



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

VILLE VÄÄNÄNEN

AIKATAULULLISEN TUOTANNOHJAUSMENETELMÄN KÄYTTÖ
PROJEKTINJOHTOLÄHTÖISESSÄ RAKENNUSURAKASSA

Diplomityö

Tarkastajat: professori Jukka Pekkanen ja tohtorikoulutettava Anssi Koskenvesa

Tarkastajat ja aihe hyväksytty talouden ja rakentamisen tiedekunnan tiedekuntaneuvoston kokouksessa 3.2.2016

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Rakennustekniikan koulutusohjelma

VÄÄNÄNEN, VILLE: Aikataulullisen tuotannonohjausmenetelmän käyttö projektinjohtolähtöisessä rakennusurakassa

Diplomityö, 64 sivua, 0 liitesivua

Syyskuu 2016

Pääaine: Rakennustuotanto

Tarkastajat: professori Jukka Pekkanen ja tohtorikoulutettava Anssi Koskenvesa

Avainsanat: Last Planner, aikataulunhallinta, tuotannonohjaus, rakennushanke, Lean, valmisteleva suunnittelu, rakennustuotanto

Tutkimuksen alulle saattavana voimana on kohdeyrityksen tuotannon kehittämistoiminta, jolla tavoitellaan yrityksen arvoja oman toiminnan kehittämiseksi. Yritys ei ole vielä vakiinnuttanut toimintatapaa työmaiden tuotannonohjaukselle tai aikataulunhallinnalle. Tällä hetkellä käytössä on useita eri menetelmiä työmaasta riippuen. Tutkimuksen pää tavoitteena on Last Planner –menetelmän toimintamallin luominen. Testaamalla menetelmän mukaista toimintaa osana työmaan toimintaa, selvitetään prosessin mukaisen toiminnan sujuminen sekä menetelmän käytön hyödyt ja ongelmat. Tutkimus on luonteeltaan laadullinen tutkimus, jonka tutkimusote on konstrukttiivinen eli suunnitteluteollinen. Tutkimuksen toteutustapa on toimintatutkimus, jossa suunnitellaan ja toteutetaan teoreettisen menetelmään pohjautuvan yrityksen sisäisen toimintamallin käyttö kohdeyrityksen työmaalla. Tutkimusaineisto kerätään toimintamallin toimintaan ja käyttöön liittyvästä dokumentaatiosta sekä toimintatutkimuksen aikana tehdyistä havainnoista. Tutkimuksen mukaan työmaahenkilöstön ja -osapuolien kouluttaminen, motiivointi sekä tarvittava ohjeistus ovat menetelmän toimivan käytön edellyttämiä tekijöitä. Myös aliurakoitsijoiden toiminnan opastamista ja aikataulun merkityksen lisäämistä edellytetään, jotta toiminta saadaan halutun mukaiseksi. Tutkimuksen case-kohteessa työmaalle jalkautettiin teoriaan pohjautuva toimintamalli. Tutkimuksen mukainen toimintatavoitellun mallin mukaisesti ei kuitenkaan ollut täysin prosessin mukaista. Käyttöön liittyviä ongelmia olivat työmaahenkilöstön sitoutuminen ja aikataulusuunnittelun osaamisen taso sekä urakoitsijoiden osaamattomuus oman työnsä aikataulutuksessa sekä sitoutuminen sovittuihin tavoitteisiin. Tutkimuksessa käytetyllä toimintamallilla pystyttiin kuitenkin lisäämään työmaahenkilöstön ja -osapuolien tietämystä työmaan kokonaistilanteesta ja aikataulullisesta etenemisestä. Urakoitsijoiden osalta oman työn suunnittelua pystyttiin parantamaan ja eri työvaiheiden yhteensovittamisesta saatiin helpompaa. Tutkimuksen tulosten pohjalta voidaan suositella rakennustyömaan tuotannonohjauksessa aikataulunhallinnalle oman toimintatavan käyttöä. Kohdeyrityksen suositellaan tekevän strateginen päätös aikataulunhallintamenetelmän käyttöönotosta sekä tekevän tarkemman ja laajemman toimintatutkimuksen etukäteen suunnitellulla työkalulla toimintamallin viimeistelyksi.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Civil Engineering

VÄÄNÄNEN, VILLE: Method for time management in project management contracting –based construction projects

Master of Science Thesis , 64 pages, 0 Appendix pages

September 2016

Major: Construction Management and Economics

Examiners: Jukka Pekkanen and Anssi Koskenvesa

Keywords: Last Planner, time management, production management, construction project, Lean, look ahead planning, construction management

This thesis is based on target company's values to improve its functions as a part of honing its skills of construction management. The company still hasn't established its code of conduct in time or production management. Currently it has multiple ways of managing production. The purpose of this thesis is creating a code of conduct for Last Planner method. By testing the chosen method at construction site, it's possible to solve the pros and cons of Last Planner. This is a qualitative research with constructive design approach on the matter. An action research is executed in which a Last Planner –based method for production management is developed and operated at the construction site of the company as a proving ground. The data is collected from documentation and observations gained from the site. According to the research, educating and motivating the parties involved at the site as well as offering instructions as needed are the factors for successfully implementing the time management method. In addition, instructing and emphasising the importance of time management of subcontractors is also a vital factor for implementing the method. In this research, a method for time management was implemented at the site. According to the results, the action at site is not completely in accordance with the ideal process. Problems are lack of commitment and knowledge for the matter of on-site staff, and also subcontractors' lack of skills in schedule planning and lack of commitment on matters agreed to. However, with the method used in research was able to increase the knowledge of events and time management at the site for all parties. Also subcontractors found it easier to manage coordinating their work and improving their own time management. Based on the findings of the research, the use of the method for on-site time management is be recommended. For target company, it is recommended to make strategic actions for the use of time management and to execute another thorough research about the matter in order to establish its own code of conduct.

ALKUSANAT

Hieman yli kuusi vuotta sitten, aloitin opintoni TTY:lla. Tuosta syksystä tuntuu olevan ikuisuus, sillä opintoja, kokemuksia ja seikkailuja matkalle on mahtunut niin paljon, että osa niistä on alkanut jo unohtumaan. Luultavammin edellä mainituista juurikin opitut asiat varmastikin ovat vähiten enää muistissani. Yliopistolta sain kuitenkin tarvitsemaani pohjaa rakennusalan työelämälle, jota aloin myöhemmin soveltamaan kesätöiden ja diplomityöpaikkani parissa oppien yhä enemmän. Kaikki tämä kiteytyy diplomityöni viimeinkin valmistuessa.

Haluan kiittää ohjaajiani Jukkaa ja Anssia heidän antamistaan panoksista ja ymmärryksestä kirjoitusprosessini eteenpäin viemiseksi sekä kohdeyrityksen puolelta Ossi Inkilää suunnan näyttämisestä työssäni.

Suurimmat kiitokset kuitenkin kuuluvat vanhemmilleni, joiden korvaamattoman tuen ja kasvatuksen ansiosta olen edennyt tähän hetkeen elämässäni sellaisena ihmisenä kuin nyt olen. Kiitos myös kaikille opiskelukavereilleni, joiden kanssa seikkailut yliopistossa nyt loppuvat. Toivon kuitenkin, että ystävytemme säilyy vaikka arki alkaa muuttamaan. Erityiskiitoksen annan lopuksi tyttöystävälleni, joka on katsonut touhuamistani vierelläni läpi koko kirjoitusprosessini ja yhteisen aikamme.

Helsingissä 19.9.2016

Ville Väänänen

SISÄLLYS

1	Johdanto	1
1.1	Tausta	1
1.2	Tavoitteet ja rajaukset	2
1.3	Tutkimuksen toteutus	2
1.4	Raportin rakenne	3
2	Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus.....	4
2.1	Rakentamisen projektinomaisuus	4
2.2	Rakennusprojektin hallinta.....	7
2.3	Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu	10
2.3.1	Suunnittelun kulku	10
2.3.2	Aikataulusuunnitelmat	14
2.4	Tuotannon aikataulun ohjaus	17
2.4.1	Aikataulujen hallinta ja prosessointi aikataulutyypeillä	19
2.4.2	Aikataulujen valvonta ja tuotannonohjaus aikataulutyypeillä	20
2.4.3	Uusiutuva tuotannonohjaus.....	22
3	Last Planner –menetelmä tuotannonohjauksessa	24
3.1	Tuotannonohjaus menetelmän tausta	24
3.1.1	Tuotannonohjaus kokonaisuutena.....	25
3.1.2	Vaatimukset tuotannonohjaukselle	27
3.1.3	Saavutettavat hyödyt tuotannonohjauksella.....	28
3.2	Menetelmät ja käytännöt	29
3.2.1	Rakentamisvaihesuunnittelu	30
3.2.2	Valmisteleva suunnittelu.....	31
3.2.3	Viikkosuunnittelu.....	33
3.2.4	Jatkuva prosessin kehittäminen	35
3.3	Käyttöönotto ja käyttö osana tuotannonohjausta	35
3.4	Aiemmat tutkimukset aiheesta	36
3.4.1	Käyttö Suomessa.....	37
3.4.2	Kehitys Suomessa	38
3.4.3	Käyttö ja kehitys ulkomailla	39
4	Tutkimuksen toteutus	41
4.1	Suoritus	41
4.1.1	Käyttö.....	42
4.1.2	Aineiston hankinta	46
4.1.3	Aineiston käsittely	46
4.2	Kohdeyritys ja työmaa	48
5	Last Planner –toimintamallin hyödyntäminen case-kohteessa	49
5.1	Menetelmän käyttöönotto työmaalla.....	49
5.2	Käyttö prosessin mukaisesti.....	51
5.3	Ilmentyneet ongelmat.....	53

5.4	Saavuttu hyöty.....	55
6	Tulosten arviointi	57
6.1	Tutkimuskysymyksiin vastaaminen.....	57
6.2	Vertailu aiempiin tutkimuksiin	58
6.3	Tieteellinen ja käytännöllinen hyöty	59
7	Johtopäätökset.....	60
7.1	Suosituksset toimenpiteiksi	60
7.2	Jatkotutkimusaiheet.....	62
	Lähdeluettelo.....	63

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

Imuohjaus	Tarveohjaava tuotantotapa, jossa seuraavan vaiheen tarpeet ohjaavat edeltävää työvaihetta.
Jaettu urakka	Urakkamuoto, jossa tilaajalla on sopimussuhde useamman osapuolen kanssa eri osakokonaisuuksille. Osapuolet eivät ole toistensa kanssa sopimussuhteessa, vaan vain tilaajan kanssa.
Kriittinen polku	Niiden peräkkäin suoritettavien asioiden kokonaisuus, jotka on toteutettava aikataulussa, jotta projekti ei myöhästyisi.
Last Planner	Rakennushankkeen tuotannonohjausmenetelmä, jolla pyritään häiriöttömään ja tehokkaaseen aikataulutehtävien toteuttamiseen.
Lean	Tuotantofilosofia, jonka tavoitteena on poistaa hukkaa ja tuottaa mahdollisimman suuri arvo asiakkaalle.
Toimintamalli	Käsitys siitä, kuinka organisaation prosessien, rakenteen ja teknologian tulisi toimia saavuttaakseen organisaation tavoitteet.
Toyota Production System	Toyotan luoma tuotantojärjestelmämalli, päämääränä tuottaa enemmän vähemmällä vaivalla, painottaen jatkuvaa parantamista.
Tuotannonohjaus	Tarkoituksena on luoda rakennushankkeelle edellytykset suunnitelmien mukaiselle toiminnalle ja ennalta ehkäistä tuotannossa esiintyviä poikkeamia.
Tuotannosuunnittelu	Tavoittelee rakennushankkeen toteuttamista mahdollisimman edullisesti sille varatussa ajassa, suunnitelmien, sopimusten, määräysten ja työn laadullisten tavoitteiden mukaisesti.
Valmisteleva suunnittelu	Last Planner –menetelmän suunnitteluvaihe, jossa tunnistetaan alkavat tehtävät ja varmistetaan niiden aloitusedellytykset.
Viikkosuunnittelu	Last Planner –menetelmän suunnitteluvaihe, jossa viikoittaiselle toiminnalle valitaan vain tehtävistä toteutuskelpoisessa tilassa olevat.

1 JOHDANTO

Rakennushankkeen aikataulusuunnittelu edellyttää osaavaa projektinjohtoa. Hallituilla tiedoilla, taidoilla, tekniikoilla ja välineillä mahdollistetaan projekteille asetettujen tavoitteiden sekä vaatimusten onnistunut saavuttaminen. Rakennustyömaalla tämä tarkoittaa projektin sisältämien osatehtävien eri vaiheiden hyvää hallintaa. Tässä tutkimuksessa pyritään selvittämään ja luomaan tehokas työkalu rakennustuotannon aikataulunhallinnalle.

1.1 Tausta

Rakennusala on toiminnaltaan vallitsevaa toimintamallia ylläpitävä ja muutosta vahvasti vastustava. Tuotannon hallintaan rakennusosalalle on kehitetty useita uusia menetelmiä ja välineitä, joilla pystytään parantamaan tehokkuutta. Uusien toimintatapojen jalkauttaminen yrityksiin ja tietoteknisten sovellusten hyötykäyttö ovat olleet pitkään kehityksen alla, vaikka niiden käytännön hyöty on tieteellisillä tutkimuksilla useasti todettu. Rakennusala on kuitenkin muuttamassa toimintatapaansa kehityksen, uusien sukupolvien ja tietoteknisen murroksen edesauttamana.

Tämä tutkimus on osa tietyn kohdeyrityksen tuotannon kehittämistoimintaa, joka pohjautuu yrityksen. Työssä tutkitaan eri teoreettisten metodien ja toimintamallien käyttöönottoa sekä hyötyä rakennushankkeen tuotantoprosessissa. Kohdeyrityksen tavoitteena on toimintatavan löytäminen toimivalle aikataulunhallinnalle yrityksen työmailla Last Planner –menetelmän periaatteita noudattaen.

Työmaiden aikataulusuunnittelua ja –hallintaa kohdeyrityksessä pyritään kehittämään siten, että sillä pystytään poistamaan tehtävien suorittamiseen liittyviä ongelmia ja siten tehostamaan tuotantoa. Kun työt suunnitellaan huolellisesti ennalta Last Planner –menetelmän ohjeiden mukaan, vähenee toteutuksen aikaisten ongelmien määrä huomattavasti. Menetelmä on luonteeltaan osapuolien toimintaa integroiva siten, että urakoitsijoiden ja työntekijöiden osallistuminen suunnitelmien luomiseen ja niihin sitoutuminen on oleellinen osa toimintaa.

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Kohdeyrityksen tavoitteena on vakiinnuttaa toimintatapa aikataulunhallinnalle työmailla Last Planner –menetelmän periaatteita noudattaen. Kohdeyrityksen tavoitteen mukaisesti tutkimuksen päätavoitteeksi valikoitui Last Planner –menetelmän toimintamallin luominen. Alatavoitteina tutkimukselle on menetelmän vaadittujen ominaisuuksien selvittäminen, kohdeyritykselle tuotetun mahdollisen hyödyn selvittäminen ja hyödyn tuottamisen toteutustavan selvittäminen case-kohteessa. Alatavoitteiden kautta pyritään päätavoitteeseen.

Tutkimuksesta rajataan pois aikataulunhallinta suunnitteluvaiheessa ja keskitytään tuotannon tehostamiseen liittyviin toimintoihin. Case –kohteen aikataulullisen hyödyn selvittämisestä rajataan pois työvaiheet ja työt, jotka eivät ole aikataulullisesti tahdistavia.

1.3 Tutkimuksen toteutus

Tutkimusmenetelminä työssä käytetään kirjallisuusselvitystä, empiiristä tutkimusta ja toimintatutkimusta kohdeyrityksen case –kohteelle. Työn tutkimusote on konstruktiivinen. Tutkimuksen tutkimusongelmat voidaan muotoilla tutkimuskysymysten muotoon seuraavasti:

- Miten Last Planner –menetelmää voitaisiin parhaiten hyödyntää tuotantoprosessin aikatauluhallinnassa projektinjohtourakassa
- Mitä ongelmia käyttömallissa on työmaalla?
- Mitä hyötyjä on saavutettavissa kohdeyrityksessä aikataulun hallinnassa uudella tavalla toimiessa?
- Miten uuden menetelmän jalkauttaminen varmistetaan; mitä tehokkaita käyttönoton keinoja on löydettävissä ja miten niitä kannattaa käyttää

Tutkimuskysymyksiin vastausten löytämiseen kiteytyy työn keskeisin tarkoitus ja sisältö. Tutkimuksen päätavoitteen ja tutkimuskysymysten vastauksen saavuttamiseksi tutkitaan aikataulun hallintaa rakennusalalla Suomessa ja ulkomailla sekä vertaillaan toimivaksi havaittuja käytäntöjä kohdeyritykseltä teoriaan. Teoriaosiossa kuvataan myös aikataulun prosessijohtamisessa hyödynnettävissä olevia metodeja. Toimintamallin luomisessa perehdytään kohdeyrityksen nykyiseen prosessiin ja luodaan teorian pohjalta toimiviksi havaitut mittarit aikataulutuksen työvälineiksi.

Tutkimuksessa saavutetut havainnot puretaan kirjalliseen muotoon ja johtopäätökset avataan tutkimuksen lisäksi kirjalliseksi selvitykseksi sekä uuden toimintamallin kehitysehdotuksiksi, jotka jää kohdeyrityksen sisäiseen käyttöön. Tutkimuksen kohdeyrityksen lisäksi tutkimuksen tieteellisiä tuloksia voidaan soveltaa muissa rakennusalan yrityksissä.

1.4 Raportin rakenne

Aluksi raportissa käydään läpi kaksiosainen kirjallisuuskatsaus sekä empiiriset tutkimukset aiheesta tutkimuksen teoreettisen viitekehyksen luomiseksi. Ensin käsitellään rakennushankkeiden ajallista suunnittelua ja ohjausta yleisesti, jonka jälkeen perehdytään Last Planner –tuotannonohjausmenetelmään ja sen käyttöön rakennustyömailla. Tämän jälkeen esitetään konstruktivisen tutkimuksen strategia ja kuinka sitä noudatettiin kohdeyrityksen työmaalla. Tämän jälkeen esitetään tutkimuksesta saadut tulokset esitetyille tutkimuskysymyksille ja esitettyjen kysymysten sekä tavoitteiden täytyminen arvioidaan. Lopuksi kootaan tutkimuksen perusteella työn johtopäätökset ja esitetään toimenpidesuosituksia jatkoa varten sekä mahdolliset jatkotutkimusehdotukset.

2 RAKENNUSHANKKEEN AJALLINEN SUUNNITTELU JA OHJAUS

Tämän kappaleen tarkoitus on selventää rakennushankkeen projektiluontoisuutta ja projektin ominaispiirteitä. Projektit poikkeavat prosesseista niiden ainutlaatuisuutensa perusteella. Projektin aikataulu ja sen hallitseminen on yksi projektin läpiviennin kannalta. Aikataulua voidaan pitää ohjeistuksena projektin alusta loppuun viennille. Projektin aikatauluun liittyy aikataulunhallinnan kaksi osa-aluetta: aikataulun suunnittelu ja ohjaus. Aikataulun suunnittelu vastaa kysymyksiin mitä tehdään, missä ja kenen toimesta. Aikataulun ohjaus puolestaan on näiden tavoitteiden saavuttamiseksi liittyviä menetelmiä. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 6).

2.1 Rakentamisen projektinomaisuus

Projektilla on aina selkeä alku ja loppu, kun taas prosessi on koko ajan jatkuvaa toimintaa, joka usein omaa toistuvuuden. Projekti on siis ainutkertainen, täysiosaisesti toistumaton, toisiinsa liittyvistä osista koostuva kokonaisuus, joka on kustannuksiltaan ja laajuudeltaan rajattu sekä tiettyyn päivämäärään tähtäävä. Projektin päivämäärä sitouttaa projektin osapuolet projektille luotuihin tavoitteisiin. (Artto, et al., 2008, p. 6).

Projektit muusta toiminnasta erottava piirre on sen ainutkertaisuus ja se voi johtua vaihtelevasti useista eri tekijöistä: projektin tavoittelema tuote ja päivämäärät poikkeavat aiemmista, toteutustapa tai organisaatiomalli poikkeavat, olosuhteet ovat uudenlaiset, tavoiteltu tuote on poikkeuksellinen ja sen poikkeuksellinen ja sen saavuttamiseksi asiakkaan tarpeet ja vaatimukset huomioidaan jatkuvasta, tai projektissa käytetyt alihankkijat ovat uusia. (Artto, et al., 2008, p. 6).

Projektin sisällä voi kuitenkin myös olla itseään toistavia tehtäviä eri työkohteittain ja projektin hallinnassa ja johdossa voidaan käyttää menetelmiä, jotka pysyvät samoina projektin itsensä vaihtuessa. Työvaiheiden toistuvuudella voidaan projektien johtamiselle luoda ammattitaitoa, jonka hyödyntämistä voidaan käyttää muissa vastaavan tyyppin projekteissa. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 6).

Rakennushankkeissa projektille ominaiset tehtävät voidaan toteuttaa tietyssä järjestyksessä. Tehtävät voidaan järjestää projektissa edeltäjä- ja seuraajasuhteiden avulla loogiseksi kokonaisuudeksi. Tehtävien riippuvuuksista muodostuu oleellinen osa projektin monimuotoisuutta. (Artto, et al., 2008, p. 6). Näiden riippuvuuksien hallinta vaatii pro-

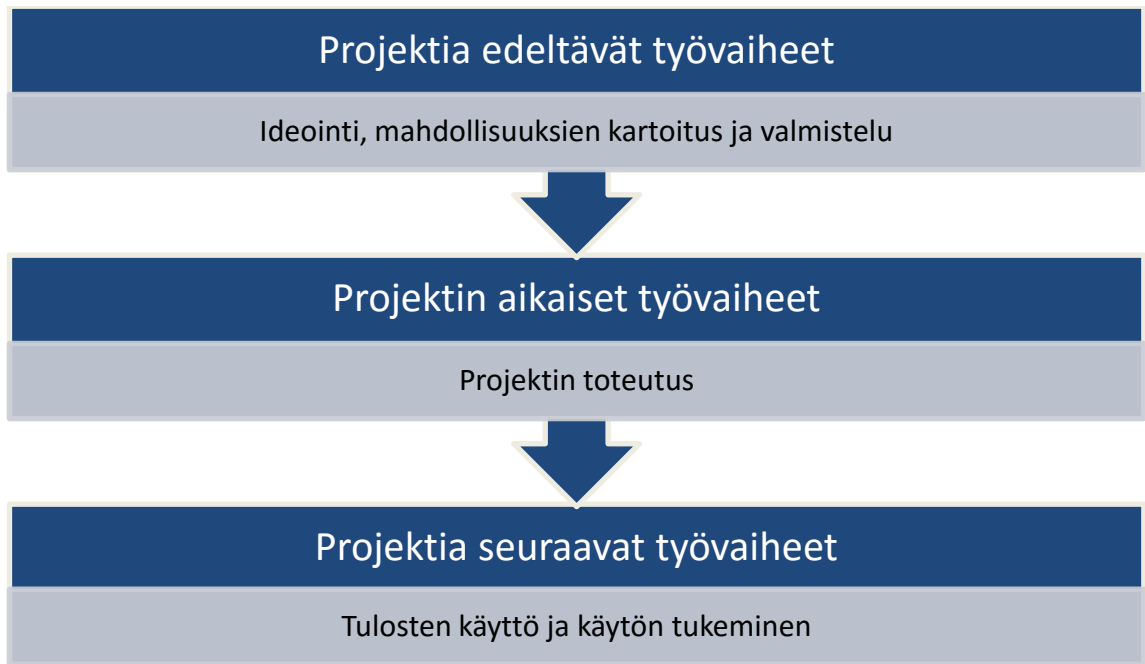
jektin johtamista, jotta projekti voidaan päättää sille luotujen sisällöllisten, laadullisten, aikataulullisten ja budjetillisten tavoitteiden mukaisesti. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 6).

Projekteihin liittyy aina sidosryhmiä eli osapuolia. Projektin osapuolet ovat yksilöitä, ryhmiä tai organisaatioita, joilla on mahdollisuus vaikuttaa projektiin suoraan tai epäsuorasti. Osapuolien tunnistaminen vaikuttaa projektin sisältämien osien mahdollisten riskien sekä odotusten täyttämiseen. Tiedostamalla eri osapuolien tarpeet voidaan projektissa täyttää asetetut tavoitteet paremmin ja menestyä. (Arto, et al., 2008, p. 41). Tyypillisesti projektiin lukeutuu seuraavat osapuolet, jotka ovat suoraan yhteydessä projektin valmistumiseen:

- Projektipäällikkö: vastaa projektista ja sen tavoitteiden sekä toteutuksen johtamisesta.
- Projektionnisaatio: projektiin osallistuvat henkilöt ja ryhmät, jotka toteuttavat projektin. Projektionnisaatiolla on oma rakenne, jaetut vastuut ja toimintatapa.
- Projektiryhmä: yhteistyössä projektin tavoitteiden saavuttamiseksi muodostettu ryhmä, joka työskentelee osana organisaatiota projektipäällikön alaisuudessa
- Organisaatioyksikkö: yritys tai liiketoiminta, jonka henkilöstö toteuttaa projektin osana toimintaansa
- Asiakas: yksilö tai organisaatio, joka tilaa projektin ja hyötyy projektissa luodusta tuotteesta. Maksaa sovitun hinnan tai vastaa sovitusti kustannuksista. Voi olla yrityksen sisäinen tai ulkopuolinen taho, jolloin tästä käytetään termiä tilaaja.
- Käyttäjä: projektissa tuotetun tuotteen käyttäjä. Rakennushankkeissa usein eri kuin asiakas. (Arto, et al., 2008, p. 42).

Projektin sujuvuuden kannalta on merkittävää löytää projektin alkuvaiheessa osapuolien kesken yhteiset tavoitteet. Useimmiten etusijalla ovat asiakkaan tai muun hankkeen rahoittajan odotukset ja tarpeet. Osapuolista tärkeimmät osallistuvat pääosin useasti projektinjohtoon tai projektiryhmän työskentelyyn. (Arto, et al., 2008, p. 42).

Tyypillisenä osana projektia on sen elinkaari. Elinkaari muodostuu alun ja lopun väliin sijoittuvista vaiheista. Vaiheiden rajapinnoissa on mahdollisia päätöskohtia, joissa tapahtuu ratkaisevia päätöksiä liittyen projektin muutoksiin, jatkoon tai lopettamiseen. (Arto, et al., 2008, p. 48). Kaaviossa 2.1 on esitetty projektille tyypilliset vaiheet ja elinkaari.



Kaavio 2.1 Projektin elinkaari vaiheineen – karkea esitys. Muokattu lähteestä (Artto, et al., 2008, p. 47)

Projekti siis koostuu kolmesta päävaiheesta, jotka ovat tärkeitä tuotteen onnistuneen toteutuksen kannalta. Näitä ovat projektin toteutus sekä toteutusta edeltävät ja jälkeen tehtävät työt. Projektia edeltävä ideointi ja valmistelu sekä jälkikäteen tarjottavat ylläpitopalvelut voivat muodostaa oleellisen osan organisaatio yksikön liiketoiminnasta. (Artto, et al., 2008, p. 47).

Projektin toteutus voidaan jakaa tarkentaviin osiin, jotka hahmottavat toteutusvaihetta paremmin ja ovat myös osa projektin elinkaarta. Toteutusvaiheen laajentamisella pystytään tarkemmin havainnoimaan myös koko projektien elinkaaria. (Artto, et al., 2008, p. 48). Rakennushankkeen vaiheet noudattavat hyvin tarkasti tyypillisen projektin toteutuksen vaiheita. Kaavioon 2.2 on esitetty vierekkäin projektin toteutuksen ja rakennushankkeen vaiheet.



Kaavio 2.2 Projektin toteutuksen ja rakennushankkeen vaiheet. Muokattu lähteistä (Arto, et al., 2008, p. 49) (Kankainen & Junnonen, 2004, p. 25)

Rakennushankkeen tarveselvitysvaihe vastaa projektin toteutuksen aloitus ja määrittely –vaihetta. Tällöin todetaan käyttäjän tarve tiloja varten ja arvioidaan hankkeen tarpeellisuutta ja edellytyksiä. Päätöksestä uusien tilojen teolle siirrytään hankesuunnitteluvaiheeseen jossa määritellään hankkeen aika- kustannus ja laajuustavoitteet. Näitä tavoitteita noudattaen kehitetään rakennussuunnittelussa ratkaisut, tekniset järjestelmät ja toteuttamistavat. Hanke- ja rakennussuunnitteluvaihe sisältävät tyypillisen projektin suunnitteluvaiheeseen. Rakentamisvaiheessa toteutetaan laadittujen suunnitelmien pohjalta lopputuote asiakkaalle käyttöön. Rakentamisen jälkeen toteutusvaihe päättyy hankkeen luovutuksella käyttäjälle, sille suunniteltua toimintaa varten. (Arto, et al., 2008, p. 49) (Kankainen & Junnonen, 2004, p. 23).

2.2 Rakennusprojektin hallinta

Rakennusprojektin johtaminen ja hallitseminen on annettujen tietojen, taitojen, välineiden, tekniikoiden käyttämistä siten, että tilaajan hankesuunnitteluvaiheessa asettamat tavoitteet saavutetaan. Hallinnan lähtökohtana on suunnitelmallisuus. Tästä syystä suunnittelun ja toteutuksen ohjaamiselle tehdään projektisuunnitelma, jossa määritellään projektin tavoitteet, organisaatio, informaation kulku, päätöksenteko, suunnittelu- ja ohjausmenettelyt sekä valvonta- ja raportointikäytännöt. (Kankainen & Junnonen, 2004, p. 23).

Rakennusprojektit koostuvat useista eri prosesseista. Projektien läpivienti tavoitteiden mukaisesti edellyttää ohjausprosessin määrittelyä ja projektin eri osa-alueiden toimintatapojen suunnittelua ja toteutusta. Kuitenkin jo suunnitteluvaiheessa on otettava huomioon toteutusprosessien liittyminen toisiinsa. Kokonaisuudessa projektin sisältämät prosessit koostuvat tilaajan, suunnittelijan ja urakoitsijan liiketoimintaprosessien osista. (Kankainen & Junnonen, 2004, p. 23).

Projektin ohjausprosessin määrittelemiseksi on olemassa projektitoiminnan parantamiseksi luotuja standardeja, kuten ISO 10006 ja projektinjohtamisoppaita, joista esimerkkinä A Guide to the Project Management Body of Knowledge –teos, jota on myös täydennetty rakennusteollisuuden projekteille tyypillisimmillä hallintaprosesseilla omassa kirjassaan.. Teoksissa on esitetty projektijohtamiselle hyväksi havaittuja käsitteitä, menettelytapoja ja vaatimuksia sekä kuvattu projektijohtamisen osa-alueet. Taulukossa 2.1 on esitetty rakennushankkeille tyypillisimmät projektijohtamisen osa-alueet ja prosessit. (Kankainen & Junnonen, 2004, p. 23).

Taulukko 2.1 Projektinhallinnan osa-alueet sekä niiden prosessit. Muokattu lähteestä (Project Management Institute, 2003, pp. 6- 7)

Kokonaisuuden hallinta

- Projektin perustamisasiakirja
- Alustava projektin laajuus
- Projektisuunnitelma
- Projektin ohjaaminen ja hallinta
- Muutosten hallinta
- Projektin päättäminen

Aikataulun hallinta

- Tehtävien määrittäminen
- Tehtävien järjestäminen
- Tehtävien resurssien arviointi
- Tehtävien keston arviointi
- Aikataulun laatiminen
- Aikataulun ohjaus
- Tehtävien painoarvon määrittäminen
- Edistymiskäyrien kehittäminen
- Edistymisen seuraaminen

Laadunhallinta

- Laadun suunnittelu
- Laadunvarmistus
- Laadunvalvonta

Viestinnän hallinta

- Viestinnän suunnittelu
- Tiedon jakaminen
- Suoritusten raportointi
- Sidosryhmien hallinta

Hankintojen hallinta

- Ostojen ja hankintojen suunnittelu
- Urakkasopimukset
- Tarjousten pyytäminen
- Toimittajien valinta
- Sopimuksien hallinta
- Sopimuksien päättäminen

Ympäristöjohtaminen

- Ympäristösuunnittelu
- Ympäristövakuuden hallinta
- Ympäristön valvonta

Korvausvaatimusten hallinta

- Vaatimusten tunnistaminen
- Vaatimusten määrittäminen
- Vaatimusten ehkäiseminen
- Vaatimusten selvittäminen

Laajuuden hallinta

- Laajuuden suunnittelu
- Laajuuden määrittäminen
- Projektin osittelu
- Laajuuden vahvistaminen
- Laajuuden hallinta

Kustannusten hallinta

- Kustannusten arviointi
- Kustannusten budjetointi
- Kustannusten hallinta

Henkilöstöjohtaminen

- Henkilöstön suunnittelu
- Projektiryhmän hankinta
- Projektiryhmän kehittäminen
- Projektiryhmän hallinta
- Projektiryhmän päättäminen

Riskien hallinta

- Riskien hallinnan suunnittelu
- Riskien tunnistaminen
- Riskien laadun analysointi
- Riskien määrän analysointi
- Riskeihin varautuminen
- Riskien valvonta ja ohjaus

Turvallisuuden hallinta

- Turvallisuuden suunnittelu
- Turvallisuuden varmistaminen
- Turvallisuuden valvonta

Talouden hallinta

- Rahoitussuunnittelu
- Talouden valvonta
- Taloushallinto ja kirjanpito

Rakennusprojektin prosessit kuuluvat projektin prosessien pääryhmistä toiseen, projektinhallinnan prosessit. Toisena pääryhmänä ovat tuotesuuntautuneet prosessit, jotka hankkeen elinkaaren perusteella määrittelevät ja luovat projektin lopputuotteen. Tuotesuuntautuneita prosesseja ei ole esitetty taulukossa, mutta ne tulee silti huomioida projektin osana sillä niistä saadaan perusymmärrys tuotteen luomiselle. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 11).

Projektinhallinnan prosessit varmistavat sujuvan etenemisen projektille hankkeen aikana. Prosessit sisältävät välineitä ja tekniikoita, joita käytetään osaamisaluekohtaisten taitojen ja valmiuksien soveltamiseen. Prosessit on eritelty itsenäisiksi osikseen, mutta käytännössä prosessit ovat päällekkäisiä ja toistensa kanssa vuorovaikutteisia. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 11).

Osa-alueet toimivat runkona projektin ohjaukselle. Projektikohtaisesti huomioidaan tarve eri osa-alueiden käytölle. Kukin osa-alue koostuu niille tyypillisistä tehtävistä, jotka puolestaan rakentuvat projektin lähtötiedoista, työvälineistä, tekniikoista ja tuloksista. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 11).

2.3 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu

Rakennushankkeen onnistuminen edellyttää tuotannosuunnittelua, -valvontaa ja ohjausta sille asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Tuotannosuunnittelun osana keskeisimpänä on ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Ajallinen ohjaus luo perustan muun suunnittelun onnistumiselle ja auttaa paljastamaan niiden epäkohdat ja poikkeamat. (Rakennustieto Oy, 2016, p. 18).

Aikataulu on yksi hankkeen toteutuksen mahdollinen malli. Aikataululla tarkoitetaan tehtävien ajoitusta ja ajankäyttöä hankkeessa. Tätä suunniteltaessa etsitään työlle realistinen toteutusmalli käytettävissä olevien tietojen perusteella. Luodussa mallissa asetetaan hankkeelle sen tavoitteet sekä myös yksittäisten työtehtävien tavoitteet sitoen ne aikaan, tuotokseen ja ne tulevat olla mitattavissa. Tavoitteet käsittävät tehtävien aloittamisen ja päättämisen niille luodun aikataulun mukaisesti, niille asetetuilla työvoimilla. (Rakennustieto Oy, 2016, p. 18)

2.3.1 Suunnittelun kulku

Rakennushankkeen aikataulusuunnittelua ja tavoitteiden realistista asetusta varten edellytetään tietoja työsaavutuksista, menekeistä, kapasiteetista ja työryhmän koosta. Nämä tiedot aikataulun luomiselle saadaan tavoitearviosta, aiheista tehdyistä tiedostoista ja aiemman kokemuksen perusteella. (Rakennustieto Oy, 2016, p. 19). Esimerkkinä realististen lähtötietojen saamiseksi on Rakennustieto Oy:n julkaisema Ratu Aikataulukirja 2016, johon on koottu aikataulun laadintaan liittyen aikataulukohtaiset oikeat tehtävät,

tehtävien väliset riippuvuudet, työryhmien koot, töiden etenemisjärjestys, töiden tahditus ja rytmitys. (Rakennustieto Oy, 2016).

Suunnitelmien mukaisen tuotannon kulun varmistamisessa tärkeintä on työnaikainen ohjaus. Työnaikaista ohjausta voidaan pitää etukäteen tehtyjä suunnitelmia tärkeämpänä. Tämä tulee erityisesti esille myös tuotannon ajallisessa suunnittelussa. Työnaikainen ohjaus aikataulun osalta vaatii myös selkeän käsitteistön. tarvittavat tiedostot ja laadullisen aikataulun, jotka mahdollistavat ohjauksen palvelemisen mahdollisemman hyvin sitoen sen konkreettisesti luotavaan tuotteeseen, pystyttävä osoittamaan toteutumassa esille tulevat poikkeamat. (Rakennustieto Oy, 2016, p. 19).

Aikataulun valvonta sitä suorittavalta henkilöltä edellyttää jatkuvaa ajan tasalla olevaa kokonaisuuden ja yksittäisten tehtävien tilanteen tuntemista ja vertaamista suunnitelmilla luotuun ideaalitulanteeseen. Ohjauksen mahdollistamiseksi tulee henkilön olla perillä tuotannon ohjauksen ominaisuuksista ja niillä luotavista mahdollisuuksista. Aikataulun tulee olla yhtä pitävä sille luodun tavoitteen kanssa asetetuilla resursseilla. (Rakennustieto Oy, 2016, p. 19).

Rakennushankkeen aikataulut luodaan tuotannon etenemisen kuvaamiseksi. Tällöin tuotannossa ilmenevien poikkeamien havainnoiminen on tärkeää, sujuvan etenemisen mahdollistamiseksi. Tuotannonohjauksen aikatauluja tarvitaan kuvaamaan ajan suhdetta luotuun tulokseen ja niiden tulee olla varautuneita häiriöihin tuotannossa tai suunnitelmien sekä olosuhteiden muutoksiin hankkeessa. (Rakennustieto Oy, 2016, p. 19).

Tuotannonohjattavuuden ja työmaan johtamisen kannalta toimivan aikataulun tulee sisältää:

- Toteutuksen kannalta keskeiset aikataulutehtävät omista ja aliurakoitsijan töistä
- Aikataulutehtävät oikein mitoitettuina
- Tarvittavan pitkä toteutusaika tehtäville häiriöiden ja odotuksen ehkäisemiseksi
- Työvaiheille mahdollistettu työrauha, samanaikaisten työtehtävien minimoimiseksi samassa paikassa
- Tehtävien suunnittelu oikealla tarkkuudella, ei liian pieninä osina ohjauksen mahdollistamiseksi
- Tehtävien väliset hallitut riippuvuudet, ongelmakohtien ehkäisemiseksi
- Vapaat työkohteet tahdistettuina olemassa olevilla resursseilla
- Tuotannon valvomista edesauttava esitystapa (Rakennustieto Oy, 2016, p. 19).

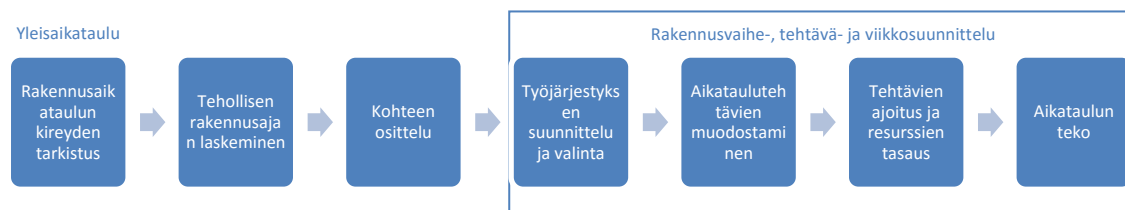
Onnistunut aikataulusuunnittelu edellyttää tarkkaa perehtymistä rakennettavaan kohteeseen. Itse perehtyminen toteutetaan suunnitelma- ja urakka-asiakirjojen sekä tavoitearvion avulla. Näistä keskinäisimpinä selvitettävänä asioina projektille ovat kokonaisrakennusaika ja välitavoitteet, tekniset vaatimukset, olosuhteet, tuotantoon liittyvät tekni-

set ratkaisut, työvoiman käyttöön hankkeessa liittyvät periaatteet ja aliurakkana toteutettavat työt. (Rakennustieto Oy, 2016, p. 20).

Rakennushankkeen aikataulusuunnittelun vaiheet, niiden merkitys ja keskinäinen järjestys ovat riippuvaisia hankkeen laajuudesta, aikataulun kireydestä, aliurakoitsijoiden käyttöasteesta, työvoiman käytöstä ja kohteen teknisestä vaikeudesta. Ajallisen suunnittelun vaiheisiin useimmiten kuuluu:

- Aikataulun kireyden selvitys
- Tehollisen rakennusajan laskeminen
- Kohteen jakaminen osiin
- Aikataulutehtävien muodostaminen
- Aikataulutehtävien mitoittaminen
- Työjärjestyksen suunnittelu ja valitseminen
- Tehtävien ajoitus resurssien tahdittamisella
- Tuotantoa palvelevan aikataulun luominen
- Aikataulun toteutuskelpoisuuden tarkistaminen (Rakennustieto Oy, 2016, p. 19).

Ajallisen suunnittelun vaiheet eivät järjestykseltään kuitenkaan noudata edellä olevaa listaa, vaan suunnittelussa usein palataan takaisin aiempiin suunnitteluvaiheisiin. Tämä johtuu aiempien vaiheiden päätösten puutteet ja mahdollisten tulleiden muutoksien paljastuessa suunnittelun edetessä. Tuotannon resurssien sitouttaminen aikatauluun tavoitteen mukaisesti on tarkempaa toteutuksen alun lähetessä. Kriittisenä osana on työresurssien työpaikan turvaaminen työmaalla, kun resurssit on saatu sidottua. Rakennushankkeelle tyypillisesti töiden suorituspaikka eli mesta vaihtuu töiden edetessä jatkuvasta. Tällöin aikataulussa tulee olla huomioituna ja turvattuna työryhmälle vapaa työkohte, jonne työn siirtyminen joustavasti ilman taukoa on mahdollista. (Rakennustieto Oy, 2016, pp. 19- 20). Kaaviossa 2.3 on esitetty rakennushankkeen ajallisen suunnittelun kulku.



Kaavio 2.3 Ajallisen suunnittelun kulku. Muokattu lähteestä (Rakennustieto Oy, 2016, p. 20).

Rakennushankkeen aikataulun kireyden tarkistus. Rakennusaikataulun kireyttä voidaan tutkia vertaamalla hankkeen toteuttamiseen varattua aikaa normaalikeston. Normaali-

kestolla tarkoitetaan aina hankkeen rakennussuunnitelmien ja tavanomaisen kireystason mukaista rakennusaikaa, johon ei sisälly kesälomat ja ennakkoon selvillä olevat keskeytykset hankkeessa. Suomessa luodun, tutkimuksiin pohjautuvan ajoituskustannusmallin avulla voidaan määrittää kuukausitarkkuudella rakennusajan normaalikesto ja eri työvaiheiden normaalikestot. Rakennusajan normaalikesto lasketaan sille luodun kaavan mukaan työmaalla tehtävien kokonaistyöpanoksen avulla, jotka käsittävät kaikki työntekijätunnit. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 65).

Tehollisen rakennusajan laskeminen. Rakennushankkeen koko rakennusaikaa ei voida käyttää tuotantoon, sillä hankkeissa syntyy usein erilaisia keskeytyksiä johtuen häiriöistä laitteissa ja toimituksissa, arkipyhistä, lomista tai olosuhteista. Näiden vaikutuksien takia hankkeelle tulee laskea tehollinen rakennusaika, jolla pyritään poistamaan nämä häiriöt, luoden hankkeen aikataululle häiriöpelivaraa. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 68).

Kohteen osittelu. Rakennuskohde jaetaan erillisiin fyysisiin osiin, jotka edesauttavat tuotannosuunnittelun onnistumista ja mahdollistavat tuotannolle tehokkaan ohjauksen. Lohkot voidaan myös pilkkoa pienempiin osakohteisiin. Osittelulla pyritään aloittamaan seuraava rakennusvaihe aikaisemmin edellisen työvaiheen päättyessä ja töiden edistäminen ilman taukoja seuraavaan lohkoon. Osakohteita pystytään hyödyntämään aikataulutuksen lisäksi myös laadunhallinnassa ja laskutuksessa niiden sisältävien töiden valmistuessa. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 71).

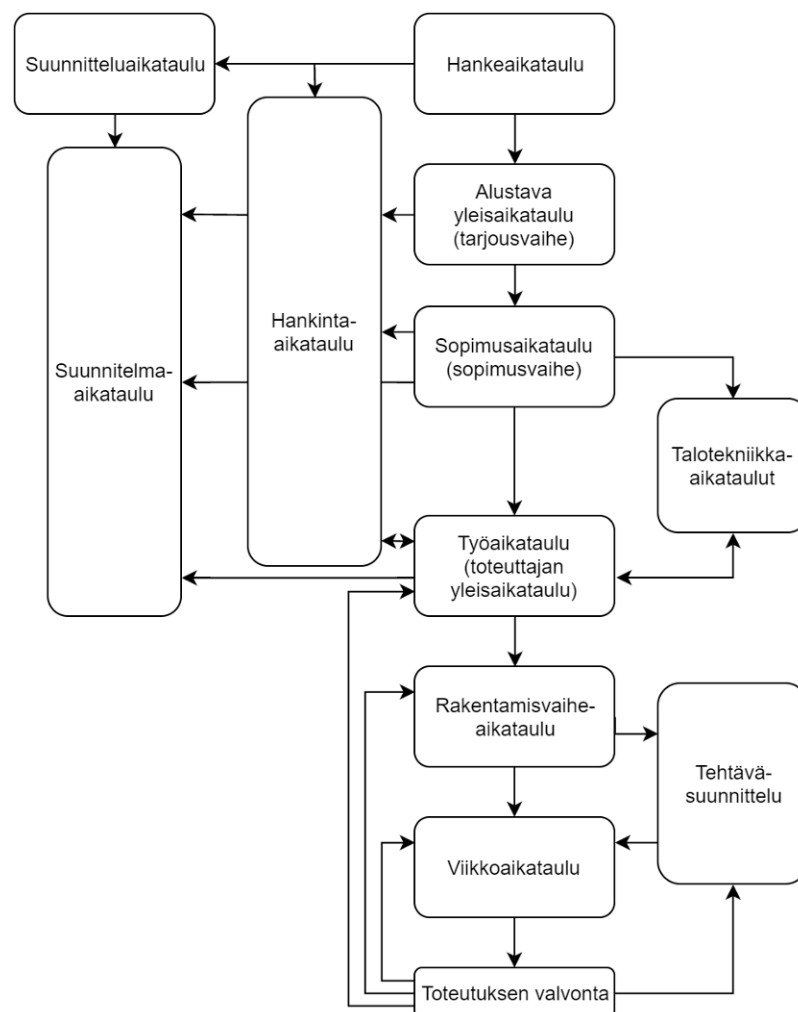
Työjärjestyksen suunnittelu ja valinta. Rakennushankkeessa työtehtävien järjestys riippuu usein toisista tehtävistä. Tällä tarkoitetaan sitä, että toinen tehtävä voidaan aloittaa vasta edellisen tehtävän valmistuttua. Riippuvuus tehtävien välillä voi olla määräävä, valittu tai ehdoton rajaus. Suoritusjärjestyksen määrittämisessä tehtävien väliset riippuvuudet voidaan jakaa neljään eri ryhmään: looginen, olosuhde-, tekninen ja resurssiriippuvuus. Looginen riippuvuus on ehdoton riippuvuus, joka on ainoa mahdollinen järjestys toteutukselle. Olosuhderiippuvuus on olosuhteiden määräävä riippuvuus, joka vaikuttaa töiden suoritukseen, esim. kosteuden vaikutuksesta vesikatto tulee olla tehtynä ennen väliseiniä. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 81).

Aikataulutehtävien muodostaminen ja tehtävien ajoitus sekä resurssien tasaus. Aikataulliset tehtävät muodostetaan käyttäen osalohkokohtaiselle työjärjestykselle tehollista rakennusaikaa työtehtäviä kohden. Muodostettu aikataulu tulee tahdistaa siten, että eri tehtävät kulkevat samassa tahdissa osakohteissa. Pääsääntöisesti tahdistus tapahtuu tehtävien tai työryhmän koon muutoksilla. Mahdollisesti tasausta voidaan tehdä myös järjestämällä varatyöalue, vaihtamalla työjärjestystä tai käyttämällä eri teknisiä ratkaisuja. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 84).

Aikataulun teko. Edellä mainittujen kohtien perusteella luodaan lopulliset aikataulut, joita hankkeessa käytetään. Suomessa tyypillisimmät aikataulun esitys muodot ovat jana-aikataulu ja paikka-aikakaavio. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 85).

2.3.2 Aikataulusuunnitelmat

Aikataulusuunnittelun kannalta tärkeimmät päätökset tehdään hankesuunnitteluvaiheessa, jolloin päätös hankkeen ajallisille reunaehdoille, tavoitteille ja hankeaikataululle luodaan. Hankesuunnittelupäätöksen jälkeen aikataulut tarkentuvat hankkeen edetessä tietyn kestosiin tehtäviin ja sidottuihin osatavoitteisiin. Onnistunut hanke edellyttää onnistunutta ohjausta hankkeen kaikissa vaiheissa, tällöin myös työmaalla tehtävä toteutuksen ohjaus ja tuotannon johtaminen ovat tärkeässä osassa onnistumista. Kuvassa 2.1 on esitetty hankkeen aikataulusuunnittelun eteneminen ja tiedon kulku tyypillisissä rakennushankkeissa. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 40).



Kuva 2.1 Rakennushankkeen aikataulusuunnittelun eteneminen ja tiedon kulkeminen. Muokattu lähteestä (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 40)

Hankeaikataulu. Rakennuttajan laatima aikataulu, joka kuvaa kokohankkeen etenemisen normaalissa rakentamisajassa. Se luo tavoitteet ja puitteet hankkeen toteutukselle sekä sen tulee esittää realistiset näkemykset rakennushankkeen vaiheiden ajoituksesta ja kestosta. Hankeaikataulussa muutoksiin ja mahdollisiin yllätyksiin varaudutaan, jotta urakoitsijoille aiheutuvaa haittaa ja tarpeettomia kustannuksia pystytään minimoimaan jo etukäteen. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 41).

Yleisaikatauluja luodaan hankkeelle kolme eri kappaletta. Luodut yleisaikataulut poikkeavat toisistaan laadinnan hetkeltään, sisällölliseltä tarkkuudeltaan ja käyttötarkoitukseltaan. Kuvan 2.1 mukaisesti järjestys aikatauluille on seuraava: alustava yleisaikataulu, sopimusyleisaikataulu ja työaikataulu. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 43).

Alustava yleisaikataulu. Laaditaan ennen rakentamispäätöstä pääurakoitsijan toimesta, siten että työt on sovitettu hankeaikataulun rakennusaikaan. Informaation sisällöltään alustava yleisaikataulu on vain karkeatasoinen luonnos, jossa kuvataan työn kulkuun liittyvät päätyövaiheet. Luotua aikataulua käytetään tässä vaiheessa jo tarjousten laskennassa erinäisille hankinnoille, joilla ajoitetaan töitä sekä aikatauluun sidoksissa olevien kustannuksien laskemiselle. Sillä pystytään myös arvioimaan hankkeen aikataulun kireyttä, laadittujen välitavoitteiden saavuttamista, vuodenaikoihin asetettujen töiden lisäkustannuksia, resurssitarvetta ja hankintojen toimitusaikoja. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 43).

Sopimusyleisaikataulu. Alustavaa yleisaikataulua tarkennetaan ja muokataan sopimusneuvotteluissa tarpeen mukaan. Luotu sopimusyleisaikataulu hyväksytään osapuolten toimesta ja liitetään sopimuksien liitteeksi ohjaten pääurakoitsijan toimia työjärjestysten ja välitavoitteiden osalta. Se pitää sisällään töiden aloitus- ja valmistumispäivämäärät sekä hankkeelle asetetut välitavoitteet. Sopimusyleisaikataulu on rakennuttajan käytössä oleva valvontatyökalu, mutta pitää sisällään myös osaltaan rakennuttajan tekemät hankinnat sekä toimintakokeiden käynnistämisen. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 45).

Työaikataulu. Pääurakoitsijan tekemässä työnaikaisessa yleisaikataulussa suunnitellaan ja jaetaan työt lohkoittain tarkemmin toteuttaviin osiin. Tätä versiota yleisaikataulusta käytetään, kun työmaalla puhutaan yleisaikataulusta. Luotuun viimeiseen yleisaikatauluun sovitetaan osakohtaiset tehtävät ja talotekniset työt. Aikataulu on käytössä pääurakoitsijan hankkimien aliurakoitsijoiden sopimuksien aikataulullisena pohjana. Työaikataulu toimii hanketta eteenpäin vievänä ohjenuorana. Se antaa hankkeen osapuolille tietoa keskeisistä työvaiheista, tapahtumista, tehtävien kestoista ja resursoinnista. Hankkeelle luotavat muut aikataulut perustuvat luotuun työaikatauluun eli tuttavallisimpaan yleisaikatauluun. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, pp. 45- 47).

Hankinta-aikataulu. Rakennushankkeen aloituksen yhteydessä osa hankinnoista tehdään välittömästi aloitusta edesauttaen. Tämän takia aikataulutusta hankinnoille tehdään jo aivan hankkeen alusta alkaen. Aikataulu tarkentaa hankintojen osalta omaksi hankinta-aikataulukseen, kun kohteen viimeinen yleisaikataulu on saatu valmiiksi. Hankinta-aikataulu sitoo tehtävät hankinnat luotuun yleisaikatauluun. Sisällöltään aikataulu käsittelee hankintatietojen saamisajankohdan, tarjouspyynnön lähetyksen, sopimuksen teon ja toimitusajankohdan tiedon. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, pp. 51- 52).

Suunnittelu-aikataulu. Suunnitelma-aikataulua edeltävä, kaikkien suunnittelijoiden hyväksymä aikataulu. Suunnittelu-aikataulu antaa tiedon suunnitelmien valmistumiselle varatuista aikaväleistä. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 48)

Suunnitelma-aikataulu. Laaditaan suunnittelun johtamiseksi, jotta suunnitelmien käytettävyys yleisaikataulun mukaisesti on mahdollista. Se on usein sidoksissa hankinta-aikatauluun, joka edellyttää toiminnallaan valmiita suunnitelmia toimiakseen. Aikataulu sisältää erikseen arkkitehti-, rakenne-, LVIAS-, sprinkleri-, jäähdytys- ja elementtisuunnitelmien edellyttämät päivämäärät. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, pp. 48- 49).

Talotekniikka-aikataulu. Talotekniset työt esitetään kohteen yleisaikataulussa, mutta niille on kannattavaa tehdä oma aikataulunsa yhteistyössä TATE-urakoitsijoiden kanssa heidän kohdekohtaisesti käytössä olevien resurssien perusteella. Tärkeitä aikataulussa huomioon otettavia seikkoja ovat kriittiset työt kuten IVKH:t ja sähkökeskukset, ulkopuolisten liittymien tekemiset, teknisten tilojen valmistuminen ja käyttöönotto sekä tarvittaviin säätöihin ja tarkastuksiin varattava aika tulee huomioida. Talotekniikka-aikataulun yhteensovitus hankkeen yleisaikataulun kanssa on tärkeää, sillä muuten hankkeen ohjattavuus heikentyy ja tehokkuus kärsii. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, pp. 53- 54).

Rakentamisvaihe-aikataulu tarkentaa työaikataulua, eli työmaalla käytössä olevaa yleisaikataulua lähtötietojen karttuessa. Aikataulun tarkoituksena on varmistaa yleisaikataulun tavoitteiden saavuttaminen. Rakentamisvaihe-aikataulu laaditaan nimensä mukaisesti eri rakentamisen vaiheille tai maksimissaan 6 kuukauden pituisille ajanjaksoille. Aikataulun tulee yhteen sovittaa rakennustekniset työt sivu- ja aliurakoitsijoiden tärkeimpien töiden kanssa yhdessä sopien. Tarkoituksena on luoda kullekin työlle suunniteltua vapaata työskentely tilaa eli ns. mestaa, siten että hankkeen osapuolet pystyvät sitoutumaan aikataulutavoitteisiin. Rakentamisvaihe-aikataulu tehdään usein käännetysti, eli sitä tehdessä lähdetään aatteesta mitä pitää olla tehtynä, jotta tavoitteeseen päästään ja tämän jälkeen työvaiheet tehdään käännteisessä järjestyksessä aikatauluun. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, pp. 55- 56).

Viikko-aikataulu on muutaman viikon aikajänteelle luotu, tarkempi aikataulu kyseisten viikkojen tehtävistä. Sen tarkoituksena on varmistaa lyhyellä aikavälillä työn tavoittei-

den toteutuminen, resurssien käyttö ja riittävyys. Viikkoaikataulut laaditaan työmaan tilanteen ja työmaan tavoitteiden perusteella niiden edesauttamiseksi ja saavuttamiseksi. Viikkoaikataulun toteutumista tulee varmistaa ennakoinnilla, edellytysten luomisella ja valvonnalla. Työmaan toiminnan tasoa pystytään tarkastelemaan toteutuneiden viikkoaikataulussa esitettyjen tehtävien perusteella. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, pp. 58-60).

Tehtäväsuunnitelmat. Tehtäväsuunnitelmien luomisella pyritään varmistamaan, että yksittäisen rakennushankkeen tehtävä saavuttaa sille asetetut tavoitteet ja vaatimukset. Hyvin luotu tehtäväsuunnitelma antaa työmaan työnjohdolle välineen kyseisen tehtävän alusta loppuun viemiseen tehokkaasti ja ohjatusti. Suunnitelma tehdään ajoissa, ennen itse tehtävän aloitusta ja se ajoittuu yleisaikataulun jälkeen, vaiheaikataulun ohessa sitä täydentäen. Tehtäväsuunnitelma sisältää tehtävän alkutilan josta työ aloitetaan, tehtävän laajuuden ja sen sisältämät osatyöt sekä liittyvät työt ja viimeisenä lopputilan jollaisena tehtävän työryhmä luovuttaa kohteen seuraavalle työryhmälle. (Rakennustieto Oy, 2016, pp. 36- 37).

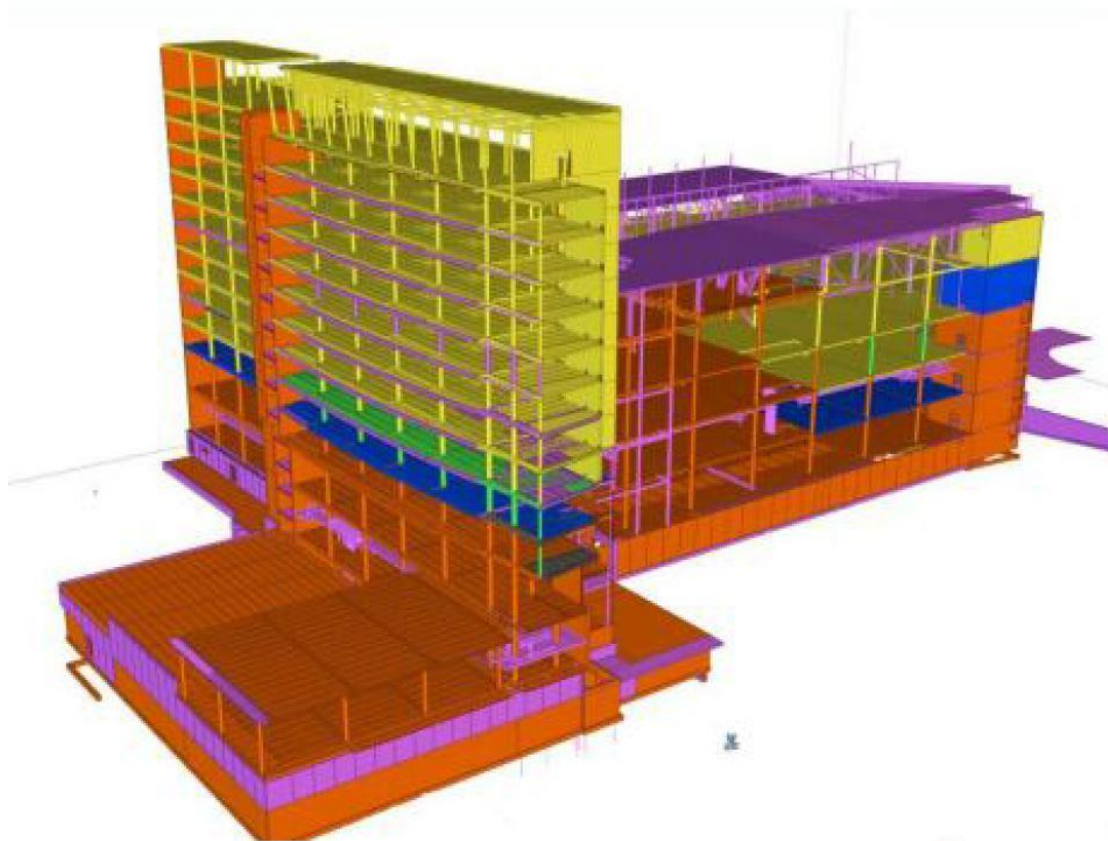
2.4 Tuotannon aikataulun ohjaus

Rakentamiselle tyypillistä on hankkeen epätasainen eteneminen. Tällöin ohjauksen ja seurannan merkitys tulee esiin. Hyvällä ohjauksella ja seurannalla mahdollistetaan tulevien häiriöiden ennakoimista. Tuotannon ohjauksen tarkoituksena on suunnitelmien mukaisen toiminnan edellytysten luominen ja suunnitelmien poikkeamien ennalta ehkäiseminen. Jos poikkeamia ilmenee tuotannossa, täytyy tarvittavat korjaustoimenpiteet suunnitella ja on luotava edellytykset korjaustoimien mukaiselle tuotannolle. Rakentamisen tehtävien edellytyksiin kuuluvat: piirustukset, materiaalit, työntekijät, kalusto, mesta, edeltävät työvaiheet ja olosuhteet. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 95).

Tehokas aikataulun valvonta edellyttää monien eri menetelmien käyttöä. Valvontavälineiden tulee olla visuaalisesti toimivia, tuotannonohjauksen näkyvää ja ohjaajan omaksumiskykyinen. Jotta työmaan ohjaaminen on mahdollista, tulee tilanne olla tiedossa ja tämä edellyttää tilanteen kokonaiskuvan näkemistä. Tätä voidaan hahmottaa vaiheaikataulujen havainnoimisella paikka-aikakaavio muodossa. Tällöin pystytään näkemään määrälliset ja ajalliset erot suunniteltuun nähden, havaitsemaan aikataulun ja järjestyksen toimivuus sekä käynnissä olevat työvaiheet osakohteissa. Kaaviosta pystytään tällöin myös olettamaan, mihin tilanteeseen hankkeessa päädytään ilman tuotantoa ohjavia toimenpiteitä. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 95).

Tietomallien avulla on mahdollista ohjata rakentamisaikataulua visuaalisella havainnoinnilla. Tietomallia käyttämällä on mahdollista yhdistää kolmiulotteinen malli työ-

kohteesta ja rakentamisaikataulu. Näin pystytään luomaan tietokoneella havainnollistettu animaatio rakentamisen etenemisestä. Kuvassa 2.2 on esitetty runkorakennusvaiheen tietomalliin pohjautuva aikataulu. Kolmiulotteisen mallin ja siihen kytketyn aikataulun avulla projektihenkilöstön on mahdollista arvioida työvaiheiden tilantarvetta ja ohjata aliurakoitsijoita paremmin töiden kohdistamisessa. (Staub-French & Khanzode, 2007).



Kuva 2.2 Runkovaiheen tietomallipohjainen aikataulu. Väriytyypit: oranssi = valmis, sininen = kuluva viikko, vihreä = seuraava viikko, keltainen ja violetti = yli kahden viikon päässä (COBIM - hankkeen osapuolet, 2012, p. 11)

Aikataulun läpinäkyvyys luo urakoitsijoille tervettä painetta aikataulussa pysymiselle ja muiden urakoitsijoiden edellytyksien luomiselle. Vahvasti esillä olevasta aikataulusta urakoitsijoiden on myös mahdollista seurata työkohteiden sitoutumista ja vapautumista. Jos aikatauluihin kuitenkin jostain syystä tulee häiriöitä, eivät ne aina johda tehtävien alun siirtymiseen tai tehtävien keskeytymiseen. Häiriöt kuitenkin vähentävät tuottavuutta ja lisäävät tehtävän kokonaiskestoa, tällöin huonoissa olosuhteissa tai vaillinaisilla edellytyksillä toteutettava työ ei etene sille suunnitellulla nopeudella ja tuottavuus kärsii hukan lisääntymisestä. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 95).

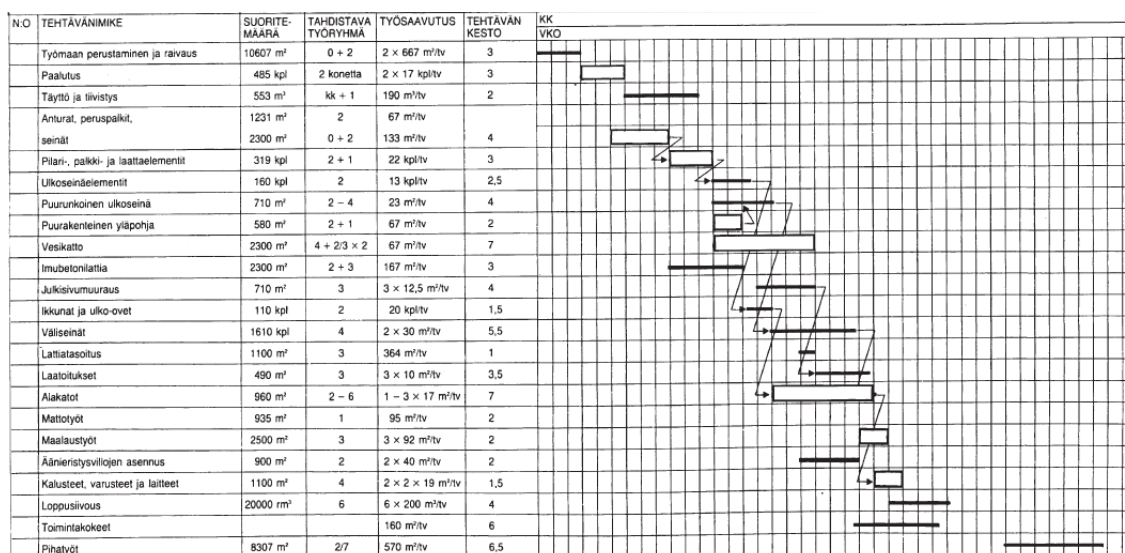
Poikkeamat aikatauluihin esiintyvät, kun työt eivät käynnisty suunnitellusti, tehtävien tuotantonopeudet poikkeavat suunnitellusta, tuotanto keskeytyy tai työt hajaantuvat use-

aan osakohteeseen yhtä aikaa jääden kesken. Ajallaan tehdyn aloituksen merkitys korostuu, kun työkohteita sitovia tehtäviä on paljon ja aloitusvälit ovat lyhyet. Kun poikkeamia ilmenee, pyritään toiminta muuttamaan suunnitelmien mukaiseksi resurssien määrän muuttamisella, tehtävien työnsisällön muuttamisella tai tehtävien aloitusajankohdan muutoksilla. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 95).

2.4.1 Aikataulujen hallinta ja prosessointi aikataulutyypeillä

Aikatauluja voidaan tehdä erilaisin tekniikoin palvelemaan hallinnan ja prosessoinnin tarpeita työmaalle. Informatiivisuuden kannalta jana-aikataulua kannattaa käyttää yleis-aikatauluna ja paikka-aikakaaviota tuotannon suunnittelussa ja ohjauksessa. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 21).

Jana-aikataulut. Jana-aikatauluissa tehtävien kestot esitetään aikatauluun piirrettynä janoina. Tyypillisesti osakohteiset tehtävät on lueteltuna vasemmalla riveille ja pystysarakkeissa kulkee aika. Jana-aikatauluun syötetyt viivat perustuvat realistiseen kestoon työsuoritteelle. Tällöin pystytään kokonaisuudessa esittämään kuinka pitkään hanke ja sen tehtävät kestävät. Aikataulun tasosta riippuen vasempaan reunaan voidaan sijoittaa lisätietoja tehtävistä, joiden tarkoitus on auttaa hallitsemaan työnjohtoa ja urakoitsijaa. Töiden riippuvuuksia toisistaan kuvataan aikataulussa riippuvuusnuolilla, jotka esittävät töiden vaikutukset seuraavaan työvaiheeseen. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, pp. 21- 23). Kuvassa 2.3 on esitetty jana-aikataulu esimerkkitapauksesta.



Kuva 2.3 Esimerkki jana-aikataulun käytöstä hankkeen aikataulun hallinnassa
(Rakennustieto Oy, 2016, p. 32)

Vinoviiva-aikataulut. Vinoviiva-aikatauluista Suomessa käytössä on paikka-aikakaavio. Se kuvaa tuotannon etenemistä ajan ja paikan suhteessa ja myös edellyttää, että tuotanto

Jana-aikataulut. Jana-aikataulut mahdollistavat seurantaviivalla varustettuna töiden etenemisen ja tilanteen valvonnan. Seurantaviiva antaa tietoa, mihin kohtiin tuotannon-ohjausta pitää keskittää, jotta aikataulua saadaan kiinni. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 22).

Vinoviiva-aikataulut. Vinoviivaisessa tuotantoaikakaaviossa pystytään valvomaan yhden tehtävän aikataulun mukaista etenemistä. Kaavio kuvaa tuotannon etenemistä ajan ja tuotannon määrän suhteessa. Tuotantoaikakaaviosta saadaan suoraan työn valvonnalle tietoa suoritelmäärän tai valmiusasteprosentin avulla, jotka kertovat toteutuneen työ-
määrän suhteesta kokonaistyömäärään. Tuotantoaikakaaviosta saadaan myös tarkalla seurannalla ulos häiriöhetket, jotka ovat työaikana esiintyneet. Kaaviosta irrotettavan datan perusteella työnjohto pystyy arvioimaan tarvittavien ohjaustoimenpiteiden tarpeen lopputuloksen saavuttamiselle. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 27).

Valvontavinjetti. Nimensä perusteella valvontavinjetti on työmaan aikataulutyoäkalu, jolla pystytään valvomaan työvaiheiden tai osakohtien valmiusasteita. Vinjettiä käytetään matriisimuotoisena tai pohjakuvaan tehtyinä merkintöinä. Matriisimuodossa reunoilla esitetään suunnitellut työt ja osakohteet ja näiden risteyssoissa suunnitellut aloitus ja lopetus päivämäärät. Työn etenemistä seurataan rastitusperiaatteella, jolloin ruudun yli vedetään viiva kun työt on aloitettu ja niiden valmistuessa vedetään toinen viiva. Vinjetissä on myös mahdollista käyttää värejä kertomaan mitkä työvaiheet ovat ajallaan, myöhässä tai etuajassa. Tällöin ollaan tietoisia työryhmien etenemisen ja vapautumisen lisäksi myös eri osalohkojen vapautumisesta seuraaville työvaiheille töiden sujumisen turvaamiseksi. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, pp. 30- 31). Kuvassa 2.5 on esitetty matriisimuotoinen valvontavinjetti esimerkkitehtävillä ja ajoilla.



Kuva 2.5 Esimerkki matriisimuotoisen valvontavinjetistä rasteilla ja väreillä
(Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 31)

Lukujärjestys. Lukujärjestyksessä esitetään viikolle ajoitetut tehtävät päivittäisesti tunti-kohtaisesti. Tällöin on määritelty täysin kuka tekee, missä ja milloinkin. Tämän jälkeen töille esiintyvät häiriöt ovat hyvin vähäisiä, kun työt on suunniteltu tuntien tarkkuudella ja tuotannonohjaus on helppo suorittaa suoraan lukujärjestystä noudattaen. Lukujärjestystä voidaan käyttää yksilökohtaisena työvälineenä tai se voi olla myös laajennettu koko työmaan käyttöön, varsinkin runkovaiheen töissä jolloin samanaikaisesti käynnissä olevia, ohjattavia työvaiheita ei ole montaa. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 38). Kuvassa 2.6 on esitetty lukujärjestyksen toiminta valvontatyökaluna runkovaiheessa.

LUKUJÄRJESTYS		VKO 38			
	MA 20.9.	TI 21.9.	KE 22.9.	TO 23.9.	PE 24.9.
7.00 - 9.00	US M.P.L. tilattu S:epi	M/P asennus	Ontelot lähtee 7.15 Ontelot 8.00	Betoco varattu U-asennus 7.15	Ontelojuotos 7.15 Ontelojuotos 8.30
9.15 - 11.00	väliseinät 10.00		Ontelot 9.15 Ontelot 10.00	Väliseinärungot alkeaa	Muurauksenvarat betolle
11.30 - 13.30		US 11.30 S25, M, L8, L11 L12	L9, L10 11.30		IV-konehuoneen 11.30 lattiavalm.
13.45 - 15.30	Suunnat 8 -krs.		Hormiasennus	VIKKOPALAVERI	

MUUTA: Ma 20.9. imurasennus 1-8 krs.

Kuva 2.6 Esimerkki lukujärjestyksestä aikataulun tuotannonohjausmenetelmänä
(Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 38)

Aikataulun valvontaa ja tuotannonohjausta varten on aiemmin mainittujen lisäksi olemassa myös useita muita keinoja kuten esimerkiksi toimintaverkot, Gantt-kaavio, kriittisen polun menetelmä ja tehtäväluettelo. Nämä menetelmät eivät ole tyypillisemmin käytössä Suomessa rakennusprojekteilla, joten niitä ei käsitellä. Lisätietoa näistä menetelmistä on saatavilla Koskenvesan & Sahlstedtin Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus – kirjassa. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, pp. 21- 38).

2.4.3 Uusiutuva tuotannonohjaus

Uusiutuva tuotannonohjaus määrittelee tuotannonohjaukselle tarkoituksiksi poikkeamien ennalta estämisen suunnitelmien mukaisesta toiminnasta ja tuotannon palauttamisen suunnitelmien mukaiseksi poikkeamien ilmetessä. Tällä tarkoituksen mukaisella toiminnalla on varmistaa tuotantosuunnitelmien toteutuskelpoisuus, toteutusedellytysten olemassa olemuus ja kyky ennakoita ongelmiin. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 100).

Tuotannonohjaus jakautuu kahteen osaan: ennakoivaan ja korjaavaan ohjaukseen. Ennakointi tarkoittaa tulevien toiminnallisten ongelmien ja häiriöiden sekä niiden vaikutusten selvittämistä jo etukäteen vaikutusten ennalta ehkäisemiseksi. Tästä esimerkkinä on työmaalle luodut tehtäväsuunnitelmat ja hankintasuunnitelma. Näillä pyritään varmistamaan aloitusedellytykset työvaiheille ja luomaan työnteosta häiriötöntä. Korjaavan ohjauksen toimenpiteet tehdään vasta kun häiriöitä on esiintynyt ja ne vaativat korjaustoimenpiteitä tuotannonohjauksen toimesta. Hyvällä ennakoivalla tuotannonohjauksella kuitenkin pyritään minimoimaan korjaavan ohjauksen tarve. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 100).

Uusiutuva tuotannonohjauksen ajatusmalli pohjautuu tulosjohtamisen periaatteisiin ja työntöohjaukseen, jotka on esitetty Junnoson Uusiutuva tuotannonohjaus – kirjassa. Tällä ideologialla jokainen toimintavaihe mahdollistetaan toteuttamiskelpoisilla tuotantosuunnitelmilla ja jatkuvalla ennakoinnilla. Tällöin työmaata ohjataan tehtävien tavoitteiden saavuttamisen kautta. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 100) (Junnonen, 1996).

3 LAST PLANNER –MENETELMÄ TUOTANNOHJAUKSESSA

Last Planner -menetelmä on Lean- periaatteisiin tukeutuva tuotannon ”imuohjaus” -menetelmä. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 100). Se perustuu perinteisen tuotannonohjauksen vastaisesti korjaamaan ideologiaa, jonka mukaan tehtävän tuottavuus on tasainen koko prosessin ajan. Tosiasiallinen tuottavuus vaihtelee johtuen aloituksessa ilmenevistä, tehtävän aikaisista ja lopetuksen ongelmista. Last Planner –menettelyllä pyritään poistamaan nämä ilmenevät ongelmat. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 105).

3.1 Tuotannonohjaus menetelmän tausta

Last Planner –menettely on tehty yhdistämään työmaalla käytössä olevien suunnitelmien eri tyyppiset ja vaativat asiat käytännön toimiksi. Nimensä menetelmä saa viimeiseen tilanteen kohdistuvasta suunnittelusta ja toteutuksen valvonnasta, viimeisen asiaa hoitavan henkilön taholta. Tästä syntyy nimi Last Planner. Sen poikkeavuus muihin tuotannonohjaus menetelmiin, kuten uusiutuvaan tuotannonohjaukseen on viikkosuunnittelun itsenäisyyden korostus ja työmaan tilanteen huomioon ottaminen, eikä suunnitelmien luominen jää ylempien tasojen yleispäteviksi alkuajan suunnitelmiksi. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 105).

Last Plannerilla tavoitellaan työmaatuotannon kokonaisuuden hoitamista. Tällöin huomioita ei jaeta eri tehtävien kesken vaan kaikkiin tehtäviin panostetaan yhtä paljon huomiota taloudellisesta asemasta huolimatta. Tämä johtuu siitä, että eri työvaiheet voivat olla kokonaistuotannollisesti merkittäviä eri ajanhetkillä ja olosuhteissa työmaalla. Tehtävien sisällä esiintyviin ongelmiin pyritään vaikuttamaan jakamalla pitkäkestoisia tehtäviä viikkotehtäviin, jotka kokonaisuutena muodostavat kokonaisen tehtävän rungon. Tällainen toimintamalli mahdollistaa tehtävien toteuttamisen edellytysten varmistamisen viikoittain, eikä vain aloitusvaiheessa. Menetelmä laittaa osapuolet suunnittelemaan jokaisen työnsä viikolla, tällöin tarpeelliseksi todettavia ja yllätyksellisiä töitä ei tule ja suunnitelmia häiritsevien tekijöiden määrä laskee. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 105).

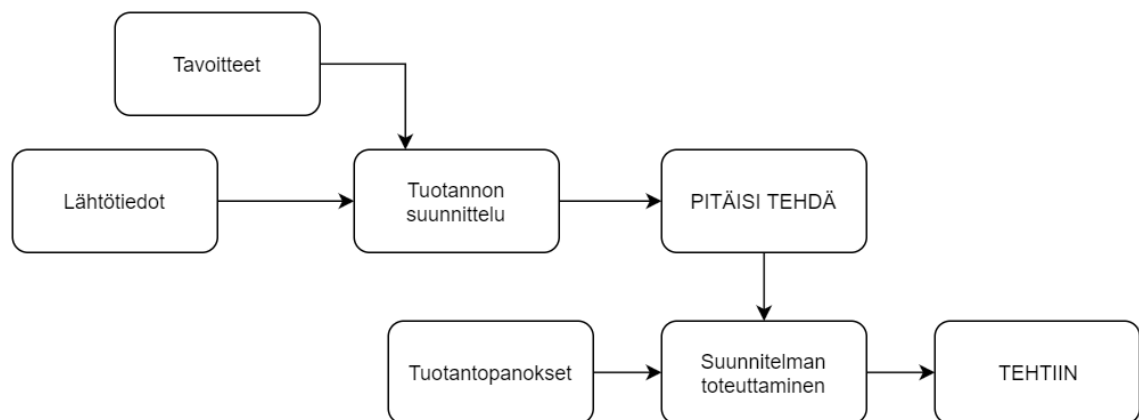
Tehtävien suorituksen aikana ilmenevät ongelmat ovat mahdollisia keskeyttämään tehtävän toteutuksen kuluvan viikon osalta kokonaan. Tehtävän aikana esiintyvien ongelmien ratkaisut edesauttavat myös loppuunsaattamisessa ilmentyvien ongelmien poistamista. Last Planner –menetelmä pyrkii ennakoimaan tätä viikkokohtaista tehtävien to-

teutumista sitouttamalla tekijät luomiinsa viikkotasoiisiin tehtäviin, varmistaen tällöin tehtävien loppuun viemisen. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 105).

Tehtäväsuunnittelussa painopiste on sen taloudellisessa, ajallisessa ja laatuun liittyvässä suunnittelussa. Last Planner varmistaa, että jokaisen viikkotehtävän edellytykset ovat olemassa ja sille luodaan myös mahdollisuus tulla tehdyksi näillä edellytyksillä. Tämä tuotannonohjaus menettely valvoo viikkotasolla myöskin tehtäväsuunnitelmien mukaisista toteutusta ja varmistaa niiden suunnitellun resurssien käytön. Tässä tapauksessa hyvää tehtäväsuunnittelua ja Last Planneria voidaan siis pitää monella tasolla toisiaan täydentävinä toimintatapoina. Menettelyt eivät ole toistensa vastakohtia, vaan enemmänkin tuotannonohjausta samaan suuntaan edesauttavia, toisiaan tukevia välineitä. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011, p. 105).

3.1.1 Tuotannonohjaus kokonaisuutena

Perinteistä tuotannonohjausta voidaan havainnoida kuvassa 3.1 esitetyllä tavalla. Se alkaa tuotannon osituksesta, jolla tehtävät työt määritellään. Tuotannon lähtötiedoiksi laaditaan erillinen määrä suunnitelmia aikatauluista tehtäväsuunnitelmiin. Suunnitelmat kertovat milloin ja miten kyseiset tehtävät pitäisi suorittaa kaikessa yksinkertaisuudessaan. Kaikki suunnitelmat saadaan periaatteessa toteutumaan perinteisellä mallilla. (Koskela, et al., 2004, p. 11).

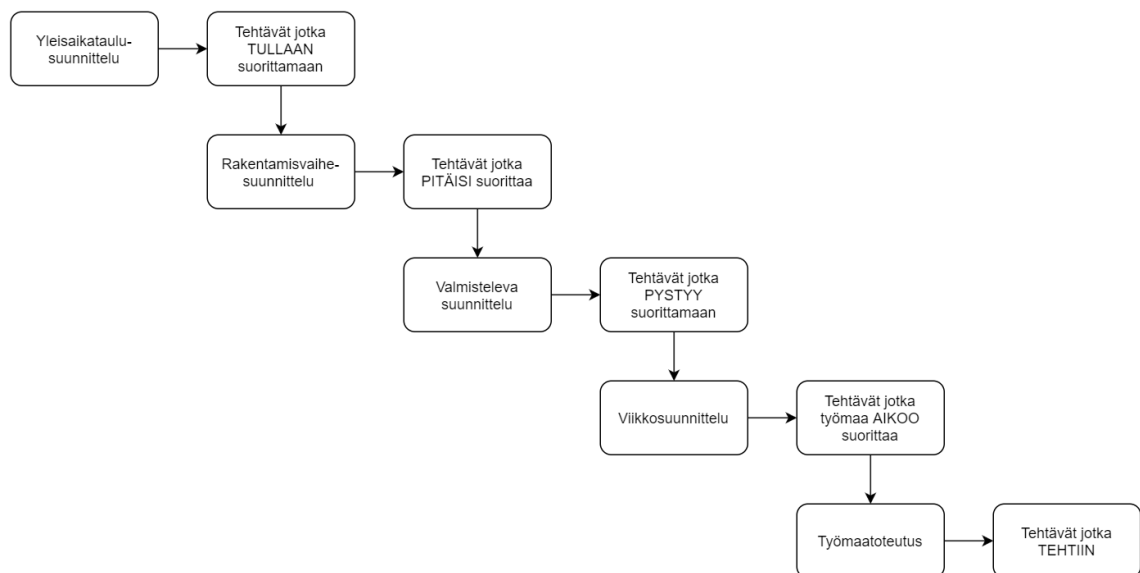


Kuva 3.1 Perinteisen tuotannonohjauksen malli. Muokattu lähteestä (Koskela, et al., 2004, p. 11)

Ongelmat perinteisen mallin toimivuudessa on, että se poistaa tuotantoimivuuden yhtälöstä kaksi edellytystä, joiden vallitessa tulee tehtävä toteutetuksi suunnitelmien mukaan. Ensimmäisenä tulee tehtävän edellytyksin olla kunnossa, jotta tehtävä on mahdollista suorittaa loppuun. Tehtävien aloituksessa yleisesti kohdatut ongelmat havaitsevat tällä osalla ilmenevän ongelman. Toiseksi tehtävä voidaan tehdä suunnitellun mukaisesti loppuun vain, jos sen tekijä on aikeissa toteuttaa työn suunnitelmien mukaisesti. Nykyään on vallitsevassa asemassa puutteellinen tahtotila tehtävien toteuttamisesta

suunnitelmien perusteella. Usein nähdään riittäväksi se, että työt alkavat aikataulussa tai töiden käynnissä oleminen ilman viikoittaisen tavoitteen saavuttamista, jolloin työn valmistuminen jää auki. Last Plannerin keskeisenä ajatuksena on varmistaa näiden tehtävien osien mahdollistaminen ja varmistaminen. (Koskela, et al., 2004, p. 11).

Etenemisjärjestykseltään tuotannon ohjaus Last Plannerin mukaan on vastaavanlaista kuin perinteisessä tuotannonohjauksessa; lähdetään yleisaikataulusta kohti viikkosuunnitelmia eri suunnitelmatasojen läpi. Erona tavanomaiseen tapaan on huomion keskipisteen siirtämisessä yleisaikataulun toteuttamisesta viikkosuunnitelmien tekoon ja toteutukseen sekä työmaan tehokkuuden varmentamiseen. Tämänlaisella tehostuksella eri suunnittelutasoille pystytään luomaan uusia tavoitteita ja sisältöä. (Koskela, et al., 2004, p. 11). Kuvassa 3.2 on esitetty tuotannosuunnittelun ja ohjauksen kokonaisuus Last Planner –menetelmässä.



Kuva 3.2 Last Planner -tuotannonohjauksen malli. Muokattu lähteestä (Koskela, et al., 2004, p. 12)

Yleisaikataulusuunnittelussa tarkastetaan, mitä tehtäviä tullaan tekemään. Yleisaikataululla pystytään myös ennustamaan, mutta Last Planner –menetelmässä se ei määrää tehtävien aloitusajankohtia, lukuun ottamatta valmistumisajankohtaa ja välitavoitteita. Rakentamisvaihesuunnittelu toteaa mitä töitä pitäisi tehdä, mutta luo myös valmiuksia seuraaville suunnittelutasoille. Valmisteleavassa suunnittelussa varmistetaan, että tehtävät pystytään toteuttamaan. Viikkosuunnittelutasolla tarkastetaan, että tehtävästä vastuussa oleva vastuuhenkilö aikoo toteuttaa tehtävän suunnitellun mukaan. Oleellista ”pelkän tekemisen” poistamisessa rakennustyömaalla on suunnitella, sopia ja tietää mitä valmistunut työ sisältää ja tarkoittaa sekä mitä sen valmistuminen edellyttää ennen töiden aloitusta. Tätä avataan enemmän luvussa 3.2, jossa käsitellään Last Planner – tuotannonohjauksen menetelmiä ja käytäntöjä. (Koskela, et al., 2004, p. 12).

3.1.2 Vaatimukset tuotannonohjaukselle

Tuotannonohjauksella tarkoitetaan sitä, kuinka materiaalia ja välituotteita siirretään työasemalle tai työasemien välillä ja työkohtaiset tehtävät valitaan asemille. Tällöin tuotannon tuotannonohjausta tarkastellaan vain lyhyellä aikavälillä. (Koskela & Koskenvesa, 2003, p. 25).

Suuri osa työmaalla toteutettavista tehtävistä ovat ns. kokoonpanotehtäviä, jotka koostuvat useista eri virroista luoden jokainen kokonaisuudelle oman vaikutuksensa. Tuotannonohjauksen teorian suosituksen mukaisesti tällaisten tehtävien kannattavuuden parantamiseksi panokset tulisi siirtää tehtäville imuohjauksella, työntöohjauksen sijaan. Tämä edesauttaa kaikkien tarvittavien osien saatavilla olemisen todennäköisyyttä tehtävän alkaessa. (Huang & Kusiak, 1998, pp. 251- 275). Tämä vastaa Last Planner -menettelyn valmistelemaa suunnittelua. Keino mahdollistaa tehtäväksi vain sellaiset tehtävät, joihin on edellytykset kunnossa. Tämä puolestaan suojelee kokonaistehtäviä panosvirtojen häiriöiltä, mutta toisaalta se luo painetta tehtävien aloitusedellytysten varmistamiselle valmistelemaan suunnittelun ohessa, jotta tehtävät voidaan käynnistää niille asetetun aikataulun mukaisesti. (Koskela & Koskenvesa, 2003, p. 25).

Suunniteltujen tehtävien toteuttamiseksi työtä tulee koordinoida oikein organisaation sisällä. Koordinaatio koostuu tällöin sitoumusten antamisesta ja niiden pitämisestä. Tällöin viestintä on kaksisuuntaista ja työn suorittaminen on mahdollista, kun molemmat osapuolet ovat ymmärtäneet työn toteutuksen samalla lailla ja edellytykset sen tekemiselle ovat kunnossa. Tärkeänä osana toimintaa on osapuolten sitoutuminen oman osansa hoitamiseen tässä vuoropuhelussa. (Winograd, 1986, pp. 206- 207). Last Planner –menetelmässä tämä vastavuoroinen keskustelu on jäsentynyt osaksi keskusteluksi viikkosuunnitelman tehtävistä ja niiden toteuttamisesta. Hyvällä keskustelulla ja oman osuuden hoitamisella sovitusta tehtävästä pystytään pienentämään vaihtelua tehtävien kestojen välillä eri osakohteissa työmaalla. (Koskela & Koskenvesa, 2003, p. 26).

Tuotannon tehtävätasoinen valvonta pohjautuu täysin tieteellisen hypoteesin todistamiseen, jossa hypoteesi ensin laaditaan, suoritetaan koe ja kokeen tuloksilla testataan tehdyn hypoteesin paikkaansa pitävyyttä. Tämä juontaa juurensa Last Planner –menetelmän alkulähteeseen LEAN-teoriaan, joka sai alkunsa Toyotan tuotantojärjestelmässä sen yleistetyistä tuotantotoiminnoista. Jokaisen tehtävän ollessa standardoitu, pystytään tekemään hypoteesi, jota voidaan testata toistuvasti niin kauan kuin kyseinen tehtävä tullaan toistamaan. Toistuvan testauksen prosessi muuttaa tuotannon oppimisprosessiksi, joka puolestaan mahdollistaa parhaiden menettelytapojen jatkuvan kyseenalaistamisen, tarkastamisen ja parantamisen. (Spear & Bowen, 1999). Työmaalla kyseistä näkemystä voidaan soveltaa siten, että kutakin annettua tehtävää pidetään hypoteesinä, jonka oikeellisuutta testataan. Vastaavasti Last Plannerin tehtävän toteuttamatta jättämisen syyn selvitys toimii juuri tällä periaatteella. Tuotannonohjaajalta vaaditaan hy-

vää tuotannonohjauksen kykyä mahdollistaakseen havaittujen syiden poistamisen, säästämällä panosvirtojen ja tehtävien keston vaihtelevuuksien vähentymistä. (Koskela & Koskenvesa, 2003, p. 27).

Last Planner –menetelmän teoria voidaan aiemmin mainitun perusteella tiivistää yhden tehtävän kolmen ongelman poistamiseen: ongelmat tehtävä aloittaessa, tehtävän kuluessa ilmaantuvat häiriöt ja tehtävän keskeytyminen. Tehtävän aloituksen ongelmien poistaminen edellyttää kykyä mahdollistaa edellytykset aloitukselle, pitää luodut mahdollisuudet yllä seuraavien viikkojen aikana ja pyrkimystä jatkuvasti vaikuttamaan ongelmien poistoon pitkällä aikavälillä. Tehtävien aikana ilmenevien ongelmien poistot vaativat ohjaajalta kykyä hahmotella pitkäaikaisten tehtävien jakaminen viikkotehtäviksi, jolloin edellytysten varmistaminen helpottuu. Myös hyvällä suunnittelulla kyvyllä edesautetaan ongelmatilanteiden poistoa, jota auttaa kokemus aiemmilta työmailta vastaavista tapauksista tai hyvät verkostoitumiskyvyt riskikohtien selvittämiseksi viikoille. Tehtävän loppuunsaattamisen ongelmat kiteytyvät aiempien ongelmien seurauksena, jolloin sen ehkäiseminen vaatii viimeisteltyä ja täydellistä hallintaa aiemmin mainituilta osaluilta. (Koskela & Koskenvesa, 2003, pp. 28- 29).

3.1.3 Saavutettavat hyödyt tuotannonohjauksella

Last Planner –menetelmästä voidaan odottaa teoreettisesti hyötyjä tuottavuuden, ajallisen keston, laadun, turvallisuuden, työmaan ilmapiirin sekä parantamisen ja kehittämistoiminnan osalla. (Koskela & Koskenvesa, 2003, p. 29).

Tuottavuus. Tuottavuutta lisää vaikutus Last Plannerissa perustuu kunkin tehtävän sujuvan aloittamisen mahdollistamiseen. Kaikkien edellytysten ollessa kunnossa ja aiempaa suurempi osuus tekemisestä on suunniteltua, niin improvisaation tarve työn ohessa pienenee ja tehtävät valmistuvat yhdellä kertaa poistaen tekemättä jääviä, tuottavuutta laskevia häntiä. (Koskela & Koskenvesa, 2003, p. 30).

Kesto. Menetelmän käyttö johtaa ennustettavuuden kasvuun. Peräkkäisten tehtävien aloitusväliä on mahdollista tällöin pienentää ja kokonaisrakennusaika vähenee. (Koskela & Koskenvesa, 2003, p. 31).

Laatu. Suuri osa tehtävistä voidaan tehdä aiempaa hallitummin ennalta suunnitelluissa olosuhteissa. Myös tekijöiden sitouttaminen tehtäviinsä parantaa heidän tuottamaa laatuaan. (Koskela & Koskenvesa, 2003, p. 31).

Turvallisuus. Sama kuin laadun osalla, eli entistä suurempi osa työtehtävistä on mahdollista tehdä töille otollisissa olosuhteissa ja ne ovat ennalta suunniteltuja. (Koskela & Koskenvesa, 2003, p. 31).

Organisaation muutos. Työmaan toiminnan edesauttama sosiaalinen yhteistoiminta etenkin viikkosuunnitelmien laadinnan yhteydessä lisäävät yhteydenpitoa osapuolten välillä lisäten luottamusta ja avoimuutta toisia kohtaan. (Koskela & Koskenvesa, 2003, p. 32).

Jatkuva parantaminen. Kohdassa 3.1.2 mainitun jatkuvan kehityksen metodien pohjalta, koko menetelmä tukee kokonaisuudessaan työmaan ja jopa henkilöiden jatkuvan toiminnan parantamista. (Koskela & Koskenvesa, 2003, p. 33).

Kehittämistyön tulosten käyttöönotto. Last Planner –menetelmän ideologian sisältämän tehtävien järjestelmällisen suunnittelun ja toteutumien seurannan käyttöönotto on mahdollista myös muilla toiminnanaloilla kuin suoranaudessa tuotannossa. (Koskela & Koskenvesa, 2003, p. 33).

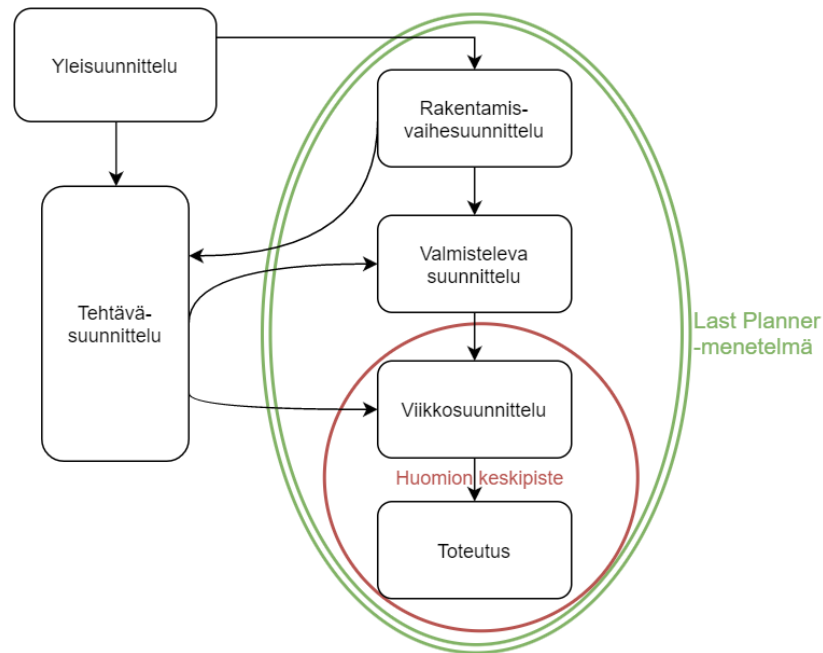
Edellä mainittujen hyötyjen paikkaansa pitävyyttä tukevia mittauksia on tehty Suomessa useasti ja niitä on tarkemmin esitelty kappaleessa 3.4, joissa havaitut hyödyt ja menetelmän vaikutukset tuottavuuteen rakennustyömailla on todistettu. (Koskela & Koskenvesa, 2003, pp. 43- 58).

3.2 Menetelmät ja käytännöt

Last Planner –menetelmän tähtää aiemmin mainitun mukaisesti osapuolten edellytysten valmiiksi saattamiseen ennen työn aloitusta siten, että tehtävän valmiuden saavuttamiseksi on suunniteltu ja sovittu toimenpiteet, joista kaikki osapuolet ovat tietoisia. Mainittuun tavoitteeseen pääsemiseksi laaditut keinot, jotka tässä kappaleessa käydään kohdaltaan tarkemmin läpi, ovat:

- Osapuolten yhteinen rakentamisvaihesuunnittelu
- Järjestelmällinen valmisteleva suunnittelu seuraavaan viikon edellytysten luomiseksi
- Viikkosuunnitelmat, joissa tehtävien edellytykset on varmistettu
- Osapuolten sitoutuminen viikkosuunnitelman mukaiseen tehtävien läpivientiin
- Viikkosuunnitelman tehtävien toteutumisen tarkastus
- Tehtävän toteuttamatta jättämisen syiden selvitys
- Syihin vaikuttaminen. (Koskela, et al., 2004, pp. 12- 13).

Pääpaino menetelmissä on edellytysten luomisessa ja viikkosuunnittelussa, jolla luodaan yhteinen tavoite. Myös yhteisen tavoitteen saavuttamisen arviointi on ensiarvoisen tärkeää. (Koskela, et al., 2004, p. 13). Kuvassa 3.3 on hahmotettu Last Plannerin mukainen painopisteen kohdistuminen.



Kuva 3.3 Last Planner -tuotannonohjauksen painopistealueet. Muokattu lähteestä (Koskela, et al., 2004, p. 13)

Kuvassa 3.3 on vihreällä merkattu Last Planner –menetelmän sisältö ja punaisella sen huomion alaisena pidettävä alue.

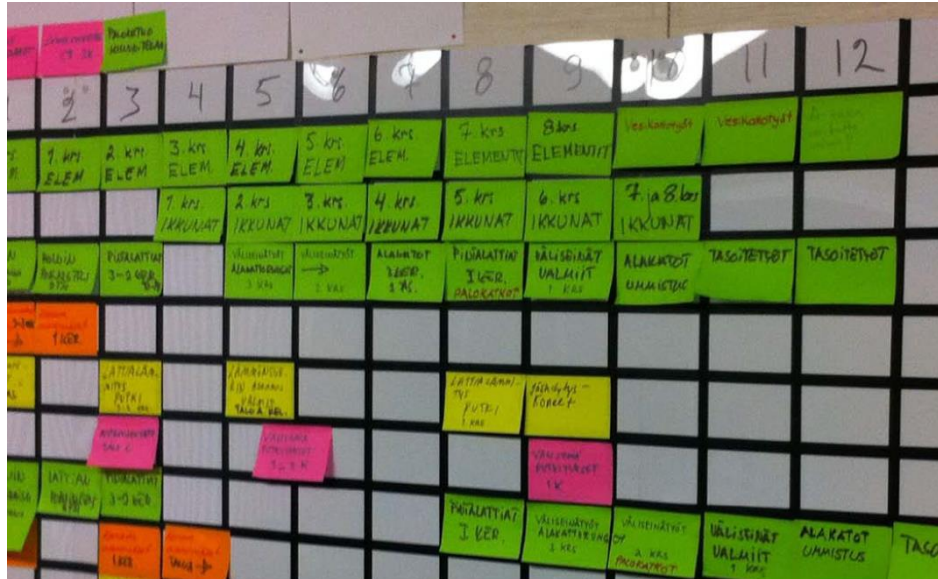
3.2.1 Rakentamisvaihesuunnittelu

Rakentamisvaihesuunnittelulla on kolme tarkoitusta Last Planner –tuotannonohjauksessa. Sillä pyritään saamaan eri osapuolien erilainen tietämys suunnittelun lähtökohdaksi kaikille yhteisesti. Tämän jälkeen osapuolten sitoutuminen tulee itsestään, kun suunnitelman laatijat ovat suunnitelmien omistajia. Viimeisenä yhtenäisen suunnittelu tutustuttaa tehtävien eri vaiheiden tekijät keskenään, jolloin jatkossa yhteistyön tekeminen on helpompaa. (Koskela, et al., 2004, p. 14).

Tämän vaiheen suunnittelu pyrkii siis mahdollistamaan yhteistyön tekemisen eri vastuuhenkilöiden välillä. Tätä käytännössä helpottaa kokoontuminen paikkaan, jossa seinätalaa suunnitelmien yhdessä laadinnalle on paljon. Last Planner –menetelmään kuuluvan imuperiaatteen takia töiden vastuuhenkilöt aloittavat lopputilanteen kirjaamisella seinälle tehtävälle aikajanelle. Tämän jälkeen kukin urakoitsija kirjaa lopputilanteen aikaansaamiseksi liittyvät työvaiheet kaikki toteuttamisjärjestyksessä taululle. Kaikista työvaiheista kootaan yhdessä töille toteuttamisjärjestys, joka sisältää töiden tarvitseman aikamäärän valmistuakseen. Pelivara-ajat sijoitetaan tehtävistä häiriöille herkimpien vaiheiden yhteiseen. (Koskela, et al., 2004, p. 14).

Kun aikataulua ja toimintaa luodaan, yleinen havainto on, että urakoitsijat pyrkivät varaan omille töillensä mahdollisimman paljon aikaa. Tämä on tyypillistä, kun mieli-

piteitä kuullaan yksinään, eikä suurissa ryhmissä kokonaisuuksia muodostaen. Ryhädynamiikka ja mahdollisesti ryhmän luoma painostus siirtävät syrjään egoistiset tavoitteet ja epärealistiset tarpeet oman työn suorittamiselle. Ryhmässä tekemisen ohjaava vaikutus muokkaa suoritusjärjestyksen toimivaksi ja asioiden käsittely muuttuu järjekerusteiseksi. (Koskela, et al., 2004, p. 14). Kuvassa 3.4 on esitetty tällainen suunnittelu käytännössä.



Kuva 3.4 Esimerkki rakentamistahsuunnittelun teosta työmaalla (Mittaviiva Oy, 2014)

Tehokas rakentamistahsuunnittelu on helppoa, kun urakoitsijoita on vähän. Isoissa kohteissa vastaavanlainen toimivuus suurissa urakoitsija määrissä voidaan varmistaa selkeällä osakohdejaolla. (Koskela, et al., 2004, p. 15).

3.2.2 Valmistelevala suunnittelu

Valmistelevala suunnittelulla pyritään varmistamaan, että kullekin viikolle on olemassa riittävä määrä aloituskelpoisia tehtäviä, joiden toteutusedellytykset ovat kunnossa. Valmistelevala suunnitteluksi kutsutaan 4- 6 viikon ajalle tähtäävää suunnittelua, jonka pohjalta luodaan tälle aikavälille asetuvien tehtävien edellytykset. Keskeisimmät viikkosuunnitteluvaiheen edellyttämät edellytykset, jotka saatetaan kuntoon, ennen työn aloitusta ovat:

- Tuotantonopeus
- Suunnitelmat
- Sopimukset
- Työryhmä
- Edeltävät työt
- Liittyvät työt
- Koneet ja kalusto

- Materiaalit
- Olosuhteet
- Turvallisuus
- Jätehuolto
- Mesta (Koskela, et al., 2004, p. 17).

Edellytyksien tarve saada ne valmiiksi eroavat tehtävittäin, joidenkin tehtävien osalta ei ole tarpeellista edes saavuttaa kaikkia asioita valmiiksi. Vastavuoroisesti, joissain tehtävissä vaaditaan useampien kuin esitettyjen edellytyksien valmius tehtävän aloittamiseksi. Oleellista tuotannon toimivuuden kannalta on rehellisyys edellytyksien varmennuksessa. Varmistaminen kannattaa tästä syystä aina tehdä käymällä läpi useita kertaavia ja toistavia kysymyksiä asiaa koskien. (Koskela, et al., 2004, p. 17). Kuvassa 3.5 on esitetty työmaalla käytössä olleesta edellytyksien varmistamisesta valmistelevan suunnittelun mukaisesti tehty taulu.

ALOITUSEDELLYTYKSET

	SUUNNITELMAT	KALUSTO	RESURSSIT	MATERIAALIT JA OLOSUHT.	TYÖTURV.	YMPÄRISTÖ JA JÄTEHUOLTO	MAKSET	TEHOKUUS	MESTA	
PURKUTYÖ	1/14	1/14	1/14	1/14	X	X	X	X	X	OK
TIMANTITYÖ	1/14	5/14	1/14	5/14	5/14	5/14	X	X	5/14	OK
VILLAPURKU vko 7 IV-koneh.	X	5/14	X	5/14	2/14	2/14	X	X	5/14	OK
MAALAUUS vko 8 IV-koneh.	X	X	X	5/14	7	3	X	X	5/14	OK
EPOKSI vko 9-10 IV-koneh.	8/14	X	X	5/14	9	9	X	X	8/14	OK
SIPOREX vko 12-16	X	X	X	X	11	11	X	X	MITAT 11	
GYPROC SEINÄT vko 14-17	X	12	X	X	12	12	X	X	MITAT 12	
LAATTOUS vko 18-24	X	14	18	5(17)	18	17	X	X	19	
MV-LATTIA vko 12-14	X	11	X	5(11)	12	12	X	X	11	
JÄTEKIVILLI vko 15	X	12	X	5(12)	15	15	X	X	12	
ETURITSI	12	12	X	12(12)	14	14	X	X	14	

Kuva 3.5 Esimerkki valmistelevan suunnittelun tarkastuksesta työmaalla (Mittaviiva Oy, 2015)

Valmistelevan suunnittelun toteuttamista voidaan seurata joko konkreettisella, taululla, jota muokataan edellytysten tullessa kuntoon. Vastaavasti edellytyksien tarkistamista ja luettelointia varten on luotu tietokonesovelluksia, jotka tukevat ja mahdollista tehtäväkohtaisen edellytyksien varmistamisen ja näiden vaikutukset ristiin. (Koskela, et al., 2004, pp. 17- 18).

3.2.3 Viikkosuunnittelu

Viikkosuunnitteluvaiheessa pyritään alustavasti välttämään se tehottomuus, joka aiheutuu huonosti suunniteltujen töiden vaikutuksesta tehtävän suorittamiseen. Viikkosuunnitteluvaiheen alku on suoraa jatkoa valmistelevalle suunnittelulle. Alussa varmenneetaan, että kaikki valmistelevan suunnittelun listaamat edellytykset ovat täyttyneet. Jos edellytykset eivät ole kunnossa ja täyttä varmuutta edellytyksien kunnossa olemisesta aloitushetkellä ei ole, niin tehtävää ei oteta mukaan viikkosuunnitelmaan. Viikkosuunnitelmissa laatu on keskeinen osa suunnitelmaa. Laatu käsittää suunnittelussa sitä, että tehtävä on hyvin määritelty, työjärjestyksen tarkoituksen mukainen, työmäärän osalta oikein arvioitu ja toteuttavissa oleva, eli edellytykset ovat kunnossa. Vaikka edellytykset on valmistelevan suunnittelun puutteissa havaittu kunnossa oleviksi, on silti kannattavaa varmistaa viikkosuunnittelun yhteydessä tämä. (Koskela, et al., 2004, pp. 19- 20). Tehtäväkohtaisista edellytyksistä on saatavilla lisätietoa Talonrakennusteollisuuden ja Rakennustietosäätiön Aikataulukirjasta. (Rakennustieto Oy, 2016).

Viikkosuunnitteluvaiheen edellytysten varmistamisen jälkeen jatketaan viikkosuunnittelua sitouttamalla tekijä tehtävänsä ja käymällä vastavuoroista keskustelua asioiden suorittamisesta. Vastavuoroisella keskustelulla pystytään kiinnittämään huomiota siihen, että tekijä on ymmärtänyt tehtävänsä täydellisesti ja on sitoutunut sekä ymmärtää sitoutuvansa sen toteutukseen. Tällä toimintamallilla viikkosuunnitelma laaditaan työmaalla palaverissa, jossa on mukana kaikki mestarit ja urakoitsijoiden edustajat. Tämä kokous koostuu kolmesta vaiheesta: valmistelu, neuvottelu ja sitoutuminen. Valmistelu suoritetaan edellä mainitusti tarkastamalla töiden edellytykset ja valmistelemalla seuraavan viikon tehtävien suunnitelmia. Tässä hyödyksi käytetään paikalla olevia osapuolia, joiden kannat näiden valmistelevien toimenpiteiden saavuttamiseksi on tärkeää saada. Vastavuoroisesti jatkuu neuvotteluvaihe, jossa suullisesti yhdessä koordinoidaan töitä, joilla on riippuvuussuhteita keskenään. Keskustelun lopputuloksena on osallistujien sitoutuminen heidän vastuullaan oleviin tehtäviin, joihin he ovat itse luvanneet keskustelun ohessa sitoutua. Jokainen tällä tavalla sovittu tehtävä lisätään viikkosuunnitelmaan. (Koskela, et al., 2004, p. 24).

Oikeaoppisessa ja täydellisesti teorian mukaisesti toimivassa Last Planner – tuotannonohjauksessa sen toimintaa sovelletaan kaikkiin työmaalla toimiviin urakoitsijoihin riippumatta sopimussuhteesta. Kaikkien urakoitsijoiden mukaan saamiseksi näiden edustajille tulee järjestää koulutusta, jo hankkeen alkaessa. Mallin omaksumista voidaan tarvittaessa tukea lisäämällä sopimukseen edellytys tuotannonohjausmallin soveltamisesta yhteistyössä pääurakoitsijan kanssa. (Koskela, et al., 2004, p. 25).

Viikkosuunnittelun seuraava vaihe on toteutumisen tarkastaminen. Se korostaa asetettujen tavoitteiden merkitystä ja sitä, että tavoitteet on tarkoitettu tehtäviksi ja tätä seurataan. Toteutumaa seuraamalla voidaan seuraavalle ryhmälle ilmoittaa, kun mesta on vapaa töiden aloitukselle ja tehtävän toteutumisen seurannalla pystytään suoraan

arvioimaan tuotantojärjestelmän toimivuudesta ja mahdollisten esiintyneiden ongelmien syistä. Käytännössä tarkastustoiminta suoritetaan viikon lopussa tehtävien toteutumista, myös melkein valmistuneet työt lasketaan keskeneräisiksi. Töiden valmiutta mitataan tehtävien toteutumisprosentilla eli TTP-luvulla, joka nimensä mukaisesti kertoo kuinka suuri osa sovitun tehtävän kokonaisuudesta saatiin tehtyä viikon aikana. Mitä korkeampi TTP-luku, sitä korkeampi työmaan tuottavuus ja urakoitsijan arvio oman toimintansa paikkansa pitävyydestä. TTP-luvuista ylläpidetään käyrää, jolla kuvataan tuottavuuden kasvua. TTP-käyrän julkinen esittäminen motivoi urakoitsijoita parantamaan omaa toimintaansa. Sääntönä on, että alle 60 %:n TTP on huonoa suunnittelua, yli 80 %:n on hyvää ja yli 85 %:n TTP on erinomaista suoritustasoa. Eri työmailta saatavat TTP-luvut eivät ole keskenään vertailukelpoisia, johtuen hankkeiden monimuotoisuudesta ja ulkoisista tekijöistä. TTP-luku on työmaakohtainen väline, jolla pyritään parantamaan vain tehtävien suunnittelua, eikä se sovellu käytettäväksi työmaahenkilöstön tai työntekijöiden arviointiin. (Koskela, et al., 2004, pp. 27- 29).

Viimeinen vaihe viikoittaisessa suunnittelussa on toteutumisen keskenjäämisen syiden etsiminen. Ongelmakohtien löytäminen on tärkeä osa prosessia, sillä jos ne jäävät selvittämättä, ne saattavat uusiutua projektin aikana. Syy selvitetään tehtävän vastuuhenkilöltä. Syyt ryhmitellään ja niistä pidetään tilastoa. (Koskela, et al., 2004, p. 33). Taulukossa 3.1 on esitetty esimerkki tilastoiduista ongelmista kuvitteellisella työmaalla.

Taulukko 3.1 Esimerkki toteuttamatta jääneiden tehtävien ongelmista koottuna. Suomennettu lähteestä (Mossman, 2013, p. 19)

Syy	Havaintokerrat
Epäselvät ohjeet	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
Liian pieni vahvuus	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
Toimitus ongelma	XXXXXXXXXX
Suunnitelma muutokset	XXXXXXXXXX
Liikaa mestoja	XXXX
Liian myöhään huomioitu	XXXX
Epäselvät vaatimukset	XXX
Edeltävät työt	XXX
Tavoitteessa ei pysytty	XX
Epäselvät rajaukset	XX
Korjaukset	XX
Muut syyt	X
Poissaolo	X
Suunnitteleematta jäänyt työ	

Useasti toistuva prosessi luo tällöin kerätyllä datalla hyvän vertailupohjan ilmeneville ongelmille ja mahdollistaa niiden ennakoimisen, ehkäisemisen tai poistamisen. (Koskela, et al., 2004, p. 33). Perimmäisen syyn selvittämiseksi kannattaa käyttää Toyota Production System -menetelmän, josta Last Planner –menetelmä juontaa LEAN-

teorian kautta alkunsa, viittä miksi -kysymystä. Toistamalla samaa kysymystä pystytään pääsemään ongelman juurelle ja korjaamaan ongelman lähde. (Ohno, 1988, p. 17).

3.2.4 Jatkuva prosessin kehittäminen

Last Planner –menetelmä tuottaa käytössä jatkuvalla syötöllä tietoa tuotannonohjauksessa havaittujen ongelmien syistä. Jatkuvalla parantamisella keskitytään siis näiden syiden poistamiseen ja projektin prosessien luotettavuuden nostamiseen. Havaitut syyt pyritään poistamaan yhteistyössä niihin vaikuttavien ja vaikutuksen alaisten osapuolien kanssa. Urakoitsijoiden omien virheiden poistamista mahdollistaa niihin suhteutuminen objektiivisesti koko projektin kannalta, ei lähtökohtana, että se haittaa vain yhtä ja tiettyä osapuolta. Tällöin osapuoli on myöntyväisempi oman toimintansa parantamiseen ilman defensiivistä reaktiota, joka hylkii omaan toimintaan kohdistuvaa palautetta. Työmaatoiminnan kannalta jatkuvan parantamisen menettelyn tulee olla kevyttä ja joustavaa, ilman painostusta täydellisen suorituksen tekemiseen, tällöin tavoiteltu hyöty on lähempänä saavuttamista. Toimintaa helpottavana sääntönä kannattaa pitää yllä muistutusta siitä, ettei kenenkään toiminta ole täydellistä vaan käytetty tuotannonohjausmenetelmä on vain keino virheiden havainnointiin ja korjaamiseen jatkossa. (Koskela, et al., 2004, p. 33).

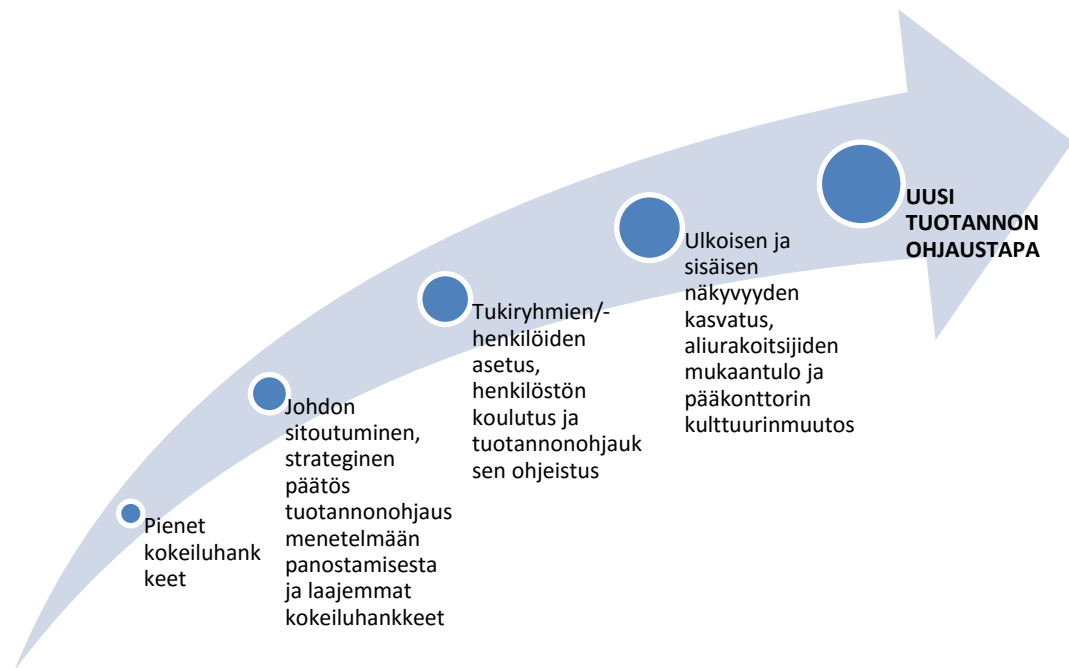
Osana jatkuvaa parantamista on myös itse tuotannonohjausmenettelyn toiminnan kehittäminen. Tällöin ei pidä ajatella, että esitetty toimintamalli Last Planner –tuotannonohjaukselle on sellaisenaan täydellinen väline, vaan suunnittelun ja ennakkoinnin tarkkuutta voidaan laajentaa tarvittaessa ylöspäin suunnitelmatasoille toteutuskelpoisuuden parantamiseksi. (Koskela, et al., 2004, p. 33).

3.3 Käyttöönotto ja käyttö osana tuotannonohjausta

Last Planner –menetelmän käyttöönoton haaste on henkilöstön sopeutuminen uusiin menettelytapoihin työmaalla. Työmaalla esiintyy aina tarve viedä töitä eteenpäin uusien kokeilujen testaamisen sijasta. Tällöin vaiheittainen käyttöönotto on todettu toimivimmaksi malliksi. Alussa on parasta ottaa käyttöön systemaattinen viikkosuunnittelu ja sen seuranta, tämän jälkeen vaaditaan jämäkkyyttä siirtyä valmistelevaan suunnitteluun ja rakentamisvaihesuunnitteluun. Tilanteessa, jossa tuotannonohjausmenetelmä on ennalta tuttu, on käyttö mahdollista aloittaa ylemmän tason suunnitelmista, ennen siirtymistä viikkosuunnitteluun. (Koskela, et al., 2004, p. 35).

Koko yrityksen piirissä tehtävässä käyttöönotossa on havaittavissa tietyt askeleet uuden toiminnan jalkauttamiselle. Ensimmäisenä ovat kokeiluhankkeet, joista seuraa johdon sitoutuminen ja strateginen päätös menetelmän käyttöönotosta. Laaja-alaiselle käytölle asetetaan organisaation sisäinen tukiryhmä, joka auttaa toimintaan liittyvien asioiden

käyttöön otossa, myös henkilöstölle tehtävän valmennuksen ja ohjeistuksen käynnistys aloitetaan. Sisäisen osaamisen kasvattua, aloitetaan lisäämään ulkoista näkyvyyttä ja soveltavuutta laajennetaan yhteistyökumppaneiden tietouteen mahdollisimman tehokkaan lopputuloksen varmistamiseksi. Tavallaan menetelmää itseään sovelletaan myös sen jalkauttamiseen. (Koskela, et al., 2004, p. 35). Kaaviossa 3.1 on esitetty Last Planner –menetelmän jalkautuminen yrityksessä.



Kaavio 3.1 Tuotannonohjausmenetelmän kehityspolku yrityksen sisällä. Muokattu lähteestä (Koskela, et al., 2004, p. 36)

Käyttöönoton keskeinen edellytys on koulutus ja sen tarpeen määrä. Aiempien tutkimusten pohjalta on havaittu, että henkilöstön sisäinen koulutus on mahdollista päivässä ja aliurakoitsijoiden valmennus puolessa päivässä. On myös todettu, että peruskoulutuksen lisäksi käyttöönottoa tukevia koulutuksia on myös tarpeen järjestää, jolloin lipsuamista vanhaan ja totuttuun tapaan ei päästetä tapahtumaan. Toimintaa myös tukee yksi mukana oleva asiaan täysin perehtynyt henkilö, joka ohjaa osapuolten toimintatapoja Last Planner –menettelyn mukaiseksi.

3.4 Aiemmat tutkimukset aiheesta

Last Planner –menetelmää on testattu ja jalkautettu 2000-luvulta alkaen kotimaisesti ja ulkomailta. Suomessa merkittävimmät Last Planner –menetelmän avain henkilöt ovat olleet Anssi Koskenvesa ja Lauri Koskela, jotka ovat työstäneet eniten yritys- ja opetuskäyttöön sovellettavaa materiaalia Suomessa. Aiheita on käsitelty myös useissa korkeakoulujen ja yliopistojen tekemissä töissä aiheesta. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011) (Koskela, et al., 2004).

3.4.1 Käyttö Suomessa

Ensimmäiset kokeilut Last Planner –menettelyn toiminnalle Suomessa tehtiin 2000-luvun alussa. Tällöin jokainen Suomen suurista rakennusyrityksistä nimesi menetelmälle kokeilutyömaan, jota käytettiin tutkimuksen tietojen keräämiseen. Tutkimuksessa havaittiin vaiheittaisen käyttöönoton myöhempien osien hallinnassa saavuttavan heikomman tason kuin alkuvaiheen osissa. Menetelmästä saavutettu hyöty havaittiin tehokkaimmaksi kohteissa, joissa on useita työryhmiä tekemässä toisiinsa riippuvuussuhteissa olevia töitä, kuten sisävalmistusvaiheessa. Kokeiluiden perusteella suositellaan aloittavaksi tuotannonohjauksen käyttö jo työmaan alussa, sillä käytäntöjen muuttaminen kesken työmaan osoittautuu hankalaksi. Ongelmia kohdattiin myös työnjohdon mahdollisuuksissa sitoutua toimintamalliin ja aliurakoitsijoiden sitouttamisessa aikatauluun. Perusteiksi sitoutumisen vaikeudelle arvioitiin kiireellisyyden ja ongelmien esiintyminen ja työn ohjaaminen. (Koskela & Koskenvesa, 2003, pp. 56- 58).

Kuluneen kymmenen vuoden aikana Last Plannerin tärkein sisältö ja ajatus maailma on auennut monien rakennusalalla Suomessa työskentelevien tietouteen. Tuotannonohjausmenetelmän periaatteet ja käytännön toimien ymmärrys on tärkeä osa käyttöönoton toimivuuden kannalta. Koskenvesan ja Koskelan (2012) kokoaman tutkimuksen mukaan työpäälliköiden ja projektipäälliköiden ymmärrys menetelmän toiminnasta vaihtelee suuresti. Tämä aiheuttaa menetelmän toimivuudelle suuria vaikeuksia osalla työmaista. Projektihenkilöstön on vaikea suunnitella toimintaa etukäteen, tehdä sitoutumiskelpoisia lupauksia, myöntää havaitut virheet ja oppia tehdyistä virheistä. Tämä johtuu siitä, että osan henkilöstöstä on mahdoton ymmärtää kehityksen olevan muutosta omassa toiminnassa. Suomessa on vallalla tyypillinen näkemys siitä, että jos jokin uusi malli ei heti tuota haluttua tulosta mahdollisimman nopeasti, niin on parempi palata takaisin vanhaan toimintamalliin. (Koskenvesa & Koskela, 2012).

Koskenvesan ja Koskelan (2012) mukaan Suomessa havaitut pääsyyt Last Planner –menetelmän toimimattomuudelle ovat yleisaikataulun noudattamisen vahvuus, vaikeus myöntää ongelmia, yhteistyötä estävät sopimukset ja kehitysvastaisuus. Osana ongelmaa on myös vallalla oleva malli töiden etenemisestä sovitussa aikataulussa, jolloin laatu ja töiden järkevä, välillä käytännön kannalta loogisempi eteenpäin vieminen kärsivät. Luodun aikataulun noudattaminen ei siis ole aina toiminnan kannalta järkevin valinta, vaan työn tehostamisen parantamiseksi olisi kannattavampaa limittää töitä ja muuttaa suoritusjärjestystä mahdollisuuksien mukaan. (Koskenvesa & Koskela, 2012).

3.4.2 Kehitys Suomessa

Suomessa Last Planner –menetelmää on kehitetty, ei kokonaisvaltaisesti vaan, organisaatiokohtaisesti tai kohdistamalla sitä tiettyihin tuotannon alueisiin. Menetelmään on myös haettu lisäksi uusien teknologisten menetelmien hyötykäyttöä osana tuotannonohjauksesta sekä sen käyttötekniikkatietoutta on pyritty laajentamaan. (Lahti, 2014) (Alastalo, 2014) (Kämppe, 2013) (Mittaviiva Oy, 2014).

Lahden (2014) tekemä tutkimus testasi Last Planner –menetelmää prosessilähtöisen yrityksen tuotannonohjaus menetelmänä tilanteessa, jossa yritys ei vielä omannut vakiintunutta toimintatapaa työmaiden tuotannonohjaukseen ja aikataulun hallintaan. Tutkimus suoritettiin kahdella yrityksen kokeilutyömaalla Suomessa ja se oli osa yrityksen uuden strategian mukaista linjausta yrityksen tulevalle toimintamallille. Tutkimuksessa havaittiin työmaahenkilöstön kouluttamisen, motivoinnin ja käytön tukemisen olevan onnistuneen käyttöön oton kriittisiä tekijöitä. Myös urakoitsijoiden tietoa työmaan aikataulusta tulee lisätä laadukkaiden suunnitelmien saannin edellyttämiseksi. Ongelmina havaittiin työmaahenkilöstön ajankäytön rajoitteet ja sitoutumisen taso, urakoitsijoiden heikko tietämys oman työnsä aikatauluttamisesta sekä urakoitsijoiden vaihtuvuus työmaalla. Tutkimuksen aikana kehitetty menetelmä tuotannonohjaukselle Last Plannerin tapaan lisäsi työnjohdon tietoa työmaan asioista helpottaen aikataulun päivittäistä seurantaan, myös urakoitsijoiden resurssien suunnittelu ja töiden yhteensovittaminen paraniivat. Tehdyllä tutkimuksella kehitettiin organisaation sisäinen toimintamalli Last Planner –menetelmälle, osaksi yrityksen strategiaa. (Lahti, 2014).

Alastalon (2014) ja Lehtiniemen (2015) tekemissä tutkimuksissa tavoitteena oli kehittää tuotannonohjausmenetelmiä ja niiden käyttöä osana korjausrakennushankkeita. Tutkimuksissa yrityksen toiminnan laajentuessa yhä enemmän korjausrakentamishankkeiden suuntaan, havaittiin tarve kehittää käytössä olevia tuotannonohjaustapoja paremmin toimiviksi korjausrakentamiskohteissa. Tutkimukset toteutettiin kahdelle eri työmaalla osapuolten toimesta ja niissä kehitettiin työmaille uudet tuotannonohjausmenetelmät aikataulun hallintaa parantamaan, pohjautuen Last Planner –menetelmään. Molemmissa tutkimuksissa uusien toimintamallien käyttö lisäsi työmaiden tuotannon tehokkuutta, mutta vastaavasti myös ongelmat olivat samoja, joita Koskenvesa ja Koskela (2012) havaitsivat kokoamassaan tutkimuksessa 10 vuoden ajalta tuotannonohjauksen kehityksessä, keskiössä työmaahenkilöstön muutosvastaisuus. Molempien tutkimusten perusteella uusien menetelmien jalkauttaminen vaatii pitkäjänteisen ja rauhallisen tempoisen koulutuksen henkilöstön toimintaan selkeällä ohjeistuksella. (Alastalo, 2014) (Lehtiniemi, 2015).

Tietomallien yleistyessä Last Planner –menetelmää on pyritty ottamaan myös osaksi tietomallipohjaista hankkeen suunnittelua ja ohjausta. Aiheesta tehdyt tutkimukset Kämpin (2013) sekä Mäen, Kerosuon ja Korpelan (2013) toimesta käsittelevät tietomal-

lien ja tuotannonohjauksen yhteistyöllä saavutettavia etuja. Molemmissa tutkimuksissa kokeilutyömailla, tehtiin johtopäätöksiä Last Planner –menetelmän tukevan työmaan suunnittelua. Tietomallipohjaisen suunnittelun ja suunnittelijoiden välisen viestinnän imuohjautuminen auttoi keskittymään tuleviin ongelmiin ja töihin etukäteen. Myös suunnittelussa tarvittavien aloitus edellytysten kuntoon saattaminen havaittiin tärkeäksi osaksi toimintaa hankkeen tietomallinnetussa suunnittelussa, nämä edellytykset poikkeavat kuitenkin täysin toteutuksen aloittamisen edellytyksistä. Hyvin toteutetun ja käytännöllisen tietomallin uskottiin myös tehostavan työmaan toimintaa ja tuotantovaiheen ohjausta varmistamalla hyvät suunnitelmat omalta osaltaan jo ennakkoon. Kämpin (2013) tutkimuksessa havaittiin myös toistuva ongelma menetelmän jalkauttamisen kanssa. (Mäki, et al., 2013) (Kämpin, 2013).

Tietoutta Last Planner –menetelmästä ja sen eduista on pyritty myös 2010-luvulla lisäämään. Menetelmää itseään ei ole teoreettiselta pohjaltaan perusteltu tai avattu, vain sen käytännön toimet ja niiden tuomia etuja on selostettu Mittaviiva Oy:n (2014) (2015) tekemissä työmaan toiminnallisissa ohjekirjoissa. Kirjat painottavat aikataulun informaatiivisuuden tärkeyttä työmaan toiminnan edistämiseksi ja töiden edellytysten tarkistamisen merkitystä toimivuuden ja tuottavuuden kannalta. Kirjojen sisältö koostuu käytännön esimerkeistä ja kuvista, kuinka työmaan tuotannonohjaus toimii ja on tarpeen visualisoida työmaalla. Käyttötarkoitukseltaan kirjat on luotu apuvälineiksi menetelmän toimivuuden lähestymiseksi käytännön, ei teoreettisen tutkimuksen ja tieteen kautta sekä toimintamallin käytön edistämiseksi. (Mittaviiva Oy, 2014) (Mittaviiva Oy, 2015).

3.4.3 Käyttö ja kehitys ulkomailla

Last Planner –menetelmää on käytetty ja käyttöön otettu 2000-luvulla rakennusyritysten toimesta ympäri maailmaa. Osa käyttöönotoista on ollut myös tutkimuksellisia hankkeita, joilla menetelmää on pyritty kehittämään. (Koskela & Koskenvesa, 2003, p. 33).

Tanskassa maan suurin rakennusurakoitsija on kehittänyt Last Planner -menetelmän pohjalta oman tuotannonohjauskonseptinsa. Menetelmän käyttöön otto alkoi koehankkeilla, jonka pohjalta kerätystä datasta muodostettiin yrityksen sisäinen malli. Yritys perusti tukiryhmän työmaiden ohjausmenetelmän käyttöönottoa varten. Koko toimihenkilöorganisaation perehdytys hoidettiin päiväkurssilla ja aliurakoitsijoiden työnjohto koulutettiin puolen päivän kurssilla. Yritys esitteli työmaan organisaatioon henkilön, jonka vastuu alueisiin kuuluu tuotannon sujumisesta sekä työn ja materiaalin tasaisesta virrasta vastaaminen. Hyötyinä havaittiin tuottavuuden nousseen 10 % ja taloudellisen tuloksen parantuneen osapuolilla ja työntekijätasolla 10- 20 % sekä työturvallisuuden nousseen. (Koskela & Koskenvesa, 2003, p. 35).

Brasiliassa keskisuuri rakennusyritys on soveltanut Last Planner –pohjaista tuotannonohjausmenetelmää omaan toimintaansa. Menetelmän käyttöönotto kiteytyi vaiheittai-

seen käyttöönottoon ja uuden työmaahenkilön, tuotannonohjauskoordinaattorin, käyttöön osana projektia. Yrityksen aiemman toiminnan osana olleet viikoittaiset ongelmanratkaisupalaverit muuttuivat oppimispalavereiksi, joiden keskiössä on TTP-luvun tilanne ja tuotannonohjausmenetelmän käyttö. Tehtyjen havaintojen perusteella menetelmän perusidean ja käsitteiden sisältäminen on tärkeämpää kuin mekaanisen toiminnan täydellinen toimiminen. Tuotannon tehokkuutta arvioivan TT-luvun tulokset nousivat kaikissa testihankkeissa. (Koskela & Koskenvesa, 2003, p. 36).

Perussa maan suurin rakennusyritys aloitti Last Plannerin kokeilun tehokkaalla ja keskitetyllä koulutuksella kokeilutyömaan henkilöstölle, jonka jälkeen ideologiaa koulutettiin koko henkilöstön käyttöön. Yritys on saanut siirrettyä painopisteensä menetelmän mukaisesti valmistelemaan suunnitteluun, viikkosuunnitteluun ja jopa päiväsuunnitteluun. Hyötyinä havaittiin menetelmää käyttäneiden kohteiden toteutuneen katteen ylittäneen budjetoidun katteen, mutta hyödyllisyysmittauksia ei toistettu useissa kohteissa, sillä niitä ei pidetty tarvittavina. (Koskela & Koskenvesa, 2003, pp. 36- 37).

Yhdysvalloissa eräs useassa osavaltiossa toimiva perheyrittäjä on soveltanut Last Planner –menetelmää omassa rakennustoiminnassaan. Ennen täysivaltaista käyttöönottoa menetelmää sovellettiin kokeellisissa pienissä hankkeissa. Yritys koulututti henkilöstönsä kaksipäiväisellä kurssilla ja loi vaatimuksen aliurakoitsijoiden sopimuksiin, sitouttaen urakoitsijat noudattamaan yrityksen tuotannonohjausmenetelmää. Yritys on luonut myös menetelmän pohjalta omille työmailleen tavoitteeksi pitää TTP yli 80 %:n. (Koskela & Koskenvesa, 2003, p. 37).

Ulkomaisten kokeilujen yhteisenä piirteenä havainnoitiin tuotannonohjausmenetelmän systemaattinen käyttöönotto kaikissa tutkituissa yrityksissä. Tällä voidaan todeta menetelmän hyötyä käytännössä. Myös käyttöönototavat olivat tutkituissa yrityksissä hyvinkin säännönmukaisia ja noudattivat kaaviossa 3.1 esitettyä tuotannonohjausmenetelmän käyttöönottomallia. (Koskela & Koskenvesa, 2003, p. 38).

Aiempiin mainittuihin tutkimuksiin verrattuna aiheesta on tehty myös tarkempia jatko-tutkimuksia Last Planner ja LEAN –toimintamallien yleistyttyä maailmalla. Yksi näistä oli pääosin Iso-Britannian rakennusyritysten tuotannonohjaukseen liittyvä ja se nosti esille aiemmista positiivisemmän sävyn saaneiden tutkimusten sijaan enemmän itse menetelmän kehitykseen liittyviä ideoita ja palautetta. Tutkimuksen viidestä yrityksestä kaikki ottivat käyttöönsä viikkosuunnittelumallin, mutta ongelmia havaittiin rakentamisvaihesuunnittelun tekemisessä menetelmän mukaisesti ja vastuun kantamisessa aikataulusuunnittelun osalta. Menetelmän käyttöönoton ongelmiksi todettiin riittämätön koulutus asiaa koskien ja aliurakoitsijoiden henkilöstön vaihtelevuus, jolloin pysyvää osaamista menetelmälle ei työmaalla ollut. (Dave, et al., 2015).

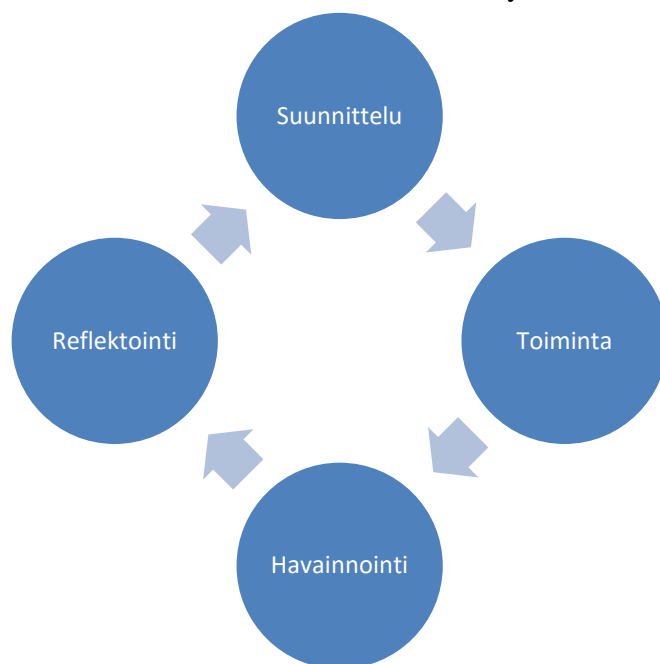
4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tämän tutkimuksen toteutus suoritettiin johdanto –luvussa esitetysti kohdeyrityksen case –kohteelle tutkimusotteeltaan konstruktiivisena toimintatutkimuksena. Tutkimuksessa testataan esitetyn teorian toimintamalli kohteen työmaan toiminnassa. Toteutus tapahtuu tällöin toimintaa muuttavista tapahtumista, aineistoin keruusta ja sen käsitte-lystä.

Tutkimus toteutettiin kohdeyrityksen case-kohteella, rakennustyömaalla Helsingissä. Kohdeyritys toimi jaetussa urakkamuodossa työmaan pääurakoitsijana kohteessa, jossa vanhoista kiinteistön tiloista saneerattiin uusia ja eri käyttötarkoituksiin soveltuvia tiloja.

4.1 Suoritus

Tutkimuksen toteutus noudattaa toimintatutkimukselle tyypillistä sykliä, jossa jokaisen uuden kierroksen aikana pyritään parantamaan olemassa olevia tuloksia. Syklin vaiheet ovat suunnittelu, toiminta, havainnointi ja reflektointi. Syklin saavuttaessa loppunsa, alkaa se jälleen alusta jatkuvasti lisäten koko ajan tietoa ja ymmärrystä muutosta kohtaan. Tutkimuksessa siis toteutetaan samaa aikaa tutkimus sekä käytännön muutos. Kaaviossa 4.1 on havainnollistettu toimintatutkimuksen syklinen rakenne.



Kaavio 4.1 Toimintatutkimuksen sykli. Muokattu lähteestä (Costello, 2007)

Ensimmäisessä toteutuksen suunnitteluvaiheessa Last Planner –menetelmään pohjautuvan mallin teoreettinen toiminta selvitettiin ja selostettiin case-kohteen osapuolille, valittu toimintatapa ohjeistaen. Toisessa vaiheessa työmaa toimi itsenäisesti sille valittujen toimintamallien mukaisesti luoden menetelmään pohjautuvaa toimintaa käytännössä. Havainnointi- ja reflektointivaiheet toteutuivat limittäin case-kohteen toiminnassa tutkimuksen aikana. Havainnointi oli työmaan henkilöstön valitun henkilön toimesta jatkuvaa ja keskustelevaa muun henkilöstön kanssa työmaan toiminnan ohessa. Reflektointi tapahtui havainnoinnin yhteydessä työmaan henkilöstön keskuudessa käydyillä keskusteluilla useasti viikossa.

Työmaalle luotiin Last Planner –menetelmän viikkopalaverikäytäntöä tukeva aineisto, jota käytettiin tutkimuksen välineenä. Luotu aineisto ei ole osa analysoitavaa tutkimusdataa vaan sen keräämistä edesauttava apuväline. Tutkimuksessa kerätty aineisto on osa viikkopalavereista poimittuja havaintoja ja toiminnan havainnointi- ja reflektointivaiheista koottua tietoa.

4.1.1 Käyttö

Last Planner – menetelmään pohjautuva toimintamalli otettiin käyttöön työmaan toiminnassa noin kaksi kuukautta työmaan alkamisen jälkeen. Työmaalla otettiin käyttöön hajautetusti viikkosuunnittelu, valmisteleva suunnittelu ja rakentamisvaihesuunnittelu. Taulukossa 4.1 on havainnollistettu tutkimuksen ajalliset tiedot menetelmien jalkauttamiselle suhteessa työmaan alkuun.

Taulukko 4.1 Case-kohteen tutkimuksen tiedot

Vaihe	Aika
Työmaan aloitus	Viikolla 1
Tutkimuksen aloittaminen	Viikolla 7
Viikkosuunnittelun käyttöönotto	Viikolla 9
Valmistelevan suunnittelun käyttöönotto	Viikolla 9
Rakentamisvaihesuunnittelun käyttöönotto	Viikolla 30
Tutkimuksen päättäminen	Viikolla 35
Tutkimuksen kokonaiskesto	29 viikkoa
Viikkosuunnittelun kesto	27 viikkoa
Valmistelevan suunnittelun kesto	27 viikkoa
Rakentamisvaihesuunnittelun kesto	6 viikkoa

Viikkosuunnittelu ja viikkosuunnittelun toteutuksen valvonta.

Toimintamallin käyttöönotolle kohteessa pidettiin aloituspalaveri, jossa osapuolet perehdyttiin toiminnan tavoitteisiin ja hyötyihin sekä tapaan toimia. Aloituspalaveri on toimintatutkimuksen tyypillinen ensimmäinen askel vallalla olevan toimintamallin

muuttamiseksi. Aloitustilaisuudessa olivat läsnä työmaapäällikkö, rakennuttajan edustajat, sivu-urakoitsijoiden projektien johtajat, tutkija ja tutkimuksen ohjaaja kohdeyrityksestä. Tilaisuudessa tutkimuksen ohjaaja esitteli aikataulun hallinnan menetelmän yleisellä tasolla ja sen toiminnan osana työmaan toimintatapaa.

Muutama viikko ensimmäisen aloitustilaisuuden jälkeen, pidettiin toinen aloitustilaisuus johon osallistui kaikkien työmaalla toimivien urakoitsijoiden työnjohtajat ja työmaan työnjohtajat, aiemmassa kokouksessa mukana olleiden osapuolien lisäksi. Tilaisuudessa perehdyttiin urakoitsijat vastaavalla tavalla työmaan aikataulun hallinnan toimenpiteisiin ja tapoihin sekä sillä haettavaan hyötyihin. Tilaisuudessa esiteltiin työmaalle luotu lomakepohja, jonka käytöllä noudatetaan Last Planner -menetelmän toimintatapoja viikkosuunnittelun ja valmisteleavan suunnittelun osalta. Molemmat työnsuunnittelumenetelmät koulutettiin esimerkein ja yksityiskohtaisesti urakoitsijoille, jotta niiden käyttö oman työn suunnittelussa olisi mahdollista ja helppoa. Urakoitsijoiden tavoitellun uudenlaisen toiminnan yhdistämiseksi tutun vanhan toimintamallin kanssa suunnittelumalli luotiin urakoitsijoiden työvaiheilmoituspöytäkirjan sisältöön integroiden. Viikkosuunnitelmissa tuli ilmoittaa työvaiheilmoituksen osana:

- Urakoitsijan nimi
- Tehtävien vastuuhenkilö
- Tehtävien kuvaus ja sijainti
- Työn aloitus edellytysten tilanne
- Tehtävien kesto ja tavoiteltu kokonaissuoritus.

Laadittujen suunnitelmien toteutusta valvottiin pääurakoitsijan ja urakoitsijoiden toimesta seuraaville menetelmillä:

- Tehtävien toteutumisen arviointi, toteutuiko vai ei
- Suunnitelmien mukaisen toteuttamatta jäämisen syyt
- Tehtävien toteutuminen prosenttiosuuksina.

Urakoitsijoiden laatimat viikkosuunnitelmat käytiin läpi omassa aikataulupalaverissaan kohdeyrityksen määrittämänä ajankohtana. Palaverissa käytiin läpi edellisen viikon tehtävien onnistuminen sekä kerrattiin tulevan viikon tehtävät ja sovitut alkavat työt. Palaveriin edellytettiin osallistuvaksi kaikki työmaalla toimivat urakoitsijat, joiden työt vaikuttavat kohteen yleisaikataulun etenemiseen. Case-kohteessa ei katsottu Last Planner –menetelmän käyttämisen TTP-luvun tuottavan suurta etua työmaan etenemiselle, joten sen käyttö ja laskeminen jätettiin lähtökohtaisesti kokonaan pois viikkosuunnittelun seurannan sisällöstä.

Tutkimuksen puolesta välissä urakoitsijoiden käytössä oleva viikkosuunnittelupohja päivitettiin käyttäjäystävällisemmäksi ja toiminnaltaan selkeämmäksi. Tällöin myös aikataulusuunnittelun merkitystä painotettiin omassa erillisessä palaverissa, jossa päivitetty ilmoituspohja käytiin läpi ja toimintatapaa tehtiin selvemäksi myös työmaan uusille urakoitsijoille entistä vahvemmin. Uudet urakoitsijat perehdyttiin aikataulusuun-

nitteluun aloituskokouksen yhteydessä ja ensimmäisessä aikataulupalaverissaan. Uudeksi urakoitsijoiden sisällöksi ilmoituksiin muotoutui tällöin:

- Urakoitsijan nimi
- Tehtävien vastuuhenkilö
- Työryhmät
- Tehtävien kuvaus ja sijainti
- Työn aloitus edellytysten tilanne
- Tehtävien kesto ja tavoiteltu kokonaissuoritus
- Tehtävien valmiustaso
- Urakoitsijan kommentit työtilanteeseen liittyen.

Uusi pohja luotiin vanhaa parantaen, luoden sitä visuaalisesti helpommin omaksuttava ja urakoitsijan oman työn suunnittelua helpottava.

Valmisteleva suunnittelu.

Viikkosuunnittelun ohella valmistelevan suunnittelun samanaikaiselle käyttöönotolle kohteessa pidettiin aiemmin mainittu yhteinen aloituspalaveri, jossa osapuolet perehdyttiin valmistelevalla suunnittelulla oleviin tavoitteisiin ja hyötyihin sekä toimintamalliin. Aloitustilaisuuden ollessa sama kuin viikkosuunnittelulla olivat läsnäolijat samat.

Viikkosuunnittelun tarvitsemista tiedoista poiketen valmistelevalla suunnittelulla ei tähdätty yhtä tarkkaan työn suorittamiseen. Valmisteleva suunnittelu oli urakoitsijoille keino tunnistaa oman työnsä alkavat työvaiheet eri mesteissa sekä tunnistaa ja poistaa työn aloitusta haittaavia tekijöitä etukäteen omalla ennakoivalla toiminnalla. Valmistelevan suunnittelun sisältö, joka täytettiin osana urakoitsijan työvaiheilmoitusta ja viikkosuunnitelmaa, sisälsi:

- Urakoitsijan nimi
- Tehtävän vastuuhenkilö
- Seuraavan kuuden viikon aikana alkavat tehtävät; kuvaus, sijainti ja aikataulu
- Työn aloituksen edellytysten tarkastuslista; suunnitelmat, sopimukset, koneet ja kalusto, työryhmä, edeltävät ja liittyvät työt, materiaalit, mesta, olosuhteet, turvallisuus, jätehuolto
- Kaikkien edellytysten kunnossa olemisen varmistus ennen töiden aloitusta
- Urakoitsijan kommentit töiden aloitukseen ja edellytyksiin liittyen

Myös urakoitsijoiden käytössä oleva valmistelevan suunnittelun pohja päivitettiin käyttäjätavallisemmaksi ja toiminnaltaan selkeämmäksi. Samoin toimitettiin myös uusien urakoitsijoiden ja menetelmän toiminnan vahvistamisen kanssa. Päivityksen yhteydessä sisällöksi muotoutui muuten sama, vain työn aloitusten tarkastuslista ja ulkoasu päivitettiin:

- Urakoitsijan nimi

- Tehtävän vastuhenkilö
- Seuraavan kuuden viikon aikana alkavat tehtävät; kuvaus, sijainti ja aikataulu
- Työn aloituksen edellytysten tarkastuslista; suunnitelmat, koneet ja kalusto, työryhmä, materiaalit, olosuhteet, mesta sekä edeltävät ja liittyvät työt
- Urakoitsijan kommentit ja tarpeet töiden aloitukseen ja edellytyksiin liittyen sekä niiden ongelmakohdat.

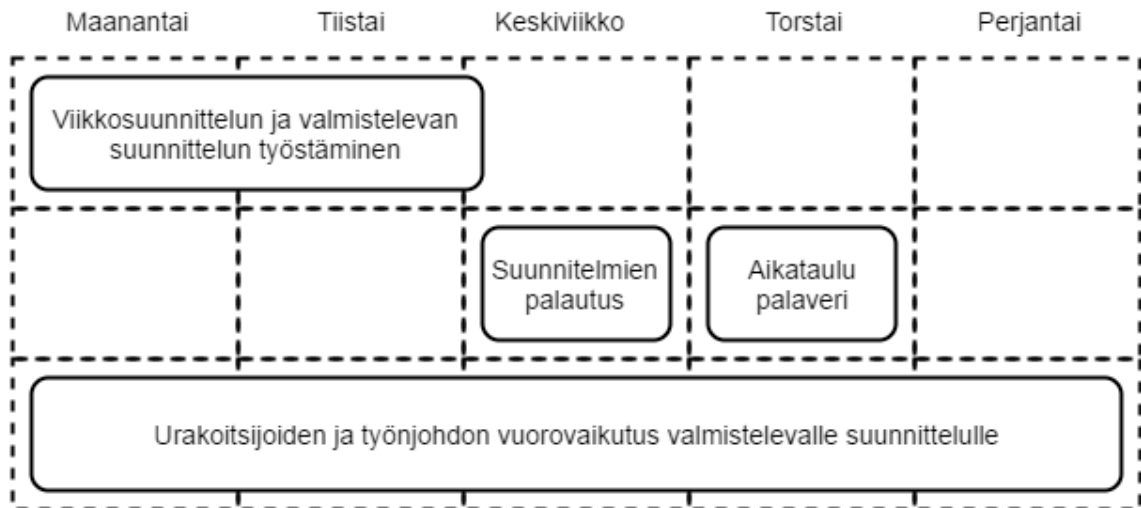
Kohdeyrityksen työnjohto avusti omalla toiminnallaan urakoitsijoita valmistelemaan suunnittelun laadinnassa työviikkojen aikana. Case-kohteen eri alueiden työnjohtajat hoitivat yhteistyössä urakoitsijoiden kanssa viikoittain työvaiheiden valmistelemaa toimintaa.

Viikoittainen toiminta

Työmaalla otettiin käyttöön aikataulusuunnittelua läpikäyvä palaveri. Urakoitsijat toimittivat työvaiheilmoituksensa palaveriin, jossa käytiin läpi viikkosuunnitelmat, valmistelevat suunnitelmat ja tavalliset työvaiheilmoitukset. Suunnitelmat sovittiin palautettavaksi aina vuorokautta ennen palaveria. Case-kohteen käytännöksi muodostui aikataulupalaverin pitäminen torstaisin, ennen urakoitsijapalaveria. Palaverissa käytiin läpi viikkosuunnittelun osalta kuluvan viikon ja aiemman viikon toteutuneet tehtävät sekä tulevan kahden viikon työt. Valmistelemaan suunnittelun osalta käytiin läpi urakoitsijoiden alkavia töitä ja niiden aikataulutusta sekä mahdollisia ongelmia työn aloitukselle. Koottuna palaverin sisältö tiivistyy seuraavasti:

- Edellisen ja kuluvan viikon sovittujen tehtävien täytyminen
- Keskeneräisten töiden syyn selvittäminen
- Alkavan kahden viikon töiden sovittaminen ja edellytysten uudelleen varmistus
- Tulevien työvaiheiden edellytysten tarkastaminen ja järjestys
- Keskustelu ja vuorovaikutus urakoitsijoiden ongelmakohdista ja vaikutukset muihin töihin
- Töiden eteneminen työmaalla kokonaisuutena.

Viikoittaisesta aikataulupalaverista katsottiin tarpeelliseksi luoda muistio, johon kirjattiin kootusti urakoitsijoiden ilmoittamat havainnot ja sovitut tehtävät. Alussa aikataulutilanne havainnoitiin myös pohjakuvilla, jotta urakoitsijat olisivat paremmin selvillä töistään. Käytännöstä luovuttiin kuitenkin muutaman kuukauden kuluttua.



Kuva 4.1 Case-kohteen viikkorutiini aikatauluhallinnassa

Urakoitsijat laativat tulevan kahden viikon viikkosuunnitelman ja valmistelevan suunnitelmansa alkuviikon aikana. Palautetut suunnitelmat tuli toimittaa keskiviikkoon puoleenpäivään mennessä, jotta niiden läpikäymiseen ja kokoamiseen torstaisin pidettyyn aikataulupalaveriin jäi riittävästi aikaa. Kuvassa 4.1 on havainnointu työmaan ja urakoitsijoiden viikoittaista rutiinia case-kohteessa, siten että viikoittaisten suoritteiden lisäksi case-kohteessa urakoitsijat ja työnjohto toimivat jatkuvassa vuorovaikutuksessa urakoitsijoiden valmistelevaan suunnitteluun liittyvissä asioissa ja töiden tilanteen etenemisessä.

4.1.2 Aineiston hankinta

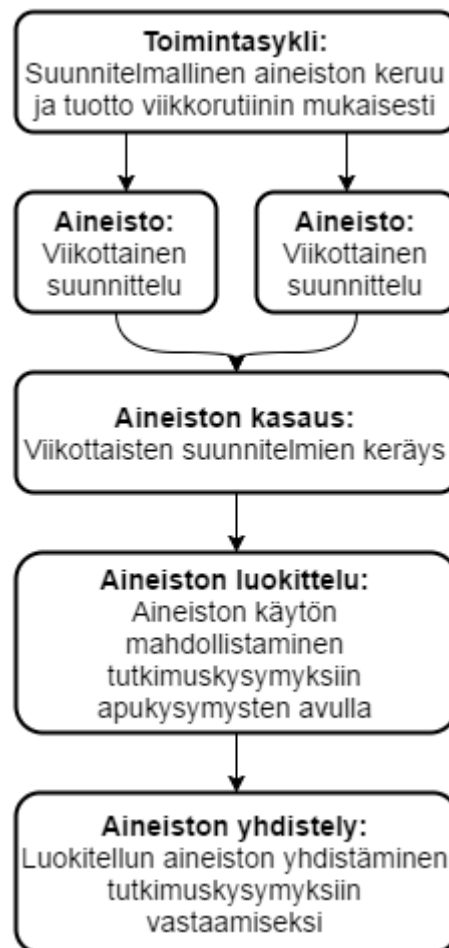
Tutkimuksen aineisto kerättiin toimintatutkimuksella case-kohteen laadullisista dokumenteista. Tässä tutkimuksessa case-kohteen aineisto koostui pääosin urakoitsijoiden työvaiheilmoituksista ja niiden läpikäynnistä aikataulupalaverissa, jossa laaditut suunnitelmat käytiin läpi urakoitsijoiden työnjohtajien kanssa. Saatu tieto kerättiin palaverimuistioon, joka sisälsi viikoittaisen toiminnan mukaiset kokouksessa läpikäydyt asiat: edellisen ja kuluvan viikon sovittujen tehtävien täyttymisen, keskeneräisten töiden syiden selvittämisen, alkavan kahden viikon töiden sovittaminen, työn aloituksen edellytysten varmistuksen, tulevien työvaiheiden edellytysten tarkastamisen ja järjestyksen, keskustelut urakoitsijoiden ongelmakohtista ja vaikutukset muihin töihin sekä töiden kokonaisen eteneminen työmaalla. Tästä koostettua dokumenttia voidaan pitää tutkimuksen aineistosta monipuolisimpana ja tärkeimpänä.

4.1.3 Aineiston käsittely

Tutkimuksen laadullista aineistoa käsiteltiin analyttisesti, tutkimustavalle tyypillisellä syklillä jatkuvasti lisäten koko ajan tietoa aiemmin saadusta aineistosta ja käyttäen sitä

hyödyksi tutkimuksen aikaisissa muutoksissa. Luodun aineiston ja tutkimuksen syklin toistuvuudella pystyttiin aineistosta löytämään aineiston analysoinnissa tarvittavat samankaltaisuudet, vaihtelut ja poikkeamat. Tämän tutkimuksen aineiston sisältö, jota käytettiin konstruktiiivisesti tutkimuksen ohella, oli urakoitsijoiden ilmoituksen ja aikataulupalaverin sisällön muodostama kokonaisuus. Tästä aineistosta konstruktiiivisella metodilla poimittiin työmaan viikkorutiinin mukaisesti korjattavat ja haasteelliset kohdat, jotka vaativat toimenpiteitä.

Syklisessä mallissa aineistosta tehtyjä johtopäätöksiä ja toimenpiteitä luotiin viikoittain. Kerätyn aineiston luokittelu toteutettiin tutkimuskysymysten määrittämässä tarvittavassa laajuudessa siten, että aineistolla voitiin vastata tutkimuskysymyksiin avustavien tutkimuskysymysten avulla. Viikoittaisista ja luokitelluista tuloksista yhdisteltiin aineisto, jolla pyrittiin vastaamaan tutkimukselle asetettuihin tutkimuskysymyksiin.



Kuva 4.2 Tutkimuksen aineiston käsittely

Kuvassa 4.2 on esitetty tutkimuksen aineiston käsittelymalli, alkaen toimintatutkimuksen syklisestä mallista useaa aineisto tuottaen, aineiston lopulliseen yhdistelyyn tutkimuskysymyksiä varten asti.

4.2 Kohdeyritys ja työmaa

Kohdeyritys on Suomen johtava projektinjohtourakoitsija, jonka toiminta perustuu toimitila-, asunto-, infra- ja logistiikkakohteiden rakentamiseen ja kehittämiseen. Yhtiön toiminnan pääalue on Suomi, mutta lisäksi toiminta-alueita sijaitsee Venäjällä sekä Virossa.

Kohdeyritykselle tyypilliset hankkeet ovat yleensä oman hankekehityksen omaperusteisia hankkeita tai projektinjohtourakoinnilla toteutettavia urakoita, jotka kohdeyrityksen henkilöstö verkostoineen toteuttaa tehokkaasti yrityksen sisäisellä toimintamallilla.

Case-kohde on toimitilakohde, jossa laajennettiin kiinteistössä jo käytössä olevia opetustiloja ja muutetaan olemassa olevat opetustilat pysyviksi. Hanke on kokonaispinta-alaltaan n. 26 500 m², josta tehtävän laajennuksen osuus on 1 500 m² ja muutostyön osuus 25 000 m². Kohde sijaitsee pääkaupunkiseudulla kantakaupungin alueella. Kohde koostuu neljästä lohkoista ja kahdesta vaiheesta.

Case-kohde on kohdeyritykselle toiminnallinen muutostyö –hanke, johon liittyy kattava talotekninen ja rakenteellinen peruserän. Case-kohteen urakkamuoto oli jaettu urakka, jossa talotekniset työt on jaettu pääurakan sivu-urakoiksi. Kohde luovutetaan kahdessa eri vaiheessa tilojen käyttötarkoituksen jakautumisen mukaan. Eri vaiheiden työt limittyvät työmaalla päällekkäisinä työvaiheina, siten että molempien vaiheiden osissa työt ovat samanaikaisesti käynnissä.

Haasteita kohteessa loi urakkamuoto, joka teki talotekniikkaurakoitsijoiden johtamisesta tavallista haastavampaa ilman suoranaista sopimussuhdetta. Ongelmia ilmeni myös rakennushankkeille tyypilliseen tapaan urakkarajojen rajapinnoilla ja suunnitelmapuutteiden ja epäselvyyksien kanssa, jotka ovat korjausrakennuskohteelle ominaisia.

5 LAST PLANNER –TOIMINTAMALLIN HYÖDYNTÄMINEN CASE-KOHTEESSA

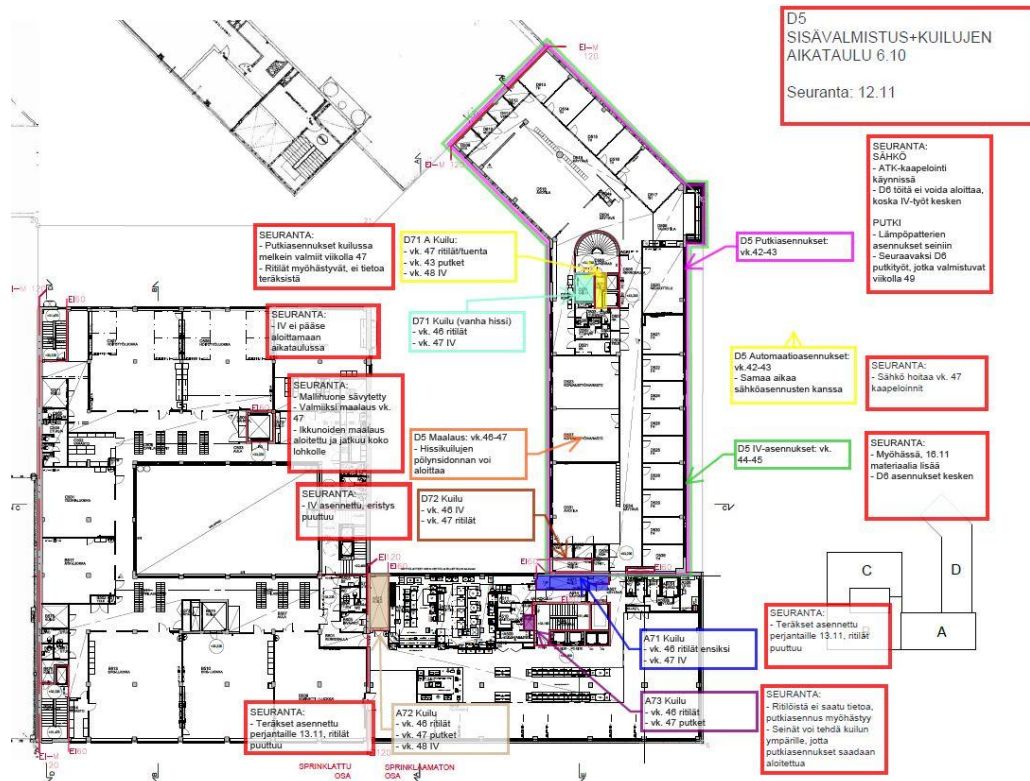
Tässä luvussa esitetään tutkimuksen tulokset. Tulokset esitetään suoritustavasta aloittamisen ja sen teorianmukaisuuden kautta siirtyen menetelmän käytössä ilmenneisiin ongelmiin sekä sillä saavutettuihin hyötyihin.

5.1 Menetelmän käyttöönotto työmaalla

Case-kohteelle kehitetyn aikataulunhallinnan työkalun ensimmäinen versio muodostettiin Last Planner –malliin perustuen. Sen ajatuksena oli toimia aikataulunhallinnan kontrollointityökaluna, luoden visuaalisen valvontatyökalun aikataulun etenemiselle pohjakuvavinjettinä. Alkuperäisenä ajatuksena oli työkalun luominen, johon työnjohtajat tai aikataulusta vastaava henkilö pystyisivät helposti kirjaamaan tehtävien etenemisen tarkalla sijainnilla, pystyen samalla määrittämään ja havainnoimaan koko osalohkon muiden töiden etenemistä ja niihin heijastuvia vaikutuksia. Tämä luotu dokumentti oli tarkoitus saattaa kaikkien osapuolten näkyville ja helposti saatavaksi.

Työkalun ensimmäinen aikataulupalaverin pohjalta luotu versio, jossa aikataulua havainnoitiin pohjakuvavinjettinä, toimi visuaalisesti hyvin aikataulun käsittelyssä. Ongelmaksi muodostuivat työkalun käytön tarkastus ja päivitys sekä toimenpiteiden suuret määrät ja vaihtelevuudet tehtäväkohtaisesti osakohteissa. Tämä aiheutti osakohteille luotujen dokumenttien kokonaisuuden muodostumisen massiivisen suuriksi ja epäselviksi kokonaisuuksiksi. Vastaavasti työvaiheiden lisääntyessä osalohkolla dokumentin tiedon määrän kasvu muutti sisällön epäselväksi, vaikeuttaen työkalun käyttöä.

Työkalun ensimmäinen aikataulupalaverin pohjalta luotu versio koottiin yhdeksi kokonaisuudeksi ja dokumentin liitteiksi lisättiin kokouksen kulun mukaisesti päivitetty pohjakuvavinjetti. Dokumentti liitteineen jaettiin sähköisesti osapuolten käyttöön tiedon leviämisen maksimoimiseksi ja pohjakuvat tulostettiin myös paperisina versioina työmaatoimiston seinälle. Kuvassa 5.1 on havainnollistettu käytössä ollut, tulostettu pohjakuvavinjetti.



Kuva 5.1 Aikataulunhallinnan työkalun ensimmäisen version pohjakuvavinjetti

Työmaan edetessä toteutettiin työkalun käytön seuranta sekä jatkettiin aikataulunhallinnan prosessin kehittämistä case-kohteessa aikataulunhallinnan kirjallisuuden ja niiden avulla tehtyjen havaintojen pohjalta. Tavoitteena oli kehityksen jatkuvuuden ylläpitäminen sekä aikataulunhallinnassa esiintyneiden työnaikaisten ongelmien selvittäminen. Luotu työkalu toi kaikkien osapuolien tietouteen töiden etenemisen ja työvaiheiden muodostaman kokonaisuuden sekä niiden ajalliset vaikutukset muihin työvaiheisiin. Viikoittainen palaverikäytäntö, jossa aikataululliset asiat käytiin omana kokonaisuutenaan läpi, pakottivat osapuolet huomioimaan aikataulullista töiden etenemistä ja sen tarkkailua. Hallintaprosessin viikoittaisella kehityksellä tavoiteltiin informaation kulun lisäksi myös paremman tai hiotumman menetelmän löytämistä. Kirjallisuuden ja työmaalla syntyneiden ajatusten perusteella aikataulullisten asioiden käsittelyä palaverissa muutettiin loogisemmaksi ja vastaamaan paremmin pohjakuvavinjettien luomaa osalohkokokonaisuutta. Tällä parannettiin sisävalmistusvaiheen töiden limittymisen seuranta osalohkossa, poistaen aiemmin käytössä ollut urakoitsijalähtöinen asioiden käsittelyjärjestys.

Noin tutkimuksen puolesta välissä, esiteltiin päivitetty versio työvaihe ilmoituksesta, jolla kerättävää dataa aikataulunhallinnalle pystyttiin paremmin käsittelemään. Parannukset pohjaan tehtiin työmaalla tehtyjen havaintojen ja kirjallisuuden pohjalta, kuten kehitysprosessille oli asetettu tavoitteeksi. Luotu sisältö on esitelty kohdassa 4.1.1. Päivityksen tuomat muutokset olivat, työnaloitusten tarkastuslistaa lukuun ottamatta, ulkoista olemusta ja helppokäyttöisyyttä sekä selvyttä parantavia. Työkalulla pystyttiin

tällöin entistä paremmin perehdyttämään uusia urakoitsijoita toimintatapaan sisälle. Muutospäivityksen yhteydessä jätettiin pohjakuvavinjetti pois käytöstä, työmaan aikataulunhallinnan osana. Pohjakuvavinjettiä pidettiin tehokkaana aikataulun havainnollistamismenetelmänä, mutta vaatima työpanos koettiin työmaalla sen hyötyarvoa pienemmäksi ja päivitystä liian vaivalloiseksi. Liitteessä 1 on esitetty case-kohteessa käytössä ollut työvaiheilmotus, jolla kerättiin urakoitsijoilta tarvittavaa aikataulun hallinta tietoa. Liitteessä 2 on esitetty lopullisen muotonsa saanut aikataulupalaverin muistio, jonka avulla case-kohteen aikataulua tutkimuksen ajan ohjattiin.

5.2 Käyttö prosessin mukaisesti

Aikataulunhallinnan mallien perusteella luodun toimintamallin ja työkalun käytön vaiheita ja toimintaa seurattiin tutkimuksen asettamien rajojen sisällä. Aikataulunhallinnalle kirjallisuuden esittämä teoreettinen malli ei itsessään tue arvioinnin tekoa, mutta mahdollistaa tiettyjen vaiheiden tunnistamisen käyttöönoton etenemisessä. Käyttöönotto pohjaa toimintansa kirjallisuuden ilmoittamiin malleihin, joten niiden käyttäminen tutkimuksen suunnan arvioimissa on validia. Taulukkoon 5.1 on kerätty Last Planner –menetelmän ydinkohdat, joita luodussa toimintamallissa pyrittiin noudattamaan.

Taulukko 5.1 Last Planner –menetelmän sisällön käyttöönotto case-kohteessa

Last Planner -menetelmä	Case-kohteessa käyttö
Rakentamisvaihesuunnittelu	Osittainen käyttöönotto
Valmisteleva suunnittelu	Käyttöönotettu
Viikkosuunnittelu	Ei käyttöönotettu
Aikataulun yhdessä suunnittelu	Käyttöönotettu
Jatkuva prosessin kehittäminen	Käyttöönotettu

Prosessin mukainen rakentamisvaihesuunnittelu otettiin työmaalla käyttöön vain osittain. Kaikkien osapuolten kanssa yhdessä luotua aikataulua työmaalla ei tehty, vaan työmaan suuren osalohkon sisävalmistustöille luotiin oma aikataulunsa, joka käytiin läpi vain kohteen sivu-urakoitsijoiden kanssa. Tässä tapauksessa osapuolien saattamista saman pöydän ääreen asiasta keskustelemaan ei tehty suoritettu, vaan kommentit kerättiin yksipuolisesti jokaiselta sivu-urakoitsijalta.

Valmisteleva suunnittelu otettiin käyttöön työväliseen osana välittömästi tutkimuksen alkaessa. Valmistelevan suunnittelun merkitystä painotettiin palavereissa ja sillä saatiin selvyttä palavereissa läpikäytyihin ilmoitettuihin ongelmiin töiden etenemisessä. Valmistelevan suunnittelun käyttöä selkeytti työkaluun tehty muutos, joka lisäsi ennakkosuunnittelua entuudestaan, tavoitteensa mukaisesti. Kuitenkaan kaikkia urakoitsijoita ei saatu noudattamaan oman työnsä ennakkosuunnittelua teoreettisen mallin mukaisesti.

Valmistelevan suunnittelun mukaisista esteistä töiden aloitukselle voitiin taulukoida urakoitsijoiden ilmoittamat syyt taulukon 5.2 antamalla suhteella. Urakoitsijoiden ilmoittamista syistä havaitaan, että usein syyksi ilmoitettiin muista urakoitsijoista johtuvat tekijät. Myös suunnitelmamuutosten ja puutteiden aiheuttamat tekijät nousivat merkittäviksi.

Taulukko 5.2 Case-hankkeen toteuttamatta jääneiden tehtävien tyypillisimmät syyt

Syy	Havaintokerrat
Epäselvät ohjeet	X X
Liian pieni vahvuus	X
Toimitus ongelma	X
Suunnitelma muutokset	X X X X X X X X
Liikaa mestoja	X X X X X X
Liian myöhään huomioitu	X
Epäselvät vaatimukset	
Edeltävät työt	X X X X X X X X X X X X
Tavoitteessa ei pysytty	X X X X X
Epäselvät rajaukset	
Korjaukset	X X X X X X
Muut syyt	X
Poissaolo	
Suunnittelemta jäänyt työ	

Prosessin mukaista viikkosuunnittelua työmaalla ei otettu käyttöön. Tutkimuksen alussa tavoiteltiin viikoittaista suunnittelua mukaan toimintaan, mutta jätettiin pois jo alkuvaiheessa, johtuen korjausrakennuskohteelle tyypillisistä seikoista. Viikkosuunnittelun merkityksen painotus sivuutettiin myös uuden työvaiheilmoituspohjan vuoksi, sillä uusi pohja ei täysin tukenut tarkkaa päiväkohtaista työnsuunnittelua. Tämä koettiin kuitenkin työmaalla tehtyjen havaintojen perusteella parhaaksi toimintamalliksi kohteessa.

Menetelmän mukaista aikataulun yhdessä suunnittelua käytettiin case-kohteessa alusta lähtien. Käytössä ollut aikataulupalaveri mahdollisti kaikkien osapuolien suoran kontaktin toisiinsa, asioista yhdessä sopimisen ja vaikuttamisen omiin tehtäviin liittyvissä toimenpiteissä. Ongelmatilanteita pystyttiin osittain ennakoimaan ja asioita sujuvoitettiin sopimalla ja puhumalla, kun ne olivat ennakkoon tiedostettuja. Eri työvaiheiden rajapinnoissa liittyvät työt sekä ongelmakohtien hoitaminen, yhteistyössä käynnissä olevien työvaiheiden kanssa, saatiin toteutettua onnistuneesti toimintamallin ansiosta.

Jatkuva prosessin kehittäminen oli osana toimintamallia alusta asti. Tutkimuksen alkupuolella kehitys oli nopeampaa ja viikoittaiset muutokset suurempia kuin loppuvaiheessa, kun toimintamalli oli hioutunut case-kohteen hanketyypille suotuisammaksi.

Menetelmän tavallisten toimintojen vastaisesti case-kohteessa ei saatu käyttöönotettua yhtä isoa aikataulua, joka olisi kaikkien osapuolien saatavilla työmaalla esimerkiksi

työmaatoimistossa. Tämän tyyliässä aikataulussa käytyjen asioiden visualisointi on tehokasta ja havainnollistavaa. Case-kohteessa aikataulua havainnollistettiin pääasiassa aikataulupalaverista tehdyllä tekstipohjaisella muistiolla. Myöskään työn toteutumisessa käytettävää TTP-lukua ei case-kohteessa otettu käyttöön johtuen siitä, että sen arvoa ei koettu työmaan kokonaistoiminnan osalta hyödyllisenä.

5.3 Ilmentyneet ongelmat

Rakentamisvaihesuunnittelussa ilmeni ongelmia osapuolten yhteen saattamisessa saman pöydän ääreen aikataulun luomiseksi. Osapuolet eivät nähneet sitä oman toimintansa kannalta merkityksellisenä. Luodun rakentamisvaihesuunnitelman läpikäyntiä urakoitsijoiden kanssa haittasi kohteen urakkamuoto, jossa koettiin vain kohteen sivu-urakoitsijoiden näkemyksen olevan tärkeä aikataulun toteutumisen kannalta jättäen tällöin tavalliset aliurakoitsijat arvottomaan asemaan aikataulun luonnin yhteydessä.

Valmisteleva suunnittelun yhteydessä ongelmina havaittiin urakoitsijoiden ymmärtämättömyys menetelmän käytön merkityksestä, johtuen oletettavasti heikosta perehdyttämisestä. Alustavana oletuksena töille arveltiin olevan, että töiden suorittaminen alusta loppuun olisi ollut mahdollista ilman ristiriitoja omalle työlle. Myöskin urakoitsijoilla oli vaikeuksia oppia pois omasta ilmoitus pohjastaan tai vanhasta tavasta toimia ja ilmoittaa asioita työmaalla. Viikoittaisesta palaverikäytännöstä ja toimintavan noudattamisen vaatimisesta huolimatta, ei uutta toimintatapaa saatu sisällytettyä osaksi osan urakoitsijoiden toimintaa. Vaikutukset vanhan mallisella toiminnalla olivat työn valmistelevaa suunnittelua haittaavat, sillä usein tulevia töitä ei suunniteltu ennakkoon, ennen kuin osalohkolla oli työt aloitettu. Aliurakoitsijoiden sitouttaminen palaveri käytäntöön oli vaikeaa ja tämä aiheutti tutkimuksen edetessä sen, että pääurakoitsija vastasi osaltaan kaikkien rakennusteknisten töiden valmistelevasta suunnittelusta, koska toimintamallia ei saatu laajalti käyttöönotettua suunnitellun mukaisesti. Tämä vaikutti kohdeyrityksen toimintaan toimintamallin ylläpitämisessä negatiivisesti johtuen suuresta valmistelevan suunnittelun työmäärästä.

Viikkosuunnittelun käyttöönotossa jo alkuvaiheessa suurimmaksi ongelmaksi nousi urakoitsijoiden oman toiminnan suunnitelmallisuuden puute. Tämä heijastui viikoittaisen suunnittelun käsittelemättä jättämiseen, mikä jäi käytännön toimintatavaksi loppu-tutkimuksen ajaksi. Viikkosuunnittelun käyttöönoton vahvistamista tai uusimista haittasi korjausrakennuskohteelle tyypilliset päivittäiset rakenteelliset sekä suunnitelma puutteista johtuvat löydökset vaikeuttaen viikoittaisen suunnittelun paikkansa pitävyyteen. Tällöin jokaiselle päivälle löytyi poikkeuksetta aina päiväkohtaista työsuunnitelmaa haittaavia tekijöitä, joiden huomioon ottaminen viikoittaisessa palaverissa olisi ollut henkilötyötunteja ja resursseja kuluttavaa..

Aliurakoitsijoiden oman työnjohdon vastuu työn suorituksesta ja suunnittelusta siirtyi tutkimuksen edetessä pois osasta urakoitsijoiden omaa toimintaa. Suunnittelun kuormittuminen, teoreettisen mallin vastaisesti aiheutti ongelmallisuutta töiden sujumisessa ja tiedon kulussa tutkimuksen loppupuolella. Perinteisen yhdessä suunnittelun mallin mukaisen toiminnan kannalta käytössä ollut toimintamalli oli osittain ongelmallinen kokouspäivän suhteen. Tuotannonohjausmallin teorian mukaan alkuvuikolla pidetty lyhyt kokous tulevasta toiminnasta ja loppuvuikosta pidetty kokous tehdyistä suoritteista on aikataulunhallintaa tukevaa. Tällöin yhden kokouksen toimintamallia ei voitu pitää tehokkaimpana tapana. Tutkimuksessa käytetyn palaverin yhteydessä havaittiin läpi käytyjen asioiden määrän kasvavan liiaksi ja kokouksen mielenkiinnon ylläpidon vaikeutuneen sille määrättyissä aikarajoissa.

Jatkuva prosessin kehittäminen sujui ongelmitta tutkimuksen alussa. Kuitenkin alkuvaiheessa tehdyt valinnat toimintamallille loivat pohjan, joka ei parhaimmalla mahdollisella tavalla noudattanut visuaalista aikataulunhallintatapaa. Tämän toimintatavan muuttaminen tutkimuksen aikana havaittiin liian suureksi, sillä kokonaan urakoitsijoille esiteltävän vastaavanlaisen toimintamallin jalkauttaminen olisi ollut haastavaa. Seuraukset olivat koko toimintamallin muotoutumista ja jatkuvaa kehittämistä haittaavia.

Käytettävän suuren aikataulun luominen kohteelle oli haastavaa. Alkuvaiheessa, kun töitä ei ollut käynnissä kuin muutamalla osalohkolla ei haastetta olisi ollut. Tutkimuksen edetessä ja kun käyttöön otettu toimintamalli oli vakiinnuttanut asemansa, oli töitä käynnissä jo useilla osalohkoilla. Tällöin luodun aikataulumatriisin rivimäärä olisi noussut yli 40 riviin ja työmaatiloihin ei tilan puutteista johtuen ollut tarjota seinätilaa toiminnan edellyttämälle aikataulumatriisille pystysuunnassa. Vastaavasti matriisin leveys olisi aiheuttanut vaikeuksia, jos työt olisi suunniteltu kolmen kuukauden päähän. Visuaalisen aikataulun puutteen takia urakoitsijoiden sitouttaminen oman työnsä aikataulun pitämiseen ei ollut yhtä vahvaa. Jos urakoitsijat olisivat itse tehneet ilmoittamansa toimenpiteet kaikkien nähtävillä olevaan aikatauluun itse, olisi niissä pysyminen ollut mahdollisesti sitovampaa.

Osapuolten sitouttamisen aikataulunhallintatapaan lisäksi, myös oman henkilöstön sitouttaminen koettiin case-kohteessa haastavana. Kohteessa oli asetettu yhden henkilön vastuulle aikataulun hallinta ja tämä vaikutti työnjohdon sitoutumiseen aikataulullisessa tuotannonohjauksessa. Myös henkilöstön perehdyttäminen uuden toimintatavan mukaiseen toimintaan havaittiin haastavaksi, sillä osa työnjohdosta suhtautui kriittisesti uuteen tuotannonohjaustapaan, vaan veivät töitä eteenpäin tutuilla menetelmillä. Oman henkilöstön sitouttamista työmaalla ei edesauttanut aikataulusta vastaavan henkilön ja tutkimuksen suorittajan kokemattomuus työmaalla sekä tutkitusta aiheesta.

5.4 Saavuttu hyöty

Tavoiteltu hyöty tuotannonohjaukselle ja –suunnittelulle aikataulunhallinnan parantamiseksi toteutui. Tavoiteltu visuaalinen hyöty ei saavuttanut sille täysin asetettua laajuutta, mutta työkalun käyttö mahdollisti aikataulullisen etenemisen sujumiseen vaikuttavien tekijöiden seuraamista ja tunnistamista. Eritoten edeltävien työvaiheiden tunnistaminen ja vaikutus työmaan aikataulunhallinnan kannalta selveni. Toimintamallin käyttö helpotti työnjohtajien työskentelyä työmaalla ja lisäsi tietoisuutta työmaan tapahtumista, parantaen tällöin myös eri osa-alueiden työnjohtajien käsitystä koko työmaasta. Tämä mahdollisti logistiikan kollektiivisemmän hallinnan nopeuttaen toimitusten vastaanottoa, kun useat työnjohtajat osasivat vastata mihin toimitettu tavara oli tarkoitus siirtää.

Menetelmä helpotti suuresti aikataulun seuranta ja tiheä viikoittaisella toiminnallaan sen havainnoimista. Aikataulun seuranta helpotti pääurakoitsijan ja rakennuttajan käsitystä työmaan tilanteen etenemisestä, vähentäen tällöin seurantaan työmaalla käytettävien työtuntien määrää osalta toimihenkilöitä, molemmilla osapuolilla. Töiden etenemistä pystyttiin myös suhteuttamaan paremmin niille asetettuihin aikataululliseen tavoitteeseen ja ennakoimaan töiden edistymisen astetta ja nopeutta. Työn mahdollinen myöhästyminen aikataulusta pystyttiin havainnoimaan etukäteen tarkemmalla seurannalla ja se pystyttiin myös mahdollisesti ehkäisemään tai haittaavien tekijöiden poisto oli mahdollista aloittaa aiemmin, tällöin minimoiden aiheutunutta haittaa.

Viikoittainen seuranta ja töiden läpikäynti mahdollisti kriittisiä töitä edeltävien työvaiheiden paremman suunnitelmallisuuden. Tällöin tahdistavat työvaiheet pystyttiin suunnittelemaan huolellisesti, vaikka case-kohteessa niihin liittyen havaittiin useaan otteeseen töiden tekoa haittaavia tekijöitä. Kuitenkin kyseinen havainnointi saatiin tehtyä hieman ennen töiden aloitusta, jolloin aiheutunut viive ei koitunut yhtä suureksi kuin sille mahdollisesti pahimmassa tilanteessa aiheutunut vaikutus. Viikoittaisella palaverilla saatiin myös sovitettua urakoitsijoiden töitä paremmin yhteen ja mahdollistettiin tarvittaessa osalohkoilla yhtäaikaiset työvaiheet tuotannon tehostamiseksi. Myöskin urakoitsijoiden välinen kommunikaatio lisääntyi ja urakoitsijoiden oma aikataulullinen havainnointi kasvoi. Tämä mahdollisti sen, että urakoitsijat pystyivät itse havaitsemaan jälkeen jäävät työvaiheet sekä ongelmakohtat ja reagoimaan näihin suoraan kyseisen urakoitsijan työnjohtajan kanssa palaverissa tai suoraan työmaalla. Urakoitsijoiden havainnointi aikatauluun liittyen sekä oman ja muiden töiden aikataulussa pysymiseen myös kasvoi selvästi.

Käytössä olleella toimintamenetelmällä urakoitsijoiden tietoisuus osalohkon vapautumisesta omalle työvaiheelle parani. Muutamissa tapauksissa noudatettiin vain osittain palaverissa sovittua menettelyä. Tällöin mesta ei ollut täysin vapautunut aiemmalta urakoitsijalta, vaan työt aloitettiin kun mestalle oli tarvetta. Tätä olisi pystytty vähentämään

hyvällä ennakkosuunnittelulla, sillä töiden aloitus mestassa oli osa urakoitsijoiden omaa resurssien kohdistamisen suunnittelua. Luotu toimintamalli oli tehty helpottamaan kyseistä ongelmaa, mutta sen resurssilähtöiseen väärinkäyttöön ei ollut varauduttu.

Taulukko 5.3 *Last Planner –menetelmään pohjautuvan aikataulunhallintamenetelmän hyödyt case-kohteessa*

Kohdeyrityksen hyödyt

Aikataulullisesti merkittävien ja vaikuttavien tekijöiden tunnistamisen parantuminen
 Työnjohdon tietoisuus koko työmaasta parani
 Aikataulun jatkuvan seurannan parantuminen
 Töiden etenemisen arviointi ja ongelmien ennakointi
 Töiden suunnitelmallisuus
 Kommunikointi

Muiden osapuolien hyödyt

Aikataulullisesti merkittävien ja vaikuttavien tekijöiden tunnistamisen parantuminen
 Aikataulun jatkuvan seurannan parantuminen
 Edeltävien työvaiheiden vaikutusten tunnistaminen
 Kommunikointi
 Erytyövaiheiden yhteensovitus osapuolien kesken
 Resurssien suunnittelun mahdollistaminen

Taulukkoon 5.3 on kerätty työmaalla havaitut hyödyt, jotka tutkimuksessa luodulla toimintamallilla havaittiin. Hyödyt on jaoteltu niiden kohteen perusteella kohdeyrityksen sisäisen toimintaa tukeviin ja muiden osapuolien saamaan hyötyyn.

6 TULOSTEN ARVIOINTI

Luvussa määritetään tutkimukselle asetettuihin tutkimuskysymyksiin saadut vastaukset sekä tutkimukselle asetettujen tavoitteiden saavuttaminen. Luvussa verrataan myös saatuja tuloksia aiempiin tutkimuksiin ja käydään läpi tutkimuksella saavutetun uuden tiedon hyödyllisyys tieteellisissä tutkimuksissa ja käytännössä.

6.1 Tutkimuskysymyksiin vastaaminen

Tutkimuksella haettiin vastauksia kohdassa 1.3 esitettyihin tutkimuskysymyksiin. Tutkimuskysymykset olivat seuraavat:

- Miten Last Planner –menetelmää voitaisiin parhaiten hyödyntää tuotantoprosessin aikatauluhallinnassa projektinjohtourakassa
- Mitä ongelmia käyttömallissa on työmaalla?
- Mitä hyötyjä on saavutettavissa kohdeyrityksessä aikataulun hallinnassa uudella tavalla toimiessa?
- Miten uuden menetelmän jalkauttaminen varmistetaan; mitä tehokkaita käyttöönoton keinoja on löydettävissä ja miten niitä kannattaa käyttää

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen Last Planner -menetelmän hyödyntämisestä on vastattu tutkimuksen kirjallisuuskatsausosiossa. Menetelmän hyödyntäminen aikatauluhallinnassa projektinjohtourakassa ei poikkea esitetystä toimintatavasta, vaan noudattaa kirjallisuuden esittämää teoreettista toimintamallia Last Planner –menetelmän hyödyntämiselle. Toiseen tutkimuskysymykseen on vastattu hajautetusti tutkimuksen toteutus ja tulokset osioissa. Ongelmia havaittiin menetelmän jalkauttamisessa, osapuolien sitoutumisessa, kaikkien menetelmän osien käyttöön otossa ja urakkamuodon aiheuttamina. Kolmanteen tutkimuskysymykseen hyödyistä on vastattu tutkimuksen tulokset -osiossa. Toimintamallin hyödyt olivat verrattain suuret, ottaen huomioon toimintamallin vajavaisuuden teoreettiseen malliin verrattuna. Viimeiseen tutkimuskysymykseen on vastattu tutkimuksen kirjallisuuskatsauksessa. Uuden menetelmän tehokkaat käyttöönottokeinot ja käyttöönoton varmistus tehdään kokeiluhankkeiden ja johdon sitoutumisen kautta, joka tekee strategisen päätöksen asiasta valmentaa ja ohjeistaen kokohenkilöstöä tarvittavalla laajuudella.

Tutkimuksen tavoitteeksi asetettu Last Planner –menetelmän toimintamallin luominen saavutettiin sille asetettujen alatavoitteiden kautta. Tällöin valitulla toimintatutkimusmenetelmällä pystyttiin saavuttamaan tutkimukselle ja case-kohteelle tavoiteltu hyöty.

Kirjallisuustutkimusosion avulla pystyttiin vastaamaan osaan tutkimukselle asetetuista tutkimuskysymyksistä. Tutkimuksen pohjalta kerättyä aineisto olisi voitu laajentaa tai tutkimustapaa mahdollisesti muuttaa laaja-alaisemman tutkimuksen suorittamiseksi, mutta valituilla menetelmillä onnistuttiin vastaamaan tutkimukselle asetettuihin kysymyksiin. Tällöin tutkimukselle valittua toteutustapaa voidaan pitää riittävänä. Tämä mahdollistaa tutkimuksen perusteella tehtyjen johtopäätösten ja toimenpidesuoritusten esittämisen kohdeyritykselle hyödyllisenä tietona. Valittu tutkimustapa sekä case-kohteen tyyppi vaikuttavat kuitenkin olennaisesti tutkimuksen tulosten yleistettävyyteen. Toimintatapatutkimuksen luotettavuuteen vaikuttaa olennaisesti tutkimuksen suorittajan objektiivisuus tutkimuksessa, joka on toiminnaltaan pääosin subjektiivista konstruktiivisesta tutkimusotteesta johtuen.

6.2 Vertailu aiempiin tutkimuksiin

Last Planner –menetelmää on tutkittu Suomessa ja ulkomailla runsaasti. Tutkimukset ovat pääasiallisesti olleet menetelmän käyttöönottotutkimuksia ja suhdetta muihin käytössä oleviin tuotannonohjausmenetelmiin. Tässä tutkimuksessa on esitetty useita aiemmista tutkimuksista kohdissa 3.4.1 ja 3.4.3.

Brasiliassa tehdyn tutkimuksen perusteella menetelmän perusidean ja käsitteiden sisäistäminen on tärkeämpää kuin mekaanisen toiminnan täydellinen toimiminen. Kohdeyritykselle toteutetussa tutkimuksessa havaittiin menetelmällä saavutettavia hyötyjä tilanteessa, jossa menetelmän mekaaninen toimiminen ei ollut täydellistä. Perussa, Tanskassa ja Yhdysvalloissa menetelmää testattiin kohdetyömailla, jonka havaintojen perusteella loivat itsellensä oman menetelmään pohjautuvan toimintamallin ja saavuttivat niitä käyttämällä tuottavuuden kasvua. (Koskela & Koskenvesa, 2003, pp. 33- 38). Vastaavasti tutkimuksessa käytettyä case-kohdetta voidaan pitää yhtenä kohdetyömaista, jonka pohjalta luodaan mallia kohdeyrityksen toiminnan kehittämiseksi.

Suomessa tehdyissä tutkimuksissa Koskenvesan ja Koskelan (2012) mukaan usean vuoden ajalta kootusti Suomessa havaitut pääsyyt Last Planner –menetelmän toimimattomuudelle ovat yleisaikataulun noudattamisen vahvuus, vaikeus myöntää ongelmia, yhteistyötä estävät sopimukset ja kehitysvastaisuus. Tämän tutkimuksen case-kohteelle tehdystä tutkimuksesta voidaan poimia edellä mainituista ongelmista jokainen. Tämä vahvistaa sitä, että vallalla olevat toimintamallit ja niiden muuttaminen uusien menetelmien avulla on edelleen hyvin haasteellista. Uudempaan, Alastalon (2014) ja Lehtiniemen (2015) tekemiin, tutkimuksiin verrattuna uusien menetelmien jalkauttaminen vaatii pitkäjänteisen ja rauhallisen tempoisen koulutuksen henkilöstön toimintaan selkeällä ohjeistuksella. Vastaavasti juuri tämänlaista jalkautusmenetelmää case-kohteessa havaittiin tarpeelliseksi henkilöstön sitouttamiseksi.

Aiempiin tutkimuksiin, kotimaisiin ja ulkomaisiin, verrattuna voidaan tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella todeta saatujen tulosten olevan verrattain samankaltaiset aiempien tutkimusten perusteella. Tällöin tutkimuksessa saatujen tulosten luotettavuutta ja yleistettävyyttä voidaan pitää erityisen vahvoina ja todenmukaisina.

6.3 Tieteellinen ja käytännöllinen hyöty

Aiemmassa kohdassa 6.2 esitetty vertailu tutkimuksella saavutettujen tulosten suhteesta aiempiin vastaavan kaltaisiin tutkimuksiin luo pohjan tutkimuksen tieteelliselle merkitykselle ja sen arvioinnille. Tieteellisen tutkimuksen merkitystä ei voida pitää täysin vertailukelpoisena kaikkien tutkimusten kanssa, sillä vertailussa on otettu huomioon vain osa koti- ja ulkomaisista tutkimuksista. Kuten aiemmin on mainittu, tutkimuksessa tehdyt havainnot tukevat kuitenkin vertailussa mukana olleita, aiempia tehtyjä käyttöönottotutkimuksia aiheesta. Osa tutkimuksessa tehdyistä poikkeavista havainnoista voidaan oletettavasti johtuvan case-kohteen ja rakennusorganisaatioiden eroavaisuuksista, mikä on projektikohteille aina tyypillistä. Kokonaisuutena tutkimuksen tieteellinen hyöty ei tuo tutkitulle aiheelle tai sen sisällölle uutta informaatiota tutkitusta asiasta, vaan vain pääosin tukee aiempien tutkimuksien tuloksia ja luo kasvattaen näiden totuusarvoa.

Tutkimuksen käytännöllinen hyöty toteutuu, kun sovelletaan tutkimuksessa tehtyjä tuloksia sekä muita vastaavien tutkimusten tuloksia aikataulunhallinnassa. Tutkimuksen tuloksia hyödyntämällä voidaan löytää paras menetelmä aikataulullisen tuotannonohjauksen käytölle. Työmaalla ja yrityksen sisällä tulee tehdä käytöstä koulutus, käyttöä tukeva ohjeistus, käyttöönotosta tarvittava strateginen päätös sekä muutosvastarintaan vaikuttaminen tukitoimenpiteillä. Aikataulunhallinnan menetelmän ongelmia ja hyötyjä on tarkasteltu kohdeyrityksen sisäisesti ja yrityksen toimintamalliin liittyen. Yrityksen tulee pyrkiä vähentämään havaittuja ongelmia toimintamallin käytön tehostamiseksi ja havaittuja hyötyjä voi käyttää positiivisen mielikuvan luomiseksi uusissa käyttökohteissa ja jatkokehitystutkimuksissa.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tuloksien perusteella kootaan toimenpidesuositukset alan osaajien käyttöön. Toimenpidesuositukset on esitetty prosessin mukaisen toiminnan ja onnistuneen käyttöönoton mahdollistamiseksi. Tässä luvussa esitetään toimenpidesuositukset ja tutkimuksessa esille tulleet jatkotutkimusaiheet.

7.1 Suositukset toimenpiteiksi

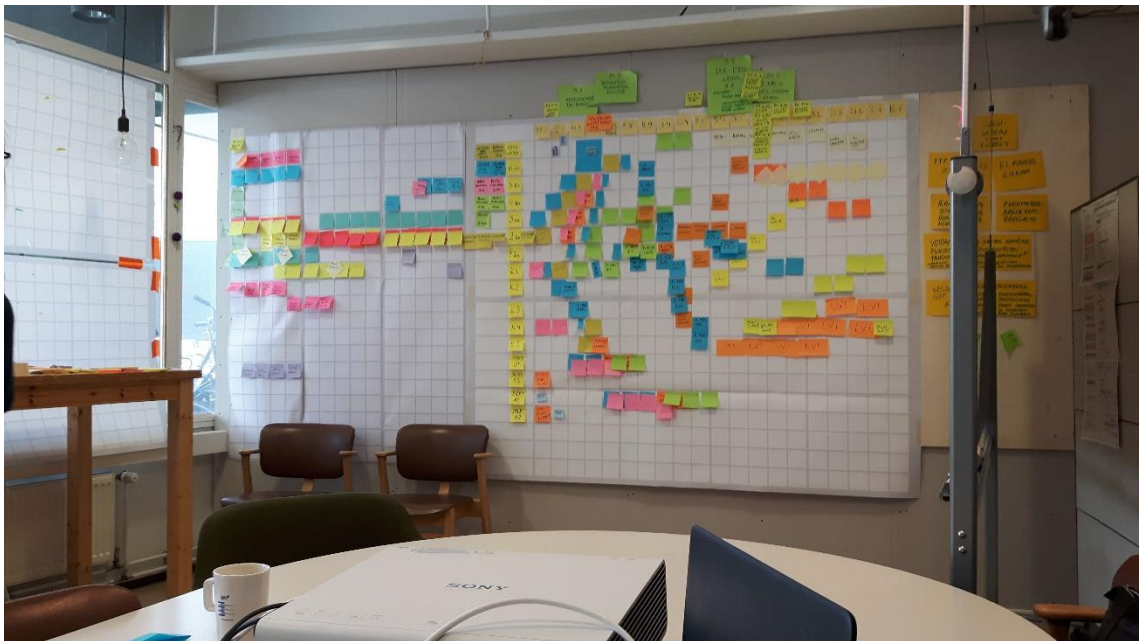
Kohdeyrityksen tavoitteena on ottaa käyttöön Last Planner -menetelmän mukainen tuotannonohjaus aikataulunhallinnalle. Tutkimuksessa testattu toimintamalli case-kohteessa on ollut vain osittaisesti teoreettisen prosessin mukaista. Tulosten perusteella kohdeyrityksen kannattaa jatkokehittää käytössä ollutta metodia tehostaakseen aikataulunhallintaa.

Teoreettisen mallin mukaisen toiminnan varmistaminen urakoitsijan työmaahenkilöstön osalta edellyttää informatiivista ja käyttöä tukevaa ohjeistusta. Tällöin aikataulunhallinnan menetelmän käyttöönotto työmaalla on mahdollisuus saada onnistumaan. Koulutus tulee suunnitella siten, että koko työmaahenkilöstön ja siihen alussa valikoituneet kriittisten osapuolien tietoisuutta Last Planner –menetelmän toiminnasta ja käytöstä saadaan lisättyä. Koulutustilaisuudessa tulee myös esitellä työmaalla käyttöönotettavia toimintatapoja ja niiden aiheuttamia hyötyjä kokonaistoiminnalle. Positiivisen rinnastuksen ja hyötyjen merkitys on suuri sitouttamisen kannalta. Koulutusta tukevia tilaisuuksia tulee pitää, kunnes henkilöstö on sisäistänyt ja ottanut käyttöön uuden toimintatavan. Tämän jälkeen henkilöstö on itse kykenevä kouluttamaan uudet henkilöt toimintamallin käyttöön.

Yrityksen tulee tehdä päätös aikataulunhallintamenetelmän käyttöönotosta. Aikataulullisen tuotannonohjausmenetelmän käytön tukeminen prosessikuvauksella mahdollistaa toiminnan tasalaatuisuuden eri työmaiden välillä. Yrityksen tulee suunnitella oma prosessimallinsa, jossa esitetään viikkorutiinikäytännöt, vaiheet ja vastuunjako. Tarkennettu toimintamalli ei tällöin enää ole henkilöriippuvainen. Yrityksen tulee varautua muutostavastaisuuteen tapauksissa, joissa vanhoihin tapoihin tottuneet henkilöt eivät ole halukkaita omaksumaan uusien toimintatapojen tuomia muutoksia. Yrityksen henkilöstön lisäksi aliurakoitsijoiden kouluttaminen on tärkeä osa tehokasta toimintaa. Vaikeuksia aiheutuu mm. urakoitsijoiden vaihtuvuudesta sekä motivaatiosta oman työn suunnittelulle. Case-kohteessa havaittiin viikoittaisissa palavereissa, että vaikka urakoitsijoiden kanssa tehdään viikoittaista suunnittelua ja keskustellaan, ei suunnitelmien kunnollinen

toteuttaminen ja noudattaminen eivät yltäneet tavoitellulle tasolle. Näitä yrityksen on mahdollista välttää esimerkiksi strategisten kumppaneiden tai toimintatapoihin sitouttaviin sopimusten avulla. Yrityksen tulee myös määrittää aliurakoitsijoille säännöt, joilla vaaditaan tuotannonohjausmenetelmän tukemista, mutta eivät ole toiminnan kannalta kriittisiä. Tällaisia, ei kriittisiä urakoitsijoita, voivat olla kerran kuussa tai harvemmin työmaalla käyvät aliurakoitsijat. Tällöin yrityksen on mietittävä tarve, milloin urakoitsijoilta vaaditaan omaa aikataulullista suunnittelua ja milloin taas yrityksen oman työmaahenkilöstön on mahdollista hoitaa suunnittelu.

Yrityksen tulee valita aikataulunhallinnalle oma palaverikäytäntönsä ja noudattaa sitä johdonmukaisesti. Case-kohteessa käytössä ollut viikoittainen aikataulupalaveria tai sen ajankohtaa ei suositella käytettäväksi, sillä sen prosessinmukaisuus ja viikkosuunnittelun näkyvyys oli heikkoa. Tämä vaikutti suoraan urakoitsijoiden töiden yhteensovittamiseen ja vaikutusten peilaamiseen ymmärtämiseen. Vaihtoehtoisessa toimintatavassa työmaan seinälle tulisi ottaa käyttöön osalohkoinen aikataulu, jossa esitetään jokaisen urakoitsijan aikataulusuunnitelma koottuna kokonaisuutena. Tällainen toimintatapa on ollut käytössä jo osalla aiemmista kohdeyrityksen työmaista. Vaihtoehtoinen ja toimiva menetelmä on havainnollistettu kuvassa 7.1.



Kuva 7.1 Vaihtoehtoinen aikataulunhallinnan työkalun käyttöehdotus

Jotta työkalusta saataisiin paras mahdollinen hyöty, sen käyttöönotto tulisi tehdä työmaan alkuvaiheessa. Työnjohdon tulee olla itse perehtynyt toimintamalliin, jo ennen kuin työmaalla on aloittanut muita osapuolia työskentelemään, tällöin toimintamalliin ja työkalun käytön perehdytys ensimmäiselle urakoitsijalle on helppoa ja vaivatonta. Kun toimintamalli ja työkalu on saatu jalkautettua ensimmäisille urakoitsijoille, ei myöhem-

min mukaan tulevilla ole mahdollisuutta sen kyseenalaistamiseen tai vallalla olevan toimintamallin muuttamiseen omalla toiminnallaan.

Saavutettu hyöty aiheutui yksittäisen tutkijan toteuttaman toimintamallin perusteella, joten se on rajallisempi kuin kokonaisvaltaisessa käytössä olevan toimintamallin tulos. Aikataulunhallinnan laajentamisella koko työmaan tai organisaation toimintatavaksi voidaan saavuttaa laajamittaisempia ja laadukkaampia tuloksia, kuin tutkimuksessa havaittiin. Laajemmalla käytöllä vähenevät myös tutkimuksen aikana havaitut ongelmat aikataulunhallinnassa ja tuotannonohjauksessa. Tutkimuksen tulosten pohjalta voidaan suositella rakennustyömaan tuotannonohjauksessa aikataulunhallinnalle Last Planner –menetelmään pohjautuvaa toimintatavan käyttöä. Käytettävän toimintatavan ja työkalun valitsemiseksi suositellaan tehtäväksi tarkempi ja laajempi toimintatutkimus etukäteen suunnitellulla työkalulla.

7.2 Jatkotutkimusaiheet

Tutkimuksen yhteydessä havaittiin, että Last Planner –menetelmään pohjautuvan aikataulunhallinnan työkalun käyttöönotossa on lisätutkimuksen aihetta kohdeyrityksessä, mikäli nähdään tarpeelliseksi kehittää kyseistä toimintamallia. Tällöin jatkotutkimuksessa olisi mahdollista testata täysin teoreettiseen malliin pohjautuvan menetelmän luomista kohdeyritykselle. Kyseinen tutkimus olisi mahdollista suorittaa joko tämän tutkimuksen kaltaisena toimintatutkimuksena tai useilla työmailla tehtävällä kyselytutkimuksella.

Tieteellisen tutkimuksen kannalta jatkotutkimuksena voitaisiin harkita urakkamuodon vaikutuksen tutkimista. Tässä tutkimuksessa yhtenä ongelmatekijänä havaittiin jaetun urakkamuodon vaikutus aikataulunhallinnassa. Tällöin kyseistä ongelmaa avaamalla, voitaisiin verrata muita eri urakkamuotoja käyttäneitä työmaita ja niissä havaittuja ongelmia ja hyötyjä. Urakkamuodon vaikutuksen tutkimiselle tehokkaimpana tutkimustapana voisi toimia kyselytutkimus, jolloin datan kerääminen olisi mahdollista useiden eri yritysten kokemista havainnoista.

LÄHDELUETTELO

- Alastalo, T., 2014. *Aikataulullisen tuotannonohjauksen kehittäminen suuressa korjausrakennushankkeessa*. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.
- Artto, K., Martinsuo, M. & Kujala, J., 2008. *Projekttiliiketoiminta*. Helsinki: WSOY.
- Costello, P. J., 2007. *Action Research*. London, United Kingdom: Continuum.
- Dave, B., Hämäläinen, J.-P. & Koskela, L., 2015. *Exploring the Recurrent Problems in the Last Planner Implementation on Construction Projects*. Mumbai, ILCC 2015.
- Huang, C.-C. & Kusiak, A., 1998. *Manufacturing control with a push-pull approach*. Int. J. Prod. Res: Taylor & Francis Group.
- Junnonen, J.-M., 1996. *Uusiutuva tuotannonohjaus*. Helsinki: Rakennusteollisuuden keskusliitto.
- Kankainen, J. & Junnonen, J.-M., 2004. *Rakennuttaminen*. Tampere: 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 RTK Oy.
- Koskenvesa, A. & Koskela, L., 2012. *Ten Years of Last Planner in Finland – Where are we?.* San Diego, CA, USA, IGLC20.
- Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S., 2011. *Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus*. Tampere: Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS.
- Kämppi, V., 2013. *Tietomallit ja Last Planner -menetelmä rakennustuotannon suunnittelussa ja ohjauksessa*. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.
- Lahti, J., 2014. *Rakennushankkeen integroiva tuotannonohjausmenetelmä*. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.
- Lehtiniemi, T., 2015. *Uusien tuotannonohjausmenetelmien käyttöönotto korjausrakennushankkeessa*. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.
- Mittaviiva Oy, 2014. *TOIMIVA TYÖMAA -hyvät käytännöt*. s.l.:Talonrakennusteollisuus ry.
- Mittaviiva Oy, 2015. *LAADUKASTA RAKENTAMISTA - työmaan hyviä käytäntöjä*. s.l.:Talonrakennusteollisuus ry.

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

Mäki, T., Kerosuo, H. & Korpela, J., 2013. Last Planner tietomallinnetun hankkeen suunnittelunohjauksessa. Teoksessa: *Rakentajain kalenteri 2013*. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS, pp. 204- 208.

Ohno, T., 1988. *Toyota production system: beyond large-scale production*. Portland, Oregon: Productivity Press.

Project Management Institute, 2003. *Construction Extension to A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Newton Square, Pennsylvania USA: Project Management Institute, Inc.

Rakennustieto Oy, 2016. *Aikataulukirja 2016*. Helsinki: Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS.

Spear, S. & Bowen, H., 1999. Decoding the DNA of the Toyota Production. *Harvard Business Review*, pp. 97 - 106.

Winograd, T., 1986. A language perspective on the design of cooperative work. Teoksessa: *Understanding Computers and Cognition*. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation, pp. 203- 220.