophy to construction. Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University. CIFE Technical Report 72. 75 p.

Koskela, L. 1999. Management of Production in Construction: A Theoretical View. 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 7. pp. 241-252.

Koskela, L. 2000. An exploration towards a production theory and its application to construction. Espoo, VTT Publications 408. 296 p.

Koskela, L. & Koskenvesa, A. 2003. Last Planner –tuotannonohjaus rakennustyömaalla. Espoo, VTT Tiedotteita 2197. 82 s. + liitt. 20 s.

Koskenvesa, A. 2010. Rakennustyön tuottavuus 1975-2010. Rakentajain kalenteri 2011 95. vuosikerta. Helsinki, Rakennustieto Oy. s. 138-146.

Koskenvesa, A. 2011. Tuotannosuunnittelun käytännöt. Rakentajain kalenteri 2012 96. vuosikerta. Helsinki, Rakennustieto Oy. s. 192-197.

Koskenvesa, A., Koskela, L., Tolonen, T. & Sahlstedt S. 2010. Waste and Labor Productivity in Production Planning: Case Finnish Construction Industry. 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 18. pp. 477-486.

Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki, Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS. 144 s.

Koskenvesa, A. & Koskela, L. 2012. Ten Years of Last Planner in Finland – Where Are We? 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 20. 10 p.

Koski, H. 1995. Rakennushankkeen tuotannosuunnittelu ja –ohjaus. 2. painos. Helsinki, Rakennustieto. 113 s.

Kvale, S. 1996. InterViews. An introduction to qualitative research interviewing. London, Sage.

Lindberg, R., Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 2012. Aikataulukirja 2013. 12., uudistettu painos. Helsinki, Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS. 376 s.

Merikallio, L. & Haapasalo, H. 2009. Projektituotantojärjestelmän strategiset kehittämiskohteet kiinteistö- ja rakennusalalla. Espoo, LCI-Finland. 43 s.

Ohno, T. 1988. Toyota Production System. Cambridge, MA, Productivity Press. 143 p.

RT-10387. 1989. Talonrakennushankkeen kulku, ohjetiedosto. Helsinki, Rakennustietosäätiö. 24 s.

Vrijhoef, R., Koskela, L. & Howell, G. 2001. Understanding Construction Supply Chains: An Alternative Interpretation. 9th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 9. 15 p.

Womack, J. & Jones, D. 1996. Lean Thinking. New York, Simon & Schuster.

Liite: Teemahaastattelujen sisältö

Teemahaastattelu 1: Viikkosuunnittelu ja viikkosuunnittelun valvonta

Taustakysymykset

Teema 1: Viikkosuunnittelun ohjeistaminen

Ohjeistuksen hyödyllisyys sekä laatu Firalaiselle työnjohdolle

Viikkosuunnittelun käytönoton aloitustilaisuus

Urakoitsijoiden ohjeistaminen

Teema 2: Viikkosuunnitelmat

Viikkosuunnitelmien laatiminen

Viikkosuunnitelmien palauttaminen ja säilyttäminen

Viikkosuunnitelmien sisältö

Teema 3: Viikkosuunnitelmien valvonta

Teema 4: Koordinointipalaveri

Koordinointipalaverin järjestäminen ja palaveriin osallistuminen

Koordinointipalaverin sisältö

Teema 5: Käyttönoton ongelmat ja hyödyt

Käyttönoton ongelmat

Käyttönoton hyödyt

Teemahaastattelu 2: Valmisteleva suunnittelu ja oppiminen

Teema 1: Viikkosuunnittelu ja viikkosuunnittelun valvonta

Viikkosuunnittelurutiini

Viikkosuunnittelun valvonta

Viikkosuunnittelun ongelmat ja hyödyt

Teema 2: Valmistelevan suunnittelun ohjeistaminen

Ohjeistaminen Firalaiselle työnjohdolle

Urakoitsijoiden ohjeistaminen

Teema 3: Valmistelevat suunnitelmat

Valmistelevien suunnitelmien laatiminen

Valmistelevien suunnitelmien palauttaminen ja säilyttäminen

Valmistelevien suunnitelmien sisältö

Teema 4: Koordinointipalaveri

Valmistelevien suunnitelmien käsittely

Oppiminen

Koordinointipalaverin muu sisältö

Teema 5: Valmistelevan suunnittelun ongelmat ja hyödyt

Valmistelevan suunnittelun ongelmat

Valmistelevan suunnittelun hyödyt

Teemahaastattelu 3: Last Planner –menetelmä vastaavan työjohtajan näkökulmasta

Teema 1: Last Planner -prosessi

- Last Planner –menetelmän tunteminen

- Työmaan viikkorutiini

- Urakoitsijoiden sitouttaminen aikataulujen suunnitteluun

- Urakoitsijoiden laatimat aikataulut

Teema 2: Menetelmän ohjeistaminen

- Ohjeistaminen Firalaiselle työjohdolle

- Urakoitsijoiden ohjeistaminen

Teema 3: Menetelmän ongelmat ja hyödyt

- Ongelmat

- Hyödyt

Teemahaastattelu 4: Last Planner –menetelmän käytön jatkaminen työmaalla

Teema 1: Viikkosuunnittelu ja valmisteleva suunnittelu

- Viikkosuunnittelu

- Valmisteleva suunnittelu

- Suunnitelmien palauttaminen

Teema 2: Koordinointipalaveri

- Koordinointipalaverin järjestäminen

Teema 3: Menetelmän ongelmat ja hyödyt

- Ongelmat

- Hyödyt