



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

HENRI TRYGG  
LAST PLANNER -MENETELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO  
KOHDEYRITYKSEN TYÖNJOHTAJILLE

Diplomityö

Tarkastajat: projektipäällikkö  
Juha-Matti Junnonen,  
professori Jukka Pekkanen  
Tarkastajat ja aihe hyväksyty  
21.6.2018

## TIIVISTELMÄ

**HENRI TRYGG:** Last Planner -menetelmän käyttöönotto kohdeyrityksen työnjohtajille

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 58 sivua, 6 liitesivua

Joulukuu 2018

Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Rakennustuotanto

Tarkastaja: projektipäällikkö Juha-Matti Junnonen, professori Jukka Pekkanen

Avainsanat: Lean-rakentaminen, Last Planner -tuotannonohjaus, työnjohto

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää mitä ongelmia ja hyötyjä Last Planner -tuotannonohjausmenetelmään liittyy kohdeyrityksen työmailla. Tutkimuksessa pyritään lisäksi selvittämään työmaiden viikkotehtävien viiveiden suurimpia syitä sekä kohdeyrityksen työntekijöiden tuntemusta Last Planner -menetelmästä. Tutkimuksen loppuun kootaan lyhyt Last Planner -menetelmän ohjeistus, joka on tarkoitus jakaa kohdeyrityksen työmaahenkilöstölle.

Tutkimus on kaksiosainen. Ensimmäinen osa koostuu kirjallisuusselvityksestä, jossa tutkitaan mitä elementtejä työmaan aikatauluhallintaan liittyy sekä perehdytään Lean-rakentamiseen ja Last Planner -tuotannonohjausmenetelmään. Toinen osa koostuu empiirisestä tutkimuksesta. Empiirisen tutkimuksen tavoitteena on löytää vastaukset tutkimuskysymyksiin. Tutkimuksen aineistoa kerätään lähettämällä kyselylomake kohdeyrityksen työnjohtajille sekä suorittamalla teemahaastatteluja yrityksen toimihenkilöille. Lisäksi tehdään toimintatutkimusta kahdella työmaalla, joissa Last Planner -menetelmä on otettu koekäyttöön.

Tutkimuksessa havaittiin, että Last Planner -menetelmällä on mahdollista saavuttaa merkittäviä hyötyjä työmaan aikataulunhallinnassa. Tutkimuksessa todettiin Last Planner -menetelmän mahdollisesti parantavan aliurakoitsijoiden sitoutumista yhteisiin aikatauluihin sekä lisäävän urakoitsijoiden välistä yhteistyötä. Lisäksi havaittiin, että Last Planner -menetelmän mukaisella toiminnalla saatiin työnjohtajat paremmin varmistamaan työtehtäviensä suoritusedellytykset. Kohdeyrityksen henkilöstön tietämys Last Planner -menetelmästä on keskimäärin vähäistä ja Last Planner -menetelmän on aktiivisessa käytössä vain harvalla työmaalla. Kohdeyrityksen henkilöstössä kuitenkin uskottiin, että menetelmässä on paljon potentiaalia ja sen käyttöönottoa tulisi yrityksessä jatkaa.

Työmaan viikkotehtävien viiveiden keskeisimpiä syitä olivat suunnitelmien puuttuminen, edeltävien töiden keskeneräisyys sekä omien tai aliurakoitsijoiden riittävien resurssien puuttuminen.

## ABSTRACT

**HENRI TRYGG:** The introduction of the Last Planner method to the site managers of the target company

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 58 pages, 6 Appendix pages

December 2018

Master's Degree Programme in Civil Engineering

Major: Construction Management and Economics

Examiner: project manager Juha-Matti Junnonen, Professor Jukka Pekkanen

Keywords: Lean, Lean construction, Last Planner method

The purpose of this thesis is to find out what kind of problems and benefits the Last Planner production control method involves in the target company's construction sites. The thesis also seeks to find the main causes of week task delays in construction sites and how well the employees of the target company know the Last Planner method's principles. At the end of the thesis, a brief guide of the Last Planner method will be compiled, which is intended to be shared with the target company's staff. The purpose of this guide is to improve the awareness of the Last Planner method at the target company's construction sites.

The thesis consists of two parts. The first part is a literature study, which seeks to find what kind of elements are involved in the construction sites scheduling management and Last Planner method. The second part consists of empirical research. The material of the research is collected by sending a questionnaire to the site managers of the target company and by conducting interviews with company staff. Additionally, an operational research is carried out on two sites where the Last Planner method is taken for trial use.

The study found that the Last Planner method has the potential to achieve significant benefits in the scheduling of the construction sites. The study found that Last Planner could potentially improve subcontractors' commitment to schedules and increase co-operation between contractors. According to the study the target company's staff's knowledge of the Last Planner method is relatively low, and the Last Planner method was found to be in active use only in few construction sites.

The most important reasons for the week task delays were the lack of plans, the incompleteness of previous tasks and the lack of the resources

## ALKUSANAT

Opinnot alkavat vihdoin kahdeksan vuoden yrityksen jälkeen olla viimeisiä tenttejä vaille valmiit. Vaikka opiskelijaelämä on jo kauan sitten jäänyt taakse, niin tuohon aikaan sisältyy paljon huikeita kokemuksia ja ihmisiä, joita voi jälkeen päin muistella pelkästään lämmöllä.

Haluan kiittää Juha-Matti Junnosta sekä Anssi Koskenvesaa työn tarkastamisesta sekä saamastani palautteesta. Suuret kiitokset myös Ossi Inkilälle työni ohjaamisesta sekä suuresta luottamuksesta, jota sain osakseni koko vaikean työmaan läpi. Kiitokset myös vanhemmilleni opintojen alkuvaiheen taloudellisesta tukemisesta ja tietysti hiukeille opiskelijakavereille.

Helsingissä 3.12.2018

Henri Trygg

## SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto .....	1
1.1	Tutkimuksen tausta .....	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset .....	1
1.3	Tutkimuksen toteutus .....	2
1.4	Raportin rakenne .....	3
2	Rakennushankkeen tuotannonohjaus ja - suunnittelu .....	5
2.1	Rakennushankkeen tuotannosuunnittelu ja -ohjaus .....	5
2.2	Työmaan tuotannonohjaus ja -valvonta .....	6
2.3	Uusiutuva ja korjaava tuotannonohjaus .....	8
3	Työmaan aikataulusuunnittelu .....	11
3.1	Tuotannon aikataulutus .....	11
3.2	Viikkoaikataulut.....	13
3.3	Tuotannonohjaus aikataulutyypeillä .....	14
4	Last Planner -tuotannonohjaus.....	18
4.1	Lean-ajattelu Last Planner -menetelmän perustana .....	18
4.2	Lean-rakentaminen.....	19
4.3	Last Planner -menetelmän pääpiirteet.....	20
4.4	Last Planner -menetelmä verrattuna perinteiseen tuotannonohjaukseen .....	24
4.5	Last Planner -menetelmän teoreettiset hyödyt .....	26
4.6	Last Planner -menettelyn mukainen viikkosuunnittelu.....	27
4.7	Last Planner ja tehtäväsuunnittelu .....	29
4.8	Toteutettavaksi hyväksyttävät tehtävät .....	30
4.9	Työsuoritusten vastaanotto ja hyväksyminen .....	32
4.10	A3-raportointi tuotannonohjauksen työkaluna.....	32
4.11	Käännetty työvaiheaikataulu (KVA).....	33
5	Tutkimuksen empiirinen osa .....	36
5.1	Empiirisen osan toteutus .....	36
5.2	Aineiston hankinta ja käsittely .....	37
5.3	Toimintatutkimus .....	38
5.3.1	Case-kohde A.....	38
5.3.2	Case-kohde B.....	39
5.4	Haastattelut.....	41
6	Tulosten tarkastelu .....	43
6.1	Haastattelujen tulokset .....	43
6.1.1	Last Planner -menetelmän havaitut hyödyt .....	43
6.1.2	Last Planner-menetelmän havaitut ongelmat.....	44
6.2	Kyselyn tulokset.....	45
6.2.1	Last Planner-menetelmän havaitut hyödyt ja ongelmat.....	45
6.2.2	Kohdeyrityksen nykytilanne Last Planner -menetelmän suhteen.....	46
6.3	Viikkotehtävien viiveet .....	49

6.3.1	Haastattelut .....	49
6.3.2	Kyselylomakkeen tulokset.....	50
7	Johtopäätökset.....	52
7.1	Tutkimuksen onnistuminen ja luotettavuus .....	52
7.2	Tutkimuskysymyksiin vastaaminen.....	52
7.3	Tulosten vertailu aikaisempiin tutkimuksiin.....	54
7.4	Jatkotutkimukset .....	55
7.5	Suosittelut jatkotoimenpiteet.....	56
	Lähdeluettelo.....	57

LIITE A Työmaan Last Planner -ohjeistus

LIITE B Haastattelukysymykset

LIITE C Kyselylomakkeen kysymykset

## LYHENTEET JA MERKINNÄT

Last Planner	Tuotannonohjausmenetelmä, jossa pyritään minimoimaan tuotannon häiriöt panostamalla tehtävien suoritusedellytysten varmistamiseen
Lean	Tuotannon filosofia, joka keskittyy hukkan minimoimiseen
Hukka	Toiminta, joka kuluttaa resursseja mutta ei tuota lisäarvoa asiakkaalle
TTP-luku	Toteutuneiden tehtävien lukumäärä suhteessa suunniteltujen tehtävien kokonaismäärään
Viikkosuunnittelu	Työmaan tarkimman tason aikataulusuunnittelu. Last Planner -menetelmässä viikkotehtäviksi valitaan vain sellaiset tehtävät, joiden aloitusedellytykset ovat kunnossa.
Tuotannonohjaus	Toiminta, jolla luodaan edellytykset suunnitellun mukaiselle tuotannolle sekä pyritään ehkäisemään tuotannon häiriöitä.
KVA-aikataulu	Käännetty vaiheaikataulu. Töiden aikataulutusta tapahtuu käänteisessä järjestyksessä töiden loppuhetkestä kohti alkuhetkeä.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Rakennusprojektin onnistunut toteutus vaatii osaavaa aikataulunhallintaa ja tuotannonohjausta. Onnistunut työmaan tuotannonohjaus edellyttää tuotannon ongelmien ymmärtämistä sekä yhtenäisen toimintatavan toteuttamista. Oikeanlaisilla tuotannonohjauksen toimintatavoilla voidaan varmistaa hankkeen alussa asetettujen tavoitteiden sekä vaatimusten saavuttaminen. Tässä tutkimuksessa käsitellään Lean-ajatteluun perustuvaa Last Planner -tuotannonohjausmenetelmää ja sen käyttöönottoa kohdeyrityksen työnjohtajille.

Kirjallisuusselvityksen osioissa käydään läpi tuotannonohjausta perinteiseksi katsotun tuotannonohjauksen ja Last Planner -tuotannonohjauksen näkökulmista sekä vertaillaan näiden eroavaisuuksia. Perinteisen tuotannonohjauksen ongelmana on nähty sen riittämättömyys vastata nykyajan rakentamisen vaatimuksiin. Se havainnollistaa eri tehtäville ajallisen suoritusjärjestyksen, mutta ei huomioi ovatko tehtävän aloitusedellytykset kunnossa. Last Planner -menetelmä pyrkii vastaamaan perinteisen tuotannonohjauksen puutteisiin. Tällöin tuotannon tehokkuutta voidaan ainakin teoriassa parantaa.

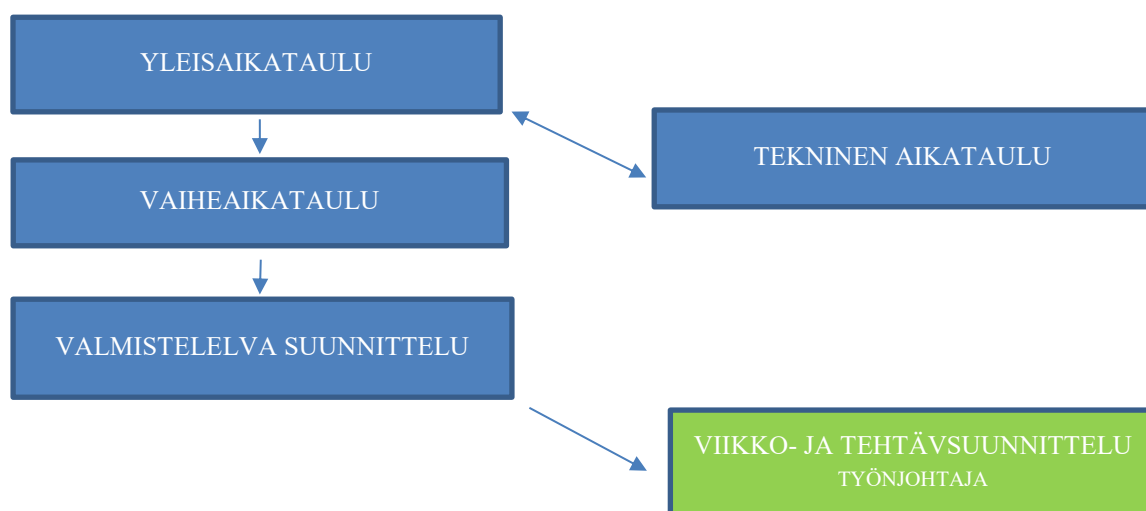
Rakennustyömaalla aikataulun toteuttamisesta vastaa viime kädessä rakennusliikkeen työnjohtaja. Työnjohtajan vastuulla on suunnitella aikataulua viikkotasolla sekä valvoa suunniteltujen tehtävien toteutumista. Tämä voidaan mieltää tarkimman tason tuotannonohjaukseksi. Kohdeyrityksessä ei tällä hetkellä ole yhtenäistä toimintatapaa työmaan tuotannonohjaukselle. Yrityksen työnjohtajat ohjaavat tuotantoa lähinnä yleisaikataulujen pohjalta tehdyillä viikko- tai tehtäväsuunnitelmilla. Monesti työmaan viikkotason tuotannonohjaus toteutetaan työmaakohtaisesti. Kohdeyrityksen visiona on ottaa käyttöön Last Planner -menetelmä yrityksen kaikille työnjohtajille. Tällä tavoin pyritään parantamaan kohdeyrityksen työmaiden tuotannonohjausprosessia.

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää millä tavalla kohdeyrityksen työmailla toteutetaan Last Planner -tuotannonohjausmenetelmää sekä kuinka hyvin menetelmä tunnetaan yrityksen työnjohtajien keskuudessa. Tutkimuksessa pyritään myös selvittämään millaisia hyötyjä ja ongelmia kohdeyrityksen työnjohtajat sekä muut työmaan toimihenkilöt ovat havainneet verrattuna perinteisiin tuotannonohjausmenetelmiin. Tuloksista etsitään yhtäläisyyksiä kirjallisuudessa esiintyviin hyötyihin ja ongelmiin.



Tutkimuksessa havainnoidaan kahta kohdeyrityksen case-työmaata, joissa Last Planner -menetelmä on otettu käyttöön. Case-kohteiden seurannan, henkilöstön haastattelujen sekä kirjallisuudessa esiintyvän Last Planner -teorian avulla pyritään luomaan kohdeyrityksen työnjohtajille Last Planner -menetelmän ohjeistus. Tällä tavoin kohdeyrityksen tuotannonohjausprosessia pyritään tehostamaan. Tutkimus sijoittuu pääosin tuotannonohjauksen viikko- ja tehtäväsuunnittelun tasolle. Kuvassa 1 on esitetty esimerkki aikataulunhallinnan tasoista.



**Kuva 1.** Aikataulunhallinnan tasot. (muokattu kohteesta: SRV intranet).

Tämän tutkimuksen kohdeyritys on SRV Rakennus Oy. Kohdeyritykseen on aiemmin tehty tutkimus valmistelevan suunnittelun ja Last Planner -menetelmän hyödyntämisestä työmaan aikataulunsuunnittelussa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on syventyä tarkastelemaan Last Planner -menetelmää työnjohtajan tasolta. Tutkimuksen pääasiallinen tavoite on tarkastella Last Planner -menetelmän aikataulullisia hyötyjä mutta tutkimuksessa sivutaan myös muita mahdollisia näkökulmia, kuten kustannuksia ja työturvallisuutta.

### 1.3 Tutkimuksen toteutus

Tutkimus toteutetaan osana kohdeyrityksen kehitystoimintaa. Tutkimus tehdään työsuhteessa samalla työskennellen kohdeyrityksen työmaalla työnjohtajana. Tutkimusmenetelminä ovat kirjallisuusselvitys, empiirinen tutkimus sekä kohdeyrityksen henkilöstöön kohdistuvat haastattelut ja kyselyt. Tutkimusongelmat voidaan jakaa seuraavasti yleiseen tutkimukseen ja kohdeyrityksen sisäiseen analyysiin. Yleisen tutkimuksen tutkimuskysymyksiä ovat:

- Mitä hyötyjä voidaan saavuttaa tai on saavutettu Last Planner -menetelmällä?
- Mitä ongelmia menetelmään käyttöön liittyy?
- Mitkä ovat suurimmat viikkotehtävien aikatauluhäiriötä aiheuttavat tekijät?

Kohdeyrityksen nykytilanteen analyysissä tutkimuskysymykset voidaan muotoilla seuraavasti:

- Missä määrin Last Planner -menetelmä on käytössä kohdeyrityksen työmailla?
- Mikä on kohdeyrityksen työnjohtajien ja työmaahenkilöstön tietämys Last Planner -menetelmästä?
- Kuinka Last Planner -menetelmän käyttöönottoa tulisi yrityksessä jatkaa?

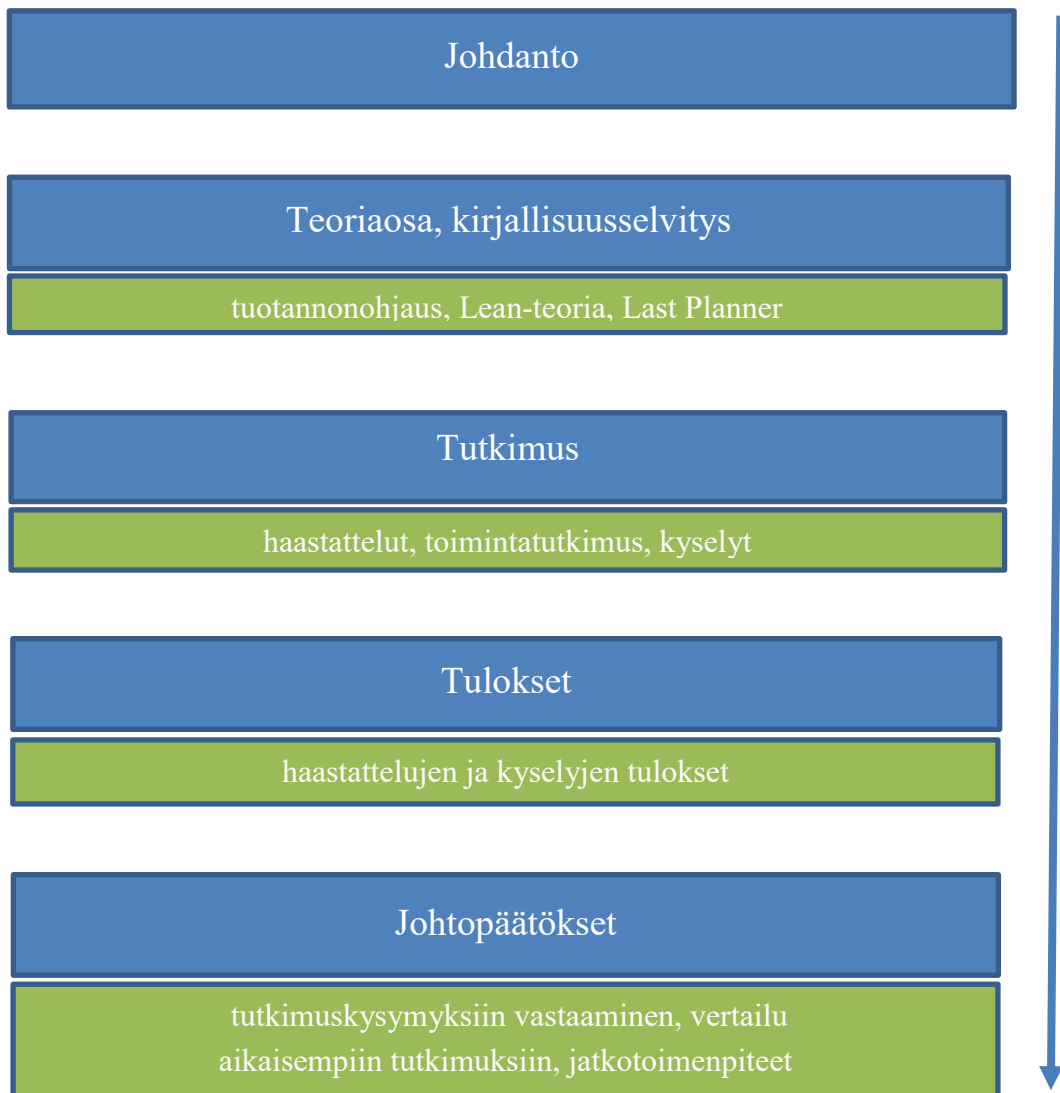
Työn keskeisenä tavoitteena on tutkimuskysymyksiin vastaamisen lisäksi muodostaa toimiva yhtenäinen Last Planner -menetelmän ohjeistus kohdeyrityksen työnjohdolle. Tämä tullaan liittämään varsinaisen tutkimuksen loppuun. Tällä tavoin varsinkin nuoria yritykseen palkattuja työnjohtajia pyritään ohjeistamaan kohti Lean-rakentamista ja Last Planner -menetelmää.

Tutkimuksen teoriaosassa tutkitaan yleisesti tuotannonohjauksen teoriaa, Lean-rakentamista sekä Last Planner -menetelmän perusteita. Tutkimuksessa saadut päätelmät puretaan kirjalliseksi analyysiksi. Lisäksi esitetään Last Planner -menetelmään perustuva toimintamalli. Syntyneet tulokset jäävät kohdeyrityksen omaan käyttöön mutta tutkimuksen tuloksia voidaan soveltaa myös muissa rakennusalan yrityksissä.

## 1.4 Raportin rakenne

Tutkimusraportti koostuu viidestä eri osasta. Johdanto-osassa käsitellään tutkimuksen tavoitteita, tutkimuksen rajausta sekä käytettäviä tutkimusmenetelmiä. Toinen osa koostuu kirjallisuusselvityksestä, jossa käydään läpi tuotannonohjauksen perusteita, Lean-filosofian teoriaa sekä yleisesti Lean-rakentamista. Tämän jälkeen käsitellään työmaille suunnattua Last Planner -tuotannonohjausmenetelmää ja sen käyttöä rakennustyömailla. Last Planner -menetelmästä esitetään sen etuja verrattuna perinteiseen tuotannonohjaukseen sekä käydään läpi Last Planner -menetelmän mukaista viikko- ja tehtäväsuunnittelun teoriaa.

Kolmannessa osassa esitellään tutkimustyö ja tutkimuksen käytännön toteutus. Osan alussa esitellään käytetyt tutkimusmenetelmät ja käydään läpi niiden teoriaa. Osassa esitellään myös tutkimuksen case-työmaat sekä niillä käytössä olevat Last Planner -menetelmän mukaiset toimintatavat. Kuvassa 2 on esitetty tutkimuksen runko johdannosta johtopäätöksiin.



**Kuva 2.** Tutkimuksen vaiheet.

Neljännessä osassa käsitellään haastattelujen ja kyselytutkimuksen tuloksia. Osassa analysoidaan Last Planner -menetelmän havaittuja hyötyjä, ilmaantuneita ongelmia sekä menetelmän mukaisten toteutumattomien viikkotehtävien tärkeimpiä syitä. Yritysanalyysin pohjalta avataan Last Planner -menetelmän käytön yleisyyttä kohdeyrityksessä sekä menetelmän tunnettavuutta yrityksen työnjohtajien keskuudessa.

Viidennessä osassa tutkimuksen tuloksia vertaillaan aiempiin tutkimuksiin sekä pohditaan, kuinka onnistuneesti tutkimuskysymyksiin pystyttiin vastaamaan. Osan lopuksi pohditaan mahdollisten jatkotutkimusten tarvetta sekä suositellaan kohdeyritykselle jatkotoimenpiteitä tutkimuksen löydöksiin perustuen. Tutkimuksen liitteeksi laaditaan Last Planner -ohjeistus kohdeyrityksen työnjohtajille.

## **2 RAKENNUSHANKKEEN TUOTANNONOHJAUS JA - SUUNNITTELU**

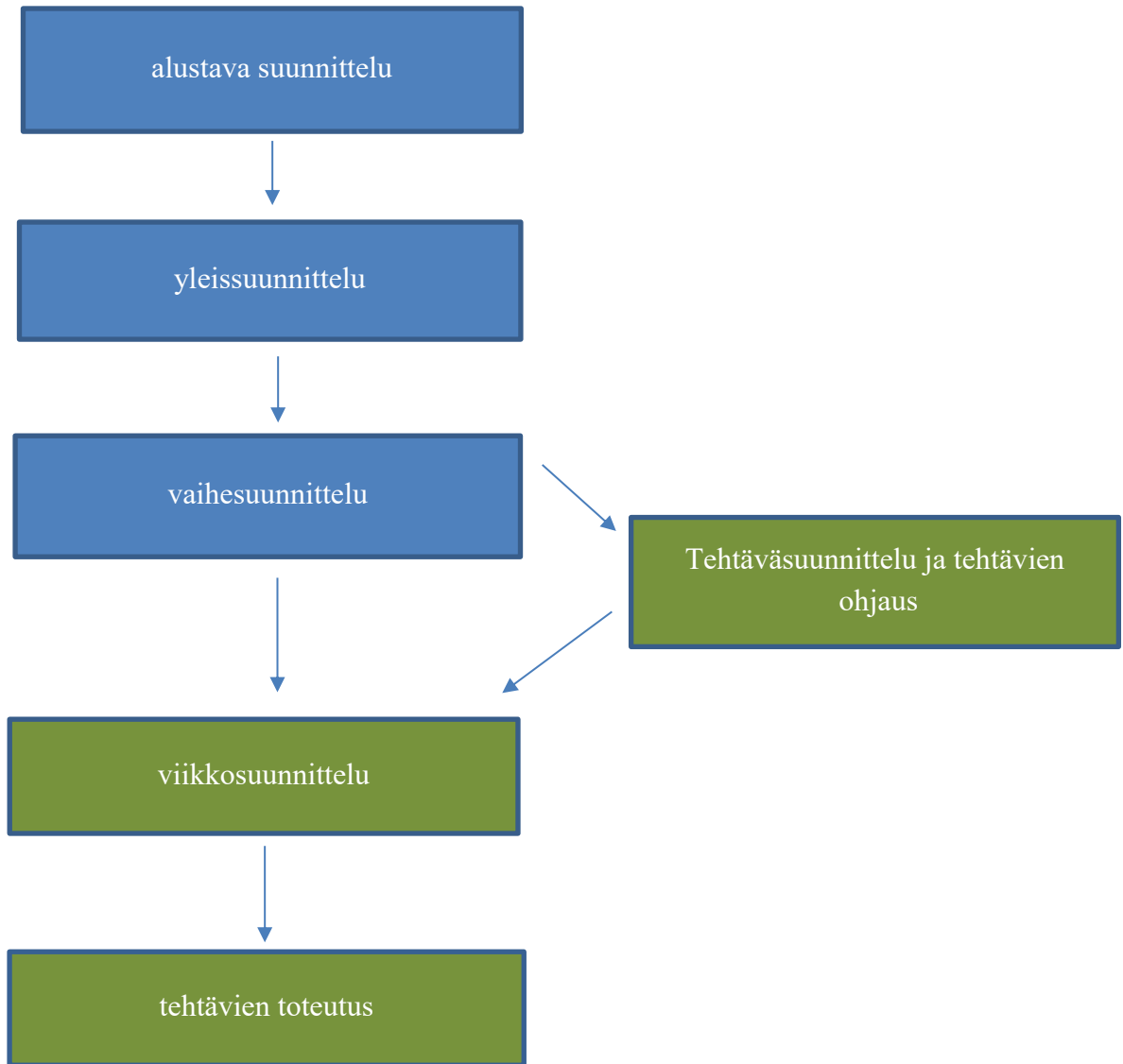
### **2.1 Rakennushankkeen tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus**

Tässä luvussa käsitellään rakennushankkeen tuotannonsuunnittelua ja -ohjausta. Rakennushankkeen onnistuminen on sidoksissa tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen laatuun. Tuotannonsuunnittelun yksi keskeinen osa on hankkeen ajallinen suunnittelu ja -ohjaus. Hyvällä tuotannonsuunnittelulla ja -ohjauksella voidaan luoda pohja kaikelle muulle tuotannon toiminnalle. (Rakennustieto Oy, 2016, s. 18)

Vastuu rakennushankkeen tuotannonsuunnittelusta on yleisesti pääurakoitsijalla. Tätä voidaan kuvata termillä tuotantoprosessin kokonaishallinta. Pääurakoitsijan tehtävänä on varmistaa, että tilaajan asettamat aikataululliset, laadulliset sekä muut vaatimukset tulevat täytetyksi. (Kankainen & Pekkasen 2006). Tuotannonsuunnittelu kohdistuu esimerkiksi hankkeen aikatauluun, kustannuksiin ja laatuun. Tutkimuksessa keskitytään pääsääntöisesti käsittelemään tuotannonsuunnittelua ja -ohjausta aikataulun näkökulmasta.

Rakennushankkeen alussa suunnitellaan alustava aikataulu, jonka pohjalta suunnitellaan tarkemman tason aikataulut. Aikataulu tarkoittaa eri tehtävien ajoittamista hankkeen määrättyyn hetkeen. Käytössä olevien tietojen perusteella, pyritään luomaan realistinen aikataulumalli, jonka mukaan hanke toteutetaan. Aikataulumallissa pyritään esittämään hankkeen tavoitteet sekä suoritettavaksi suunnitellut yksittäiset työtehtävät. (Rakennustieto Oy, 2016, s. 18)

Tuotannonohjauksella tarkoitetaan toimenpiteitä, joilla varmistetaan tuotannon laadullinen, aikataulullinen sekä taloudellinen onnistuminen. Työmaan tuotannonohjauksella pyritään estämään tuotannon poikkeamat sekä poikkeaman ilmetessä palauttamaan tuotanto suunnitellun mukaiseksi. Tuotannon valvonnassa pyritään keräämään tietoa tuotannon tilasta ja vertaamaan sitä suunnitelmiin. Tuotanto- ja aikataulusuunnittelun tuloksena syntyy eritasoisia aikatauluja, jotka voidaan nähdä rakennushankkeen toteutuksen mallina. Aikatauluun asetetaan tavoitteet, jotka koskevat esimerkiksi tehtävien aloittamista sekä niiden valmistumista. (Kankainen & Sandvik 1993, p. 36)



**Kuva 3.** Aikataulusuunnittelun tasot. (Muokattu lähteestä Rakennustieto Oy 2016).

Kuvassa 3 on esitetty tuotannon aikataulusuunnittelun eri tasot. Liikuttaessa hierarkiassa alaspäin suunnittelun tarkkuustaso kasvaa. Tässä tutkimuksessa keskitytään tarkastelemaan aikataulunohjausta työnjohtajan toiminta-alueella, jolloin tehtävä- ja viikkosuunnittelu ovat keskiössä. Nämä osa-alueet on kuvattu vihreällä.

## 2.2 Työmaan tuotannonohjaus ja -valvonta

Rakentamisen tuotantonopeus on epätasaista, joten ohjauksessa tulee pyrkiä seuraamaan todellista tilannetta sekä mahdollisimman tehokkaasti ennakoimaan ilmaantuvia häiriöitä. Työnaikainen ohjaus pyrkii ohjaamaan yksittäisten tehtävien lisäksi koko työmaan kokonaisuutta. Tuotannonohjauksen tärkeimpinä tavoitteina on luoda työtehtäville edellytykset tulla suoritetuksi sekä pyrkiä minimoimaan tuotannossa ilmaantuvat häiriöt. On tärkeää varmistaa, että tehtävien toteutusedellytykset ovat jatkuvasti olemassa. Poikkeaman

ilmetessä on suunniteltava ja toteutettava vaadittavat korjaustoimenpiteet tuotannon palauttamiseen suunnitelluksi. Tämä tapahtuu esimerkiksi muuttamalla tehtävien aloitusajankohtaa tai lisäämällä resursseja. (Koskenvesa & Sahlstedt 2013 s. 95)

Kankainen & Pekkanen (2006) näkevät tuotannonohjauksen tärkeimmiksi periaatteiksi seuraavat asiat:

- Kustannuksia ei pystytä ohjaamaan, joten tuotannonohjauksessa on keskityttävä päätöksiin. Päätösten seurauksina syntyy kustannuksia. Päätöksiä ovat esimerkiksi suunnitteluratkaisut ja hankintapäätökset.
- Tuotannon aikataulullisen ohjauksen perusta on, että työkohteen valmistuttua seuraavassa kohteessa on aloitusedellytykset kunnossa.
- Laatu ei voi ohjata, joten sitä täytyy valvoa. Tämä edellyttää laatuvaatimusten ymmärtämistä ja jatkuvaa laadun tarkkailua. Dokumentointia on suoritettava työkohteittain ja työtehtävittäin.
- Tuotannonohjaus vaatii kokonaisuuksien hahmottamista sekä yksittäisten tehtävien suunnittelua.

Edellä mainituista toimenpiteistä huolimatta tuotannon häiriöitä esiintyy. Häiriöt voivat pahimmillaan aiheuttaa tuotannon keskeytymisen tai tehtävän aloituksen lykkääntymisen. Lievemmissä tapauksissa ne heikentävät tuotannon tehokkuutta ja pidentävät tehtävien kestoja. Esimerkiksi huonot olosuhteet voivat vaikuttaa tuotannon etenemiseen niin, ettei suunniteltuja töitä saada tehtyä aikataulussa. Tämä heikentää tuotantoa ja lisää rakentamisessa esiintyvää hukkaa. (Koskenvesa & Sahlstedt 2013 s.95) Rakentamisessa esiintyvää hukkaa käsitellään tarkemmin myöhemmässä luvussa.

Aikataulunvalvonta on oleellinen osa työmaan tuotannonohjausta. Aikataulunvalvonnalla pyritään pitämään hankkeen kaikki osapuolet tietoisina tuotannon etenemisestä. Tärkeä osa aikataulunvalvontaa ovat valvontatyökalut. Niihin tulisi panostaa, jotta tuotannon seuraaminen olisi mahdollisimman vaivatonta. Useamman kuin yhden valvontamenetelmän käyttö on myös suotavaa. (Koskenvesa & Sahlstedt 2013. s.95) Kankainen & Sandvik (1993) näkevät tuotannon valvonnan tärkeimmiksi tehtäviksi:

- tiedon hankkimisen toteutuneesta tuotannosta
- toteumien vertaamisen suunniteltuihin tuotantosuunnitelmiin
- havaintojen raportoinnin työmaan johdolle.

Työmaaorganisaatioiden on jatkuvasti oltava tietoisia työmaan aikataulun tilanteesta. Aikataulun tilanne tulee olla helposti luettavissa valvontatyökaluista. Tämän vuoksi valvontatyökalujen tulisi olla selkeitä ja helposti ymmärrettäviä.

Rakennushankkeen yleisaikataulu toteutetaan yleensä janamuotoisena, mutta siitä on vaikea seurata töiden etenemistä eri osakohteissa. Tämän vuoksi yleisaikataulu kannattaa muuttaa jo suunnitteluvaiheen aikana paikka-aikakaavioksi. Paikka-aikakaavioilla on helppo seurata tuotannon etenemistä. Toteumat on päivitettävä aikatauluun viikoittain. (Koskenvesa & Sahlstedt 2013. s.95)

## 2.3 Uusiutuva ja korjaava tuotannonohjaus

Tutkimuksessa käsitellään kaksi erilaista tuotannonohjauksen näkemystä. Työntöohjaukseen perustuva uusiutuva tuotannonohjaus (Junnonen 1996) sekä Glen Ballardin kehittämä Last Planner -menetelmä. Työn pääpaino on Last Planner -menetelmässä, mutta tuotannonohjauksen kokonaisvaltaisen ymmärtämisen vuoksi käsitellään myös perinteiseksi katsotun tuotannonohjausmenetelmän pääpiirteet.

Uusiutuvan tuotannonohjauksen perusteina ovat tuotantoa palvelevat suunnitelmat, joiden avulla luodaan työntöohjaus työmaan tuotannolle. Valmiit suunnitelmat ikään kuin työntävät tuotantotehtäviä työmaalle. Tässä voidaan havaita selkeä ero Last Planner-menetelyyn, joka nojaa tuotannossa Lean-ajattelun mukaisesti imuohjaukseen. Imuohjauksessa pyritään varmistamaan esimerkiksi suunnitelmien, materiaalien ja resurssien olemassaolo ennen tehtävän aloitusta. (Koskenvesa & Sahlstedt 2013)

Uusiutuvassa tuotannonohjauksessa työmaan on oltava jatkuvasti tietoinen siitä, miten tuotanto on edennyt suhteessa suunnitelmiin. Tuotanto on pyrittävä pitämään mahdollisimman häiriöttömänä, jotta häiriöiden aiheuttama kustannusten lisääntyminen pystytään välttämään. Tuotannon laadun kannalta on oleellista, että työntekijät ymmärtävät vaaditun laatutason. (Koskenvesa & Sahlstedt 2013. s.100)

Uusiutuva tuotannonohjaus voidaan jakaa ennakoivaan ja korjaavaan tuotannonohjaukseen. Ennakoivassa tuotannonohjauksessa pyritään järjestelmällisesti selvittämään tuotannon mahdolliset häiriöt ja ongelmat. Kerättyjen tietojen avulla voidaan estää mahdollisten ongelmien syyt tai pyrkiä vähentämään niiden tuotantoa hidastavaa vaikutusta. (Kankainen & Sandvik 1993, s 36)

Tuotannon ongelmien ennakointiin voidaan käyttää potentiaalisten ongelmien analyysia, joka tunnetaan myös POA-menetelyinä. Kankaisen & Sandvikin (1993) mukaan ennakoinnissa voidaan käyttää hyväksi ajatusketjua, joka koostuu seuraavista kysymyksistä:

- Millaisia vahingollisia tapahtumia tuotannossa voi ilmetä?
- Mikä on vahingollisen tapahtuman juurisyy? Millaisia ja kuinka suuria seurauksia tapahtumalla voi tuotannolle olla?
- Millainen merkitys ongelmalla on tuotannon häiriöttömyydelle?
- Millaisilla toimenpiteillä ongelma voidaan ennalta torjua?

- Miten ongelman seurauksiin varaudutaan, jotta vaikutukset voidaan minimoida?

Mahdolliset ongelmat selvitetään ja analysoidaan, jonka jälkeen määritellään tuotannon kannalta kaikkein kriittisimmät ongelmat, joita ei voida ohittaa. Suurin osa mahdollisista ongelmista joudutaan karsimaan, koska kaikkiin ongelmiin varautuminen on mahdotonta. (Kankainen & Sandvik, 1993, s. 36.)

Ongelma	Varautuminen/hälytin	Vastuuhenkilö
<b>Tekniset ongelmat</b>		
Sähkö- ja putkiroilo väärässä paikassa tai roilo jäänyt kokonaan pois.	MK ja TP varmistavat roilojen paikat vko 3 palaverissa ennen seinän muurauksen aloitusta.	MK
Viemäri ja vesijohtoreikiä ei päästä tekemään holvin läpi alempaan kerrokseen (alakerran toimivasta osastosta johtuen).	Mk sopii alemman kerroksen toimivan osaston kanssa toteutusjärjestyksen ja aikataulun putki- ja poraustöiden etenemisestä.	MK
Muurauksen mittatarkkuusvirheet ja pinnan epäta-saisuus.	Muurauksen laatu tarkistetaan ja dokumentoidaan osa-kohteittain tarkistuslistan avulla.	HL
<b>Suunnitelmista johtuvat ongelmat</b>		
Putkia ei merkitty piirustuksiin.	Suunnitelmien valmius varmistetaan viimeistään viikolla 32.	AP
<b>Turvallisuusongelmat</b>		
Työkohteen epäjärjestys heikentää työturvallisuutta	Siivous ja siihen liittyvät sanktiot käydään läpi aliorakoitsa aloituspalaverissa. Työkohteen siisteyttä ja järjestystä valvotaan päivittäisillä tarkastuksilla. Kohde siivotaan työn edetessä.	AP, HL
<b>Hankinnan ongelmat</b>		
Työ viivästyy, sillä materiaalia ei ole ajoissa työ-maalla	AP tarkistaa viikoittain materiaalin määrän ja tilaa uutta.	AP

**Kuva 4.** Esimerkki POA-menettelystä taulukkomuotoisena (Mittaviiva Oy, 2010, s. 10).

On tärkeää ymmärtää ongelman toteutumisen todennäköisyys sekä ongelman vakavuus, koska yhdessä nämä määrittelevät kokonaisuhan tuotannolle. Kuvassa 4 on esitetty POA-menettelyn esimerkki. Kuvan taulukkoon on kuvattu tuotannon mahdollinen ongelma, ongelmaan varautuminen sekä vastuuhenkilö. (Kankainen & Sandvik, 1993, s. 36.)

Korjaavan tuotannonohjauksen perusajatuksena on selvittää, miten tuotanto eroaa suunnitellusta. Valvonta kohdistetaan koko tuotantoon sekä sellaisiin yksittäisiin tehtäviin, jotka nähdään tuotannon kannalta kriittisenä. Tuotannon riskitekijät voidaan jakaa suoritteiden valmistus- ja tuottavuusriskeihin. Jokainen työsuorite sisältää valmistusriskin, jolla on vaikutus tuotannon etenemiseen ja valmistumiseen suunnitellusti. (Kankainen & Sandvik, 1993, s. 40.)



Kankainen & Sandvik (1993) näkevät työsuoritteiden valmistusriskeinä seuraavat:

- töitä ei saada käynnistettyä ajoissa
- tuotantonopeus ei vastaa suunniteltua
- tuotanto pysähtyy
- osakohteita ei saada valmiiksi ja työt hajaantuvat useampaan lohkoon
- suoritettavan työn määrät muuttuvat

Tuottavuusriskillä taas tarkoitetaan sitä, että tavoitteidenmukaisiin työsaavutuksiin ei päästä. (Kankainen & Sandvik, 1993, s. 40.)

## 3 TYÖMAAN AIKATAULUSUUNNITTELU

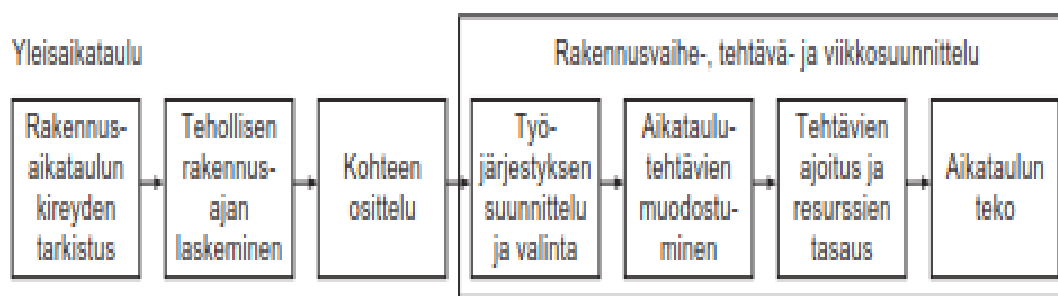
### 3.1 Tuotannon aikataulutus

Rakennushankkeen alussa rakennuttaja laatii hankeaikataulun, joka luo perustan hankkeen kaikille muille aikatauluille. Hankeaikatauluun vaikuttaa esimerkiksi urakkamuoto. Hankeaikataulussa esitetään arvio hankkeen aikataulusta ja kestosta. Rakennushankkeen aikataulusta tulee ilmetä ainakin työmaatoimintojen suunnittelu, suunnitelmien valmistamisen aikataulu, hankintojen aikataulu sekä rakennuksen suunniteltu käyttöönotto. (Rakennustieto Oy, 2016, s. 18)

Hankkeen pääurakoitsija laatii yleisaikataulun, joka toimii urakkasopimuksen mukaisena työaikatauluna. Yleisaikataulusta on löydettävä sekä toteuttajan, että rakennuttajan kannalta tärkeät ajankohdat. Pääurakoitsija aikatauluttaa sopimuksen pohjana toimineen yleisaikataulun tarkemmaksi työaikatauluksi, jotta urakoitsijoiden työt voidaan yhteensovittaa. Hankintojen suunnittelulla yhdistetään työmaan aikataulu sekä suunnitteluaikataulu. Hankintojen ajoitus määräytyy työmaan aikataulun perusteella. (Rakennustieto Oy, 2016, s. 18)

Aikataulun tarkoituksena on kuvata työmaan tuotantoa mahdollisimman hyvin. Jotta aikataulu olisi työmaan tuotannonohjauksen kannalta mahdollisimman toimiva, on siitä löydettävä seuraavat asiat:

- Aikataulu sisältää vain toteutuksen kannalta oleelliset tehtävät omista ja aliurakoitsijan töistä.
- Kaikki aikataulutehtävät on mitoitettava käyttämällä esimerkiksi ratu-työmenekkejä.
- Tehtäville täytyy varata riittävä suoritus aika, jotta vältetään turhilta häiriöiltä ja odotteluilta.
- Osakohteissa on vältettävä päällekkäisiä töitä, jolloin eri tehtävillä säilyy työrauha
- Ohjauksen mahdollistamiseksi aikataulutehtävät on mitoitettava riittävän suurina kokonaisuuksina.
- Ongelmakohdat on selvitettävä, työmaalla oltava riittävästi vapaita työkohteita ja resurssit ovat oikeankokoiset suhteessa tarpeeseen.
- Aikataulu on esitettävä riittävän selkeästi, jotta siitä voidaan onnistuneesti valvoa työmaan tuotantoa. (Rakennustieto Oy, 2016, s. 19)



*Kuva 5. Aikataulusuunnittelun vaiheet (Otettu lähteestä Rakennustieto 2016, s.20).*

Kuvassa 5 on esitetty aikataulusuunnittelun vaiheet. Seuraavassa vaiheet käsitellään yksityiskohtaisesti.

### **Rakennushankkeen aikataulun kireyden tarkistus**

Aikataulun kireyttä tarkasteltaessa kiinnitetään huomioita hankkeen ennakoituun normaalikeston. Normaalikesto tarkoittaa rakennusaikaa, jossa huomioidaan rakennussuunnitelmat ja hankkeen aikataulun kireystason määräämä rakennusaika. Aikaan ei sisällytetä kesälomia eikä muita ennakkoon selvillä olevia hankkeen katkoksia. Suomessa on käytössä tutkimuksiin perustuva ajoituskustannusmalli, jonka avulla voidaan hankkeen normaalikesto määrittää jopa kuukauden tarkkuudella. Menetelmä perustuu työmaalla suoritettaviin kokonaistyöpanoksiin, johon on laskettu kaikki työmaan työntekijät. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011. s.65)

### **Tehollisen rakennusaika**

Koska rakentamisessa esiintyy monia erityyppisiä keskeytyksiä, ei hankkeen rakennusaikaa pystytä käyttämään kokonaan tuotantoon. Keskeytykset johtuvat pääasiassa häiriöistä, kuten laitevioista, lomista, arkipyhistä tai heikoista olosuhteista. Jotta nämä voidaan ottaa huomioon, on hankkeelle laskettava tehollinen rakennusaika. Tällä tavoin mahdollisiin häiriöihin pyritään varautumaan ja aikatauluun saadaan niin sanottua häiriöpelivaraa. (Rakennustieto Oy, 2013, s. 21–22)

### **Osakohteet**

Tuotannon edesauttamiseksi kohde jaetaan fyysisiin osiin, mikä helpottaa tuotannosuunnittelua ja -ohjausta. Toiminnan tavoitteena on nopeuttaa tuotantoa, limittämällä eri työvaiheita lohkoittain. Näin seuraava rakennusvaihe voidaan aloittaa välittömästi edeltävän päättyessä. Osakohteilla voidaan myös parantaa laadunhallintaa aikataulullisten hyötyjen lisäksi. (Rakennustieto Oy, 2013, s.22)

### **Työjärjestyksen suunnittelu ja valinta**

Rakennushankkeessa eri työvaiheet ovat usein riippuvaisia toisistaan. Tämä tarkoittaa konkreettisesti sitä, että tietty työvaihe voidaan aloittaa vasta jonkin toisen tehtävän valmistuttua. Töiden suunnittelua ja limitystä varten riippuvuudet voidaan jakaa loogiseen riippuvuuteen, olosuhderiippuvuuteen, tekniseen riippuvuuteen ja resurssiriippuvuuteen. (Rakennustieto Oy, 2013, s.22–23)

Loogiset riippuvuudet ovat ehdottomia riippuvuuksia, jotka johtuvat siitä, että osa tehtävistä voidaan suorittaa vain tietyssä järjestyksessä. Tällaisia ovat esimerkiksi valumuotien purkaminen. Työtä edeltäviä ehdottomia riippuvuuksia ovat rauditus ja betonointi. Muotti voidaan purkaa vasta, kun betoni on ehtinyt saavuttaa vaadittavan lujuuden. (Rakennustieto Oy, 2013, s.22–23)

Olosuhderiippuvuuksia ovat esimerkiksi vaihtuvat sääolosuhteet, työmaajärjestelyt sekä sopimukset. Esimerkiksi vesikatto on oltava valmiina ennen kipsirakenteisten väliseinätöiden aloitusta. Tekniset riippuvuudet tarkoittavat sitä, että töiden toteutuksessa käytetty tekniikka vaikuttaa muihin töihin. Esimerkiksi perusmuuria raudoitettaessa toisen puolen muotin tulee olla valmiina ennen raudoitustöiden aloitusta. Resurssiriippuvuus syntyy, koska samoja resursseja voidaan käyttää kerrallaan vain yhdessä paikassa. Tyypillisesti esimerkiksi työryhmä siirtyy tekemään seuraavan työvaiheen edeltävän valmistuttua. (Rakennustieto Oy, 2013, s.22–23)

### **Aikataulullisten tehtävien muodostaminen**

Tehtävät muodostetaan käyttäen tehollista rakennusaikaa osakohteiden työjärjestyksille. Aikataulut on tahdistettava niin, että saman osakohteen työt kulkevat samassa tahdissa. Töiden tahdistaminen tapahtuu pääasiallisesti vaikuttamalla työkohteen työryhmien kokoon. Tarvittaessa töiden tahtia voidaan tasata myös järjestämällä niin sanottuja varamestojia tai muuttamalla työjärjestyksiä. (Rakennustieto Oy, 2013, s.22)

## **3.2 Viikkoaikataulut**

Viikkoaikataululla pyritään varmistamaan lyhyellä aikavälillä sovittujen töiden eteneminen sekä valmistuminen. Lisäksi pyritään varmistamaan resurssien tehokas käyttö ja niiden riittävyys. Työmaalla viikkoaikataulun laatii työnjohtaja. Kaikkien työnjohtajien aikataulut on pyrittävä yhteensovittamaan niin, ettei ristiriitoja eri lohkojen välillä esiinny. Yhteensovittamisesta työmaalla huolehtii vastaava työnjohtaja. (Rakennustieto Oy, 2016, s.34)

Viikkoaikataulut on pyrittävä laatimaan viikoittain noin 1-3 viikoksi eteenpäin. Kuluva viikko on suunnitelmatarckkuudeltaan tarkin. Seuraavista viikoista on tärkeää huomioida

resurssitarve, jotta töiden suorittaminen ei vaarannu. Viikkoaikataulu tehdään yleensä jananuotoisena. Aikataulun tavoitteet selvitetään rakentamisvaihe tai työaikataulun perusteella. (Rakennustieto Oy, 2016, s.34)

Työmaanorganisaation on tärkeää suunnitella, miten asetettuihin aikataulullisiin tavoitteisiin aiotaan päästä. Työnjohdon on osattava ottaa huomioon nykyiset sekä vapautuvat resurssit. Lisäksi on mietittävä tarvetta mahdollisille lisäresursseille. Tekijöitä jotka ovat pakollisia tavoitteiden saavuttamiseksi, ovat vapaa mesta, oikeelliset suunnitelmat, koneet, kalusto, materiaalit, resurssit sekä riittävä aika. Näiden tekijöiden edellytykset on oltava kunnossa ennen kuin tehtävä on mahdollista suorittaa (Rakennustieto Oy, 2016, s.34). Viikkosuunnitelmien tekemiseen tarvitaan riittävät lähtötiedot, joiden pohjalta työt voidaan suunnitella. Koskenvesa & Sahlstedt (2011) näkevät viikkosuunnittelun tärkeimmiksi lähtötiedoiksi:

- työ- ja rakentamisvaiheaikataulun
- edellisen viikkoaikataulun ja sen toteuman
- erityissuunnitelmat ja tehtäväsuunnitelmat
- työkauppoihin käytettävissä olevat resurssit
- tuntimäärät sekä käytössä olevan muun työvoiman
- materiaalien ja kaluston tilaukset ja toimitusajankohdat
- tehtävien valmiusasteen ja työmaan tilanteen
- toteutuneet työmenekki- ja työsaavutustiedot
- yrityskohtaiset tuotantotiedot ja Ratu:n työmenekkitiedot

Lean-rakentamiseen keskittyvässä osioissa käsitellään viikkoaikatauluja Last Planner-tuotannonohjausmenetelmän näkökulmasta sekä käsitellään eroavaisuuksia perinteiseen viikkosuunnitteluun verrattuna.

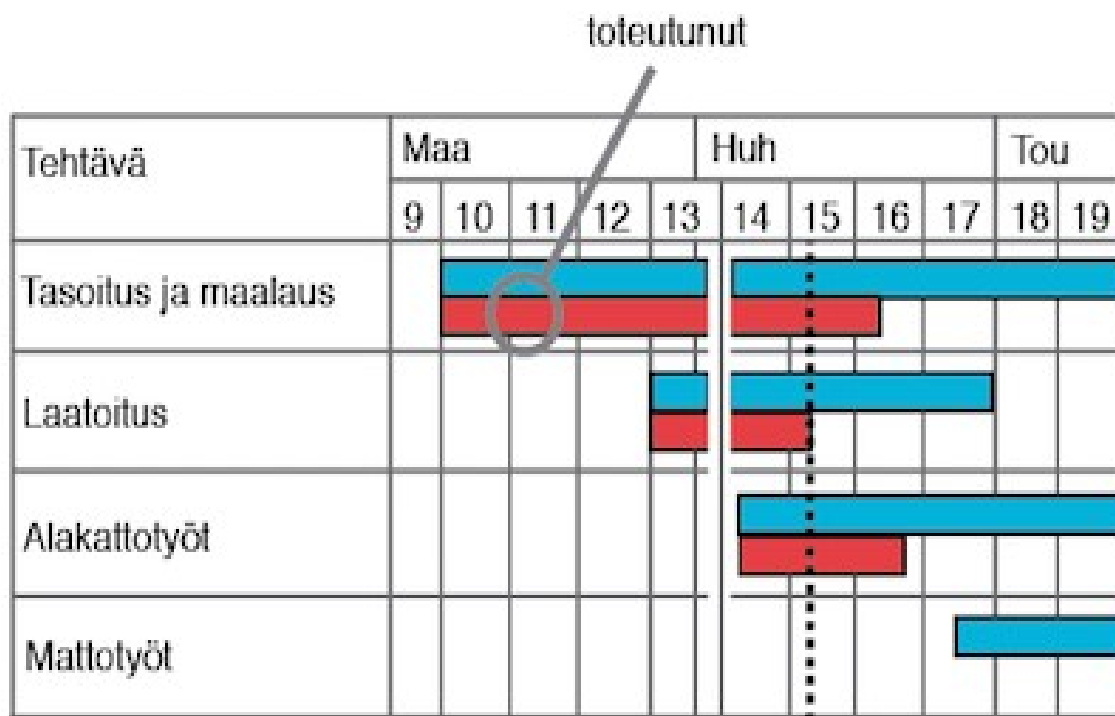
### 3.3 Tuotannonohjaus aikataulutyypeillä

Työmaalla on käytössä lukuisia aikataulutyyppisiä, joita voidaan käyttää aikataulutuksen lisäksi tuotannon valvontaan. Seuraavassa käydään läpi työnjohtajien yleisesti käyttämiä aikataulutyyppisiä.

#### **Jana-aikataulu:**

Jana-aikataulu on käytetyin aikataulumalli työmaalla. Jana-aikataulussa tehtävien kestot esitetään janoina tehtävänimikkeiden perässä. Tyypillisimmässä esitysmallissa tehtävät on kuvattu aikataulun vasempaan nurkkaan ja aika yläosaan. Aikataulujen viivat tulee tehdä niin, että ne perustuvat tietoon työn kestosta. Tiedon on perustuttava työnjohtajan kokemukseen tai johonkin rakennalliseen työmenekkitietoon. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011. s.21)

Jana-aikataulun suunnittelua varten rakennusprojekti pilkotaan erilaisiin tehtäväkokonaisuuksiin. Jokaisella tehtävällä on oltava alku ja loppu. Jana-aikataulun suunnittelu aloitetaan listaamalla suoritettavaksi suunnitellut tehtävät. Aika merkitään vaak-akselille kuukausien, viikkojen tai päivien tarkkuudella riippuen suunnitellun aikataulun tarkkuudesta. Jana-aikataulun vasempaan reunaan voidaan tarvittaessa kirjata lisätietoa tehtävistä kuten suoritämääriä, työsaavutuksia tai työryhmien kokoja. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011. s.21)



**Kuva 6.** Jana-aikataulu (Otettu lähteestä Koskenvesa & Sahlstedt 2011. s.21).

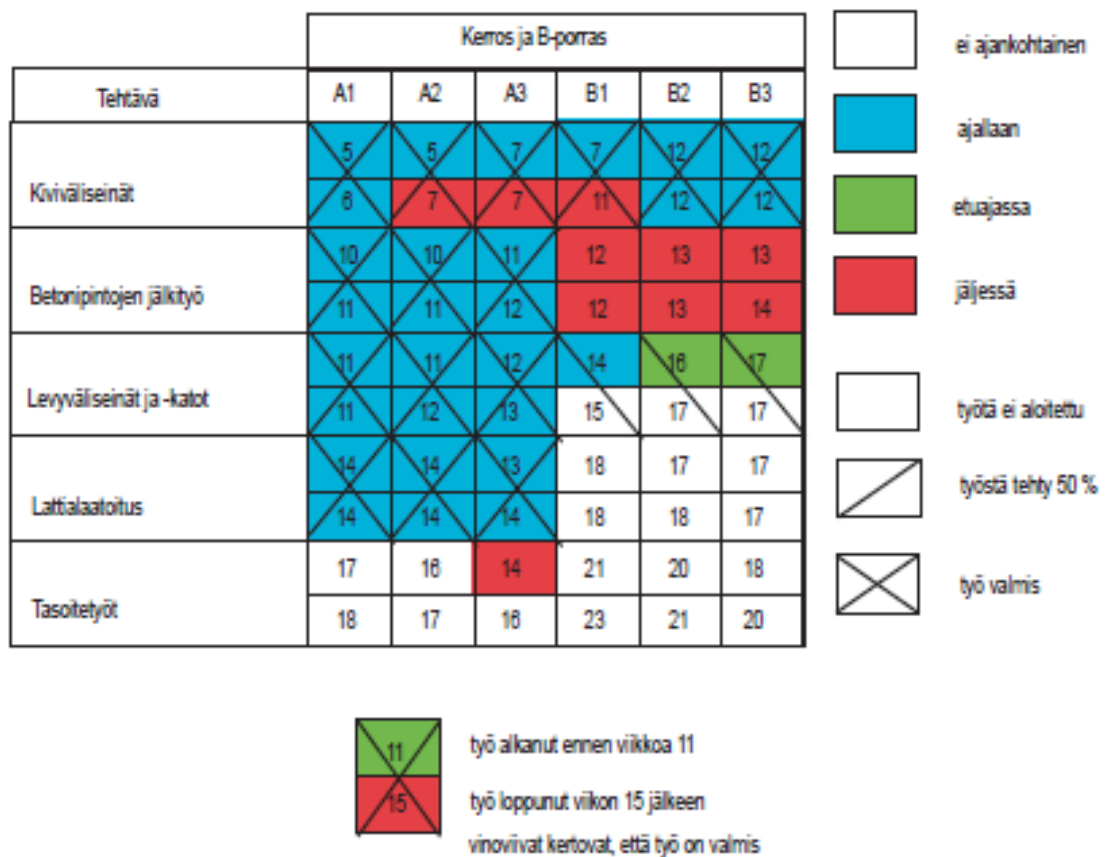
Tehtävien toteutumaa voidaan seurata esimerkiksi merkitsemällä tehtävän toteutunutta osaa jollain määrättyllä värillä. Töiden pysymistä aikataulussa voidaan havainnollistaa murtoviivan avulla. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011. s.21)

#### **Vinoviiva-aikataulut:**

Yleisesti työmailla käytössä olevat vinoviiva-aikataulut ovat paikka-aikakaavio sekä tuotantoaikakaavio. Vinoviiva-aikataulu koostuu yleensä vaak-akselilla kuvatusta ajasta sekä pystyakselilla kuvatusta eri osakohteiden suoritusjärjestyksestä. Osakohte voi olla esimerkiksi lohko, joihin rakennus on jaoteltu. Molemmat perustuvat Line of Balance ja Flowline-tekniikoihin. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011. s.25)

Paikka-aikakaavioissa tuotanto sidotaan aikaan ja paikkaan. Aikataulun suunnittelu aloitetaan pilkkomalla kohde pienempiin osakohteisiin. Osakohteille suunnitellaan suoritusjärjestys, jonka mukaan kohdetta lähdetään toteuttamaan. Myös tuotanto täytyy pilkkoa suoritettaviin tehtäviin. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi työnosittelu-menetelmällä. Tehtävien suoritusjärjestyksestä suunniteltaessa käytetään kriittisen polun menetelmää.





**Kuva 8.** Valvontavinjetti (Otettu kohteesta Koskenvesa & Sahlstedt 2011, s.31).

Valvontavinjetti mahdollistaa myös työkohteiden sitoutumisen ja vapautumisen tarkastelun eri työvaiheiden osalta. Valvontavinjetissä kannattaa hyödyntää värejä, koska ne selkeyttävät töiden valmistumisen seuraamista. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011. s.26)



## 4 LAST PLANNER -TUOTANNONOHJAUS

### 4.1 Lean-ajattelu Last Planner -menetelmän perustana

Lean-ajattelun historia juontaa juurensa toisen maailmansodan jälkeiseen Japaniin, missä autonvalmistaja Toyota kamppaili automarkkinoilla yhdysvaltalaisien autovalmistajien massatuotantoa vastaan. Japanissa oli pulaa raaka-aineista eikä kalliisiin tuotantjärjestelmiin ollut varaa investoida. Tämän vuoksi Toyota päätti panostaa yhteistyökumppaneihin ajatuksenaan valmistaa kaikki sen tarvitsemat osat kunkin yhteistyökumppanin vahvuuksia hyödyntäen. Toyotan filosofiaan kuului alihankkijoiden kunnioitus, koska he ymmärsivät olevansa näistä riippuvaisia. Tilanne oli päinvastainen Yhdysvaltoihin nähden, jossa alihankkijoiden katsottiin olevan riippuvaisia autovalmistajista. (Liker 2006 s. 3)

Lean on terminä vasta myöhemmin muodostunut kuvaamaan Lean filosofian harjoittamista ja Toyotan luomaa tuotantjärjestelmää. Lean-ajattelu nojaa vahvasti tavoitteeseen välttää hukkaa sen jokaisessa muodossa ja tästä juontaakin käsite lean eli hoikka. Lean-ajattelu ei sinällään ole metodi, jolla yritys voi parantaa toimintaansa, vaan kyse on enemmän toimintafilosofiasta. Lean pyrkii jatkuvasti tuomaan tuotannon ongelmakohdat näkyville. Lean-teoria ei varsinaisesti ratkaise ongelmia mutta tarjoaa mahdollisuuden löytää ja vaikuttaa niihin. (Liker 2006)

Lean-ajattelu nojaa viiteen perusajatukseseen, joiden tarkoituksena on vähentää tuotannossa esiintyvää hukkaa. Tuotannon hukka käsitteenä tarkoittaa toimintaa, joka käyttää resursseja mutta ei tuo lisäarvoa yrityksen asiakkaalle. Ylituotannon on katsottu olevan tärkein hukka, koska sillä on taipumus aiheuttaa suurin osa muista hukista. (Liker 2006 s. 29) Seuraavassa listattuna hukan eri muodot:

- **Ylituotanto:** Materiaalia tuotetaan enemmän kuin on tarve tai sitä tuotetaan turhan aikaisin. Tästä johtuen syntyy keskeneräisten tuotteiden varasto.
- **Odottaminen:** Jokin työvaihe joutuu odottamaan esimerkiksi edeltävän työvaiheen valmistumista.
- **Tarpeeton kuljettelu:** Turhat materiaalien tai työkoneiden siirrot.
- **Yliprosessointi:** Tuotetaan parempaa laatua, kuin asiakas tai seuraava prosessi vaatii.
- **Tarpeeton liike:** Aiheutuu työntekijöiden turhasta liikkumisesta. Liikkumisen vuoksi arvoa tuottava työ keskeytyy.
- **Tarpeettomat varastot:** Liian suuret varastot aiheuttavat materiaalihukkaa. Tällöin pääoma sitoutuu väärään paikkaan.
- **Viat:** Tuote ei täytä sille asetettuja laatuvaatimuksia. (Liker 2006)

Tuotannon hukan vähentäminen on keskeinen osa-alue Lean-ajattelussa. Vaikka hukkaa ei koskaan pystytä kokonaan poistamaan, on oltava perillä, kuinka paljon sitä ilmenee. Ajoittain työntekijän on vaikea havaita omassa työssään esiintyviä hukkia. On muistettava, että hukka ei aina ole vain arvoa tuottamaton prosessi tai työvaihe. Hukkaa on myös asioiden tekeminen huonommin, kuin olisi mahdollista. (Womack, Jones & Roos 1991)

Toyotan tuotantojärjestelmää ei pidä nähdä vain joukkona työkaluja, joilla yritys voi pyrkiä parantamaan operaatioitaan. On ymmärrettävä, että se on tuotantojärjestelmä, jossa on huomioitu kaiken vaikuttavan kaikkeen. Toyotan ajattelutapaan kuuluu, että ihminen kaiken keskiössä. Tuotanto on pyrittävä muodostamaan niin, että se motivoi ja rohkaisee työntekijöitä tekemään parhaansa. Kyse on pohjimmiltaan oikeanlaisen yrityskulttuurin muodostamisesta, missä kaikki osapuolet tekevät parhaansa. (Liker 2006, s. 34)

## 4.2 Lean-rakentaminen

Lean-rakentaminen perustuu Lean-ajattelun soveltamiseen rakennushankkeissa ja työmailla. Lean-rakentamisen perusajatuksena on asiakasarvon maksimointi. Tähän pyritään pääsemään parantamalla prosessien virtaustehokkuutta. Suurin syy rakennusalan heikkoon virtaustehokkuuteen muihin aloihin verrattuna on tuotannossa esiintyvä poikkeuksellisen suuri hukan määrä. Arvoa tuottamattomat resurssit on pyrittävä tunnistamaan ja niiden käyttö minimoimaan.

Lean-rakentamisessa esiintyviä työkaluja ovat esimerkiksi Last Planner -tuotannonohjausmenetelmä, integroitavat toteutusmuodot sekä arvovirtojen mallintaminen. (LCI Finland 2017, viitattu 30.1.2017) Tärkeimmät eroavaisuudet Lean-rakentamisen sekä perinteisten projektinjohtourakoiden kesken ovat:

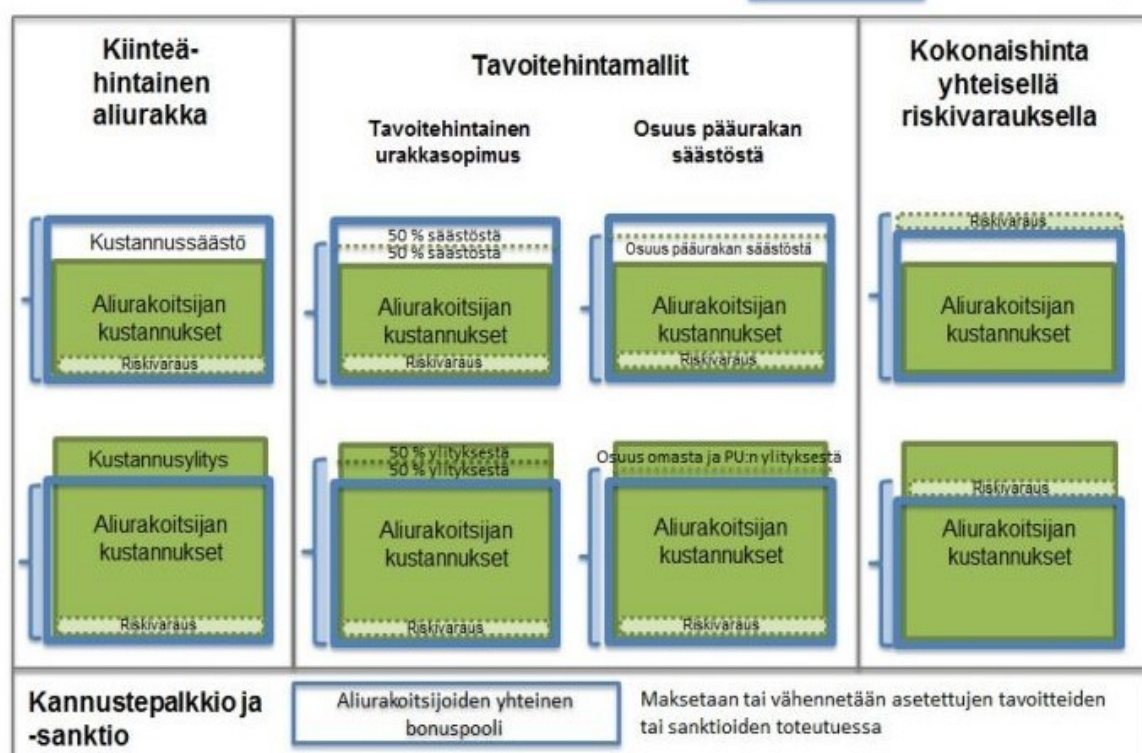
- valvonnassa ja työsuoritusten optimoinnissa
- aikataulutuksen lähestymistavassa
- tuotantojärjestelmässä ja prosesseissa
- suorituskyvyn mittaamisessa
- asiakastyytyväisyydessä (LCI Finland 2017, viitattu 30.1.2017)

Forbes ja Ahmed (2011) ovat listanneet Lean-rakentamisen kannalta tärkeimpiä elementtejä seuraavasti:

- työympäristö ja sen puhtaanapito Lean-toimintatapojen mukaisesti
- sellaisen yrityskulttuurin sisäistäminen, jossa pyritään palvelemaan yhteiskuntaa ja yhteisöä
- tuotantotekniikoita ei saa pitää itsestäänselvyytenä, vaan niitä on pyrittävä jatkuvasti parantamaan

- kumppanuusverkkoa on kehitettävä, jotta voidaan tuottaa halvempia tuotteita lyhentämällä läpimenoaika
- johtajien tulisi jalkautua kentälle tutustumaan työntekijöihinsä ja työympäristöön
- työntekijöitä tulee rohkaista, kouluttaa sekä ohjeistaa tekemään parannuksia

Rakennushankkeessa noudatetaan aina tiettyä toteutusmuotoa. Toteutusmuodolla tarkoitetaan tapaa, jolla hanke toteutetaan. Erilaisia toteutusmuotoja ovat esimerkiksi kokonaihintaurakka sekä Lean-ajattelua tukeva allianssimalli. Allianssimallissa hankkeen edut ja riskit on jaettu hankkeen osapuolten kesken. Tällä tavoin kaikki projektin osapuolet saadaan paremmin toimimaan yhdessä kohti yhteistä päämäärää Lean-ajattelun mukaisesti. (LCI Finland 2017, viitattu 30.1.2017)



**Kuva 9.** Kannustavia malleja aliurakkasopimuksiin. (Noudettu lähteestä LCI Finland 2018, viitattu 31.12.2018).

Kuvassa 9 on esitetty erilaisia kannustavia malleja aliurakkasopimuksiin. Kannustinjärjestelmien avulla urakoitsijoita kannustetaan keskittymään kokonaisuuden kannalta oikeisiin asioihin (LCI Finland 2018, viitattu 31.12.2018).

### 4.3 Last Planner -menetelmän pääpiirteet

Last Planner -tuotannonohjausmenetelmän kehittivät yhdysvaltalaiset Glenn Ballard ja Greg Howell. Menetelmän ajatuksena oli tehostaa rakennustyömaan tuotannonohjauksen

ennustettavuutta ja luotettavuutta keskittymällä lyhyen aikavälin suunnitteluun ja ohjaukseen. Tehtävä- ja viikkosuunnittelun lähtökohtana on, että toteutettaviksi tehtäviksi hyväksytään vain sellaiset työt, joiden aloitusedellytykset ovat kunnossa. (Koskela & Koskenvesa 2003, s. 3)

Last Planner eli suomeksi käännettynä viimeinen suunnittelija on henkilö työmaalla, joka suunnittelee, toimeenpanee sekä valvoo viikkotehtävien toteuttamista. Yleensä tämä henkilö on rakennusliikkeen työnjohtaja. Viimeinen suunnittelija on vastuussa siitä, että työntekijät ja työryhmät toteuttavat heille asetetut tehtävät turvallisesti ja määrättyssä aikataulussa. (Lean Construction Institute 2017, Viitattu 31.12.2017)

Last Planner -menetelmän pääpaino on pyrkimyksessä poistaa työmaalla esiintyvää tuotannon tehottomuutta. Tehottomuus katsotaan aiheutuvan pääasiassa riittämättömästä enakkosuunnittelusta sekä tehtävien aloittamisen edellytysten puuttumisesta.

Tehtävien suunnittelua ja toteutusta pyritään parantamaan osoittamalla tehtäville vastuuhenkilöt. Vastuuhenkilöiden on sitouduttava tehtävien suorittamiseen ja vastattava siitä, että ne suoritetaan sovitusti. Viikkosuunnitelmissa esitettävien tehtävien toteutumista seurataan ja tehtävän toteutumisen epäonnistumiseen johtaneet syyt selvitetään. Syihin vaikutetaan Lean -ajattelun mukaisesti ja tavoitellen jatkuvaa parantamista. Näin viikkosuunnitelmien toteutumisastetta pyritään parantamaan. (Koskela & Koskenvesa 2003)

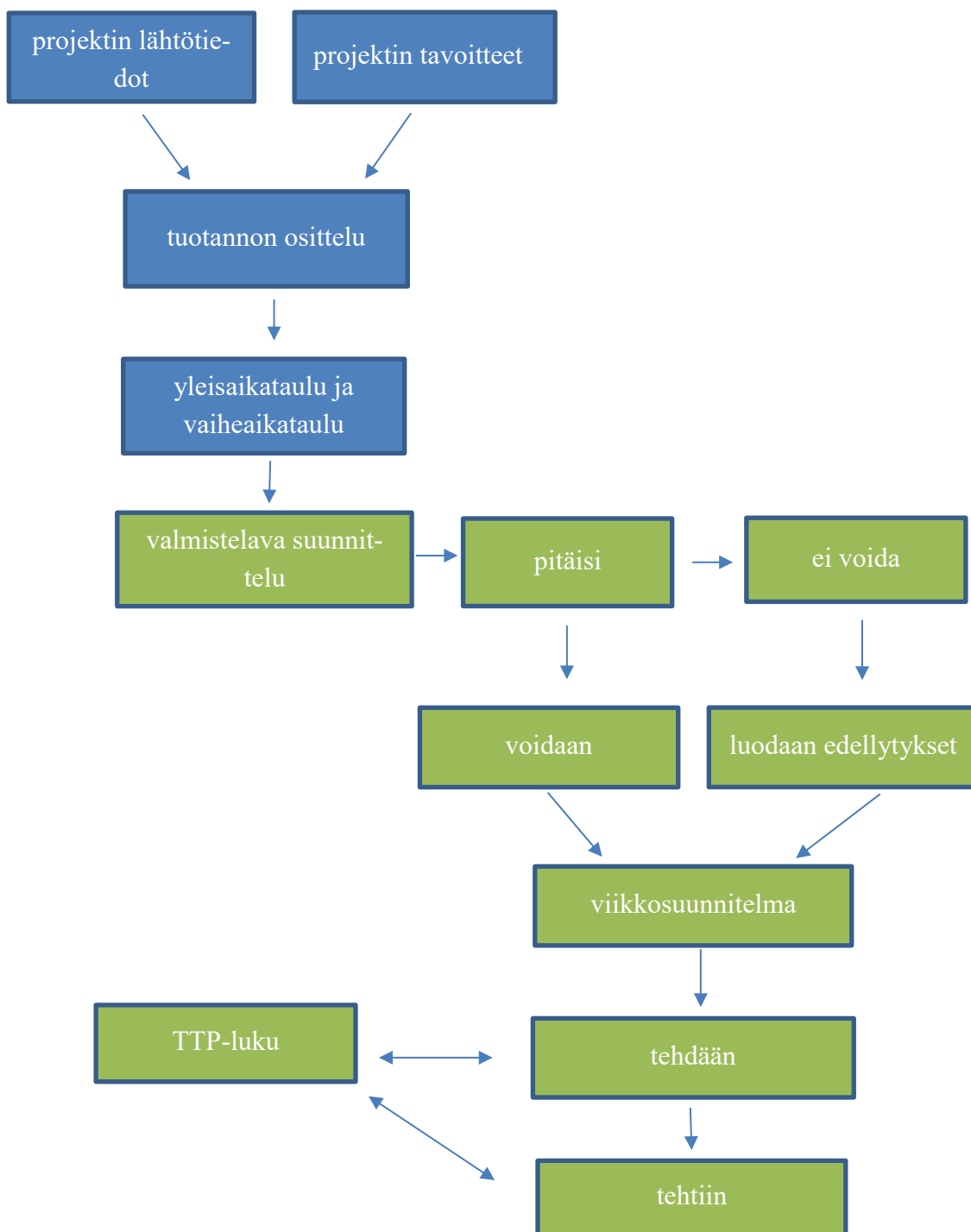
Tehtäväsuunnittelu on Last Planner -menetelmässä keskeisessä osassa. Tehtäväsuunnittelussa keskitytään tehtävän aikataululliseen, taloudelliseen ja laadulliseen suunnitteluun. Suunnittelun tarkoituksena on varmistaa, että tehtävien aloitusedellytykset ovat olemassa. Mikäli tehtävillä ei ole aloitusedellytyksiä, ne luodaan. Voidaan nähdä, että perinteinen tehtäväsuunnittelu ja Last Planner eivät ole kilpailevia menetelmiä, vaan niillä voidaan pyrkiä täydentämään toisiaan. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011 s. 105–106)

Vaiheiltaan Last Planner -tuotannonohjaus etenee samaan tapaan kuin perinteinen tuotannonohjaus. Viikkosuunnittelun perusteena on yleisaikataulu, mutta huomion keskipiste on viikkosuunnitelmien toteuttamisessa ja työmaan tehokkuuden optimoinnissa. Yleisaikataulusta voidaan ennustaa tehtävien tulevia aloitusajankohtia, mutta se ei pakottavasti määrittele tehtävän alkua. Tästä poikkeuksena ovat erilaiset välitavoitteet sekä urakan valmistumisajankohta. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011 s.106)

Koskenvesa & Sahlstedt (2011) määrittelevät Last Planner -menetelmässä esiintyviä vaikutuskeinoja ja vaiheita seuraavasti:

- **Hankkeen eri osapuolten yhteinen rakentamisvaihesuunnittelu:** Yhteistyössä eri osapuolten kesken pyritään luomaan edellytyksiä valmistelevalle suunnittelulle ja viikkosuunnittelulle.
- **Valmisteleva suunnittelu:** Varmistetaan tai tarvittaessa luodaan tulevien viikko-tehtävien aloitusedellytykset.
- **Viikkosuunnittelu:** Viikkosuunnittelussa varmistetaan, että tehtävien suorittamiseksi vaadittavat edellytykset ovat kunnossa. Varmistetaan, että osapuolet ovat sitoutuneet sovittujen tehtävien suorittamiseen.
- **Tehtävien toteutuksen valvonta:** TTP-luvun avulla seurataan tehtävien toteutumista. Syyt tekemättömien tehtävien takana selvitetään sekä päätetään toimenpiteet, joilla pyritään vaikuttamaan ongelman juurisyihin.

Palautteen antaminen on tärkeä osa oppimisen ja jatkuvan parantamisen periaatetta. TTP-luku antaa vain tiedon siitä onko jokin tehtävä toteutunut vai ei. On tärkeää analysoida epäonnistuneet tehtävät, jotta niistä voidaan oppia ja ymmärtää juurisyitä epäonnistumisen takana. Pyrkimällä suunnitelmallisuuteen voidaan parantaa tehtävien toteutuksen ennustettavuutta ja tällä tavoin lyhentää projektin läpimenoaikaa. (Merikallio & Haapasalo 2009)



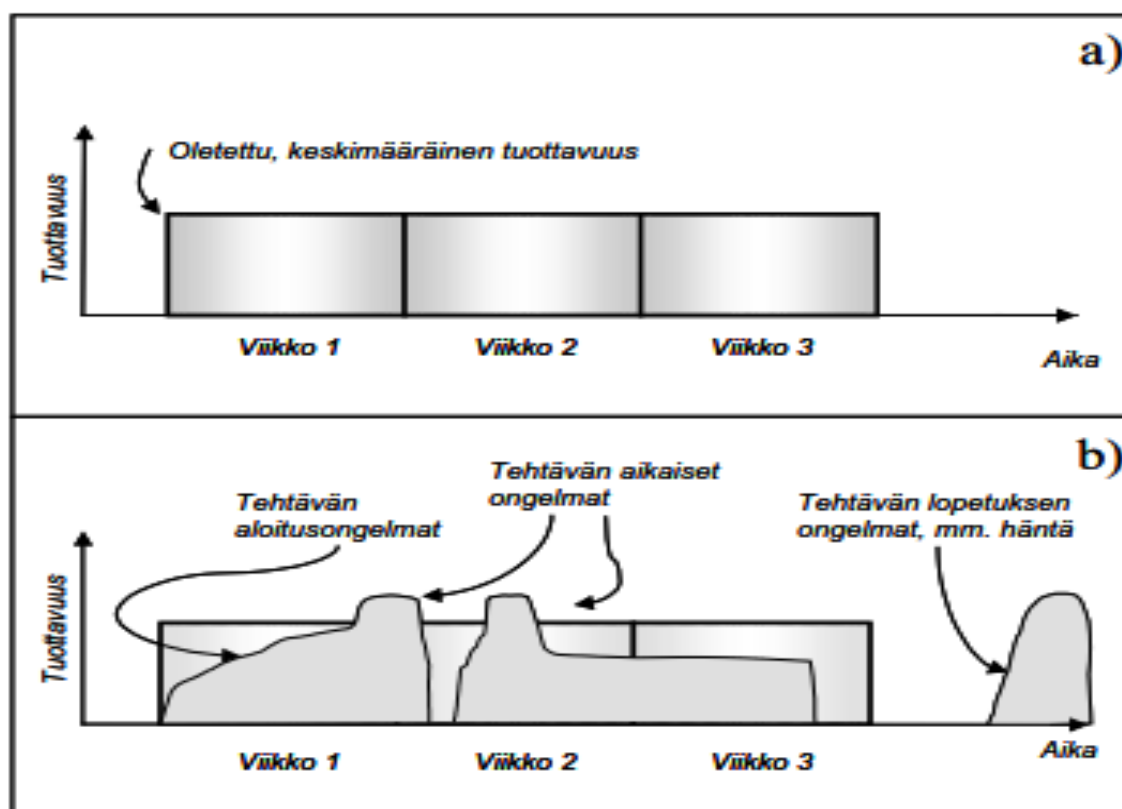
**Kuva 10.** Last Planner -menetelmän kokonaisuus. (Muokattu lähteestä Merikallio & Haapasalo 2009).

Kuvassa 10 on esitetty Last Planner -menetelmän kokonaisuus. Vihreällä on kuvattu työjohtajan toimintaympäristö valmistelavasta suunnittelusta tehtävien toteuttamiseen. Tehtävä etenee valmistelavasta suunnittelusta viikkosuunnitteluun vasta, kun tehtävän aloitusedellytykset on varmistettu. Tehtävien toteutuksen tasoa mittaava TTP-luku on kuvattu suoritettujen ja suoritettavaksi suunniteltujen tehtävien rinnalle.

#### 4.4 Last Planner -menetelmä verrattuna perinteiseen tuotannonohjaukseen

Perinteisessä tuotannonohjauksessa tuotannon oletetaan olevan jatkuvasti tasaista. Todellisuudessa tuotannon nopeus vaihtelee, johtuen tuotantoa hidastavista tekijöistä. Näitä tekijöitä ovat tehtävän aloituksen, tehtävän aikaiset ja tehtävän lopetuksen ongelmat. Last Planner -menetelmässä nämä ongelmat pyritään poistamaan käyttämällä erilaisia vaikutuskeinoja. (Koskela & Koskenvesa 2003, s. 28)

Kuvassa 11 on esitetty tuotannon teoreettinen tehokkuus suhteessa todelliseen tehokkuuteen. Kuvasta nähdään, kuinka esimerkiksi tehtävän aikaiset ongelmat saattavat johtaa jopa tuotannon hetkittäisiin keskeytyksiin. Tehtävän lopetukseen liittyvät ongelmat voivat myös heikentää tuotannon tehokkuutta. Tällaisia ovat esimerkiksi työvaiheiden viimeistelyyn liittyvät hännät.



*Kuva 11. Teoreettinen ja todellinen tuottavuus. (Koskela & Koskenvesa 2003 s. 28).*

Last Planner -menetelmän lähtökohtana on huoli siitä, että perinteinen tuotannonohjaus ei pysty tarjoamaan työkaluja, jotka vastaavat nykypäivän rakennustuotannon haasteisiin. Perinteinen tuotannonohjaus noudattaa projektinhallinnassa toimintatapaa, joka nojaa vahvasti toimintaverkkoihin. Ajatuksena on tuotannon ositus, jossa kaikki tehtävä työ pilkotaan pienemmiksi osiksi. Tuotannonohjauksen tueksi laaditaan suunnitelmia, kuten yleis-, tehtävä- ja viikkoaikataulu. Työmaan etenemistä ohjaa niin sanottu työntöperiaate,

jossa valmiiksi tehdyt suunnitelmat saavat aikaan sen, että tuotannon tekijät saadaan työmaalle toteuttamaan suunnitelmia. Näin kaikki suunnitellut tehtävät saadaan aikanaan tehdyksi. Hankkeen valvonta perustuu siihen, että töiden ajallista- sekä kustannustoteumaa verrataan suunniteltuun. (Koskela & Koskenvesa 2003, s. 15)

Koskelan & Koskenvesan (2003) mukaan perinteisessä tuotannonohjauksessa on neljä keskeistä ongelmakohtaa. Ensimmäinen ongelma on, että menetelmä perustuu puutteelliseen tuotannon ymmärtämiseen. Tuotantoa ja hankintoja käsitellään yksittäisinä tehtävinä. Tällöin jää herkästi huomioimatta se, että tehtävällä on muitakin edellytyksiä kuin sitä edeltävät tehtävät. Tässä yksi selkeä ero verrattuna Lean-rakentamiseen, jossa tuotantoa pyritään ohjaamaan jatkuvana virtana. (Koskela & Koskenvesa 2003 s. 14–15)

Toinen ongelma nähdään suunnittelussa. Tuotantoa seurataan paljolti yleisaikataulun avulla. Yleisaikataulun ongelmana nähdään se, että tuotannon edetessä se saattaa vanheta. Tämän vuoksi yleisaikataulua olisi jatkuvasti päivitettävä. Todellisuus työmaalla on kuitenkin monesti toinen, sillä työaika kuluu erilaisten häiriöiden poistamiseen, jolloin aikaa yleisaikataulun päivittämiselle ja tuotannon suunnittelulle ei välttämättä ole. Tämän vuoksi on tärkeää panostaa lyhyen aikavälin suunnitteluun, koska tällä pystytään paikkaamaan ylemmän tason suunnittelun puutteita. Tätä ei kuitenkaan yleisesti tapahdu riittävissä määrin, sillä perinteisessä tuotannonohjauksessa ei ole työkaluja toteuttaa viikkotason suunnittelua riittävän laajalla tasolla. Pääpaino on monesti ylemmän tason suunnittelussa, koska uskotaan, että riittävän hyvin suunniteltu ylemmän tason suunnitelma heijastuu suoraan alemman tason viikkosuunnitelmiin. (Koskela & Koskenvesa 2003. s. 15)

Kolmantena ongelmana Koskela ja Koskenvesa (2003) näkevät riittämättömän viikkosuunnitelmien toteutuksen. Perinteinen tuotannonohjaus olettaa, että tehtävät saadaan tehdyksi määräämällä kyseiselle tehtävälle tekijä. Perinteisessä tuotannonohjauksessa ei kiinnitetä huomiota siihen, onko kyseinen taho sitoutunut suorittamaan tehtävän vai ei. Tehtävän toteutumisen perusedellytys on riittävä sitoutuminen sen suorittamiseen. Liian usein työmaalla annetaan tyhjiä lupauksia, ilman todellista aikomusta suorittaa työtä suunnitellussa aikataulussa. (Koskela & Koskenvesa 2003, s. 15–16)

Neljäntenä ongelmana Koskela & Koskenvesa (2003) näkevät puutteellisen valvonnan. Valvonta kohdistuu lähinnä toteutuneiden kustannusten ja aikataulun vertaamiseen suunniteltuihin. Kun poikkeama havaitaan, pyritään ongelma korjaamaan niin, että päästään takaisin suunniteltuun tilanteeseen. Tämä on vastoin Lean-ajattelun periaatteita, jossa ongelman syyt pyritään aina löytämään ja niihin vaikuttamaan tarvittavassa laajuudessa. (Koskela & Koskenvesa 2003, s. 16)



## 4.5 Last Planner -menetelmän teoreettiset hyödyt

Last Planner-menettelyn taustalla on nähtävissä tyytymättömyys perinteistä kriittisen polun menetelmää kohtaan, jonka ei katsota enää vastaavan nykypäivän rakentamisen vaatimuksiin (Mossman 2013). Lean -kirjallisuudesta on löydettävissä monia Last Planner-menettelyn hyötyjä. Koskela ja Koskenvesa (2003) listaavat Last Planner-menetelmän hyödyiksi seuraavia asioita:

- **Tuottavuuden kasvu:** Last Planner -menetelmässä pyritään siihen, että jokainen tehtävä voidaan aloittaa ajallaan varmistamalla tehtävien aloitusedellytykset. Näin suunnitellun tekemisen osuus lisääntyy ja työmaalla tehdään vähemmän suunnittelematonta työtä. Tehtäviä saadaan näin enemmän valmiiksi, jolloin teoriassa tuottavuus paranee. Toiminnalla päästään myös pitkällä aikavälillä siihen, että työstä jää vähemmän tuottavuutta heikentäviä häntiä. Menetelmään kuuluu myös tavoitteenasettelu ja palautteen antaminen, joilla myös voi olla tuottavuutta parantava vaikutus.
- **Rakennusajan lyheneminen:** Tuotannon ennustettavuus kasvaa, jolloin aikataulussa peräkkäin asetettujen tehtävien aloitusväliä saadaan lyhennettyä.
- **Työturvallisuus:** Työtä pystytään suorittamaan entistä enemmän suunnitelluissa ja suotuisissa olosuhteissa, jolloin työturvallisuus paranee.
- **Rakentamisen laatu:** Laadun paraneminen perustuu samoihin asioihin, kuin työturvallisuus. Työtä pystytään tekemään aiempaa enemmän hallituissa olosuhteissa, jolloin pystytään tuottamaan parempaa laatua. Toinen oletamus on, että tehtävän suorittamiseen suunnitelmien mukaisesti sitoutunut tekijä tuottaa parempaa laatua. (Koskela & Koskenvesa 2003, s. 28)

Yllä mainituista hyödyistä on toistaiseksi vielä kohtuullisen vähän käytännön näyttöä (Koskela & Koskenvesa 2003, s. 29). Mossman (2013) on listannut Last Planner-menettelmän hyötyjä seuraavasti:

- rakennusprojektit voidaan suorittaa turvallisemmin, nopeammin ja halvemmalla
- tuotantoaika pystytään paremmin ennakoimaan
- projektiorganisaation kuorma vähenee
- projektin tuotantoprosessi paranee
- projekteissa voidaan tehokkaammin soveltaa Just in time -periaatetta

Suurin hyöty saavutetaan, kun projektin eri osapuolet yhdistetään Last Planner menettelyyn mahdollisimman laajasti. Lisäksi on tärkeää, että projektin eri osapuolet ymmärtävät Lean -ajattelun periaatteita. (Merikallio & Haapasalo 2009)

Rakennusalan työtaturmien määrät ovat erittäin korkeat verrattuna muihin teollisuuden aloihin. Työtaturmien määrät voivat olla jopa kolminkertaiset tehdasteollisuuteen verrattuna. Rakennusala on kuitenkin mennyt viime vuosina eteenpäin työturvallisuuden suhteen, vaikka ala onkin erittäin haasteellinen. Last Planner -menetelmällä ollaan joillain pilottityömailla saatu tapaturmien määrää vähennettyä jopa 65 prosentilla, verrattuna sellaisiin työmaihin, joissa Last Planner -menetelmä ei ole käytössä. (Mossman 2013)

#### **4.6 Last Planner -menettelyn mukainen viikkosuunnittelu**

Viikkosuunnittelua varten pidetään erillinen palaveri, johon kutsutaan rakennustyömaan työnjohtajat ja aliurakoitsijoiden edustajat. Palaverin runko koostuu kolmesta vaiheesta, jotka ovat työvaiheiden valmistelu, neuvottelu ja lopuksi eri osapuolien sitouttaminen sovituihin tavoitteisiin. Töiden valmistelu on aloitettava tarkastamalla sen hetkisten tehtävien tilanne ja toteutuma. On tärkeää keskustella eri työryhmien kanssa, jotta saadaan arviot töiden etenemisestä. Neuvottelun tarkoituksena on koordinoita töitä, joiden välillä on töiden etenemisen kannalta oleellisia riippuvuuksia. Viikkopalaverin aikana sovitaan yhteiset päämäärät ja sitoutetaan aliurakoitsijat vastaamaan niiden tehtävien toteutuksesta, jotka heille kuuluvat. Tärkeintä on varmistaa, että urakoitsijat todella aikovat suorittaa työn sovituissa määräajassa ja sovituilla laatuvaatimuksilla. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, s 107)

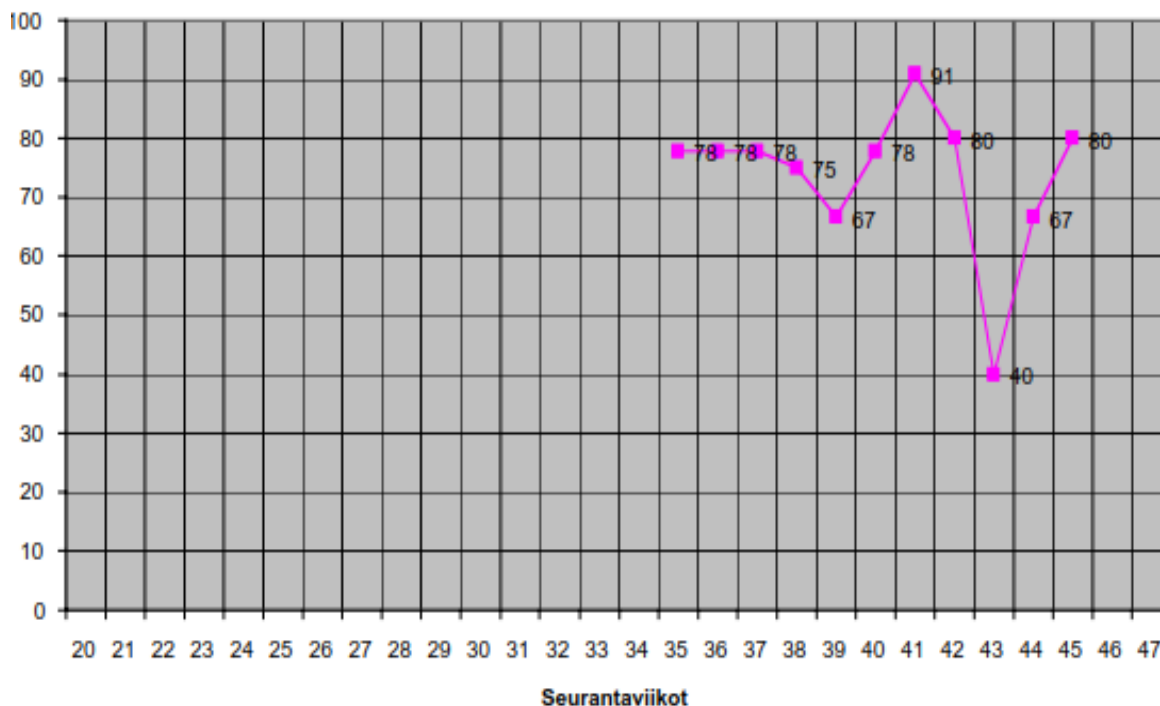
Niin sanottu valmisteleva tai rullaava suunnittelu koostuu 4-6 viikon tähtäyksellä tehtävistä suunnitelmista. Tarkoituksena on varmistaa tälle aikavälille sijoittuvien tehtävien aloitusedellytykset. Lean-termein ilmaistuna puhutaan imuohjauksesta, jolloin pidetään huolta, että piirustukset, materiaalit, resurssit ja kalusto ovat oikeaan aikaan saatavilla. (Koskela & Koskenvesa 2003)

Last Planner-menetelmässä viikkosuunnitelmien laatu on keskeisessä osassa. Koskela, Koskenvesa & Siipi (2004) määrittelevät tärkeimmiksi laatutekijöiksi:

- viikkosuunnitelmat joiden tehtävien lopputulos on selkeästi sovittu
- tehtävät jotka ovat työnjärjestyksen kannalta tarkoituksenmukaisia
- tehtävät joiden työmäärä on arvoitu oikein
- tehtävät, jotka ovat toteutettavissa (Koskela, Koskenvesa & Siipi 2004 s. 19).

Viikkosuunnitelman toteutumista tarkastellaan viikkotasolla. Työvaiheet lajitellaan suoritettuihin ja suorittamattomiin tehtäviin. Menettelyyn kuuluu, että vaikka tehtävä olisi pääosin suoritettu, lasketaan se silti suorittamattomaksi. Suunnitelman toteutumista mitataan niin sanotulla TTP-luvulla. Luvusta nähdään, kuinka suuri osuus viikkotehtävistä on saatu kokonaan suoritettua. TTP-luku kuvaa tuottavuuden tasoa. Korkea TTP-luku kertoo onnistuneesta tuotannosta. Monesti käytäntönä on merkitä toteutumatta jääneitä

tehtäviä nollalla ja toteutuneita ykkösellä. Näin suoritustaso on helppo laskea. (Koskela, Koskenvesa & Siipi 2004 s. 27)



*Kuva 12. TTP-luvun seuranta. (otettu kohteesta Koskela & Koskenvesa 2003, s.12).*

Kuvassa 12 on esitetty TTP-luvun seuranta viikoittain. Alle 60 prosentin suoritustasoa voidaan tavanomaisella työmaalla pitää huonona ja 80 prosentin suoritustasoa hyvänä. On kuitenkin huomioitava, että rakennushankkeen kompleksisuus ja työmaasta riippumattomat ulkopuoliset tekijät voivat vaikuttaa TTP-lukuun, jolloin eri työmaat eivät välttämättä ole vertailukelpoisia keskenään (Koskela, Koskenvesa & Siipi 2004 s. 27.). Ballardin (1999) mukaan suurimmat syyt toteutumatta jääneisiin tehtäviin ovat:

- päätösten puute
- työn edellytysten puuttuminen
- resurssien puute
- tehtävän tärkeyden muutos
- riittämätön aika
- myöhäinen aloitus
- risteävät tarpeet
- sääolosuhteet ja muut ennalta-arvaamattomat tapahtumat
- muutokset projektissa
- muut syyt (Ballard 1999 s. 277)

Mikäli jossain tehtävässä esiintyy häiriö, on Lean-ajattelun mukaisesti selvitettävä poikkeamana perimmäinen syy. Juurisyiden selvittämiseen voidaan käyttää Viisi kertaa miksi

-ongelmanratkaisumenetelmää. Menetelmässä kysytään miksi niin monta kertaa, että ongelman todellinen aiheuttaja löytyy. Menetelmässä esiintyvä numero viisi on vain viitteellinen, koska ongelman ydin saattaa löytyä jo esimerkiksi toisella yrittämällä. (Merikallio & Haapasalo 2009). Alla on kuvattu esimerkkitapaus ongelmanratkaisuketjusta:

- Miksi väliseinää ei maalattu ajallaan? Koska ei tiedetty millainen käsittely seinälle tehdään.
- Miksi ei tiedetty millainen käsittely seinälle tehdään? Koska arkkitehti ei ollut määrännyt seinälle käsittelyä.
- Miksi arkkitehti ei ollut määrännyt seinälle käsittelyä? Koska arkkitehti ei tiennyt suunnitelmapuutteesta.
- Miksi arkkitehti ei tiennyt suunnitelmapuutteesta? Koska arkkitehtiä ei informoitu asiasta riittävän ajoissa.
- Miksi arkkitehtiä ei informoitu riittävän ajoissa? Koska suunnitelmia katsottiin tarkemmin vasta työn alkaessa.

Miksi-kysymyksiä voitaisiin tarvittaessa jatkaa pidemmällekin, kunnes todellinen juurisyy löytyisi. Kun syyt on saatu selville, voidaan toimintaa niiden ympärillä kehittää. Tärkeintä on vaikuttaa useimmin ilmaantuviin syihin. Tärkeää on yhteistyö sellaisten osapuolten kanssa, jotka oikeasti pystyvät syihin vaikuttamaan. Pitkällä aikavälillä tavoitteena täytyy pitää TTP-luvun paranemista. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, s. 108)

## 4.7 Last Planner ja tehtäväsuunnittelu

Perinteisessä tehtäväsuunnittelussa keskitytään kerrallaan vain yhteen tehtävään ja tehtävien ohjaaminen keskittyy niihin tehtäviin, jotka ovat työmaan kannalta tärkeimpiä. Ajattellaan, että keskeisiä tehtäviä ovat ne, jotka ovat aikataulullisesti tahdistavia, taloudellisesti merkittäviä tai hankalia toteuttaa. Myös aiemmin ongelmia tuottaneista tehtävistä tehdään monesti tehtäväsuunnitelmat. Tehtäväsuunnitelma vaaditaan laadittavaksi, jotta töitä pystyttäisiin ohjaamaan hallitusti. Tehtäväsuunnitelmia tehdään työmailla kohtalaisen suuri määrä, mutta usein niiden käyttötarkoitus ei ole töiden ohjaaminen, vaikka näin olisi suotavaa. (Koskela, Koskenvesa & Siipi 2004 s. 38–39)

Last Planner -menetelmässä tuotanto pyritään näkemään kokonaisuutena ja viikon aikana suoritettavat työt yhtenä kokonaisuutena tehtävänä. Tehtäväsuunnittelun kohde on siis yksittäinen tehtävä, joka kuitenkin nähdään viikon aikana suoritettavan tehtävän osatehtävänä. Last Planner -menettely näkee kaikki tehtävät samanarvoisena riippumatta esimerkiksi niiden taloudellisesta vaikutuksesta tuotannolle. Tämä perustuu ajatukseen, että jokainen tehtävä voi sopivissa olosuhteissa muodostua tuotannon kannalta merkittäväksi tekijäksi. Etukäteen on monesti vaikea nähdä, mitkä tehtävät vaikuttavat eniten työmaan etenemi-

seen. Tuotanto toimii parhaiten, kun tehtäväsuunnittelua ja Last Planneria käytetään rinnakkain, koska molemmilla on sama pyrkimys edesauttaa työmaan tuotannon etenemistä. (Koskela, Koskenvesa & Siipi 2004 s.38–39)

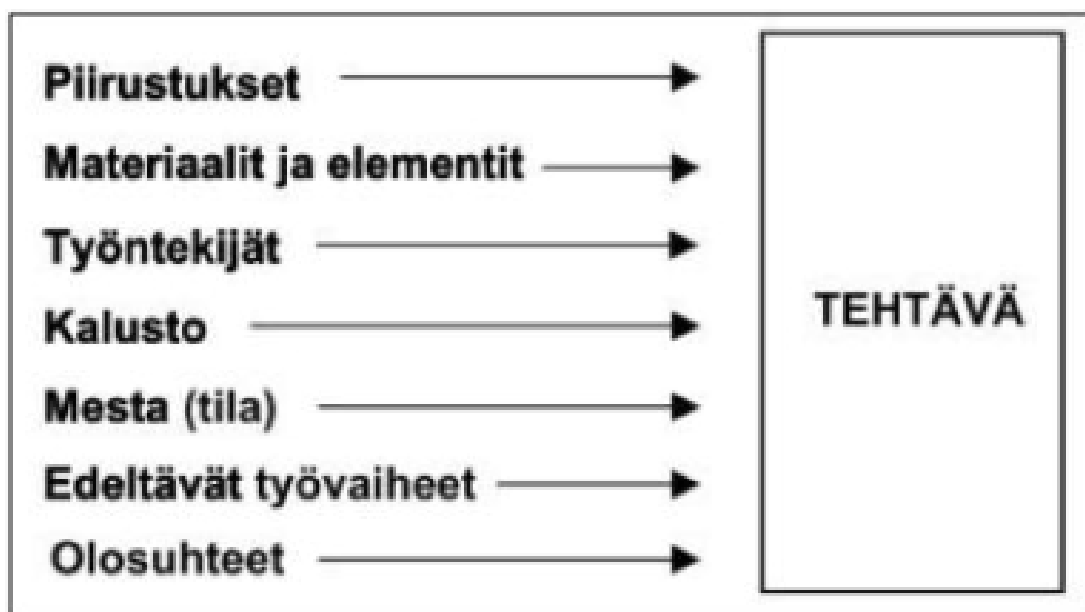
Työmaa laatii vaativimmista tehtävistä erillisen tehtäväsuunnitelman, jotta aikataulullisiin ja laadullisiin tavoitteisiin päästään. Tehtäväsuunnittelu kohdistuu yleensä yksittäisen työryhmän suorittaman tehtävään. Tehtäväsuunnittelussa käydään läpi tehtävän aikataulu, laatu- ja kustannustavoitteet. Tämän lisäksi käydään läpi työssä tarvittavat resurssit sekä pyritään tunnistamaan riskit ja varmistamaan työn turvallinen suorittaminen. Tehtäväsuunnitelman oleellisin tarkoitus on varmistaa, että tehtävän aloitusedellytykset ovat kunnossa ja työ voidaan suorittaa turvallisesti. (Koskela, Koskenvesa & Siipi 2004 s.38–39) Tehtäväsuunnitelma tulee tehdä, jos tehtävä on:

- aikataulullisesti tahdistava tai ajallisesti pitkäkestoinen. Tehtävä on tärkeä työmaan kokonaisaikataulun toteutumiseksi.
- on kustannuksiltaan merkittävä.
- laatuvaatimuksiltaan merkittävä. Tällöin tehtäväsuunnittelun pääpaino on laatuvaatimusten täyttämiseksi.
- työmaaorganisaatiolle tuntematon, jolloin vastaavasta tehtävästä ei ole aiempaa kokemusta.
- virhealtis tai vastaavia tehtäviä tehdessä on raportoitu paljon työvirheitä. (Mittaviiva Oy, 2010, s. 6)

Panostamalla tehtäväsuunnittelun laatuun ja noudattamalla sovittuja periaatteita, voidaan varmistaa tehtävän edellytysten olemassaolo. Tehtäväsuunnittelun avulla voidaan myös varmistaa työvaiheiden ohjaus ja valvonta. (Mittaviiva Oy, 2010)

## **4.8 Toteutettavaksi hyväksyttävät tehtävät**

Last Planner -menetelmään kuuluu, että toteutettaviksi viikkotehtäviksi sallitaan vain sellaisia tehtäviä, joiden aloitusedellytykset on varmistettu. Tehtäville asetetaan vaatimuksia, jotka sen on täytettävä, jotta se voidaan hyväksyä suoritettavien töiden listalle. Tehtävien suunnittelussa tulisi pyrkiä miettimään, mitkä tehtävät voidaan tehdä sen sijaan, että mietitään mitkä tehtävät tulisi tehdä. (Lean construction institute, 2007) Kuvassa 13 on kuvattu tehtävien aloitusedellytykset.



*Kuva 13. Tehtävän aloitusedellytykset. (Koskela & Koskenvesa 2003).*

Lean construction institute (2007) määrittelee viikkotehtävien laatuvaatimuksia seuraavasti:

- **Tehtävän määrittely:** Onko tehtävä kuvattu niin yksiselitteisesti, että tehtävän suorittamiseksi vaadittava informaatio ja materiaali ovat hankittavissa? Voidaanko tehtävän suoritus koordinoida kaikkien osapuolten kanssa? Voidaanko viikon lopuksi todeta, onko tehtävä suoritettu?
- **Luotettavuus:** Ovatko kaikki tehtävät suoritettavissa? Ymmärtääkö suunnittelija itse mitä tehtävältä vaaditaan? Onko kaikki muilta tarvittava materiaali ja työ hankittu? Ovatko suunnitelmat ja edeltävät työvaiheet kunnossa?
- **Ketjutus:** Onko tehtävät ketjutettu niin, että ne tehdään järkevässä järjestyksessä? Vapauttaako toteutettu tehtävä mestaa jollekin toiselle urakoitsijalle? Onko matalamman prioriteetin tehtäviä jätetty varamestoiksi, jos alkuperäisten tehtävien toteutuksessa epäonnistutaan?
- **Tehtävien koko:** Onko tehtävien laajuus sellainen, että suorittava työntekijä tai työryhmä pystyy sen realistisesti toteuttamaan suunnitellulla aikavälillä?
- **Oppiminen:** Pidetäänkö epäonnistuneista tehtävistä kirjaa? Selvitetäänkö epäonnistumisen syyt ja reagoidaanko niihin oikealla tavalla?

Last Planner-käytäntöä toteuttavan työnjohtajan on ymmärrettävä, että vaikka kaikki edellä mainitut kriteerit täytetään, ei se takaa tehtävien täydellistä onnistumista. On ymmärrettävä, että tehtävää toteutettaessa saattaa tapahtua odottamattomia vastoinkäymisiä. Last Planner-menettelyn tarkoituksena on kuitenkin minimoida näiden vastoinkäymisten ilmaantuvuus ja taata tuotannon jatkuva virta. (Lean construction institute 2007)

## 4.9 Työsuoritusten vastaanotto ja hyväksyminen

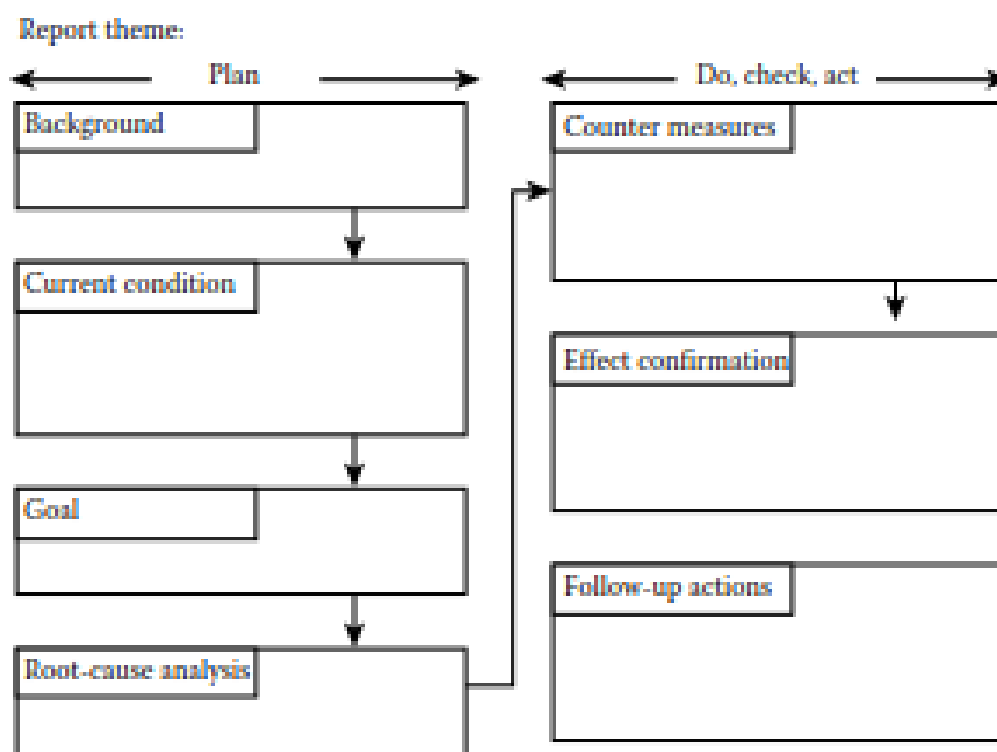
Työkohteiden vastaanotto ja luovuttaminen eteenpäin seuraavalle urakoitsijalle on yksi laadun ja aikataulunhallinnan työkaluista. Työkohteen vastaanottamisesta urakoitsijalta vastaa yleensä rakennusliikkeen työjohtaja. Työnjohtaja ja edeltävän työvaiheen urakoitsija sekä seuraavan vaiheen urakoitsija pitävät yhdessä vastaanottokatselmuksen, jossa todetaan työkohteen olevan suunnitelmien mukainen ja että kohteessa voidaan aloittaa seuraava työvaihe. Havaitut virheet kirjataan katselmusmuistioon ja korjataan vastaamaan vaadittua laatutasoa. Tarvittaessa vastaanottokatselmuksessa havaitut puutteet voidaan merkitä työmaapäiväkirjaan. Työmaapäiväkirjan pitämisestä vastaa yleensä työmaapäällikkö. Katselmusmuistiot täytyy allekirjoittaa sekä arkistoida. Kaikki työvaiheeseen liittyvät käyttö- ja hoito-ohjeet on myös arkistoitava kohteen huoltokirjaa varten. (Rakennustöiden laatu 2017, otettu kohteesta Ulvila 2017)

Työvaiheen valmistuttua voidaan tarvittaessa järjestää myös työvaiheen palautepalaveri. Palaverissa voidaan käsitellä työn suorittamisessa ilmenneitä ongelmia sekä onnistumisia. Onnistuneita ratkaisuja voidaan kirjata ylös ja käyttää esimerkiksi seuraavilla työmailla. Ilmenneitä ongelmia yritetään ratkoa, jotta jatkossa ongelmat voitaisiin välttää. Hyväksi havaitut toimintatavat on tärkeää kirjata esimerkiksi yrityksen laatujärjestelmään (Rakennustöiden laatu 2017, 2016, otettu kohteesta Ulvila 2017).

Osana töiden hyväksymiskäytäntöä ovat malliasennukset, joiden avulla voidaan havainnollistaa vaadittu laatutaso. Malliasennuksia voidaan tehdä tarvittaessa useammasta osakohteesta ja työvaiheesta. Tästä esimerkkinä pesuhuoneen laatoitustyöt, josta on tarpeen tarkistaa ensin vedeneristystyöt ja tämän jälkeen laatoitus omana malliasennuksenaan. Malliasennuksista tehdään katselmusmuistio, johon kirjataan kaikki työssä ilmenneet virheet ja puutteet. Muistioon on hyvä kirjata myös tarvittavat toimenpiteet näiden korjaamiseksi. Tilaaja hyväksyy mallityön vasta kun laatutaso täyttyy. Töiden edessä rakennusliikkeen työjohtaja tarkistaa työtä vastaanottaessa, että työsuorite vastaa mallikatselmuksessa sovittua laatua. (Rakennustöiden laatu 2017, 2016, otettu kohteesta Ulvila 2017)

## 4.10 A3-raportointi tuotannonohjauksen työkaluna

Toyotan entinen toimitusjohtaja Taichi Ohno kyllästyi tavanomaisiin raportteihin, jotka olivat useita sivuja pitkiä. Tämän pohjalta Toyota otti käyttöön A3-raportin, jonka tarkoituksena oli auttaa tuotannon ongelmanratkaisussa. A3-raportti palvelee jatkuvan parantamisen periaatetta ja raporttiin on kuvattu samankaltaiset vaiheet kuin Demingin laatuympyrään. Toiminnan tarkoituksena on löytää ongelman juurisyyt, jonka jälkeen voidaan toteuttaa tarvittavat toimenpiteet tuotannon ohjaamiseksi oikeaan suuntaan. Toimenpiteiden jälkeen tarkkaillaan niiden vaikutusta ja tarvittaessa suoritetaan jälkitoimenpiteitä. (Sobek & Smalley 2008, Otettu kohteesta Forbes & Ahmed 2011)



*Kuva 14. A3-raportti. (Otettu kohteesta Forbes & Ahmed s.124).*

Kuvassa 14 on esitetty A3-raportoinnin periaatteet. Prosessin vasemmalle puolelle suunnitteluosaan (plan) on kuvattu ongelman tausta, nykytilanne, tavoite sekä juurisyyanalyysi. Oikealle puolelle on kuvattu tarvittavien toimenpiteiden toteutus, toimenpiteiden tehokkuuden arviointia sekä sitä seuraavat toimenpiteet.

#### 4.11 Käännetty työvaihe aikataulu (KVA)

Rakennushankkeeseen osallistuu kymmeniä eri tahoja, joilla kaikilla on omat vahvuutensa. Työmaan aikataulun suunnittelussa voidaan käyttää hyväksi käännettä työvaihe aikataulua, joka on tarkkuutensa vuoksi yleisaikataulua parempi vaihtoehto. Tarkoituksena on pitää erillinen tilaisuus, jossa yhteistyössä eri urakoitsijoiden kanssa laaditaan aikataulu, johon kaikkien on helppo sitoutua. Tällä tavoin saadaan hyödynnettyä kaikkien osapuolten osaamista. Perinteisesti pääurakoitsija laatii itse yleisaikataulun, jolloin tehtävien mitoitusmenetelmänä käytetään usein esimerkiksi RATU-korttien menekkejä. Liian monesti aikataulun laatija joutuu arvailemaan töiden kestoa, koska varmaa tietoa töiden kestosta ei ole saatavilla. (LCi.fi, viitattu 25.6.2017)

Rakentamisessa suurin esiintyvä hukka on usein kommunikoinnin puute. Monesti esiintyy myös työntekijöiden potentiaalin haaskaamista. Toimintatapojen muuttaminen koetaan Lean-ajattelussa tärkeänä ja tähän tulisikin pyrkiä. Nykyaikana aikatauluja tehdään



monesti yhdessä muiden urakoitsijoiden kanssa mutta juuri pyrkimys aikatauluttaa välitavoitteesta taaksepäin tarjoaa huomattavaa etua perinteiseen malliin nähden. Paras lopputulos saavutetaan, kun aikataulu laaditaan yhdessä aliurakoitsijoiden ja suunnittelijoiden kanssa. (LCi.fi, viitattu 25.6.2017)



**Kuva 15.** KVA-menettely. (Otettu kohteesta lci.fi 25.6.2017).

Itse KVA-tilaisuudessa eri osapuolet kokoontuvat yhteen ja laativat aikataulun käänteisesti lopullisesta tavoitteesta kohti nykyhetkeä. Tilaisuuden pitäjä valmistelee kokoustilan seinälle kalenterin, johon on kirjattu urakan tavoitteet ja aikamäärät. Ali- ja sivu-urakoitsijat miettivät omien tehtäviensä kestot, määrät ja tarvittavat resurssit. Tilaisuudessa käytetään post-it-lappuja, joilla kuvataan kunkin urakoitsijan suunniteltuja tehtäviä. Lappuja kiinnitetään seinälle välitavoitteesta taaksepäin. Tilaisuuden edetessä jokainen käy viemässä seinälle omat lappunsa, jolloin saadaan selville tehtävien välinen riippuvuusketju. Tilaisuudessa syntynyt aikataulu siirretään sähköiseksi aikatauluohjelman avulla. Näin syntynyt aikataulu voidaan jakaa kaikille osapuolille ja sitä on helppo seurata. Normaalisti tilaisuuden järjestää pääurakoitsija, jolla on aikatauluvastuu. Tilaisuudelle nimetään vetäjä, joka vastaa siitä, että yhteinen aikataulu saadaan laadittua. (LCi.fi, viitattu 25.6.2017)

KVA-tilaisuus on loistava työkalu aikataulujen laatimiseen ja sen onnistumisen edellytys on, että kaikki osapuolet ovat mukana aikataulun laadinnassa. Tilaisuus parantaa myös

eri osapuolten välistä tiedonkulkua, koska eri osapuolet ovat ikään kuin pakotettuja keskustelemaan asioista avoimesti. Toinen onnistumisen edellytys on, että urakoitsijat merkitsevät tehtäviensä kestot rehellisesti ja mitoituksessa on käytettävä riskit huomioon ottavaa varmuuskerrointa. KVA-toimintatavan sisäistäminen vaatii useampien tilaisuuksien järjestämistä, jotta oikeantyyppiset toimintatavat löytyvät. (LCi.fi, viitattu 25.6.2017)

## 5 TUTKIMUKSEN EMPIIRINEN OSA

### 5.1 Empiirisen osan toteutus

Tutkimus pohjautuu kirjallisuusselvityksessä esitettyyn teoriaan Lean-ajattelun soveltamisesta rakennusteollisuudessa sekä tarkemmin Last Planner -tuotannonohjausmenetelmän integroimisesta osaksi kohdeyrityksen toimintajärjestelmää. Last Planner -menetelmää ei sinällään ole tarkoitettu otettavan suoraan käyttöön teoriaosassa esitetyillä metodeilla, vaan tarkoituksena on poimia kohdeyritykseen sopivat käytännöt ja luoda kohdeyrityksen oma sisäinen toimintapa.

Tutkimuksessa käytetään hyväksi kahta case-työmaata, jossa Last Planner -tuotannonohjausmenetelmää on otettu koekäyttöön. Koska case-työmaille oli jo aiemmin luotu Last Planner -menetelmään perustuva tuotannonohjausprosessi, ei tutkimuksessa pyritty muokkaamaan käytössä olevaa prosessia, vaan sen toimivuutta keskityttiin havainnoimaan.

Yksi tutkimusmetodeista oli toimintatutkimus, joka koostui case-työmaiden havainnoinnista sekä työmaahenkilöiden haastatteluista. Haastattelujen avulla pyrittiin löytämään nykyisistä käytännöistä toimivat menetelmät ja työkalut. Havainnoinnin ja haastattelujen pääpaino oli työmaiden työnjohtajien toiminnassa, mutta tutkimuksessa pyrittiin myös selvittämään koko työmaaorganisaation tuotannonohjausprosessi aikataulusta vastaavaan työmaainsinööriin ja vastaavaan työnjohtajaan. Näiden toimintatapojen ja kirjallisuudessa esiintyvien keinojen avulla muodostettiin kohdeyrityksen työnjohtajille yhtenäisen toimintatavan ohjeistus.

Tutkimuksen haastateltavat olivat case-työmaiden työnjohtajia, työmaainsinöörejä sekä vastaavia työjohtajia. Työnjohtajia haastateltaessa pääpaino oli siinä, miten työnjohtajat kokivat Last Planner -menetelmän hyödyttävän heidän omaa työtään ja mitä käytännön ongelmia he olivat havainneet. Työnjohtajien haastatteluissa pyrittiin myös selvittämään suurimpia syitä viikkotehtävien viiveille.

Molemmille työmaille oli nimetty aikataulusta vastaava työmaainsinööri. Työmaainsinöörin haastatteluissa pyrittiin selvittämään menetelmän etuja aikataulutuksen kannalta. Tutkimus toteutettiin työskennellen samanaikaisesti työnjohtajana kohdeyrityksen toisella case-työmaalla. Toimintatutkimukset, haastattelut ja kyselyt toteutettiin pääosin syyskuussa 2017. Tutkimuksen aineisto käsiteltiin lokakuun 2017 aikana.

## 5.2 Aineiston hankinta ja käsittely

Tässä tutkimuksessa tutkimusaineiston hankkimiseen käytettiin kolmea eri aineiston hankintamenetelmää. Ensimmäisessä case-kohteessa työmaan toimintaa seurattiin kahden työpäivän ajan. Toisessa case-kohteessa tutkija toimi itse työnjohtajan roolissa, joten kohteesta saatiin dataa noin 18 kuukauden ajanjaksolta. Molemmilla työmailla seuranta kohdistui pääasiassa työnjohtajien toimintatapoihin mutta kohteista pyrittiin myös muodostamaan kokonaiskuva, siitä miten Last Planner -menetelmää toteutetaan koko työmaaorganisaatiossa.

Toisena aineiston hankintamenetelmänä kohdeyrityksen työnjohtajille suoritettiin lomakepohjainen kysely. Kyselyt eli surveyt ovat yksi kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen menetelmistä. Kyselyn avulla pyrittiin muodostamaan kattava tutkimusaineisto, johon voidaan sisällyttää paljon henkilöitä. Kyselytutkimuksen avulla voidaan säästää tutkijan aikaa, koska sillä voidaan kysyä monia kysymyksiä suhteellisen pienellä vaivalla. Huolellisesti suunnitellun lomakkeen aineisto on nopea koota ja analysoida. Kyselyillä kerättyyn tietoon on kehitetty monia analysointitapoja ja raportointimuotoja. (Hirsjärvi, Remes, Sajavaara, 1997, s 191)

Kyselytutkimuksen haittoina pidetään epävarmuutta siitä ovatko vastaajat vastanneet kysymyksiin vakavasti ja todenmukaisesti. Vastaajat saattavat myös ymmärtää kysymykset eri tavalla, kuin kysymysten laatija on tarkoittanut. Joissain kyselyissä kato eli vastaamattomuus voi kasvaa suureksi ja näin heikentää kyselyn luotettavuutta. (Hirsjärvi, Remes, Sajavaara, 1997, s 191)

Kyselyllä pyrittiin mittaamaan kohdeyrityksen työnjohtajien tuntemusta Last Planner -menetelmästä sekä selvittämään missä määrin Last Planner on käytössä kohdeyritysten työnjohtajilla ja työmailla. Tämän lisäksi pyrittiin keräämään dataa Last Planner -menetelmän havaituista hyödyistä ja ongelmista rakennusliikkeen näkökulmasta. Lomakkeen kysymykset pyrittiin muodostamaan niin, että niihin olisi mahdollisimman nopea ja vaivaton vastata. Tällä tavoin pyrittiin parantamaan vastausprosenttia. Kysely suoritettiin kohdeyrityksen sisäisessä järjestelmässä käyttäen SurveyPal-ohjelmistoa. Vastausaikaa annettiin yksi työviikko. Kyselylomakkeella kerätty aineisto on analysoitu pääosin kvalitatiivisesti.

Kolmantena aineistonhankintamenetelmänä käytettiin puolistrukturoitua teemahaastattelua. Haastattelut ovat yksi kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen metodeista. Toisin kuin kvantitatiivisessa tutkimuksessa kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkimuskohteesta voidaan saada esille kohteen omia näkökulmia mielipiteitä tutkimuskysymyksistä. (Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P. 1997)

Strukturoiduissa haastatteluissa haastattelujen kysymysten muoto ja järjestys on ennalta määrätty. Teemahaastattelussa haastattelun aihepiiri on tiedossa mutta kysymysten tarkkaa järjestystä ja muotoa ei ole määritetty. (Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P. 1997) Tässä tutkimuksessa haastattelujen kysymykset olivat ennalta määrättyjä mutta haastateltavien annettiin vastata kysymyksiin vapaasti. Muutamassa tapauksessa haastateltavat halusivat haastattelukysymykset etukäteen. Tällöin haastattelukysymykset lähetettiin haastateltavalle sähköpostilla muutama päivä ennen sovittua haastatteluajankohtaa. Haastatteluista pyrittiin poimimaan haastateltavien näkökulmia, ajatuksia sekä heidän kehitysideoitaan. Kaikki teemahaastattelut nauhoitettiin, litteroitiin ja koottiin yhtenäiseksi aineistoksi. Aineistoa kootessa pyrittiin muodostamaan yhtenäisiä teemoja, jolloin aineiston analysointi olisi selkeämpää.

### **5.3 Toimintatutkimus**

Toimintatutkimuksessa seurattiin kahden case-työmaan toimintaa. Case-työmaat olivat kohdeyrityksessä Last Planner -menetelmän pilottikohteita. Kohteiden päivittäistä toimintaa ja toimintatapoja seurattiin havainnoimalla sekä suorittamalla haastatteluja työmaiden toimihenkilöille. Näin pyrittiin muodostamaan kokonaiskuva Last Planner -menetelmän toimivuudesta, hyödyistä ja ongelmista. Case-kohteiden Last Planner -prosessia verrattiin toisiinsa ja pyrittiin selvittämään toimivimmat käytännöt, joiden avulla muodostettiin kohdeyrityksen yhtenäinen toimintatapa.

#### **5.3.1 Case-kohde A**

Case-kohde A sijaitsi Helsingin ydinkeskustassa. Kyseessä oli korjauskohde, jonka kokonaisbruttopinta-ala oli noin 10 000 m<sup>2</sup>. Kohteelle ei juurikaan tehty rakenteellisia muutoksia vaan rakennukseen uusittiin pääasiassa sisätilat ja talotekniikka. Kohdeyritys toimi kohteessa pääurakoitsijan roolissa. Urakkamuoto oli projektinjohtourakka. Työmaalle oli tilaajan vaatimuksesta palkattu konsultti ohjeistamaan Last Planner -käytäntöjä. Last Planner -menetelmän koordinoitiin oli nimetty työmaainsinööri, jonka tehtävä oli vastata Last Planner -menetelmän toteuttamisesta.

Työmaan toimintaa seurattiin yhteensä kahden työpäivän ajan. Työmaasta selvitettiin työjohtajien rutiineja ja toimintaa vertaillen niitä kirjallisuuden ohjeistukseen. Työmaalla oli käytössä seuraavat Last Planner -menetelmän mukaiset työkalut:

- valmisteleva suunnittelu
- yhteinen aikataulusuunnittelu
- jatkuva prosessin kehittäminen
- viikkosuunnittelu
- TTP-luvun seuranta

Työmaan Last Planner-käytännön ydinprosessi oli viikoittainen aikataulupalaveri, joka pidettiin maanantaisin. Aikataulupalaverissa käytiin läpi edellisen viikon työt ja viikkotehtävien toteutumisprosentti. Toteutumisprosentti oli keskimäärin 80-85%, jota pidetään yleisesti hyvänä lukuna. (Koskela, Koskenvesa & Siipi 2004) Ennen palaverin alkua kohdeyrityksen omat ja aliurakoitsijoiden työnjohtajat suunnittelivat valmiiksi seuraavalla viikolla suoritettavat viikkotehtävät.

Palaverissa viikkotehtävät kirjoitettiin post it -lapuille ja laput sijoitettiin neuvotteluhuoneen seinälle asetettuun Last Planner -aikataulupohjaan. Aikataulupohja oli noin 2 metriä korkea, jotta sinne saatiin sijoitettua kaikki kolmen viikon suunnitellut työt kuudessa eri lohossa. Kaikki aikataulupalaverissa olevat työnjohtajat kävivät itse vuorollaan asettamassa laput aikataulupohjaan. Pääurakoitsijan työnjohtajat merkitsivät omat työnsä mutta lisäksi niiden aliurakoitsijoiden työt, joilla ei ollut omaa työnjohtoa läsnä. Kun kaikki olivat merkinneet omat työnsä aikatauluun, käytiin läpi tehtävien yhteensovitus ja mahdolliset esteet tehtävien aloitukselle.

Kaikkia työmaan työnjohtajia oli ohjeistettu valmistautumaan palaveriin ennalta, jotta palaveri sujuisi mahdollisimman vaivattomasti ja omien töiden suorittamisen todelliset vaatimukset olisivat ennalta selvänä. Palaverikäytäntö otettiin käyttöön kesken projektin, joten alussa sen toteuttamisessa oli ongelmansa. Aikataulusta vastaava työmaainsinööri päivitti palaverin jälkeen aikataulun palaverissa sovitun mukaiseksi.

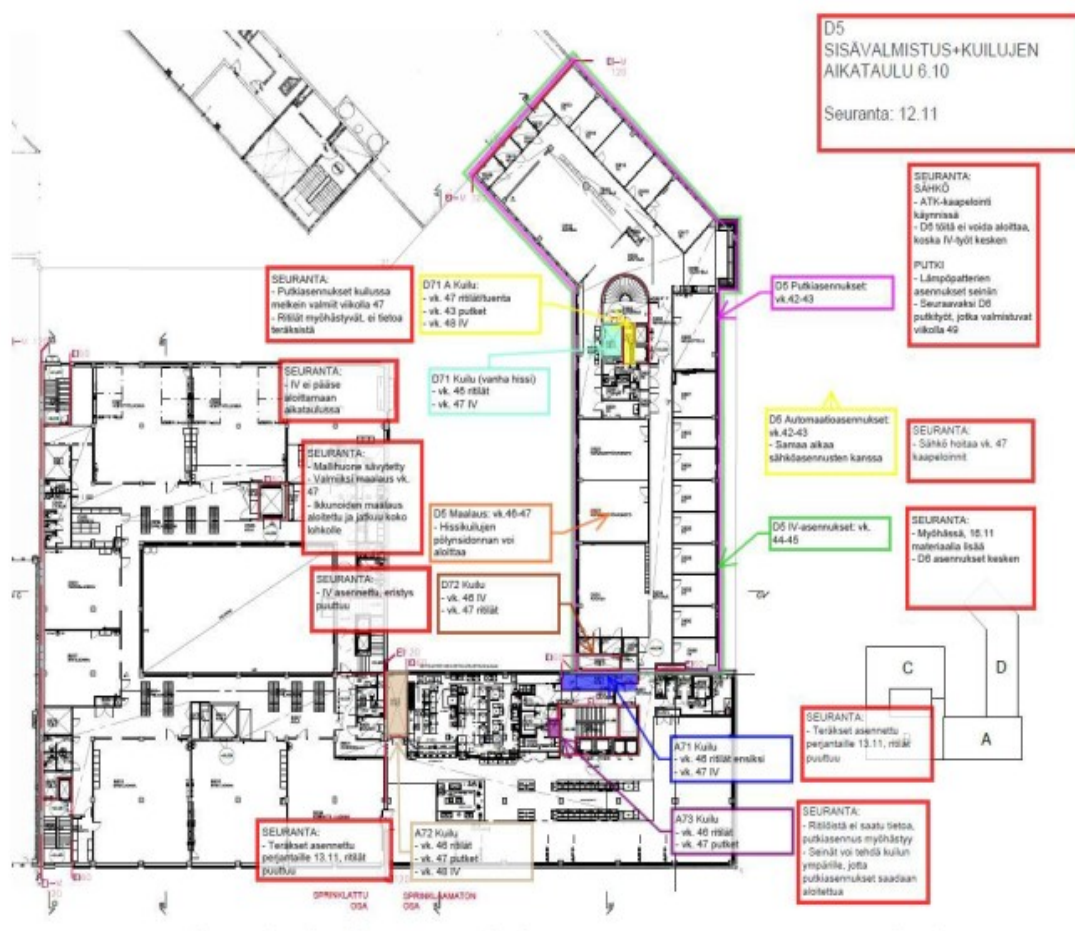
Työmaalla oli käytössä jatkuvan parantamisen periaate. Mikäli jokin viikkotehtävä ei toteutunut, selvitettiin juurisyy epäonnistumisten takana. Tätä käytäntöä toteuttivat työmaainsinööri ja työmaapäällikkö yhteistyössä. Last Planner -menetelmä oli työmaalla käytössä noin puolen vuoden ajan ja se otettiin käyttöön noin puolessavälissä rakennusprojektia. Menetelmä oli työmaalla käytössä kohteen luovutukseen asti.

### **5.3.2 Case-kohde B**

Myös toinen case-kohde sijaitsi pääkaupunkiseudulla. Kyseessä oli toimitilakohde, johon suoritettiin tilojen muutostyö ja laajennus. Rakennuksen käyttötarkoitus muuttui ja kohteeseen lisättiin muun muassa opetustiloja. Kohteen kokonaispinta-ala oli noin 26 500 m<sup>2</sup>, josta laajennuksen osuus oli noin 1500 m<sup>2</sup>. Rakenteellinen laajennus koski lähinnä IV-konehuoneita, jotka oli tarkoitus rakentaa teräsrunkoisena olemassa olevan rakennuksen päälle. Kohteen oli tarkoitus valmistua kahdessa eri vaiheessa. Ensimmäinen vaihe oli tarkoitus luovuttaa joulukuussa 2016 ja toinen vaihe kesäkuussa 2017. Hanketyyppi oli muutostyö, johon sisältyi rakenteellisia ja taloteknisiä perusparannuksia. Urakkamuotona oli jaettu urakka. Kohdeyritys toimi hankkeessa pääurakoitsijan roolissa.

Työmaan Last Planner -toiminnan ydin oli valmistelevalle suunnittelulle ja aikataulupalaverikäytännössä, jossa työvaiheiden ongelmat pyrittiin ennalta poistamaan. Työmaan

aikataulusta vastaavan työmaainsinöörin tehtävänä oli vastata viikoittain pidettävästä aikataulupalaverista, jossa yhdessä urakoitsijoiden kanssa suunniteltiin tulevia töitä. Pala-verikäytännön tavoitteena oli sitouttaa urakoitsijat tulevien viikkojen töihin sekä varmistaa, että suunniteltujen töiden edellytykset olivat kunnossa. Työmaan aikataulua hallittiin vinjettipohjaisesti merkitsemällä suunnittelut ja toteutuneet työvaiheet pohjakuvaan (kuva 16). Pohjankuvan avulla pyrittiin seuraamaan urakoitsijoiden töiden valmistumista eri osakohteissa, jolloin viiveiden ja ongelmien havaitsemisen uskottiin olevan helpompaa kuin perinteisessä jana-aikataulussa.



kuva 16. Case-työmaa B:n pohjakuvaan perustuva aikataulu (Väänänen 2016).

Last Planner -tuotannonohjausmenetelmä oli työmaalla vain osittain käytössä. Tämä johtui ajatuksesta, että Last Planner -menetelmä otettaisiin käyttöön asteittain. Käytössä olivat seuraavat Last Planner-menettelyn osat:

- rakentamisvaihesuunnittelu (osittainen)
- valmisteleva suunnittelu
- yhteinen aikataulusuunnittelu
- jatkuva prosessin kehittäminen.

Kohteen työnjohtajia ei erikseen koulutettu käyttämään Last Planner -menetelmää, vaikka hankkeen alussa näin suunniteltiin. Tähän päädyttiin, koska hanke osoittautui suunniteltua monimutkaisemmaksi, jolloin kohdeyrityksen organisaatiossa ei tähän ollut resursseja. Kohteen haasteet johtuivat keskeneräisistä suunnitelmista ja vanhoista rakenteista ilmaantuneista ongelmista. Näistä johtuen työnjohtajien aika kului hankkeen alusta asti erilaisten epäselvyyksien selvittämiseen, joten esimerkiksi Last Planner -menetelmän mukaisen viikkosuunnittelun käyttöönottoon ei missään vaiheessa ollut mahdollisuutta. Myöskään TTP-luvun seurantaa ei tässä tapauksessa nähty hyödylliseksi.

## 5.4 Haastattelut

Tutkimuksen haastatteluilla pyrittiin selvittämään, millaisia hyötyjä ja haittoja case-työmaiden työmaahenkilöstö oli Last Planner-menetelmän käytössä havainnut. Haastatteluilla selvitettiin myös osaltaan, kuinka case-työmaiden tuotannonohjaus oli toteutettu. Tavoitteena oli ymmärtää miten vastuut toteutuksesta, oli jaettu työnjohtajien, aikataulusta vastaavan työmaainsinöörin ja vastaavan työnjohtajan kesken. Taulukossa 1 on kuvattu haastateltavat henkilöt ja heidän toimenkuvansa. Haastattelut suoritettiin kokonaisuudessaan syyskuun 2017 aikana. Tutkimuksessa pyrittiin suorittamaan saman verran haastatteluja kummaltakin case-työmaalta.

*Taulukko 1. Haastateltavat henkilöt.*

Haastateltava	työmaa	ajankohta
A työnjohtaja	case-työmaa B	syyskuu 2017
B työnjohtaja	case -työmaa B	syyskuu 2017
C projekti-insinööri	case-työmaa B	syyskuu 2017
D vastaava työnjohtaja	case-työmaa A	syyskuu 2017
E projekti-insinööri	case-työmaa A	syyskuu 2017
F työnjohtaja	case-työmaa A	lokakuu 2017

Työnjohtajien haastattelussa pääpaino oli siinä, kuinka Last Planner -menetelmä hyödyttää heidän omaa työtään. Työnjohtajilta selvitettiin myös, miten he itse toteuttavat Last Planner -tuotannonohjausta ja mitkä Last Planner -menetelmän mukaiset työkalut heillä on käytössä. Tarkoituksena oli myös selvittää työnjohtajien näkökulmasta suurimpia syitä viikkotehtävien toteutumisen viiveisiin.



Aikataulusta vastaavien työmaainsinöörien haastatteluilla pyrittiin selvittämään, miten Last Planner -menetelmä toimii aikatauluinsinöörin näkökulmasta ja millaisia vastuista aikatauluinsinöörille on Last Planneria hyödyntävällä työmaalla osoitettu. Haastatteluissa käytiin myös läpi esimerkiksi aikatauluseurantaa, aikataulupalaverikäytäntöjä sekä tehtävien toteuman seurantaa. Tutkimuksessa haastateltiin myös yhtä vastaavaa työnjohtajaa.

## 6 TULOSTEN TARKASTELU

### 6.1 Haastattelujen tulokset

Haastattelujen perusteella voidaan todeta, että kohdeyrityksessä ollaan yleisesti kiinnostuneita Last Planner -menetelmän mahdollisuuksista ja hyödyistä. Menetelmää ei kuitenkaan tunneta tarpeeksi hyvin millään yrityksen tasolla, jotta se voitaisiin ottaa laajemmin käyttöön. Molemmilla case-työmailla menettelyllä oli saavutettu konkreettisia hyötyjä, vaikka menetelmän toteutus varsinkin case-työmaa B:llä oli puutteellista. Kaikki haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että menettelyn kouluttaminen henkilöstölle on yrityksen kannalta suotava vaihtoehto. Haastateltavien E ja D mielestä yrityksen tulisi systemaattisesti kouluttaa menettelyä yrityksen sisäisissä koulutuksissa.

Case-työmaa B:ssä haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että työmaan aikataulullisten ongelmien vuoksi uuden menetelmien käyttöönotto oli haastavaa ja Last Planner -kokeilussa ei täysin onnistuttu. Työmaan henkilöstö kuitenkin tunnisti menetelmän potentiaaliset hyödyt ja uskoi, että erilaisissa olosuhteissa menetelmällä olisi voitu saavuttaa merkittäviä hyötyjä. Case-työmaa A:n henkilöstö taas oli erittäin tyytyväinen työmaan Last Planner -kokeiluun.

#### 6.1.1 Last Planner -menetelmän havaitut hyödyt

Case-kohde A:ssa Last Planner -menetelmän havaittiin parantaneen urakoitsijoiden sitoutumista sovittuihin viikkoaikatauluihin. Haastateltava D uskoi tämän johtuneen aikataulupalaverikäytännöstä, jossa urakoitsijoiden työnjohtajat kävivät itse liimaamassa viikkotehtävää edustavan post it-lapun aikatauluun. Näin jokainen työnjohtaja joutui henkilökohtaisesti vastaamaan aikatauluun kiinnittämästään tehtävästä.

Alkuun työnjohtajat empivät, voivatko he ylipäänsä laittaa mitään tehtäviä aikatauluun, koska töiden suorittamisen edellytyksistä ei ollut varmaan tietoa. Tämä mahdollisesti myös vähensi turhien viikkotehtävien esiintymistä, kun työnjohtajat joutuivat oikeasti miettimään, mitkä tehtävät voidaan realistisesti aikatauluttaa tulevien viikkojen töihin. Toinen mahdollisuus on, että suunniteltujen tehtävien edellytysten varmistaminen tehostui uuden käytännön myötä. Haastateltava F:n mukaan aikataulupalaverissa käytiin myös tarkkaan läpi toteutumattomat tehtävät ja syyt niiden takana selvitettiin. Tämä loi edelleen työnjohtajille painetta suoriutua viikkotehtävistä, koska he joutuivat henkilökohtaisesti vastaamaan toteutumattomista töistä.

Toisena hyötynä haastateltava D mainitsi yhteistyön paranemisen eri urakoitsijoiden kesken. Paine saada aikatauluun kirjatut työt tehdyksi pakotti urakoitsijat keskustelemaan keskenään ja suunnittelemaan tulevien viikkojen töitä. Vasta siinä vaiheessa, kun kaikki

olivat yhtä mieltä siitä, että tulevan viikon aikataulu on toteutuskelpoinen, se voitiin hyväksyä. Kaikki case-työmaa A:n haastateltavat uskoivat Last Planner -menetelmän parantaneen aikataunhallintaa ja erityisesti viikkotehtävien toteutumisasetta. Tämä voidaan osaltaan havaita case-työmaa A:n TTP-luvun seurannasta, jossa trendi oli koko seuranta-jakson ajan nouseva. Kuitenkin vertailu aikaisempaan käytäntöön on haasteellista, koska vanhassa käytännössä viikkotehtävien toteutumista ei systemaattisesti seurattu. Näin ollen viikkotehtävien toteutumisasteen vertailua suoritettiin tutkimuksessa pelkästään empiirisesti.

Haastateltavat E ja F uskoivat Last Planner -menetelmän parantaneen viikkotehtävien ennakkosuunnittelua. Last Planner -menetelmä pakotti työjohtajat käymään läpi oman vastualueensa työt ennen viikkopalaveria, koska palaverikäytäntö ei sallinut palaveriin menemistä valmistautumattomana. Oman vastualueen tehtävien suoritusedellytykset oli oltava selvillä, jotta tehtävän uskalsi asettaa aikatauluun. Haastateltava F kertoi alkuun liimanneensa aikatauluun tehtäviä, varmistamatta niiden toteutuksen edellytyksiä. Tämä kuitenkin kostautui seuraavan viikon palaverissa, jossa toteutumattomien tehtävien syyt käytiin läpi. Näin käytäntö loi automaattisesti jatkuvan parantamisen paineen. Muita mahdollisia hyötyjä haastateltavat mainitsivat seuraavasti:

- työturvallisuus paranee paremman ennakkosuunnittelun myötä
- paremmin suunniteltu työ johtaa parempaan rakentamisen laatuun
- parantunut viikkotehtävien toteutumisprosentti johtaa alentuneisiin tuotannon kustannuksiin
- turha työ työmaalla vähenee
- työmaahenkilöstön aika ei mene turhaan riitelyyn, koska projekti etenee aikataulussa.
- työnjohdon työtaakka vähenee

Luetteloon koottiin hyödyt, jotka mainittiin haastatteluissa useamman kerran.

### **6.1.2 Last Planner-menetelmän havaitut ongelmat**

Haastateltavien mielestä suurimmat menetelmän käyttöönottoon liittyvät ongelmat olivat tiedon puute sekä eri osapuolten asennoituminen uuteen käytäntöön. Case-työmaa B:ssä havaittiin, että käyttöönoton alussa osa aliurakoitsijoiden työjohtajista ei nähnyt menetelmästä koituvan niin suurta hyötyä, että siihen kannattaisi sitoutua. Työnjohtajat kokivat, että menetelmä lisäisi heidän työmääräänsä ja aliurakkasopimuksia tehdessä tällaisesta käytännöstä ei oltu sovittu. Myös kohdeyrityksen omissa työjohtajissa oli havaittavissa samankaltaisia ongelmia. Varsinkin vanhemman työnjohdon muutosvastaisuus aiheutti haastateltavien mielestä ongelmia.

Haastateltava B kertoi työpäivän kuluvan yleensä niin sanotusti tulipalojen sammuttelussa, jolloin näin laajamittaiselle ennakkosuunnittelulle ei yksinkertaisesti ollut aikaa. Haastateltavat työjohtajat kuitenkin myönsivät, että pitkällä aikavälillä menettely saattaisi mahdollisesti vähentää heidän työtaakkaansa, koska työmaalla ilmaantuvat ongelmat vähenisivät.

Haastateltava C kertoi, että hänen kokemustensa mukaan Last Planner -menetelmää ei kohdeyrityksessä tunneta kovin hyvin. Termi Last Planner on monille tuttu mutta menetelmää ei oikeasti tunneta tai ymmärretä. Monille kohdeyrityksen työntekijöille Last Planner on ikään kuin Post it-lappujen liimaamista taululle ja tai sitä pidetään Planet+ -ohjelmiston kaltaisena aikataulunlaadintatyökaluna.

## **6.2 Kyselyn tulokset**

Kyselylomake lähetettiin yhteensä 270 työnjohtajalle, vastaavalle työnjohtajalle sekä työnjohtoharjoittelijalle. Vastauksia tuli yhteensä 74 kappaletta, joten vastausprosentti oli noin 27. Kyselylomakkeen oli avannut 102 vastaanottajaa mutta 28 vastaajaa jätti lomakkeen täyttämisen kesken. Tähän on mahdollisesti ollut syynä tietämättömyys Last Planner -menetelmästä, jolloin vastaajat ovat nähneet paremmaksi vaihtoehdoksi jättää vastaamatta kokonaan. Tämä olisi mahdollisesti voitu välttää informoimalla vastaajia, siitä miten vastaamatta jättäminen voi vaikuttaa kyselyn tuloksen luotettavuuteen.

Vastausten määrää voidaan pitää tämän tyyppisessä kyselymuodossa kohtuullisen hyvänä. Runsas vastausten määrä voidaan tulkita niin, että tutkimuskohde kiinnostaa yrityksen henkilöstöä ja kysymykset ovat osaltaan olleet relevantteja. Kyselytutkimuksessa saatiin teemahaastatteluihin verrattuna enemmän kvalitatiivista dataa, jolloin varsinkin kohdeyrityksen Last Planner -menetelmän tunnettavuudesta ja käytön yleisyydestä saatiin monipuolisempaa tietoa. Huomattavaa oli, että kyselytutkimuksella saatiin haastateltuja enemmän esille Last Planner -menetelmän ongelmia.

### **6.2.1 Last Planner-menetelmän havaitut hyödyt ja ongelmat**

Myös kyselytutkimuksessa saatiin viitteitä, siitä että Last Planner -menetelmä parantaa urakoitsijoiden välistä yhteistyötä ja tiedonkulkua. Se pakottaa urakoitsijat kommunikoidaan keskenään, koska esimerkiksi omien töiden toteutumiseksi muiden urakoitsijoiden edeltävät työt on oltava suoritettuna.

Yksi vastaajista ideoi, että kohdeyrityksessä Last Planner -menetelmää tulisi käyttää tehostamaan suunnittelunohjausta. Last Planner -menetelmän avulla suunnittelijoita voitaisiin painostaa suunnitelmien saamiseksi ajallaan. Ideana on, että koska aikataulupalaverissa nähdään tulevien viikkojen työt ja tarvittavat suunnitelmat, tieto voidaan välittää suoraan suunnittelijoille. Lisäksi toteutumattomiin tehtäviin voidaan kirjata, mitkä toteutumattomista tehtävistä johtuivat puutteellisista suunnitelmista.

Kyselytutkimuksessa havaittiin, että urakoitsijoiden saaminen viikkopalaveriin on ollut haasteellista. Osa aliurakoitsijoista noudattaa palaverikäytäntö, mutta osa aliurakoitsijoista ei usein saavu paikalle. Hankalan ongelmasta tekee se, että urakoitsijat eivät usein ilmoita poissaolostaan. Urakoitsijat saattavat myös jättää lähettämättä tulevan viikon suunnitellut työt aikataulusta vastaavalle henkilölle. Myös palaverin ajankohdan sopiminen niin, että kaikki oleelliset urakoitsijat pääsisivät paikalle, koettiin hankalaksi. Vaikka suurin osa urakoitsijoista olisikin läsnä, yhden kriittisen urakoitsijan puuttuminen voi estää työvaiheen suunnittelun täysin.

### 6.2.2 Kohdeyrityksen nykytilanne Last Planner -menetelmän suhteen

Kyselylomakkeella pyrittiin selvittämään kohdeyrityksen nykytilannetta Last Planner -tuotannonohjausmenetelmän suhteen. Kyselyillä pyrittiin selvittämään, kuinka laajasti Last Planner -menetelmä on käytössä kohdeyrityksen työmailla ja kuinka hyvin kohdeyrityksen työnjohtajat tuntevat menetelmän. Kuvassa 17 on kuvattu vastaajien tuotantolinja. Vastaajat jakaantuivat kohtalaisen hyvin tasan toimitilarakentamisen ja asuntorakentamisen kesken. Pienin osa vastaajista työskenteli todennäköisesti takuukorjauksessa. Oli odotettavaa, että toimitilatuotannon puolelta saadaan prosentuaalisesti eniten vastauksia, koska se on kohdeyrityksessä suurin tuotantolinja. Kyselyssä ei nähty tarpeelliseksi erottaa uudis- ja korjauspuolta toisistaan.

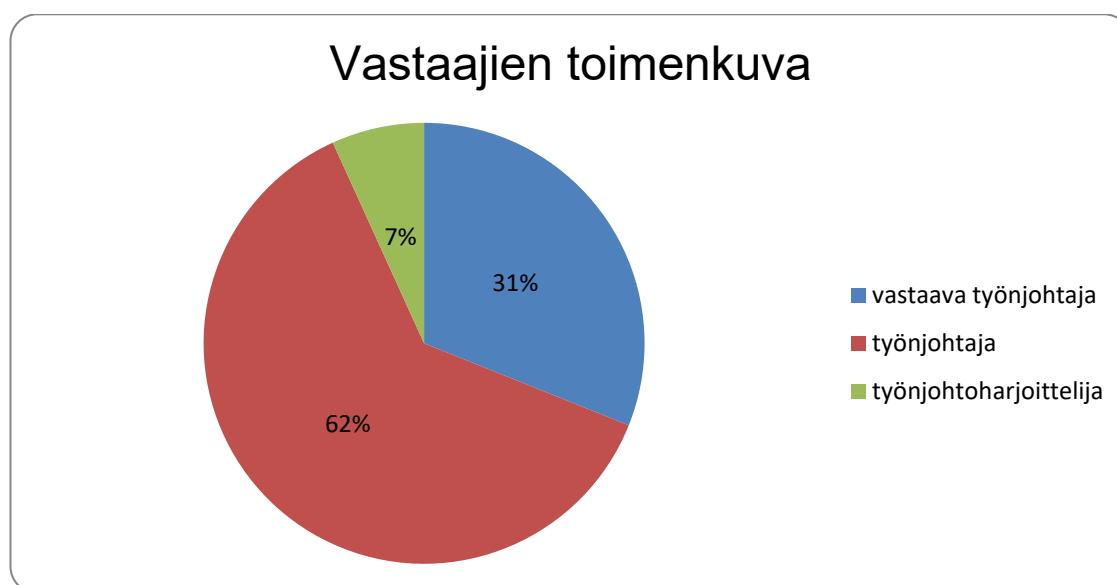


*Kuva 17. Vastaajien tuotantolinja.*

Kuvassa 18 on esitetty kyselyyn vastanneiden ikäjakauma. Kuvasta nähdään, että ikäjakauma oli kohtuullisen tasainen ja vastauksia saatiin kaikista ikäryhmistä. Pienin ikäryhmä oli 40-50 vuotiaat, joita vastaajista oli vain 15 prosenttia. Yllättäen suurimmat vastaajaryhmän muodostivat yli 50-vuotiaat, joita oli noin 34 prosenttia vastaajista. Tasaisesta ikäjakaumasta voidaan olettaa, että saadut tulokset vastaavat kohdeyrityksen työnjohtajien yleistä mielipidettä aihepiirin suhteen.

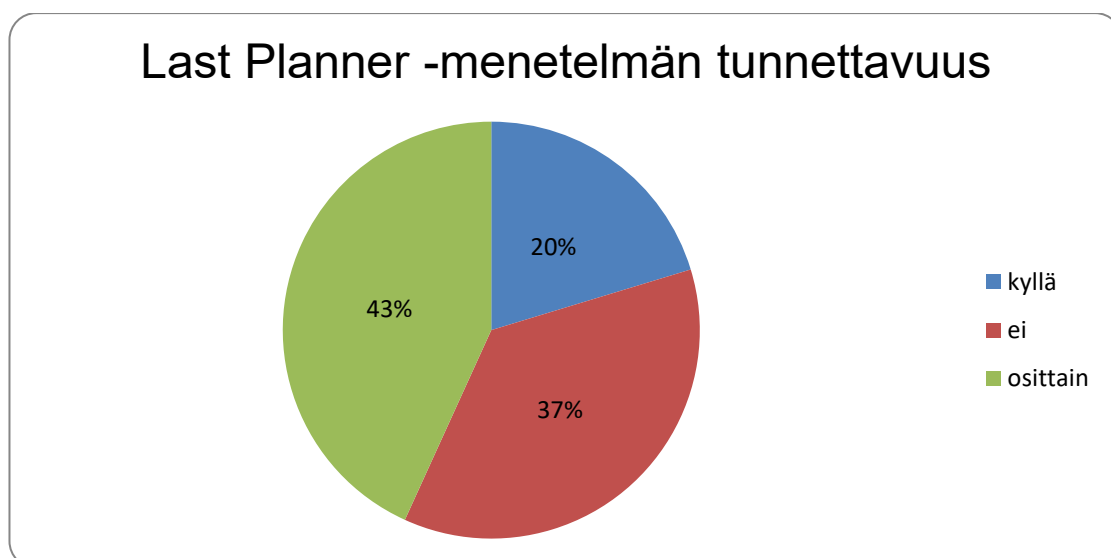


**Kuva 18.** Vastaajien ikäjakauma.



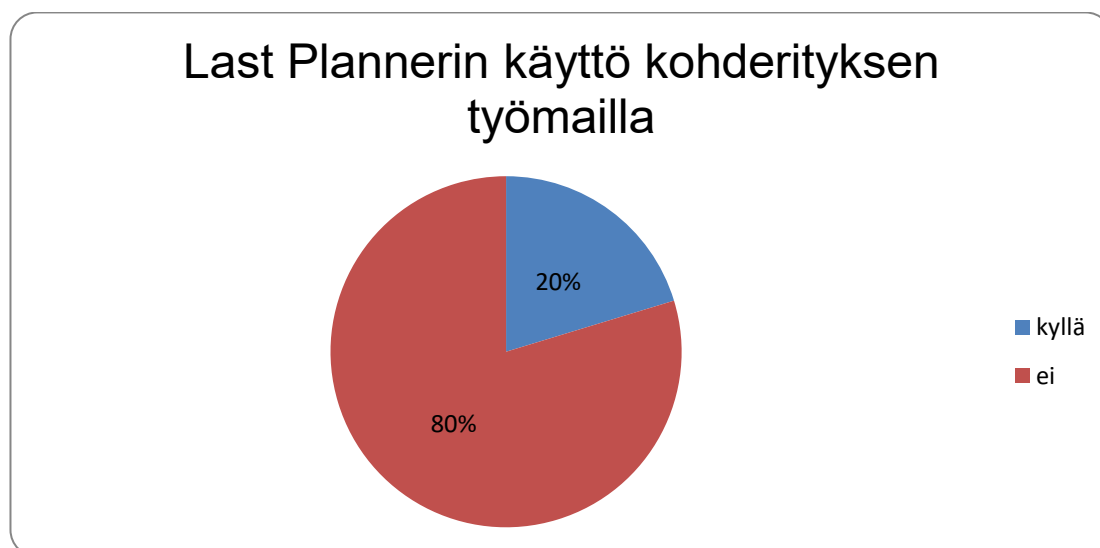
**Kuva 19.** Vastaajien toimenkuva kohdeyrityksessä.

Kuvasta 18 nähdään vastaajien toimenkuvan jakauma. Vastaajista 62 prosenttia oli työnjohtajia ja 31 prosenttia vastaavia työnjohtajia. 7 prosenttia vastaajista oli työnjohtoharjoittelijoita. Vastaavien työnjohtajien vastausprosentti suhteessa työnjohtajiin oli hieman korkeampi, kun verrataan kohdeyrityksen vastaavien työnjohtajien ja työnjohtajien määrällistä suhdetta.



**Kuva 20.** Kohdeyrityksen työjohtajien tuntemus Last Planner -menetelmästä.

Kuvassa 20 on esitetty Last Planner -menetelmän tunnettavuutta kohdeyrityksessä. Noin 43 prosenttia vastaajista on kuullut Last Plannerista mutta ei tuntenut menetelmää tarkemmin. Vain 20 prosenttia vastaajista kertoo tuntevansa Last Planner -menetelmän muuten kuin nimeltä. Vastauksissa ei havaittu vaihtelua vastaajien iän tai toimenkuvan mukaan. Ainoana poikkeuksena havaittiin, että yksikään työjohtoharjoittelijoista ei ollut aikaisemmin kuullut menetelmästä. Tässä tapauksessa otanta on kuitenkin niin pieni, että siitä ei voida tehdä valideja päätelmiä esimerkiksi, siitä kuinka paljon Last Planner -menetelmää opetetaan rakennusalan oppilaitoksissa.



**Kuva 21.** Last Planner -menetelmän käyttö kohdeyrityksen työmailla.

Kuvassa 21 on esitetty Last Planner -menetelmän käyttö kohdeyrityksen työmailla. Kyselyn perusteella Last Planner -menetelmä on ainakin osaltaan käytössä noin 20 prosentilla kohdeyrityksen työmaista. Tulosta ei voida suoraan pitää validina, koska empiirisen tutkimuksen perusteella Last Planner -menetelmän kokonaisvaltainen ymmärtäminen

kohdeyrityksessä on suhteellisen alhaisella tasolla. Esimerkiksi jonkin työmaan työnjohtaja saattaa kokea, että työmaalla on käytössä Last Planner- menetelmä, jos viikkoaikataulun toteumaa seurataan TTP-luvun avulla. Tämä on kuitenkin vain osa Last Planner -menetelmän kokonaisuutta.

Kyselytutkimuksen tarkoituksena oli kerätä suuntaa antavaa dataa kohdeyrityksen nykytilasta Last Planner -menetelmän suhteen ja saadut tulokset mukailevat ennakkoon oletettua tilannetta kohtuullisen hyvin. Kyselyllä pyrittiin myös selvittämään mitä esteitä kohdeyrityksen työnjohtajat yleisesti näkevät Last Planner- menetelmän käyttöönotossa. Kysyttäessä syitä miksi Last Planner -menetelmä ei ole työmaalla käytössä tai miksi sitä ei kannata ottaa käyttöön olivat:

- työmaaorganisaatio ei pidä menetelmää tarpeellisena
- edeltävät työvaiheet kesken
- menetelmää ei hallita tai tunneta riittävän hyvin
- työnjohtajat haluavat toteuttaa tuotannonohjausta mieluummin omalla tavallaan, kuin ennalta määrätyn prosessin mukaisesti

Kyselyssä kerätyssä materiaalissa ehdotettiin myös esimerkiksi Last Planner -ohjeistuksen laatimista työnjohtajien ja työmaiden käyttöön. Ohjeistuksessa Last Planner-menetelmän periaatteet esitettäisiin yksinkertaisesti ja lyhyesti. Ohjeen pituus ei saisi vastaajien mukaan olla juurikaan A4-kokoista sivua pidempi. Muussa tapauksessa vastaajat eivät uskoneet ohjeistuksen olevan tarpeeksi mielenkiintoinen sisäistettäväksi.

Vastaajat ehdottivat myös Last Planner -mobiilisovelluksen kehittämistä. Sovelluksella voitaisiin työmaaolosuhteissa hoitaa Last Planner -menetelmän mukaisia toimenpiteitä. Näitä voisivat olla esimerkiksi töiden edellytysten varmistaminen merkitsemällä puuttuvat edellytykset tsekkilistaan tai suorittamalla työvaiheiden vastaanottoja. Sovelluksen tulisi kuitenkin olla niin yksinkertainen, että jokainen työnjohtaja voisi oppia sitä käyttämään.

## **6.3 Viikkotehtävien viiveet**

Tutkimuksen yhtenä pääkysymyksenä pyrittiin selvittämään työmaan viikkotehtävien viiveiden syitä työnjohtajan näkökulmasta. Aineistoa koottiin haastatteluilla sekä kyselytutkimuksella. Molemmilla tutkimusmetodeilla saatiin paljolti samankaltaisia tuloksia, minkä voidaan tulkita parantavan tulosten uskottavuutta.

### **6.3.1 Haastattelut**

Tutkimuksen haastattelujen perusteella suurimmat viikkotehtävien viiveet aiheutuvat aliurakoitsijan resurssien puuttumisesta. Haastateltava A totesi suurimman ongelman olevan



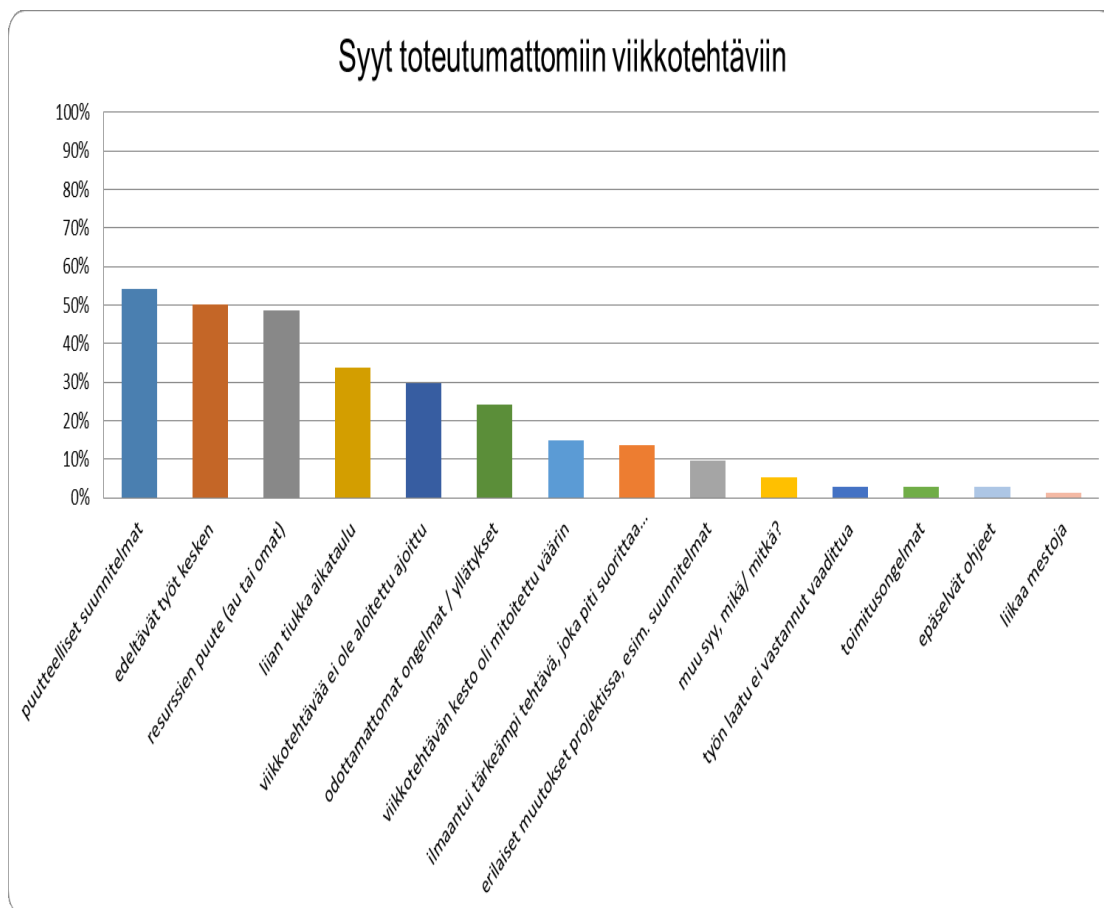
siinä, että urakoitsijat lupaavat työmaalle resursseja mutta lupauksia ei aina pysytäkään. Muut haastateltavat olivat jokseenkin samaa mieltä ja uskoivat, että urakoitsijoiden sitouttaminen viikkoaikatauluihin vähentäisi viikkotehtävien viiveitä ja toteutumattomia tehtäviä merkittävästi. Muita esille tulleita ongelmia olivat:

- suunnitelmien puuttuminen
- omat ja aliurakoitsijoiden työvirheet
- tiedonkulun puute omassa työmaaorganisaatiossa
- odottamattomat ongelmat

Kaikki haastateltavat uskoivat, että Last Planner -menetelmän avulla viikkotehtävien viiveitä voitaisiin ainakin jossain määrin vähentää.

### **6.3.2 Kyselylomakkeen tulokset**

Kyselyssä kohdeyrityksen työnjohtajat valitsivat mielestään kolme tärkeintä syytä toteutumattomille viikkotehtäville. Vaihtoehdot olivat valmiiksi listattuna, joten työnjohtajien oli vain valittava mielestään tärkeimmät syyt. Vastaukset olivat kohtalaisen hajanaisia, mutta esimerkiksi puutteelliset suunnitelmat, edeltävien töiden keskeneräisyys ja resursien puute koettiin tärkeiksi tekijöiksi. Huomionarvoista on, että nämä ovat kaikki syitä, joihin työnjohtaja voi omalla toiminnallaan vaikuttaa. Toteutumattomien viikkotehtävien syyt on esitetty kuvassa 22.



**Kuva 22.** Toteutumattomien viikkotehtävien syyt.

Myös odottamattomat ongelmat ja erilaiset muutokset projektissa nähtiin tärkeiksi syiksi. Projektin muutoksiksi voidaan laskea esimerkiksi viime hetken käyttäjämuutokset. Tällaisiin ongelmiin työnjohtaja ei omalla toiminnallaan juurikaan pysty vaikuttamaan mutta esimerkiksi odottamattomia ongelmia voidaan Last Planner -menetelmällä teoriassa vähentää.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

### 7.1 Tutkimuksen onnistuminen ja luotettavuus

Luvussa 7.4 vertaillaan tutkimuksen tuloksia aihepiirin aikaisempiin tutkimuksiin. Aikaisempiin tutkimuksiin verrattuna tutkimus ei tuonut aihepiiristä esille uutta informaatiota, mutta tuki osaltaan aikaisempien tutkimusten johtopäätöksiä Last Planner -menetelmän havaituista hyödyistä ja ongelmista. Tutkimuksen löydökset vahvistivat näkemystä, jossa Last Planner-menetelmän avulla voidaan kehittää rakennusalaan kohti tehos- tunutta tuotantoa ja vähentynyttä tuotannon hukkaa.

Tutkimusta voidaan pitää onnistuneena, sillä tutkimuskysymyksiin pystyttiin vastaamaan ja kohdeyrityksen nykytilasta Last Planner -menetelmän suhteen saatiin koottua riittävän kattava analyysi. Nykytilanteen kartoittamiseksi pidetyt haastattelut ja kohdeyrityksen työnjohtajille lähetetyt kyselylomakkeet antoivat käyttökelpoista dataa yrityksen nykytilasta sekä tarjosivat paljon ideoita siitä, miten henkilöstön mielestä yrityksen Last Planner -toimintaa tulisi lähteä kehittämään ja kuinka menetelmän käyttöönotto tulisi toteuttaa. Toisaalta varsinkin empiriaan perustuvissa haastatteluissa kävi ilmi työmaahenkilöstön vähäinen tietämys Last Planner -menetelmästä ja ylipäätään Lean-toiminnasta. Tämän vuoksi haastatteluissa ja kyselyissä saatua aineistoa täytyi käsitellä varauksella.

Kohdeyrityksen työnjohtajien ja työmaahenkilöstön käyttöön laadittu Last Planner -ohjeistuksen kokoaminen oli myös yksi tutkimuksen tavoitteista. Ohjeistus on laadittu tutkimuksen teoriaosassa esitetyn materiaalin perusteella. Ohjeistus perustuu tutkijan omaan tulkintaan Lean- ja Last Plannerin -teorioista. Ohjeistuksesta saatiin tehtyä sopivan pituinen ja yksinkertainen, jolloin siitä saadaan todennäköisesti suurin hyöty työmaan henkilöstölle.

### 7.2 Tutkimuskysymyksiin vastaaminen

**Mitä hyötyjä kohdeyrityksessä voidaan saavuttaa tai on saavutettu Last Planner-menetelmällä? Mitä käyttöönoton ongelmia on ilmennyt?**

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että Last Planner -menetelmän kokeilut ovat olleet vähintäänkin rohkaisevia. Haastatteluissa ilmeni, että Last Planner -menetelmällä saavutettiin jo ensimmäisillä case-työmailla merkittäviä hyötyjä. Eri urakoitsijoiden välinen yhteistyö parani varsinkin case-työmaa B:llä. Myös urakoitsijoiden sitoutumien työmaan viikkoaikatauluihin oli selvästi parantunut Last Planner -käytännön myötä. Koh-

deyrityksen työnjohtajien toiminnassa havaittiin myös muutoksia. Viikkotehtävien edellytysten systemaattinen varmistaminen oli yksi tärkeimmistä havainnoista, joilla kohdeyrityksen työnjohtajien toimintaa voidaan pyrkiä parantamaan.

Last Planner -menetelmän käyttöön liittyvät ongelmat olivat suurelta osin sidoksissa kohdeyrityksen vähäiseen tietämykseen menetelmästä. Myös henkilöstön muutosvastaisuus asettaa haasteita Last Planner -menetelmän käyttöönotolle. Moni haastateltava koki alirakoitsijoiden suhtautuvan uuteen menetelmään vastahakoisesti. Tämä johtuu osaltaan siitä, ettei menetelmän hyötyjä ymmärretä ja sen pelätään vain kasvattavan työmäärää työmaalla.

### **Mitkä ovat suurimmat syyt viikkotehtävien valmistumisen viiveisiin?**

Kohdeyrityksen työnjohtajat näkivät suurimmiksi viikkotehtävien viiveiksi puutteelliset suunnitelmat, edeltävien töiden keskeneräisyyden tai resurssien puuttumisen. Myös odottamattomat ongelmat koetaan suuresti vaikuttavan aikatauluun. Haastatteluilla saatiin samanlaisia löydöksiä, joten tuloksia voidaan pitää oikeellisina. Huomion arvoista on, että Last Planner pyrkii vaikuttamaan juuri näihin tuotannon ongelmiin, joten menetelmälle on varmasti kysyntää, mikäli sen käyttöönotossa onnistutaan.

Erilaiset odottamattomat muutokset projektissa vaikuttavat viikkotehtävien toteutumiseen. Tässä tapauksessa odottamattomilla muutoksilla tarkoitetaan erilaisia määriin ja materiaaleihin kohdistuvia muutoksia esimerkiksi arkkitehdin tai tilaajan toimesta. Näihin ei työnjohtaja omalla toiminnallaan pysty vaikuttamaan, joten sitä ei pidetä tutkimuksen kannalta kovin oleellisena ongelmana.

### **Mikä on kohdeyrityksen työnjohtajien ja työmaahenkilöstön nykyhetkinen tietämys Last Planner-menetelmästä? Missä määrin Last Planner-menetelmä on käytössä kohdeyrityksen työmailla?**

Tutkimuksessa havaittiin, että Last Planner-menettelyä ei tunneta kohdeyrityksessä riittävän hyvin, jotta se voitaisiin ottaa yrityksessä laajemmin käyttöön. Kyselyyn vastanneista 60 prosenttia kertoi aiemmin kuulleensa menetelmästä, mutta vain viidesosa vastaajista kertoi tuntevansa menetelmän muuten kuin nimeltä. Toisin on kuin haastattelussa, kyselyn tuloksesta on vaikea arvioida, mikä on vastaajien todellinen tietämys menetelmästä, jos sitä verrataan esimerkiksi tutkijan tietämykseen. Päätelmää tukevat haastattelut, joissa ilmeni, että edes case-työmailla ei täysin ymmärretty mistä menetelmässä on kysymys. Moni kyselyyn vastanneista oletti Last Planner-menetelmän olevan esimerkiksi Planet + -ohjelmiston kaltainen aikataulunhallintatyökalu.

Kyselyn perusteella menetelmä on käytössä noin 20 prosentilla kohdeyrityksen työmaista, joskaan tämä ei todennäköisesti pidä paikkaansa. Työnjohtajat saattavat osalla työmaista käyttää jotakin Last Planner -menetelmän osaa, mutta systemaattisesti sitä käyttävien työmaiden määrä on todennäköisesti paljon pienempi.

### **Kuinka Last Planner-menetelmän jalkautusta tulisi yrityksessä jatkaa?**

Mikäli menetelmän potentiaaliset hyödyt koetaan yrityksen johdossa niin suuriksi, että se halutaan ottaa yrityksen työmailla kokonaisvaltaisesti käyttöön, on tutkimuksen löydösten perusteella menetelmää aloitettava kouluttamaan yrityksen sisäisissä koulutuksissa. Tutkimuksessa havaittiin, että menetelmän käyttöönotossa onnistuttiin parhaiten, kun työmaalle palkattiin ulkopuolinen konsultti ohjeistamaan ja tukemaan menetelmän käyttöönottoa. Oleellista kuitenkin on, että työmaalla on henkilö, joka ymmärtää menettelyn periaatteet niin hyvin, että pystyy sitä kouluttamaan muille.

Kohdeyrityksen visiona ennen tutkimuksen aloittamista oli laatia yrityksen työnjohtajille ohje, miten toteuttaa Last Planneria työmaalla. Myös kyselyissä ja haastatteluissa tuli moneneen kertaan esille työnjohtajien ohjeistuksen tarve. Ohje ei saisi olla liian pitkä tai teoreettinen, koska vastaajat uskoivat sen vaikuttavan työnjohtajien mielenkiintoon sisäistää kyseinen menetelmä. Tutkimuksen liitteenä on ohje kohdeyrityksen työnjohtajille, kuinka ottaa Last Planner -menetelmä käyttöön työmaalla. Ohje on laadittu niin, että se sopii kohdeyrityksen molemmille tuotantolinjoille sekä uudis- että korjausrakentamiseen. Ohje pyrittiin pitämään lyhyenä ja ytimekkäänä, joten sen pituus on noin kaksi sivua. Last Planner -koulutuksilla ja liitteen ohjeella Last Plannerin käyttöönotto yritykseen voitaisiin aloittaa.

## **7.3 Tulosten vertailu aikaisempiin tutkimuksiin**

Tutkimuksen löydökset olivat monelta osin samankaltaisia aiempiin tutkimuksiin verrattuna. Tutkimuksen tavoitteena ei ollut löytää absoluuttisesti mitattavia hyötyjä muihin tuotannonohjausmenetelmiin verrattuna, vaan havainnollistaa, että työmaan työnjohtajat ja henkilöstö ovat havainneet selkeitä hyötyjä verrattuna perinteisiin menetelmiin kohdeyrityksen case-työmailla. Tällä voidaan taas perustella menetelmän laajempaa koekäyttöönottoa kohdeyrityksessä sekä tarkempia tutkimuksia, joilla voidaan mitata esimerkiksi menetelmän mahdollistamaa kustannuksien laskua sekä tuotannon tehostumista. Visiona on Lean-toiminnan mukainen hukan vähentämien työmaalla, jolloin voidaan saavuttaa edellä kuvattuja hyötyjä.

Kaikki haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että Last Planner menetelmällä voidaan oikealla toteutusmallilla saavuttaa monia hyötyjä verrattuna perinteisiin tuotannonohjausmenetelmiin. Tämä saavutettaisiin paremmalla tehtävien ennakkosuunnittelulla sekä projektin eri osapuolten tehostuneella yhteistyöllä. Last Planner -menetelmän huomattiin

myös parantavan yhteishenkeä pääurakoitsijan ja aliurakoitsijoiden välillä case-työmaa B:ssä. Last Planner -menetelmän positiivisen vaikutuksen projektin eri tahojen yhteistyöhön havaitsivat jo Howell & Ballard (1998) ja kuvasivat tätä muutosta termillä organisaation muutos.

Tutkimuksen yksi ydinongelma oli selvittää rakennustyömaan toteutumattomien viikkotehtävien syitä. Tuloksia voidaan verrata Koskelan & Koskenvesan (2003) tutkimukseen Last Planner -tuotannonohjaus rakennustyömaalla. Huomionarvoista on, että molemmissa tutkimuksissa tärkein yksittäinen tekijä viikkotehtävien toteutumattomuudelle oli edellisten työvaiheiden keskeneräisyys.

Toinen usein esiintynyt tekijä oli resurssien tai työryhmän puuttuminen. Myös suunnitelmien puuttuminen nähtiin molemmissa tutkimuksissa oleelliseksi tekijäksi viikkotehtävien toteutumattomuudelle. Vaikka tutkimuksen toteutumattomien viikkotehtävien syiden sanamuodot oli muodostettu hiukan eri tavalla verrattuna Koskelan & Koskenvesan (2003) tutkimukseen verrattuna, voidaan todeta tutkimuksen tukevan aiempia löydöksiä.

## 7.4 Jatkotutkimukset

Jatkotutkimuksena kohdeyrityksessä voitaisiin tutkia Last Planner -menetelmän absoluuttisia hyötyjä, kunhan Last Planner -toiminnalle ollaan ensin saatu luotua yhtenäinen toimintatapa. Jatkotutkimuksia ei kuitenkaan kannata tehdä ennen kuin tässä tutkimuksessa esitettävä työnjohtajien yhtenäinen tuotannonohjausprosessi saadaan onnistuneesti otettua käyttöön. Käyttöönotto näin suuressa yrityksessä voi olla kohtuullisen hidas prosessi, joten tältä osin tutkimus ei tässä vaiheessa ole ajankohtainen.

Last Planner -menetelmän etuja voitaisiin tutkia myös eri urakkamuodoissa ja eri tuotantolinjoilla. Kohdeyrityksessä menetelmän hyötyjä olisi todennäköisesti kannattavaa tutkia ainakin allianssi- ja projektinjohtomallin kannalta, mikäli kohdeyritys kokee näiden urakkamuotojen olevan tulevaisuuden strategian kannalta merkittävimmät. Jatkotutkimuksissa voitaisiin myös verrata Last Planner -menetelmän toimivuutta uudis- ja korjausrakentamisen välillä sekä verrata menetelmän toimivuutta asuntorakentamisessa suhteessa toimitilarakentamiseen. Näiden tutkimusten avulla voitaisiin määrittää ne kohteet, joissa Last Planner -menetelmällä voitaisiin saavuttaa kaikkein suurin hyöty.

Last Planner -menetelmän liittämistä osaksi jonkin tyyppistä tietoteknistä sovellusta olisi tutkimuksen löydösten mukaan perusteltua tutkia. Haastattelujen ja kyselyjen perusteella kohdeyrityksen henkilöstö näkee, että yksinkertaistettu mobiilisovellus, jolla työnjohtajat voisivat suorittaa Last Planner -menetelmän mukaisia toimenpiteitä, olisi menetelmän käyttöönoton kannalta suotavaa.

## 7.5 Suositellut jatkotoimenpiteet

Jatkotoimenpiteiksi suositellaan Last Planner -menetelmän kouluttamista yrityksen työjohdolle ja sekä aikatauluista vastaaville työmaainsinööreille. On myös tärkeää kouluttaa ylempiä toimihenkilöitä, kuten projektipäällikköitä, jotta menetelmää ymmärretään koko projektiorganisaation tasolla. Vaihtoehtoisesti kohdeyritykseen voidaan nimittää Last Planner -vastaava, jonka tehtävänä on kouluttaa ja ohjeistaa Last Plannerin käyttöä kohdeyrityksen työmailla.

Last Planner -koulutuksen jälkeen työmaan työnohtajille voidaan jakaa tässä työssä liitteenä oleva Last Planner -ohjeistus, jonka mukaan työnohtaja toimii työmaalla. Koska ohje on lyhyt ja sisältää vain pääkohdat Last Planner -menetelmän soveltamiseksi, on ehdottoman tärkeää, että työnohtajille pidetään ensin koulutus. Koulutuksen jälkeen työnohtajat ymmärtävät kokonaisvaltaisemmin, miksi Last Planner -menetelmässä toimitaan tietyillä tavoilla.

Last Planner -menetelmän mukainen prosessi tulisi olla työmaalla käytössä työmaan alusta asti. Työmaan yleis- ja vaiheaikataulut tulisi suunnitella Last Planner -prosessin mukaisesti yhteistyössä hankkeen aliurakoitsijoiden ja muiden hankkeen kannalta merkittävien osapuolten kanssa. Last Planner -menetelmän käyttäminen tulisi olla yksi merkittävä tekijä aliurakoitsijaa valitessa ja prosessi pitäisi olla sisällytettyinä urakkasopimukseen. Työmaan vaiheaikataulut tulisi suunnitella KVA-menettelyä käyttäen, jolloin viikkoaikataulujen pohja perustuisi urakoitsijoiden ilmoittamiin kestoihin.

## LÄHDELUETTELO

- Ballard, G.; 1999. Improving work flow reliability. University of California: Berkeley, CA, US.
- Forbes, L. H., Ahmed, S. M; 2011, Modern construction. Lean project delivery and integrated practices. Taylor and Francis Group, LLC.
- Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P. 1997. Tutki ja kirjoita.2. painos. Helsinki. Kustannusosakeyhtiö Tammi. 432 s.
- Junnonen, J.-M. 1996. Uusiutuva tuotannonohjaus. Helsinki: Rakennusteollisuuden keskusliitto.
- Kankainen, J., Pekkanen, J.; 2006. Rakennusprojektin johtaminen. Rakentajain kalenteri 2006 Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS.
- Kankainen, J-M; & Sandvik T. 1993. Rakennushankkeen ohjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Koskela, L.; & Koskenvesa, A. (2003). Last Planner -tuotannonohjaus rakennustyömaalla. Espoo: VTT.
- Koskela, L.;Koskenvesa, A.;& Sipi, J. (2004). Työmaan toimiva tuotannonohjaus: Opas Last Planner™ -menetelmään. Forssa: Rakennusteollisuuden kustannus.
- Koskenvesa, A., & Sahlstedt, S. 2013. Aikataulukirja. Helsinki: Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS.
- Koskenvesa, A., & Sahlstedt, S. 2016. Aikataulukirja. Helsinki: Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS. Rakennustietosäätiö RTS.
- Koskenvesa, A.; & Sahlstedt, S. (2011). Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Tampere: Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS.
- Langley, G., Nolan, K. and Nolan, T. 1994. The Foundation of Improvement. Quality Progress. ASQC.
- LCI Finland. (2017). [www.lci.fi](http://www.lci.fi). Noudettu osoitteesta Lean Construction Institute Finland Lean construction institute.



LCI Finland. (2018). [www.lci.fi](http://www.lci.fi). Noudettu osoitteesta Lean Construction Institute Finland  
Lean construction institute

Lean construction institute. 2007. Last Planner production workbook. [www.leanconstruction.org](http://www.leanconstruction.org). [viitattu 19.7.2017].

Liker, J.K.; (2006). Toyotan tapaan. Jyväskylä: 1. painos. Gummerus Kirjapaino Oy.

Merikallio, M., Haapasalo, H., 2009, Projektituotantojärjestelmän strategiset kehittämisskohteet kiinteistö- ja rakennusallalla. Saatavissa: <http://www.lci.fi>

Mittaviiva Oy, 2010. Rakentamisen tehtäväsuunnittelu - Ohje aliurakan ja työkaupan hallintaan. Helsinki: Talonrakennusteollisuus ja Rakennustietosäätiö

Mossman, A.; 2013. Last Planner – collaborative short-term production planning  
Nottingham, UK: The Change Business Ltd.

SRV.; 2017. SRV intranet. [intranet.srv.fi](http://intranet.srv.fi) [Viitattu 26.8.2017].

Ulvila, J.; 2017. Rakennustyömaan työnjohdon projektinhallinnan kehittäminen. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Tampere. 69 s. + liitt. 1 s.

Väänänen, V.; 2016. Aikataulullisen tuotannonohjausmenetelmän käyttö projektinjohtolähtöisessä rakennusurakassa. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Tampere. 64 s.

Womack, J. P., Jones D., T. & Roos D.; 1991. The Machine That Changed the World: The story Of Lean Production. New York.



# TYÖMAAN LAST PLANNER -PROSESSI

## Johdanto

Last Planner on Yhdysvalloissa kehitetty työmaan tuotannonohjausmenetelmä, jonka ajatuksena on tehostaa työmaan tuotannonohjauksen ennustettavuutta ja luotettavuutta. Tähän pyritään parantamalla työmaan viikkosuunnittelun tasoa. Menetelmän lähtökohtana on, että viikkosuunnitelmassa toteutettavaksi tehtäviksi hyväksytään vain sellaiset tehtävät, joiden aloitusedellytykset ovat olemassa. Menetelmä koostuu yksinkertaisimmillaan palaverikäytännöstä sekä työnjohtajien Last Planner -menetelmän mukaisesta toiminnasta. Toiminnan pääkohdat on kuvattu tässä ohjeistuksessa.

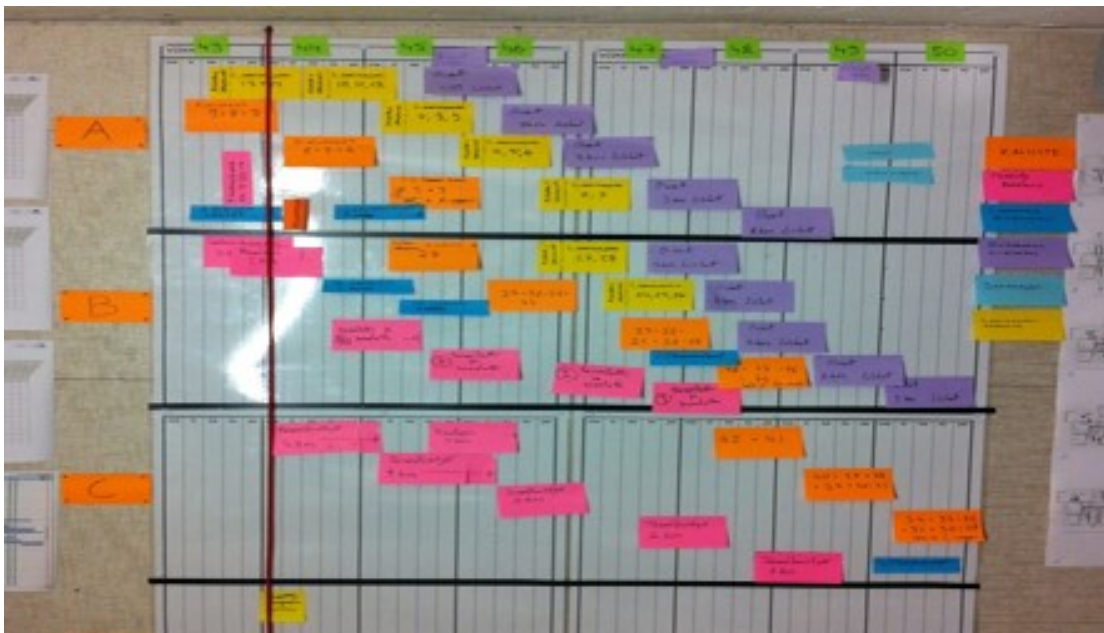
## Palaverikäytäntö

Viikkosuunnittelu koostuu viikoittain pidettävästä Last Planner -palaverista, jossa suunnitellaan tulevien viikkojen töitä sekä määritetään edellisen viikon töiden TTP-luku. TTP-luku tarkoittaa toteutuneiden tehtävien prosenttia. Luku lasketaan seuraavasti:

$$\frac{\text{Toteutuneet tehtävät}}{\text{Suunnitellut tehtävät}} \times 100 \%$$

Yleisesti noin 80 prosentin suoritustasoa voidaan pitää hyvin toimivan työmaan mittarina. Palaverissa käydään läpi myös toteutumattomat tehtävät ja selvitetään juurisyitä niiden takana. Palaverissa suunnitellaan seuraavan viikon työt siten, että jokainen työnjohtaja valmistelelee omat työnsä etukäteen. Kaikki viikkotehtävät perustuvat yleis- ja vaiheaikataulussa määritettyihin työvaiheisiin, minkä pohjalta työnjohtaja aikatauluttaa omat työnsä. Palaveria varten työnjohtajat listaavat omat työnsä post it -lapuille. Tämä koskee rakennusliikkeen omia työnjohtajia, sekä aliurakoitsijan työnjohtajia.

Palaveria vetää yleensä aikataulusta vastaava työmaainsinööri. Palaverissa viikkoaikataulu luodaan liimaamalla post it -lappuja kokoushuoneen seinälle asetettuun aikataulupohjaan kuvan 1 mukaisesti. Mikäli viikkotehtävissä esiintyy päällekkäisyyksiä, pääurakoitsija ratkaisee asian parhaaksi näkemällään tavalla. Kun kaikkia osapuolia tyydyttävä aikataulu on saatu laadittua, se hyväksytään. Tämän jälkeen kaikki osapuolet sitoutuvat suorittamaan omat työnsä suunnitellusti. Työmaa voidaan jakaa lohkoihin aikataulutuksen helpottamiseksi.



**Kuva 1.** Last Planner -aikataulu. (Otettu kohteesta: lci.fi).

Seuraavassa käydään läpi Last Planner -menetelmän mukaiset eri osapuolten vastuut.

## Työnjohtaja

Työnjohtajan vastuulla on oman vastualueen töiden suunnittelu, aikataulutus ja seuranta. Työnjohtaja laatii aikataulun omista töistään 3 viikon päähän. Tulevan viikon työt suunnitellaan vähintään puolen päivän tarkkuudella. Työnjohtaja varmistaa, että jokaisen viikkotehtävän aloitusedellytykset ovat olemassa. Tehtävän aloitusedellytyksiä ovat:

- suunnitelmat
- materiaalit ja elementit
- työntekijät
- kalusto
- mesta ja edeltävät työvaiheet
- olosuhteet

Työnjohtaja valmisteleo Last Planner -palaveriin oman vastualueensa viikkotehtävät sekä sellaisten aliurakoitsijoiden viikkotehtävät, joilla ei ole omaa työnjohtoa työmaalla. Työnjohtaja ilmoittaa tulevan viikon työnsä myös aikataulusta vastaavalle työmaainsinöörille, joka laatii viikkoaikataulusta sähköisen version. Aliurakoitsijoiden työnjohtajatuorittavat viikoittain samat toimenpiteet. Työnjohtajan vastuulle kuuluu työsuorituksen vastaanotto ja hyväksyminen aliurakoitsijoilta. Tämä prosessi tehdään jokaisen merkittävän työsuorituksen valmistuttua.

## **Työmaainsinööri**

Työmaainsinöörin tehtävänä on toimia Last Planner -palaverin vetäjänä. Työmaainsinööri vastaa, siitä että jokaisen Last Planner -palaverin päätteeksi tulevan viikon aikataulu on saatu tehtyä. Työmaainsinööri päivittää viikkoaikataulun jokaisen palaverin jälkeen sekä vastaa TTP-luvun seurannasta.

## **Vastaava työnjohtaja**

Vastaavan työnjohtajan vastuulla on valvoa, että työnjohtajat ja aliurakoitsijat noudattavat Last Planner -käytäntöä sovitusti. Vastaava työnjohtaja huolehtii, että kaikki urakoitsijat osallistuvat Last Planner -palavereihin viikoittain. Last Planner -prosessin kannalta on erittäin tärkeää, että kaikki aliurakoitsijat osallistuvat palaveriin. Tämän vuoksi vastaava työnjohtaja on Last Planner -prosessin onnistumisen kannalta avainasemassa.

**LIITE B: HAASTATTELUKYSYMYKSET**

- ikäsi ja toimenkuvasi
- kerro työmaasi Last Planner -prosessista
- olitko aikaisemmin kuullut Last Plannerista?
- mitä hyötyjä olet havainnut?
- mitä käyttöönoton ongelmia olet havainnut?
- kannattaako kokemuksiesi perusteella Last Planner ottaa laajemmin käyttöön yrityksessä?
- mitkä uskot olevan suurimmat syyt viikkotehtävien viiveisiin työnjohtajan/työmaainsinöörin näkökulmasta?
- kuinka hyvin Last Planner tunnetaan yrityksessä?
- muita mieleen tulevia asioita?

**LIITE C: KYSELYLOMAKKEEN KYSYMYKSET**

1. Valitse tuotantolinja
  - toimitila
  - asunto
  - muu
  
2. Ikäsi on
  - alle 30v
  - 30- 40v
  - 40-50v
  - eli 50v
  
3. Roolisi työmaalla
  - vastaava työnjohtaja
  - työnjohtaja
  - työnjohtoharjoittelija
  
4. Onko Last Planner -tuotannonohjausmenetelmä tuttu?
  - on
  - ei
  
5. Onko Last Planner jossain muodossa käytössä työmaallasi?
  - kyllä
  - ei
  
6. Käytätkö itse tai oletko käyttänyt Last Planneria tai jotain sen työkalua?
  - kyllä
  - ei
  
7. Mitä työkaluja olet käyttänyt?
  
8. Mitä hyötyjä ja mitä ongelmia olet havainnut?
  
9. Mitkä ovat mielestäsi suurimmat syyt viikkotehtävien viiveisiin työnjohtajan näkökulmasta?
  - puutteelliset suunnitelmat
  - edeltävät työt kesken
  - resurssien puute
  - liian tiukka aikataulu

- viikkotehtävää ei aloitettu ajallaan
- odottamattomat ongelmat
- viikkotehtävien kesto oli mitoitettu väärin
- ilmaantui jokin tärkeämpi tehtävä
- erilaiset muutokset projektissa
- työn laatu ei vastannut vaadittua
- toimitusongelmat
- epäselvät ohjeet
- liikaa mestoja

10. Vapaa sana liittyen Last Planneriin. Kehitysehdotuksia yms.