

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Tuotantojohtaminen

2015

Mikko Hell

LEAN-TEORIAN SOVELTAMINEN RAKENNUSSANEERAUKSEN AIKATAULUSUUNNITTELUSSA

– Kauppakeskus Myllyn Hesburger



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma | Tuotantojohtaminen

Opinnäytetyön valmistumisajankohta 2015 | Sivumäärä 42

Ohjaaja: Jyrki Haapasaari

Mikko Hell

LEAN-TEORIAN SOVELTAMINEN RAKENNUSSANEERAUKSEN AIKATAULUSUUNNITTELUSSA

Lean-tuotantostrategia lähtee yrityksen arvoista eli yrityksen korkeimmalta johtamista määrittävältä taholta, ja se päättyy työkaluihin ja toimintoihin, joissa nämä arvot näkyvät. Kokonaisuudessaan Leania käsittelevä kirjallisuus antaa uudenlaista näkemystä tarkastella sitä, missä yritys todellisuudessa luo asiakkaalle tarjottuun tuotteeseen arvoa ja koska ei. Tavoitteena on tietysti pitää asiakkaalle arvoa tuottamattomat toiminnot minimaalisina. Lean-tuotantostrategiaa on taivutettu sopimaan monelle alalle, myös rakennusalalle.

Opinnäytetyön tavoitteena oli etsiä Lean-tuotantostrategian mukaisia tapoja rakennussaneeraukseen pienille ja keskikokoisille työmaille. Leanin periaatteiden mukaan on luotu rakentamiseen räätälöityjä tuotannon ohjaustapoja. Työssä etsittiin ja toteutettiin Leanin oppien mukaan toimiva aikataulu- ja logistiikan suunnittelujärjestelmä.

Opinnäytetyössä käydään läpi asioita Leanin perusteista, kerrotaan Leanin tarjoamista työkaluista ja esitellään yksi Leanin mukaan toteutettu tuotantotapa toimintaperiaatteineen. Pääpaino on kuitenkin opinnäytetyön tilaajan tarpeisiin vastaaminen. Työssä esitellään projektinhallintajärjestelmä, joka pohjautuu Leanin yhteen työkaluun Last Planneriin. Kyseisellä tuotannonhallintajärjestelmällä pyritään mm. selkeyttämään rakennushankkeen aikataulusuunnittelun pitävyyttä ja helpottamaan logistiikan tarpeiden määrittämistä.

ASIASANAT:

Lean-teoria, projektinhallinta, aikataulusuunnittelu, logistiikkasuunnittelu, viikkosuunnitelma, Last Planner

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Production Management

2015 | 42

Instructor: Jyrki Haapasaari

Mikko Hell

APPLYING LEAN THEORY TO THE SCHEDULING OF CONSTRUCTION RENOVATION

Lean production strategy begins from the common values of a company that can be seen on company's everyday leadership and it includes the tools and processes designed by the theory of Lean. As a whole the theory of Lean gives a new angle to determine where company is adding value to its product and where it is not. The goal is to minimize activities that do not produce value to the client. These ideas of Lean have been applied to many areas including both service and production industry.

The goal of the thesis was to find a way where Lean theory can be effective in area of building renovation. The project sizes are limited to small and mid-size projects. There are Lean based tools that are designed help construction planning, but the target was to find and apply or create a tool for time-scheduling and logistics planning. The thesis consist of the basics of the Lean theory, discussing a number of the tools that Lean can offer. It also presents one tool and how it was successfully applied. The main focus was to provide an end result for the commissioner of the thesis.

The thesis presents one application of a well-known Lean based production-controlling system called "Last Planner". This specific application is meant to streamline the projects scheduling and make it easier determining the needs of logistics.

KEYWORDS:

Lean theory, production control, scheduling, logistics planning, weekly schedule, Last Planner

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
1.1 työn tavoitteet	6
1.2 I.S.Mäkinen Oy	6
2 LEAN-TUOTANTOSTRATEGIA	7
2.1 Leanin lähtökohdat	7
2.2 Filosofia ja toimintaperiaate	8
2.3 Rakennusalan tarve Leanille	10
2.4 Peruskäsitteitä	10
2.4.1 Arvo	10
2.4.2 Hukka	11
2.4.3 Resurssitehokkuus ja virtaustehokkuus	12
2.4.4 Tuotannon tasapainottaminen	14
2.5 Leanin työkaluja	15
2.5.1 Just-in-time – JIT	16
2.5.2 Arvoketjuanalyysi – Value Stream Mapping – VSM	16
2.5.3 Standardointi	16
2.5.4 Six sigma	17
2.5.5 Kanban	17
2.5.6 Nopea sarjanvaihto	18
2.5.7 5S	18
2.5.8 Last Planner System	19
2.5.9 TPM – tuottava ylläpito	19
2.5.10 Mittarit	19
3 CASE	21
3.1 Projektin tiedot	21
3.1.1 Projektin osapuolet	21
3.1.2 Tilaselostus	21
3.1.3 Rajoitteet	22
3.1.4 Tuotannon ongelmakohtia	23
3.2 Tahtiaika	23
3.3 Last Planner -aikataulusuunnittelu	25

3.3.1 Menetelmän edellytykset	26
3.3.2 Päiväsuunnitelma – Last Plannerin sovellutus	27
3.3.3 Päiväsuunnitelman tekeminen	29
3.4 Last Plannerin vaikutus tuotantoon	32
3.5 Last Plannerin Käyttöönotto	33
3.6 Muutokset muihin aikataulusuunnitelmiin	35
3.6.1 Logistiikkasuunnitelma	35
3.6.2 Työvaiheaikataulu	35
4 JOHTOPÄÄTÖKSET	37
5 LÄHTEET	39

LIITTEET

- Liite 1. Päiväaikataulupohja
Liite 2. Last Plannerin mukainen viikkosuunnittelulomake

KUVAT

Kuva 1. Leanin toimintastrategia Toyotan mukaan.	9
Kuva 2. Hukan eri muodot.	12
Kuva 3. Resurssi- ja virtaustehokkuuden suhde.	14
Kuva 4. Tuotannon tasapainottamisen vaikutus varastoon.	15
Kuva 5. Liiketilän pohjapiirros.	22
Kuva 6. Kohde jaettu osiin.	25
Kuva 7. Päiväsuunnitelmapohja Case kohteeseen.	29
Kuva 8. Aikataulupohja sen eri vaiheisiin jaettuna.	31
Kuva 9. Last Plannerin vertailu perinteiseen tehväsuunnitteluun verrattuna.	33
Kuva 10. Rakennusyrityksen Last Planner –kehityspolku.	34

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena oli suunnitella vaihtoehtoinen työvaihekohtainen aikataulutusta ja logistiikkasuunnitelma, kauppakeskus Myllyn Hesburgerin saneeraukseen. Kohteen avulla pyritään havainnollistamaan, minkä muotoiseen rakentamiseen opinnäytetyössä esitellyt havainnot soveltuvat. Yrityksen muilla tuotantosektoreilla Lean-tuotantostrategiaa on jo otettu käyttöön mahdollisuuksien mukaan, nyt tutkitaan sen soveltumista saneerausprojekteihin.

Asioita joihin vaihtoehtoisen suunnitelman halutaan vaikuttavan, ovat työvaiheiden nopeampi ja varmempi suorittaminen, työmaalla olevan informaation tehokkampi käyttö sekä aikataulun seurattavuus.

1.2 I.S.Mäkinen Oy

I.S.Mäkinen tekee mm. 10-30 päivää kestäviä saneerausprojekteja esim. ravintoloiden ja laivateollisuuden tarpeisiin. Yritys tekee myös huomattavasti suurempia, yli 150 ihmistä kerralla työllistäviä, 1 500 laivahytin kattavia saneerausprojekteja. Lisäksi liiketoimintaan kuuluu sohvien ja kalusteiden valmistus erityisesti laivoille.

Tuotannossa telakoilla on siirrytty tahtiaikaan perustuvaan tuotantoon (toisinsanoen Takt-tuotantoon). Tahtiajan mukaisen jaottelun avulla hyttituotannosta on tullut helpompaa hallita. Aikataulun ja materiaalien virheisiin ja puutteisiin voidaan reagoida heti. Toisaalta tahtiaikaan perustuva tuotanto on lisännyt suunnittelua. (J. Lautamatti, henkilökohtainen tiedonanto 20.1.2015.)

2 LEAN-TUOTANTOSTRATEGIA

2.1 Leanin lähtökohdat

Lean on käsitteenä melko uusi, sanaa *Lean* käytettiin ensimmäistä kertaa 1980-luvulla. Suurin buumi organisaatioiden *leanaamiseen* on syntynyt kuitenkin vasta viime vuosina. Teollisesta tuotannosta pois viedyn Leanin suurinta kehitystä tehdään tällä hetkellä palvelusektorilla. (Sarkar 2008). Rakennusalalle on myös perustettu organisaatioita, jotka ensinnäkin tutkivat Leanin toimimista rakennuslalla, mutta myös pyrkivät levittämään tutkimaansa tietoa, esimerkkinä *LCI*, eli *lean construction institute*. (Lean construction institute 2015.)

Tuotantostrategiana Leania on jalostettu huomattavasti pidempään kuin 80-luvulta. Lean pohjautuu japanilaiseen Toyotaan ja tämän käyttämään tuotantojärjestelmään TPS:ään (*Toyota Production System*). Leanin teorian muodostumisen katsotaan alkaneen Toyotan perustamisesta, eli vuodesta 1926. TPS ja Lean ovat länsimaisessa teollisuudessa jo hyvin tunnettuja käsitteitä. Erona näillä kahdella on se, että TPS on yhden tietyn yrityksen käyttämä strategia, jota on nimenomaan tälle kyseiselle organisaatiolle vuosien mittaan hiottu. (Mådig & Åhlström 2011.)

TPS:n syntyyn vaikutti hyvin suuresti Japanin toisen maailmansodan jälkeinen taloudellinen tilanne, joka pakotti yrityksen toimimaan resurssitehokkaasti. Yrityksellä ei ollut varaa vääriin investointeihin eikä resurssien tuhlaukseen. Tiukinta oli seuraavissa resurssissa; teknologia ja koneet, raaka-aineet, taloudelliset resurssit sekä tilan puute. Tämä resurssien niukkuus pakotti Toyotan ajattelemaan uudella tavalla. Tuotantostrategian synty liittyy tapaan, jolla Toyota pyrki parantamaan tuotantoaan kilpailutehokkuutensa saavuttamiseksi. Toyotan oli toimittava erityisen resurssitehokkaasti, jotta se pärjäisi. Pelkästään resurssitehokkuuteen keskittymisen sijaan Toyota reagoi resurssipulaan virtaustehokkuudella ja tämän jatkuvalla kehityksellä. (Mådig & Åhlström 2011.)

2.2 Filosofia ja toimintaperiaate

Lean-käsitteestä ei ole olemassa tarkkaa määritelmää. Versioita on monia. Joissakin Leanin määritelmissä on liiaksi keskitytty vain Leanin tarjoamiin työkaluihin eli keinoihin sen sijaan, että olisi yritetty ymmärtää syvällisemmin Lean toiminnan tavoitteita. Eräänä ongelmana on myös ajattelumalli, jossa ajatellaan, että kaikki hyvä, mitä organisaatioon saadaan luotua, on Leania ja Lean tarkoittaa kaikkea hyvää. (Mådig & Åhlström 2011, 87.)

Erään teorian mukaan Lean koostuu karkeasti viidestä vaiheesta:

1. Määrittele, mikä tuo tuotteelle arvoa (asiakkaan silmissä) ja mikä ei.
2. Tunnista arvoa tuovat virrat jokaiseen tuotteeseen.
3. Laita arvo virtaamaan ilman keskeytyksiä ja häiriöitä.
4. Tee vain asiakkaalle arvoa tuottavia asioita.
5. Pyri kohti loputonta täydellisyyttä. (Bertelsen & Koskela 2004, 3.)

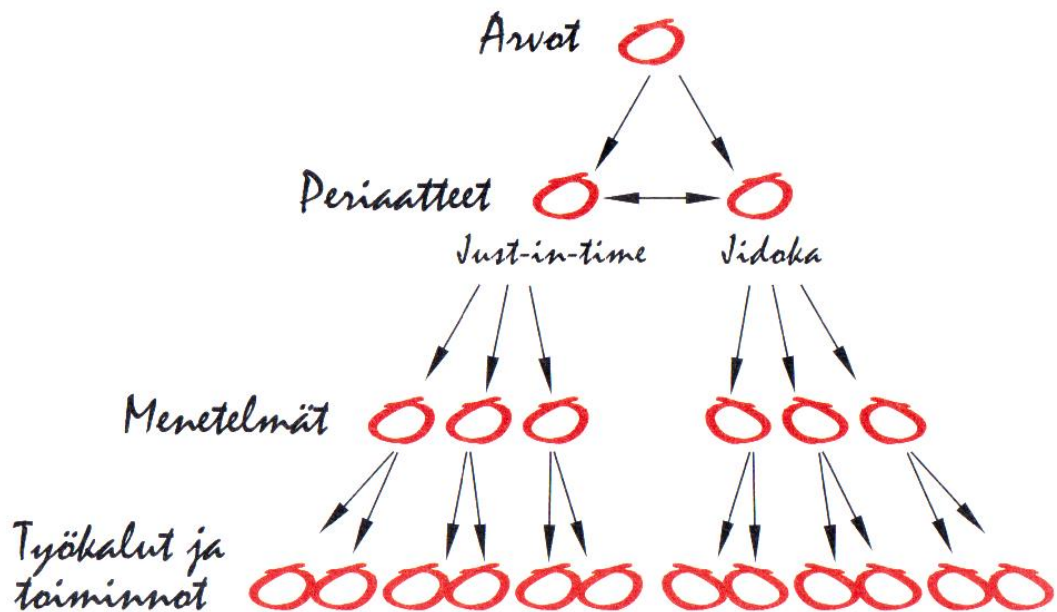
Luettaessa teoriaa tarkemmin ja erityisesti Toyotan kannalta, johon tuotantostrategia perustuu, on todellisuus huomattavasti monimutkaisempi. Osa Länsimaisesta kirjallisuudesta jättää Leanista olennaisia osia pois. Esimerkiksi johtaminen ja henkilöstön asennoituminen ja motivoiminen ovat merkittävä osa Toyotan onnistunutta tuotantostrategiaa TPS:ää. Pohdittaessa Leanin muita osia kuin tuotannon tehokkuuteen liittyviä, koko Lean-käsitteestä tulee hyvin laaja, jota se todellisuudessa onkin. Toisin sanoen, konseptin tulee koskettaa yritystä tuotannosta myyntiin ja yksittäisen työntekijän ajatusmaailmasta organisaation periaatteisiin ja tavoitteisiin asti.

Jotta yritys voi olla Lean, tulee sen kiinnittää paljon huomiota sen henkilöstöön. Tuotantojärjestelmän muuttaminen on hyvin vaikeaa, jos se kohtaa heti suurta muutosvastarintaa. Leanissa pyritään nimenomaan tilanteeseen, jossa tuotannon muuttamisen tarpeet huomataan tuotannossa itsessään siellä toimivan henkilöstön toimesta. Ajatuksena on kannustaa kaikkia tiimityöhön ja

muutokseen. Työntekijät on tärkeää saada sitoutumaan jatkuvaan tuotannon ja itsensä parantamiseen. Pelkän syyttelyn sijaan pitää oppia ratkaisemaan ongelmia ja niiden syitä, pieniäkin.

Keinot Lean-toimintastrategian toteuttamiseksi voidaan jakaa neljään osaan. Alempana on kuva 1, joka selkeyttää näiden osien suhteen keskenään.

1. Arvot kertovat, millainen organisaation on oltava.
 2. Periaatteet määrittävät, miten organisaation tulee ajatella.
 3. Menetelmät määrittävät, mitä organisaation tulee tehdä.
 4. Työkalut ja toiminnot määrittävät, mitä organisaation tulee käyttää.
- (Mådig & Åhlström 2011, 141).



Kuva 1. Leanin toimintastrategia Toyotan mukaan (Mådig & Åhlström 2011, 138).

2.3 Rakennusalan tarve Leanille

Suurin ongelma Leanin rakennusosalalle soveltamiseen on varmastikin se fakta, että Lean on kehitetty tuotantoon, jossa on suuri toistettavuus. Rakennusosalalla, erityisesti saneerausprojekteissa, toistettavuus on yleensä vähäistä. Perinteiset pirstaloituneet toimitusketjut, lyhytjänteinen yhteistyö, pelkkä hintakilpailu, huono suunnitteluprosessi sekä kyvyttömyys hallita riskejä johtavat usein riittämättömään laatuun, kustannusylityksiin sekä aikataulun pettämiseen. Lean-tuotantostrategian tuomisella rakennusosalalle pyritään saamaan näitä ongelmakohtia ratkaistuksi. Esimerkiksi projektiosapuolten välisen yhteistyön kehittämisessä on paljon parannettavaa. Parannettavaa löytyy paljon myös esimerkiksi, kun katsotaan rakentamisen tuotantoketjuja Leanin tarjoamien työkalujen avulla. (Lean Construction Institute 2015.)

2.4 Peruskäsitteitä

Prosessi kattaa kaikki tehtävät, materiaalit ja työtuotteet, joita tarvitaan prosessin tuloksen aikaansaamiseksi. Tämä osa on tutkimuksen kohteena, kun kartoitetaan arvovirtaa raakamateriaaleista valmiiksi tuotteiksi. Prosessiin vaikuttavia tekijöitä ovat mm. arvo sekä hukka. On lisäksi tärkeää ymmärtää resurssitehokkuuden sekä virtaustehokkuuden ero. Lean-toimintastrategian ymmärtämisen kannalta kriittistä on ymmärtää näiden kahden välinen suhde. Seuraavissa alaluvuissa käydään Leaniin olennaisesti kuuluvien termien määritelmät; arvon, hukan sekä resurssitehokkuuden ja virtaustehokkuuden määritelmät.

2.4.1 Arvo

Arvon tuottaminen on keskeinen määritelmä Leanissa ja liittyy virtaustehokkuuden määrittämiseen. Arvo määräytyy aina asiakkaan näkökulmasta. Organisaation toiminnot voidaan jakaa karkeasti kolmeen

kategoriaan; arvoa tuottaviin, arvoa tuottamattomiin mutta välttämättömiin sekä arvoa tuottamattomiin toimintoihin. Arvoa tuottava toiminto on esimerkiksi se, että auton raaka-aineita työstetään koneessa, tai rakennusvalvontaviraston työntekijä käsittelee rakennuslupahakemusta. Sen sijaan arvoa tuottamatonta toimintaa olisi se että materiaali odottaa varastossa ja rakennuslupahakemus on jonossa. Tuottamalla mahdollisimman paljon arvoa tuottavia toimintoja ja minimoimalla arvoa tuottamattomien toimintojen määrän voidaan vaikuttaa suoraan virtaustehokkuuteen. Tavara ei enää seiso varastossa, sitä siirrellään tuotannossa mahdollisimman vähän eikä se saa sellaisia ominaisuuksia, joista asiakas ei halua maksaa. Muun muassa edellä mainittuja arvoa tuottamattomia asioita karsimalla voidaan nopeuttaa tuotteen läpivirtausaikaa, eli parantaa virtaustehokkuutta. (Mådig & Åhlström 2011, 87.)

2.4.2 Hukka

Hukan-määritelmä poikkeaa Lean tuotantostrategiassa perinteisestä hukan määritelmästä. Rakennustyömailla hukalla tarkoitetaan yleensä pelkkää materiaalien ylijäämää. Lean-strategiassa hukasta puhuttaessa puhutaan kaikesta arvoa tuottamattomasta toiminnasta sekä resurssien käyttämättä jättämisestä. Alla olevassa *kuva 2*:ssa, on esitetty tapoja karsia hukkaa tuotannon eri vaiheissa.

Varasto	Vähennä eräkokoja, vähennä läpimenoaikaa, synkronoi tuotantovaiheet, lisää kapasiteettiä piikkien hallitsemiseksi
Liike	Yhdistä eri vaiheita, poista etsiminen, järjestä layout 5S:n mukaiseksi, käytä visuaalista ohjausta
Virheet	Laatustandardit, standardidokumentointi, standardityö, virhemahdollisuuksien eliminointi
Prosessointi	suunnittele työ/osa komponenttien/työvaiheiden minimoimiseksi sekä yksinkertaistamiseksi, standardi työ

Ylituotanto	Vähennä eräkokoa, vähennä asetusaikoja, vähennä alussa syntyvien virheiden määrää, yksinkertaista prosessia
Odottaminen	synkronoi tuotantovaiheet, yhdistä töitä, tasoita työmäärät, kouluta työntekijät, visuaaliset jonot
Kuljettaminen	Luo työsolut, luo paperittomat prosessit, vähemmän toimittajia, minimoi siirtojen määrä, varasto käyttöpaikalle
Informaatio	Helposti ymmärrettä informaatio

Kuva 2. Hukan eri muodot (Merikallio & Haapasalo 2009, 12).

Leanissa hukkaa ei ole pelkästään yrityksen sisällä, vaan on olemassa myös yritysten välistä hukkaa.

Hajonta tuotteissa tai toiminnassa on merkittävä hukan aiheuttaja. Yhtenä esimerkkinä liian suuret varastot, joilla pyritään tasaamaan tuotannon epätasaisuutta. Varastossa seisominen aiheuttaa ajallista hukkaa, kun hyvä virtaustehokkuus tarkoittaa, että tuote ei matkallaan organisaation läpi joudu odottelemaan tuotannossa, vaan päätyy mahdollisimman nopeasti asiakkaan käsiin.

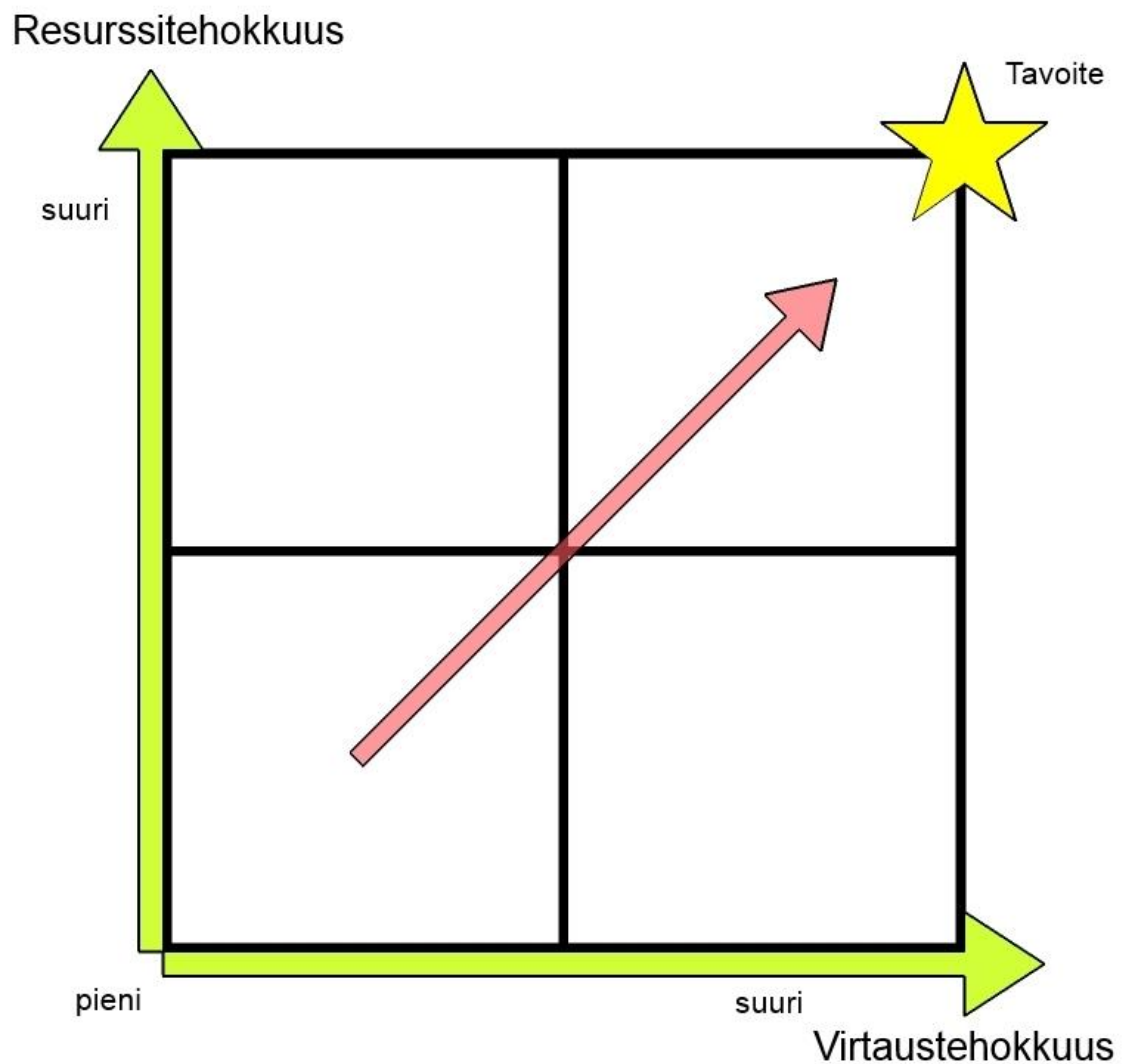
2.4.3 Resurssitehokkuus ja virtaustehokkuus

Resurssitehokkuus ja virtaustehokkuus ovat kaksi hyvin olennaista käsitettä Lean tuotantostategiassa. *Resurssitehokkuus* on helposti ymmärrettävissä, sillä länsimainen teollisuus sekä palvelualat toimivat hyvin pitkälti tämän mittarin mukaan. Resurssit pyritään käyttämään 100-prosenttisesti. Esimerkiksi CNC-koneet pyörivät mahdollisimman pienellä seisokkijalla, tai yrityksen henkilöstö on koko ajan täystyöllistettynä. Teoriassa resurssitehokkuus siis tarkoittaa sitä, kuinka paljon jotain resurssia hyödynnetään suhteessa tiettyyn ajanjaksoon. Laatoittaja on 8 tuntia töissä, mutta hänelle on töitä vain 6 tunniksi; resurssitehokkuus on 75 %. Koko organisaation tasolle vietäessä tämä

tarkoittaa, että voidaan osoittaa koko organisaation reursitehokkuus. Miten hyvin organisaatio käyttää kaikkia resurssejaan. (Lean NZ 2015.)

Virtaustehokkuudella tarkoitetaan teollisuudessa tuotteen läpimenoaikaa koko organisaation läpi tilauksesta luovutukseen. Tarkemmin selitettynä; Esimerkiksi palvelualalla yksikkönä voi olla asiakas, jonka tarve tulee täyttää. Virtausaika alkaa vastaanotolle saapumishetkellä ja loppuu, kun tarve on tyydytetty. Tämä on yksi tehokkuuden laji. Sana *virtausnopeus* on helposti ymmärrettävissä ajatuksella jossa yksikkö ”virtaa” organisaation läpi. (Mådig & Åhlström 2011, 9-15, 100.)

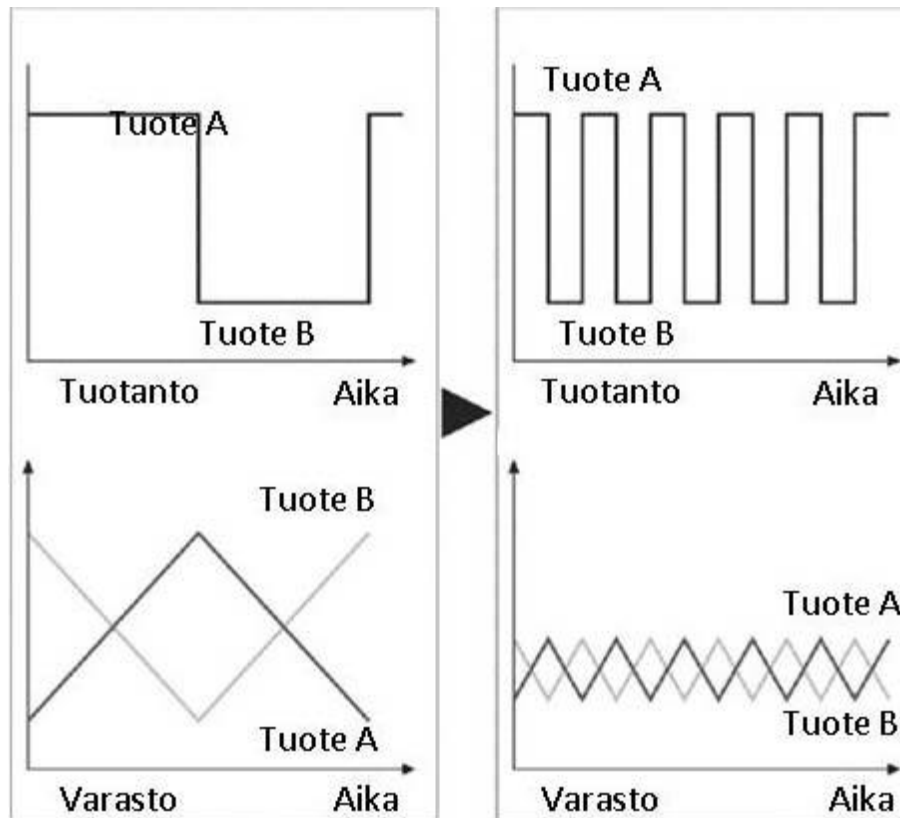
Kuvan 3 avulla on helposti selitettävissä, mihin organisaatio panostaa helposti liikaa ja mihin sen pitäisi pyrkiä. Monet yritykset epäonnistuvat tuottamaan liiketoimintasuunnitelmansa mukaista arvoa asiakkaalle riittävän nopeasti. Organisaatiot saattavat samalla omata kuitenkin korkean resurssitehokkuuden. Tätä tilannetta Lean pyrkii ratkaisemaan asiakkaan eduksi. Organisaatio halutaan tuoda lähemmäksi oikeaa reunaa, jolloin virtaustehokkuus kasvaa. Tämä tuottaa usein lisäarvoa asiakkaalle, josta hän on valmis maksamaan jopa ylimääräistä. Toisaalta tämä voi tarkoittaa resurssitehokkuuden pienenemistä, joka syö kannattavuutta. Näiden kahden on löydettävä kultainen keskitie, millä tarkoitetaan sitä, ettei yrityksen tule panostaa ainoastaan hyvään resurssitehokkuuteen. Kuvassa 3 oikeassa yläreunassa oleva tähti kuvaa tilannetta, jota yrityksen tulisi tavoitella. Saavuttaessaan tähden sekä resurssitehokkuus että virtaustehokkuus ovat huipussaan. (Mådig & Åhlström 2011, 9-15, 100.)



Kuva 3. Resurssi- ja virtaustehokkuuden suhde. (Mådig & Åhlström 2011).

2.4.4 Tuotannon tasapainottaminen

Tuotannon tasapainottaminen on tuotannon aikataulutuksen menetelmä, jolla eri tuotteiden tuotanto järjestetään siten, että eri tuotteiden eroavaisuuksista aiheutuvat vaihtelut tasoittuvat tuotannossa. Kuvassa 4 esitetään, kuinka pienet eräkoot vaikuttavat tuotannon tasapainoon ja tuotteiden varastointiin. (Merikallio & Haapasalo 2009, 19.)



Kuva 4. Tuotannon tasapainottamisen vaikutus varastoon. (Merikallio & Haapasalo 2009, 19).

2.5 Leanin työkaluja

Leaniin kuuluu joukko työkaluja, joista jokainen pyrkii saavuttamaan tiettyjä Leanin mukaisia tavoitteita. Organisaatiosta ei kuitenkaan tule Lean vain ottamalla käyttöön itselleen sopivat työkalut. Työkalut tarjoavat enemmänkin tavan saada Lean käynnistymään ja näyttää, mitä asioita organisaation on kehitettävä ollakseen Lean. (Merikallio & Haapasalo 2009, 15.)

Seuraavassa on käyty läpi osa Leanin periaatteiden mukaan luoduista työkaluista. Työkaluista kerrotaan, mihin ne toimivat ja mihin niiden käytöllä pyritään. Suurimmasta osasta työkaluja löytyy runsaasti erilaisia käytännön sovellutuksia, sekä yksinkertaisia että monimutkaisia. Tarkoituksena on antaa kuva Leanin työkalujen kattavuudesta, ei luetella niitä kaikkia läpi.

2.5.1 Just-in-time – JIT

Just-in-time, eli *JIT*, tuotannon tavoite on valmistaa ja kuljettaa vain se määrä, mitä tarvitaan, silloin kun tarvitaan, sinne missä tarvitaan, mahdollisimman lyhyessä ajassa. Saavuttaakseen JIT-tuotannon yrityksen täytyy luoda virtaus tuotantoon, synkronoida tuotantomäärä asiakaskysynnän mukaiseksi ja kontrolloida tuotantoa imun avulla. JIT:n toteutuminen yrityksessä näkyy yleensä sekä väli- että loppuvarastojen pienuutena tai puuttumisena kokonaan. JIT ei varsinaisesti ole Leanin työkalu, vaan osa Toyotan periaatteita, jotka määrittävät työkalujen halutun luonteen. (Toyota Global 2015.)

2.5.2 Arvoketjuanalyysi – Value Stream Mapping – VSM

Value Stream Mappingia käytetään usein kun halutaan saada jatkuva parantaminen aikaan Leanin avulla. Se auttaa hahmottamaan materiaalien ja informaationvirtoja organisaatiossa. Tarkoituksena on esittää koko prosessi alusta loppuun niin yksinkertaisella tavalla, että henkilöt, jotka toimivat prosessissa, saavat siitä selkeän kokonaiskuvan. Tarkoituksena on esittää prosessista realistinen kuva ongelmiseen. Prosessista pyritään muodostamaan selkeä graafinen kuva tehtävien muutoksineen, jolloin jokainen VSP:n teossa mukana oleva henkilö voi olla suunnittelemassa ja kehittämässä muutoksia. Työkalun tarkoituksena on etsiä prosessista arvoa tuottamattomia toimintoja ja hankkiutua niistä eroon. (Voss 2015.)

2.5.3 Standardointi

Standardityö vakiinnuttaa parhaat menetöt ja työjärjestykset tehokkuuden optimoimiseksi ja hukan minimoimiseksi. Työmenetelmä dokumentoidaan ja opetetaan työntekijöille, jolloin työvaihe suoritetaan aina samalla tavalla, tekijästä riippumatta. Toiminnot standardoimalla työntekijät ja johto näkevät heti

ongelmat, koska kaikki poikkeaminen oikeasta työtavasta herättää heti huomiota. (Merikallio & Haapasalo 2009, 19.)

2.5.4 Six Sigma

Prosessin tai jonkin tietyn muuttujan hajontaa voidaan tarkastella Six Sigma -analyysillä. Six Sigma viittaa tilastolliseen muuttujan hajontaan prosessin laadunhallinnassa. Prosessin parantamista voidaan kuvata viiden askeleen kautta (DMAIC):

1. Määrittele parannettava prosessi.
2. Määrittele prosessin lopputulokseen vaikuttavat muuttujat ja mittaa niitä.
3. Parannettavat muuttujat ja niiden vaikutukset täytyy analysoida.
4. Prosessin parantamiseen etsitään paras metodi kustannus-hyötyanalyysin perusteella.
5. Toteutettuja muutoksia tulee monitoroida ja hallita. (Merikallio & Haapasalo 2009.)

2.5.5 Kanban

Kanban on tuotannonhallinnan metodi, joka on olennainen osa TPS:ää. Kanban systeemiä on myös kutsuttu nimellä ”supermarket”, sillä sen toimintaperiaate on kopioitu suurilta kaupoilta. Kanban toimii tuotekorteilla, joissa ovat esimerkiksi tuotteen nimi, viivakoodi sekä sijainti varastossa. Tuotteen poistuttua varastosta kortti leimataan ja järjestelmä tietää varastoon tarvittavan täydennystarpeen. Systeemin on tarkoitus vähentää ja poistaa ylimääräisten sekä hukkatuotteiden valmistus. (Toyota Global 2015.)

2.5.6 Nopea sarjanvaihto

Monet yritykset valmistavat suuria eriä tuotteita, koska tuonnanon muutokset aiheuttavat seisokkia. Mikäli sarjanvaihto suoritetaan yritys-erehdysperiaatteella syntyy myös paljon hylkyä. SMED (*Single-minute exchange of die*) muodostuu käyttäjän toimista, joilla pyritään vähentämään tuotantovälineiden ja prosessien vaihtoon kuluva aika mahdollisimman pieneksi. Rakennustyömaalla tämä tarkoittaa siirtymisiin menevien aikojen karsintaa, parhaimmillaan poistoa. Prosessien välissä olevia vaiheita, jotka eivät tuota arvoa asiakkaalle, ovat esimerkiksi työvoiman siirto, työkalujen siirto, materiaalien siirto, ja paikalla tapahtuva työvaihesuunnittelu. (Merikallio & Haapasalo 2009, 21.)

2.5.7 5S

Siisteys vaikuttaa asiakkaan mielikuvaan yrityksestä eikä ensivaikutelmaa saada koskaan uusittua. 5S:n tarkoituksena on luoda kurinalainen, visuaalinen, siisti ja hyvin järjestetty työympäristö.

5S tulee seuraavista:

1. Lajittele (Sort): työpisteellä on ainoastaan ne työvälineet, joita siinä tarvitaan.
2. Järjestä (Set in order): työkalujen ja osien järjestäminen siten, että niitä on helppo käyttää
3. Puhdista (Shine): puhdista työpiste säännöllisesti
4. Standardoi (Standardize): tee edellä mainituista päivittäinen rutiini
5. Ylläpidä (Sustain): kouluta ja motivoi työntekijät noudattamaan aina 5S:ää. (Merikallio & Haapasalo 2009, s. 21.)

2.5.8 Last Planner System

Last Planner System on projektituotannon ohjausmenettely, jonka avulla pyritään häiriöttömään ja tehokkaaseen aikataulutehtävien toteuttamiseen. Last Planner tarkoittaa sananmukaisesti viimeistä suunnittelijaa. Tuotannossa, esimerkiksi rakennustyömaalla, viimeinen suunnittelija on se henkilö, joka toimeenpanee tehtäviä. Last Planner parantaa informaation kulkua rakennushankeen eri osapuolien kesken, ei pelkästään oman yrityksen sisällä vaan myös alihankkijoiden ja pääurakoitsijoiden ja näiden tavaratoimittajien kanssa.

(Koskela & Bertelsen 2004)

2.5.9 TPM – tuottava ylläpito

Koneiden huono suorituskyky ja rikkoutumiset sekä virheet ovat hukkaa, joita voidaan kontrolloida tuottavalla ylläpidolla. Tuottava ylläpito on käyttäjälähtöinen lähestymistapa työkalujen suunnitteluun, valintaan, korjaamiseen ja ylläpitoon. Tuottavassa ylläpidossa kaikki yrityksen työntekijät ovat vastuussa koneiden ja työkalujen kunnosta. Tuottavan ylläpidon onnistumisen mittari on pääasiassa kaikkien työkalujen tehokkuus.

(Merikallio & Haapasalo 2009, 22.)

2.5.10 Mittarit

Lean-periaatteet omaksuneen yrityksen täytyy mitata suorituksiaan varmistaakseen jatkuvan parantamisen. Tuotannon seuraaminen numeroina auttaa hahmottamaan, miten tuotanto sopeutuu muutoksiin ja kehittyy. Tämä auttaa pitämään hyvää nousujohteista viirettä yllä. Esimerkkejä erilaisista mittareista:

- Arvoa tuottava toiminta: lisäarvoa tuottava aika (%) koko tuotteen tai tehtävän suorittamiseen kuluneesta ajasta, tuotteen valmistukseen menevä läpimenoaika
- Hukka: odotusaika, varaston kiertoaika, varaston pääomakustannus/aikajakso, varaston hävikki, virheiden korjauskustannukset
- Hajonta: toimitusten täsmällisyys, tuotteiden suunnitelmanmukaisuus, tehtävien toteuttamisen luotettavuus
- Ihmisten toiminta: onnettomuudet, aloitteiden määrä. (Merikallio & Haapasalo 2009.)

3 CASE

3.1 Projektin tiedot

Kohde, johon vaihtoehtoista aikataulu- ja logistikkasuunnitelmaa alettiin soveltaa, oli Kauppakeskus Myllyn Hesburger-ravintolan saneerausprojekti. Työssä ei kuitenkaan etsitty vain Hesburger-projektiin räätälöityä aineistoa, vaan tarkoituksena oli käyttää samaa materiaalia mahdollisimman kattavasti I.S.Mäkisen muissakin julkisten tilojen saneerauskohteissa. Erityisesti huomioitiin teorian soveltuminen myös laivojen julkistentilojen saneeraukseen.

3.1.1 Projektin osapuolet

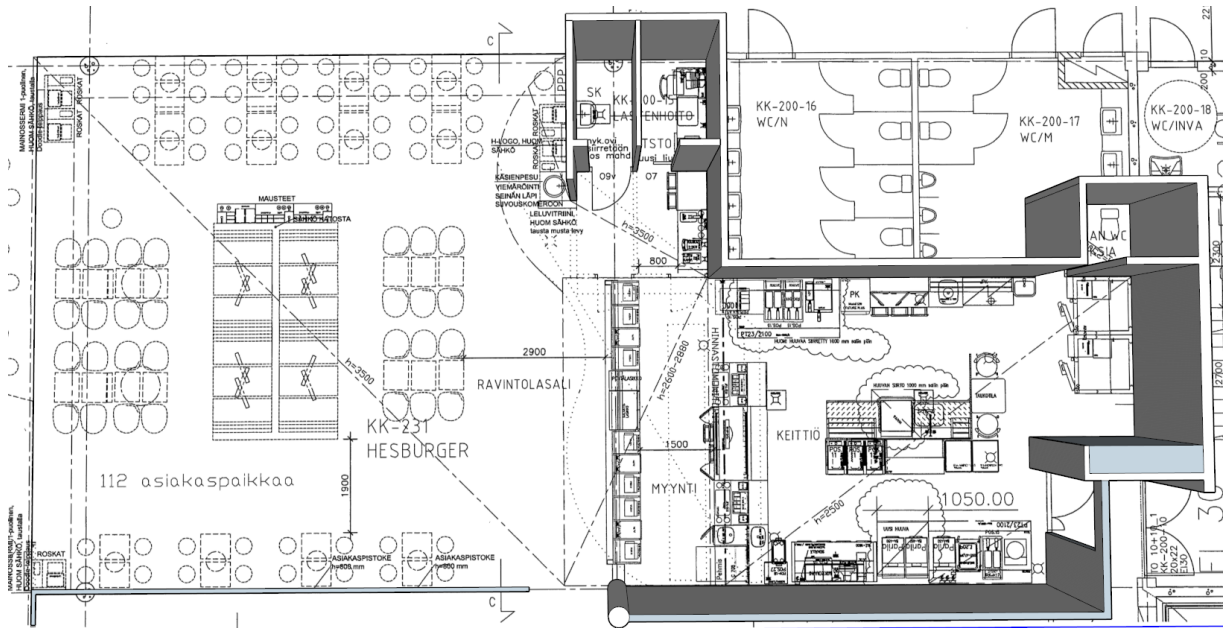
Projektin osapuolia olivat I.S.Mäkinen, joka toimi hankeen pääurakoitsijana. Sigge arkkitehdit vastasi arkkitehtisuunnittelusta. Taloteknikka tiimi vastasi LVI- sekä IV-töistä. Harritek vastasi sähkö- sekä sprinklertöistä. Lisäksi työmaalla toimi Rakennus ja saneeraus A&P, joka oli mäkinen palkkaama rakennusaliurakoitsija.

Hesburger-projektin osapuolista sähkö-, sprinkler-, IV- sekä LVI-urakoitsijat olivat tilaajan itse kilpailuttamia eivätkä siis kuuluneet I.S.Mäkisen urakkaan. Mäkinen vastasi kuitenkin pääurakoitsijan roolista hoitamalla töiden yhteensovittamisesta, aikataulusuunnittelusta sekä projektin johtamisesta.

3.1.2 Tilaselostus

Remontoitava alue sijaitsee kauppakeskuksen toisessa kerroksessa. Ravintolan etupuoli on kauppakeskuksen avointa tilaa, käytävää. Yhden seinän takana on toinen ravintola. Kolmas seinä rajoittuu käytävään sekä kauppakeskuksen julkisiin WC-tiloihin. Ravintolan takimmaisena seinän takana on liikkeiden tavaraliikenteeseen tarkoitettu käytävä sekä tavarahissi. Ravintolan pohja

muodostuu neljästä alueesta, ravintolasalista, toimistosta, myyntialueesta sekä keittiöstä. Alueet nähtävissä liiketilan pohjapiirroksessa kuvassa 5.



Kuva 5. Liiketilan pohjapiirros.

Urakka pitää sisällään seuraavat rakennusosat; lattiat (2 eri tyyppiä), jalkalistat (2 eri tyyppiä), seinät (8 eri tyyppiä), katot (3 eri tyyppiä) sekä kalusteet (erinäinen määrä).

3.1.3 Rajoitteet

Rajoitteet työlle antoivat kauppakeskuksen liiketilojen muutostyötä koskevat säännöt kauppakeskus Myllyssä.

”Häiriötä aiheuttavat työt (esim. purku, piikkaus, poraus, ym.) tulee tehdä kauppakeskuksen aukioloaikojen ulkopuolella”. (Liite 3, osa 1(2))

”Kaikki tavaraliikenne tapahtuu kauppakeskuksen takapihalla sijaitsevien lastauslaitureiden kautta. Asiakas- tai hätäpoistumisteiden ovia ei saa käyttää tavaroiden kuljetukseen ilman kauppakeskuksen myöntämää lupaa”. (Liite 3, osa 2(2))

”Muutos- ja remonttitöiden aikana tavaran säilytys Myllyn yleisissä tiloissa (lastauslaituri, käytävät ja Myllyn yleiset asiakastilat) on kielletty”. (Liite 3, osa 2(2))

3.1.4 Tuotannon ongelmakohtia

Ongelmiksi Hesburgerin työmaalla koettiin suunnittelun puute. Osasta työvaiheita puuttui päätös lopullisesta toteutustavasta, jolloin oikeiden materiaalien ja työkalujen saaminen työmaalle vei aikaa. Työkalujen osalta työmaan toiminnalle oli välttämätöntä, että työntekijöillä oli mukanaan omiakin työkaluja.

3.2 Tahtiaika

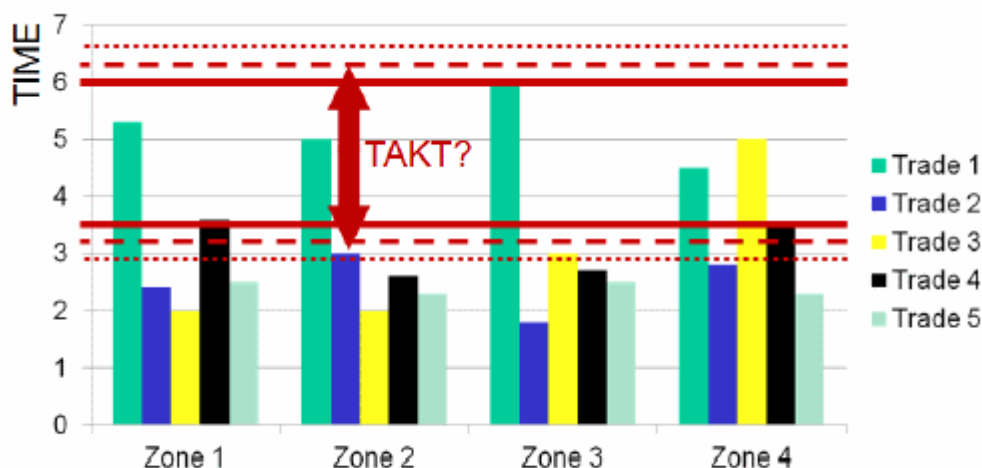
I.S.Mäkinen käyttää tuotannossaan laivojen hyttien saareuksissa tahtiaikaan perustuvaa tuotantoa. Tuotanto toimii hyttien saneerauksessa seuraavasti: käytössä oleva nettotyöaika jaetaan hyttien määrällä, jotka on suunniteltu valmistettavaksi projektin aikana. Tällöin saadaan aika, joka saa kulua yhden hyttin valmistamiseen. Yhden hyttin kysyntä on nyt ajallisesti määritelty ja tätä aikaa voidaan kutsua nimellä *Takt* tai *yksi tahti*. Seuraavaksi tulee pilkkoa hyttin saneerauksen työvaiheet sopiviin työvaihekokonaisuuksiin, jotka kestoiltaan kaikki sopivat määritettyyn yhteen tahtiin. Jokaiselle palalle muodostetaan kooltaan ja taidoiltaan sopiva työryhmä. Tavoitteena on jakaa työt ryhmien kesken sekä valita ryhmien koot siten, ettei tuotantoon synny pullonkauloja (aliresursoituja työvaiheita) tai ylenmääräistä odottelua (yliresursoituja työvaiheita). I.S.Mäkisellä tahtiaikaa on käytetty tuotantoon jota, yhdistää suuri toistuvuus ja sarjakoko. (A. Heinonen, henkilökohtainen tiedonanto, 14.1.2015.)

Teoria perustelu I.S.Mäkisen tahtiaikaan perustuvalla tuotannolla löytyy Lean-teoriasta, josta se on sovellettu toimimaan heidän hyttisaneerausprojekteissaan. Tahtiaikaa voidaan lähteä määrittämään kahdella tavalla. Ensimmäinen, edellä selitetty vaihtoehto eli I.S.Mäkisen käyttämä tapa, on käyttää tuotantoon

käytössä olevaa aikaa ja olettaa, että työ on mahdollista toteuttaa käytössä olevilla resursseilla ja tuotantotavoilla tämän kokonaisajan puitteissa. Toinen vaihtoehto on katsoa käytössä olevia resursseja ja tuotantometodeja ja miettiä hitaimman työyksikön eli jaetun palan maksimituotantovauhti ja pyrkiä parantamamaan tätä. Tämän hitaimman palasen avulla lasketaan tuotannon mahdollinen nopein sykli. Näitä tahdin määrittämisen tapoja on mahdollista käyttää ristikkäin ja toisiaan täydentäen haettaessa optimaalista tahtia tuotantoon. (Fradson , Berghede & Tommelein 2014.)

Tahtiajan tuominen rakentamiseen tarkoittaa sitä, että työryhmät, joiden tuotantovauhti vaihtelee perinteisessä rakentamistavassa paljonkin, tulee pystyä toimimaan tuotannossa tarkasti määritellyssä työtahdissa. Jotta tämä voi toteutua, tulee työmaa jakaa paloihin. Yksi työryhmä saa käyttöönsä tämän alueen yhden tahdin ajaksi. Työryhmän siirtyminen alueelta toiselle tulee tapahtua oikea-aikaisesti, jotteivät työryhmät hidasta toisiaan olemalla toistensa tiellä. Lisäksi edeltävien työvaiheiden on oltava valmiina, kun seuraava työryhmä saapuu alueelle. (Fradson , Berghede & Tommelein 2014.)

Tahtiaikaan perustuvassa tuotannossa syntyy tilanne, jossa kaikki työryhmät eivät ole yhtä nopeita, kuten kuvassa 6 on esitetty. Lisäksi alueet saattavat olla työmäärältään eri laajuisia, joka vielä lisää työryhmien välistä nopeuseroa. Mikäli tahtiaika on liian pitkä, syntyy monelle ryhmälle ylimääräistä aikaa, joka syö resurssitehokkuutta. Liian nopeat ryhmät laitetaan tekemään muita tehtäviä, kunnes seuraava alue aukeaa, eli tahdin päättyessä. Jos tahtiaika on liian lyhyt, on vaarana että jokin ryhmä ei pysy tahdin mukana ja jää jälkeen, muodostaen pullonkaulan tuotantoon. (Fradson , Berghede & Tommelein 2014.)



Kuva 6. Kuvassa kohde jaettu osiin vaaka-akselille (zone). Pystysuuntainen akseli kuvaa aikaa (time). Eriväriset palkit kuvaavat työryhmiä ja niiden alueella tarvitsemaa aikaa (trade1, trade2 jne.). (Fradson 2014.)

3.3 Last Planner -aikataulusuunnittelu

”Arvoketju-ajattelu yhdistää kaksi erilaista kulttuuria: johtamiskulttuurin, joka liittyy strategiaan ja liiketoiminnan kehittämiseen, sekä operatiivisen kulttuurin, kuten hankinnan, tuotannon ja logistiikan. Näiden eri kulttuurien välillä on monesti kiulu, jonka poistamalla yritykset voisivat saavuttaa merkittäviä hyötyjä. Arvoketjun hallinta tarkoittaa materiaalivirtoihin liittyvän informaation hallintaa.”

(Merikallio & Haapasalo, 2009)

Hyvä ja tarkka aikataulusuunnitelma auttaa informaatiovirtojen ja erityisesti materiaalivirtojen hallinnassa. Aikataulusuunnitelman tarkentaminen lisää suunnittelun informaation määrää ja hallintaa. On varmistettava, että informaatio on tarvittaessa saatavilla, helposti ymmärrettävissä sekä ajan tasalla. Lean-periaatteiden mukaan kehitetty Last Planner Systemin aikataulusuunnittelu on tehty helpottamaan työmaalla toimivan johtajan aikataulun hallintaa. Last Planner tuottaa myös arvokasta informaatiota yleisaikataulun tekijälle.

Last Planner keskittyy lyhyen aikavälin suunnitteluun ja ohjaukseen. Viikko- ja päivätasolle tehdyn aikataulun suunnittelun ja sen toteutumisen seuranta on sen keskeinen osa (katso liite 1, Last Planner -viikkosuunnitelma). Kunkin viikkotehtävän vastuuhenkilöltä vaaditaan sitoumus työn suorittamiseen aikatalussa. Mikäli tehtävä ei tule valmiiksi aikataulussa, syyt sen toteutumatta jättämiseen selvitetään. Merkittävä osa Last Planneria onkin seurata viikkotehtävien toteutumista suunnitellussa aikataulussa. Kun syyt, miksei viikkotehtäviä saatu suoritettua aikataulussa tiedetään, pyritään niihin vaikuttamaan, ja näin saada aikataulun toteutumisaste kohoamaan.

Yksi osa Last Planner suunnitelmasta on ns. rullaava, valmisteleva suunnittelu, jolla pyritään etukäteen varmistamaan tehtävien aloitusedellytykset. Menetelmässä suunnittelijana käytetään myös työn vastuuhenkilöä eli itse suorittajaa tai työryhmän vetäjää. (Koskela & Koskenvesa 2013.)

3.3.1 Menetelmän edellytykset

Viikkosuunnitelman tehtävien, eli viikkotehtävien, tulee täyttää seuraavat kriteerit:

1. niiden tulee olla hyvin määriteltäviä
2. niiden tulee olla työjärjestyksen kannalta tarkoituksen mukaisia
3. työmäärien tulee olla oikein määriteltäviä
4. niiden tulee olla käytännössä toteutettavissa (kaikki edellytykset suorittaa tehtävä ovat olemassa). (Koskela & Koskenvesa 2003.)

Tavoitteena on, että viikkosuunnitelma laaditaan palaverissa, jossa ovat läsnä tehtävien vastuuhenkilöt. Vastuuhenkilöt tulee saada sitoutumaan yhdessä laadittuun aikatauluun.

Menetelmällä pyritään saamaan työmaan tuotantoa virtaavammaksi. Yksittäisten sillä hetkellä toteutuksessa olevien työvaiheiden tarkastelun lisäksi

pyritään näkemään valmistumista virtana, määrätietoisesti vähennetään epävarmuutta sekä torjutaan sen haittoja.

Last Plannerin avulla vaikutetaan erityisesti kolmeen rakentamisen perusongelmaan:

1. ongelmiin aloitettaessa työvaihetta
2. tehtävän aikana ilmaantuneet häiriöt ja pienet katkot, jotka aiheuttavat tuottavuuden alenemista
3. tehtävän keskeytyminen, jolloin tehtävää ei saada suunnitellusti valmiiksi, vaan sitä täytyy jatkaa myöhemmin.

Menetelmällä pyritään saamaan rakentamisen osia yhteen. Päiväsuunnittelussa mietitään jo ennen työvaiheen aloittamista siihen vaikuttavat asiat. Hidasteet pyritään poistamaan ennen kuin koko työvaihe on edes aloitettu, ei sen aikana. (Koskela & Koskenvesa 2003.)

3.3.2 Päiväsuunnitelma – Last Plannerin sovellutus

”Last Planner-menettely on työn toteutumisen edellytysten luomista ja seurantaa, mutta myös väline ohjata ja valvoa tuotannosuunnittelua ja – ohjausta. Se yhdenmukaistaa ja systematisoi tapaa toimia niin, että kaikki tekeminen liittyy päivittäiseen ja viikoittaiseen työmaanjohtamiseen. Last Planner kiinnittää huomion siihen, että työmaata edeltävien vaiheiden panokset palvelevat toteutusta mahdollisimman tarkoituksenmukaisesti.”

(Koskela & Koskenvesa 2003.)

Last Planner -tuotantotapa on hyödyksi erityisesti isoissa ja monimutkaisissa projekteissa, kun tieto on ripoteltuna eri ihmisille, eli työnjohto koostuu useammasta kuin yhdestä henkilöstä. Tätä tuotannonohjaustapaa ei ole vielä kokeiltu I.S.Mäkisellä. Seuraavassa tarkastellaan Last Planneria, joka on

kirjoittajan toimesta sovellettu, I.S.Mäkiseltä saatujen mielipiteiden ja neuvojen avulla, sopimaan lyhyempikestoisiin, juurikin muutaman viikon pituisiin projekteihin. Päiväsuunnitelman suurin eroavaisuus sen alkuperäiseen versioon, Last Planneriin, on sen lyhyempi päivitysväli. Suunnitelmasta on lisäksi karsittu työvaiheesta kertovaa informaatiota. Ominaisuuksia karsittiin opastavien henkilöiden avustuksella sillä periaatteella, että niitä on mahdollista lisätä pilottihankkeista saatujen kokemusten avulla. Koska suunnitelman käyttötarkoitus on muutettu toimimaan päivittäin suunniteltavana, myös nimi muutettiin viikkosuunnitelmasta päiväsuunnitelmaksi.

Käyttökelpoisin osa Last Planneria tähän projektiin on siis sen aikataulunseurantaa ja tuotannon ongelmakohtia selvittävä osa, päiväsuunnitelma. Yhdessä laaditusta, I.S.Mäkiselle modifioidusta aikataulupohjasta löytyvät Last Planner Systemin aikataulusuunnittelun neljä päävaihetta. *Vaihe-1* valmisteltavat tehtävät, *vaihe-2* tehtävän edellytykset, *vaihe-3* päivätehtävät sekä *vaihe-4* päiväsuunnitelma. Työvaiheiden nopean valmistumisen sekä nopean vaihdon tarpeen vuoksi sopivana suunnitteluvälinä voidaan pitää yhdestä kolmeen päivää. On myös tärkeää, että kuluvan päivän päiväsuunnitelman teko on aloitettu edeltävänä päivänä ja työvoima sitoutettu aamuna, jolloin uusi päiväsuunnitelma tulee käyttöön. I.S.Mäkiselle tätä projektia varten laadittiin aikataulupohja (Kuva 7).

päivän välein. Rakentamisen vaiheissa, joissa tekeminen on hektistä ja työvaiheiden keskenään sovittaminen on haastavaa, on aikataulu syytä tehdä ja päivittää useammin eli joka päivä. Päiväaikataulun laadintaan tarvitaan *yleissuunnitelma*, jossa on työvaiheittain koko työmaan suunniteltu kulku ja ennen kaikkea työmaan tärkeimmät aikarajat.

Vaihe 1 – Valmisteltavat tehtävät -osioon listataan tehtäviä, jotka eivät vielä ole tuotannossa, vaan ne ovat valmisteluvaiheessa. Koska aikataulukohtaan merkataan työvaiheet seuraavaksi viideksi päiväksi, otetaan valmisteltavat tehtävät tätä edeltävältä ajalta, tässä tapauksessa noin kolmen päivän ajalta.

Vaihe 2 – Tehtävän edellytykset toimii työnjohtajalle muistilistana asioista, jotka hänen on mietittävä ennen työn siirtämistä toteutuskelpoisten kohtaan (vaiheeseen 3). Käytännössä tämä tapahtuu raxsimalla ruutuja sitä mukaa, kun kukin työhön vaikuttava osavirta (suunnitelmat, materiaalit jne.) on varmistettu ja suunniteltu. Kaikkien ruutujen täytyttyä viimeisen kohdan OK tarkoittaa, että työ voi edetä toteutukseen eli vaiheeseen 3. Mikäli huomattavaa osaa osavirroista ei ole saatu varmistettua, esim. suunnittelu on vielä kesken, voidaan työvaihe sijoittaa sekä vaiheeseen 3 – päivätehtävät, että kohtaan 1 valmisteltavat tehtävät. Kun kaikki osavirrat ovat kunnossa, tulee tehtävä poistaa vaiheesta 1.

Vaihe 3 – päivätehtävät -osiossa ovat listattuna seuraavan viiden päivän tehtävät sekä niiden tiedot eli; osakohde, aloitus, 1. päivän tavoite sekä toteutunut määrä.

Viimeinen vaihe, *Vaihe 4 - Päiväsuunnitelma* kohta, on aikatauluosio. Taulukkoon tulee suunnitellaan aikataulu seuraavalle viidelle päivälle jana-kaavion tapaan. Se miten aikataulussa pysyttiin eli valmistuivatko tehtävät niille suunnitellussa aikataulussa, merkataan aikataulupohjaan tehtävän valmistuttua. Uusittaessa ja suunniteltaessa aikataulua on tärkeää saada mielipide aikataulusta sen töistä vastaavilta henkilöiltä. Tämä tapahtuu kahdesta syystä. Aikataulusta saadaan näin realistisempi ja lisäksi työstä vastuussa oleva

henkilö tietää työvaiheeseen käytössä olevan ajan. Tämä on sitouttamisen vaihe.

Last Plannerin mukainen päiväsuunnitelma Kohde: *Pum*

Tehtävä	Osakohde	Aloitus	1. päivän tavoite (yks.)	Toteutunut määrä	1. päivä	2. päivä	3. päivä	4. päivä	5. päivä	TOT	poikkeukset
Vaihe 3 - Päivätehtävät											
Vaihe 4 - Päiväsuunnitelma											

Tehtävä	Osakohde	Aloitus	Määrä (yks.)	Työmenekki	Suunnitelmat	Sopimukset	Olosuhteet	Työturvallisuus	Jätehuolto	Työryhmä	Miestä	Koneet ja kalusto	Materiaalit	Edelt. ja liittyvät työt	OK					
Vaihe 1 - Valmisteltavat tehtävät																				
Vaihe 2 - Tehtävien edellytykset																				

Kuva 8. Aikataulupohja sen eri vaiheisiin jaettuna.

Tehtävien aikataulussa valmistumista seurataan kohdassa TOT, toteutunut, joko miinuksella (-) tai plussalla (+), plussan tarkoittaessa aikataulussa toteutunutta tehtävää ja miinuksen tarkoittaessa tehtävää, joka ei valmistunut sille suunnitellussa aikataulussa. On ymmärrettävä, että kohta TOT mittaa työvaiheen alussa sovittua, työn suorittajan kanssa sovittua suoriutumista.

Kohtaan *Poikkeamat* merkataan mahdollisen työn myöhästymisen syyt. Syitä ovat esim. edeltävät työt, materiaalit, kalusto, piirustukset tai työvoima. Aikataulupoikkeamien syyn mietinnällä ei pyritä etsimään yksittäistä henkilöä, jonka syyksi myöhästymisen voidaan laittaa. Toteutumien seuranta auttaa etsimään juurisyytä tuotannon ongelmiin. Työmaan valmistuttua toteutuman seurannasta muodostetaan tietopohjaa tuotannon ongelmista. Kaikkien päiväaikataulussa pysymättömien tehtävien, eli tehtävien, joiden Toteutunut-kohdassa on miinus, poikkeamat on luettavissa. Työmaan päätyttyä on

laskettavissa, mitkä osavirrat ja tekijät vaikuttivat eniten myöhästymisiin, toisin sanoen mitkä olisivatärkevimmät kehityskohteet.

3.4 Last Plannerin vaikutus tuotantoon

Siinä missä perinteinen tuotannonohjausajattelu korostaa suunnittelun merkitystä ja pitää toteutusta pelkkänä suunnitelmien täytäntöönpanona, Last Plannerissa suunnitelmat eivät jää elämään omaa elämäänsä. Siinä ei kuitenkaan vähätellä suunnittelun tärkeyttä, vaan suunnittelu laitetaan vastapariksi toteutukselle. Suunnitelmat tulee nähdä työmaalla olevina resursseina eikä niinkään täytäntöön pantavina tahdonilmauksina. Last Planner kiinnittää huomiota siihen, että suunnitteluvaiheen panokset palvelevat toteutusta mahdollisimman todenmukaisesti. Kuvassa 9 on nähtävissä käyttöön otetun Last Plannerin muutos verrattuna perinteiseen tehtäväsuunnitteluun.

Last Plannerin oletettu vaikutus tuotantoon muodostuu seuraavista Last Plannerin ominaisuuksista:

- Tuotannonohjaus pyrkii poistamaan häiriöt, jotta tehtävä voidaan aloittaa ja lopettaa suunnitellusti.
- Aikataulun tarkalla seurannalla ja sitoutumisella saadaan aikaan imua tuotantoon. Informaatio, materiaalit ja tehtävät alkavat virtaamaan tehokkaammin organisaatiossa.
- Systemiin on tehty osa, joka antaa jatkuvasti rakentavaa palautetta tuotannon ongelmista. Tämä mahdollistaa jatkuvan parantamisen. (Koskela & Koskenvesa 2003.)

	<i>Tehtäväsuunnittelu</i>	<i>Last Planner</i>
<i>Tarkastelukohde</i>	Koko tehtävä	Viikkotehtävä
<i>Tarkastelun laajuus</i>	Keskeiset tehtävät	Kaikki viikkotehtävät
<i>Keskeinen näkökulma</i>	Tavoitteiden ja vaatimusten selvittäminen	Edellytysten varmistaminen
<i>Vaikutustapa</i>	Valvonta ja ohjaus	Ennalta varmistus
<i>Sopiminen ja sitoutuminen</i>	Yksittäin	Yhdessä
<i>Suunnittelun tason mittaus</i>	Kertaluonteista	Jatkuvaa

Kuva 9. Last Plannerin vertailu perinteiseen tehtäväsuunnitteluun. (Koskela & Koskenvesa 2003.)

3.5 Last Plannerin käyttöönotto

Last Plannerin käyttöönotto on mahdollista tehdä asteittain. Asteittain valmistelu antaa sen tuleville käyttäjille aikaa kehittää omia käytäntöjään suunnitelman tekemiseksi ja täytäntöön panemiseksi. Käytännön kokeiden perusteella on mahdollista selvittää päiväaikataulupohjan kehityksen tarve. Last Plannerin ideana on saada kehityksestä jatkuvaa, ja se koskee myös itse aikataulua ja Last Planner System -tuotannonohjaustapaa. Yksi mahdollinen suunnitelma Last Plannerin käyttöönottoon on esitetty kuvassa 10. (Koskenvesa & Koskela 2012.)



Kuva 10. Rakennusyrityksen Last Planner –kehityspolku. (Koskela & Koskenvesa 2003.)

Last Plannerin käyttöönottoon liittyviä haasteita ja riskejä ovat

- koulutuksen puute
- johdon sitoutumattomuus
- muutoksen vastustus, kehityksen väärinymmärtäminen
- urakkamuoto ei sovi Last Plannerin käyttöön
- Last Plannerin vajaavainen käyttöönotto
- käyttöönottoa ei ole suunniteltu
- yleissuunnitelman liian tarkka seuranta
- haluttomuus tuoda esille tuotannon ongelmia. (Porwal, Fernández-Solís, Lavy & Rybkowski 2010.)

(Porwal; Fernández-Solís; Lavy; & Rybkowski, 2010)

3.6 Muutokset muihin aikataulusuunnitelmiin

Kun suurin ja tärkein muutos tuotantoon on varmasti Last Plannerin käyttöönotto, tulee tarkastella myös muutamaa muuta työtä tehdessä esiin tullutta mahdollista kehittämisen paikkaa.

3.6.1 Logistiikkasuunnitelma

Just In Time, josta kerrottiin jo teoriaosiossa, on yksi asia, johon Lean-tuotantostrategiassa pyritään, asioiden tapahtumiseen juuri oikeaan aikaan. Pisimmälle tämä on viety I.S.Mäkisen osalta telakalla. Logistiikka, joka liikuttaa käytävillä materiaaleja ja jätettä, on suunniteltu toimimaan minuuttiaikataululla. Myös itse rakentaminen toimii tämän saman minuuttiaikataulun mukaan. Kun tiedetään työryhmän tarkka paikka ja aika sekä työtahti, ei työmaalla tarvita ylimääräistä materiaalien välivarastointia. Työmaalla on jatkuvasti juuri oikea määrä materiaalia käytössä. Syntyvä jäte ei jää varastoitavaksi työpisteelle, vaan kuljetetaan logistiikkaryhmän toimesta heti pois.

Logistiikkasuunnitelmassa mietitään, suunnitellaan ja selvitetään työmaalle tulevan materiaalin reitit sekä missä materiaaleja on mahdollista varastoida. Samalla suunnitellaan purkujätteen ja materiaalien kuljetusreitit. Lisäksi suunnitelmaan merkataan saapuvan materiaalin aikataulu. Kun ainakin suurimpien tavaravirtojen saapumis- ja lähtemispäivät ovat tiedossa koko työmaalla, osataan tarvittava tila varata niin varastointia kuin kuljetusta varten. Suunnitelman hyvän ymmärtämisen varmistamiseksi tehdään kartta, johon sopivat varastointipaikat on merkattu sekä reitit, joita ei tule tukkia.

3.6.2 Työvaihe aikataulu

Last Plannerin mukaisen päiväsuunnitelman tekoon riittää yleissuunnitelma ja edeltävä päiväsuunnitelma. Hesburger-projektiin oli tehty yleissuunnitelma Microsoftin Excel-ohjelmalla. Aikataulusuunnitelmat I.S.Mäkisen telakoilla

tapahtuvaan saneeraukseen tehdään aikataulutushjelmalla, joka on Exceliä monipuolisempi. Tekemällä aikataulut sitä varten tarkoitettulla ohjelmalla saadaan aikatauluista helpommin muokattavia. Excel -version voidaan silti sanoa olevan riittävä. Ohjelmana Excel sopii lisäksi hyvin työmaaympäristöön. Se aukeaa lähes jokaisella tietokoneella ja se on avattavissa ja muokattavissa myös tableteilla ja joillakin puhelimilla.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tarkasteltaessa rakentamisen aikataulu- ja logistiikkasuunnittelua Lean-tuotantostrategian näkökulmasta on loogisin ensiaskel juurikin Last Planner Systemin käyttöönotto. Vaikka Last Planner ei Hesburger-projektin kokoisissa projekteissa olekaan kaikkien mielestä välttämättömyys, sen käyttö suurempiin ja ennen kaikkea monimutkaisempiin projekteihin, joita I.S.Mäkinenkin tekee, on suositeltavaa. Käyttöönoton hankalin asia ei varmasti tule olemaan taulukon käytön opettelu, vaan kaikki muu, mikä taulukkoon liittyy. Aikataulusuunnittelun muutos, jossa työn suorittaja otetaan osaksi lopullista suunnittelua ja jossa hänet sitoutetaan työvaiheen aikatauluun, ei varsinaisesti liity aikataulusuunnitteluun, mutta on osa Last Planneria ja sen oikeaa toteutustapaa. Näissä asioissa oikominen eli taulukon käyttäminen ilman siihen liittyvää muuta työtä on mahdollista, mutta voidaan kysyä, saadaanko siitä silloin kaikki hyöty irti ja onko tuotanto todella muuttunut haluttuun suuntaan. Vaikka taulukkoa alettaisiin aluksi käyttää lähinnä työnjohdon muistilistana tulevista töistä ja niihin liittyvistä valmisteltavista asioista, on pidemmällä aikavälillä kuitenkin syytä seurata, että Last Planner tulee lopulta kokonaisuudessaan käyttöön kaikkine muutoksineen eikä vain aikataulupohjana.

Last Planner System tekee mahdolliseksi koittaa tahtiaikaa myös saneerausprojekteissa. Jotta tahtiaika-tuotantotapaa voidaan käyttää, täytyy aikatalua seurata tarkasti. Last Plannerin avulla tämä onnistuu. Hesburgerin tapaiseen pieneen ja yksinkertaiseen projektiin ei tahtiaikaa ole sellaisenaan syytä käyttää. Siihen vaaditaan suurempia ja mahdollisesti paljon samanlaisia elementtejä omaavia projekteja, jotta sen käyttäminen olisi suositeltavaa rakennussaneerauksessa. Mikäli sopiva kohde kuitenkin löytyy, on sen aikatauluseurantaa mahdollista toteuttaa opinnäytetyössä olevalla aikataulusuunnitelmalla tai sen muunnelmalla.

Vaikka opinnäytetyössä ei juurikaan otettu kantaa logistiikan suunnitteluun, Last Plannerin tuoman paremman ennakoitavuuden avulla voidaan olettaa työmaan logistiikan muuttuvan tarkemmaksi ja paremmin ennakoitavaksi.

5 LÄHTEET

Bertelsen, S. & Koskela, L. 2004. *Construction beyond Lean*. International Group for Lean Construction - conference papers.

Fradson, A. Berghede, K. & Tommelein, I. 2014. Takt-Time Planning and the Last Planner. International Group for Lean Construction - conference papers.

Koskela, L. & Bertelsen, S. 2004. *Construction beyond Lean: A New Understanding of Construction Management*. International Group for Lean Construction - conference papers.

Koskela, L. & Koskenvesa, A. 2003. *Last Planner -tuotannonohjaus rakennustyömaalla*. Helsinki: VTT TIEDOTTEITA 2197.

Koskela, L. & Koskenvesa, A. 2013. Ten Years of Last Planner in Finland - Where Are We. International Group for Lean Construction - conference papers.

Lean construction institute -> *Home*. Viitattu 13.1.2015. Osoitteesta: <http://leanconstruction.org/>

Lean construction institute -> *lean construction*. Viitattu 12.3.2015. osoitteesta: <http://lci.fi/fi/content/lean-construction>

Lean NZ. *Resource efficiency versus flow efficiency*. Viitattu 6.5.2015. Osoitteesta: <http://lean-nz.com/resource-efficiency-versus-flow-efficiency/>

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

Mädig, N. & Åhlström, P. 2013. *Tätä on Lean*. Halmstad: Rheologica Publishing.

Sarkar, D. 2008. Viitattu 13.1.2015. Osoitteesta: <http://asq.org/quality-press/display-item/index.pl?item=H1316>

Toyota Motor Corporation. *Just-in-Time - Philosophy of complete elimination of waste*. Viitattu 17.3.2015. Osoitteesta: http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/just-in-time.html

Liiketilojen muutostyöt kauppakeskus Myllyssä (sivu 3)



- Vuokralainen voi tilata omalla kustannuksellaan liiketilan arkkitehtipohjat ja talotekniikkajärjestelmien alkuperäiset suunnitelmakuvat vuokranantajan luvalla suunnitelmia ylläpitäviltä yrityksiltä.
- Julkisivun valomainospaikat määrittelee aina arkkitehti, myös uusinnat ja muutokset valomainoksissa

3. Muutostöiden toteutus

- Muutostyöt toteutetaan Kauppakeskus Mylly Oy:n kanssa sovitun aikataulun mukaisesti.
- Muutostyöt eivät saa aiheuttaa häiriötä muille vuokralaisille, tai kauppakeskuksessa asioiville asiakkaille.
- Häiriötä aiheuttavat työt (esim. purku, piikkaus, poraus, ym.) tulee tehdä kauppakeskuksen aukioloaikojen ulkopuolella.
- Määräaikaistarkastuksissa (mm. palotarkastus (1 krt/vuosi), sprinkler tarkastus (joka toinen vuosi)) havaitut ja todetut puutteet, jotka ovat aiheutuneet liiketilan muutostöistä vastaa vuokralainen. Nämä korjaustyöt tulee vuokralaisen hoitaa viipymättä.
- Vuokralaisen tulee suojata liiketila käytävään ja viereisiin liiketiloihin niin ettei esim. pöly aiheuta haittaa muualle kauppakeskuksessa.
- Kaikki raakapintaiset materiaalit ja tarvikkeet tulee maalata kaikkiin suuntiin näkyviltä osin esim. vesiputket, väliseinät.
- Palokatkoja avattaessa tai sellaisten läpivientien niitä vaatiessa pitää urakoitsijan varmistaa palokattojen tiiveys niitä suljettaessa. Palokatkoissa tulee käyttää vain niihin hyväksytyjä tarvikkeita. Palokatkoja avattaessa pitää aina olla yhteydessä kiinteistöpalvelupääliikköön.
- Luvanvaraisia töitä (esim. sähkö- ja sprinklertöitä) tehtäessä käytettävät urakoitsijat on hyväksyttävä vuokranantajalla.
- Kaikki työsuoritukset on tehtävä liiketiloissa. Lastauslaitureita, tai huoltokäytäviä ei saa käyttää muutostöiden "aputiloina".
- Muutostöiden valvonnasta syntyvistä kustannuksista vastaa tilojen vuokralainen.
- Muutostöiden urakoitsijoiden tulee ilmoittaa päivittäin sekä töiden aloittamisesta, että lopettamisesta Kauppakeskuksen turvalvomoon.
- Urakoitsijoiden työntekijöillä tulee olla Myllyn turvalvomon myöntämä "ulkopuolinen työntekijä" ID-kortti liikkeessaan liiketilojen ulkopuolella Myllyn huoltokäytävillä tai lastauslaitureilla.
- Mikäli muutostyöt jatkuvat aukioloaikojen ulkopuolella on tästä ilmoitettava Myllyn turvalvomoon. Turvalvomosta on haettava avaimet jotka toimivat myös aukioloaikojen ulkopuolella. Myymälähenkilökunnan kulkunapit toimivat päivittäin klo 6.00 – 23.00 välisenä aikana.

Liiketilojen muutostyöt kauppakeskus Myllyssä (sivu 5)



- maksuvälinen, Taxfree, kanta-asiakas ym. tarrojen teippaaminen ikkunaan on kiellettyä. Mikäli määräykset vaativat ilmoituksen (esim kaasupullot) on nämä teippaukset sallittu kun paikka on yhteisesti sovittu
- Näyteikkunalle on sallittua asentaa mainoksia ripustamalla katosta
 - Näyteikkunan lasijaon muutokset ja sisäänkäynnin ulkopuolelle kiinteästi asennettavat personoinnit tulee aina hyväksyttävä kauppakeskuksen johdolla.
 - Viikkuvien valojen asennus näyteikkunalle on kielletty
 - Teipin ja sinitarran käyttö kiinnitykseen on kiellettyä.
 - Vuokralaisen tulee teipata liiketilan ulkopuolella olevaan soikeaan puupintaiseen katukylttiin yrityksen nimi ja Myllynkadun katunumero omalla kustannuksellaan. Kylttiin ei saa teipata mitään muuta.
 - Vuokralaisen on mahdollista asentaa valomainoslaatikon korkeuteen poikittainen valomainos, joka korvaa kisällinkyltin. Poikittaisen valomainoksen paikka on oltava valomainoslaatikon alareunan tasosta ylöspäin ja sen korkeus ja ulkonema saa olla korkeintaan valomainoslaatikon korkeus 800 mm. Poikittaista valomainosta pätevät samat asennusohjeet kuin irtokirjaimin toteutettu valomainos. Mikäli kisällinkyltti poistetaan tulee liiketilan nimi ja numero esittää sisäänkäynnin yhteydessä lasiseinään tehtävällä teippauksella, joka on yhteisesti sovittu.

7. Julkisivun valomainokset

- Kaikki muutokset valomainoksissa pitää hyväksyttävä aina Kauppakeskus Myllyn kiinteistöpalvelupäälliköllä
- Edellä mainittuja muutoksia ovat mm. logo-muutokset, paikan siirrot, osan logoa poistaminen tms.
- Kiinteistöpalvelupäällikölle tulee toimittaa muuttuneet tehotiedot valomainoksista.

8. Tavarankuljetus liiketiloihin

- Kaikki tavaraliikenne tapahtuu kauppakeskuksen takapihalla sijaitsevien lastauslaitureiden kautta. Asiakas, tai hätäpoistumisteiden ovia ei saa käyttää tavaroiden kuljetukseen ilman kauppakeskuksen myöntämää lupaa.
- Pelastustiet on pidettävä vapaana myös remontin aikana. Mikäli pelastustietä pitää käyttää on tämä hyväksyttävä aina Kauppakeskus Myllyn kiinteistöpalvelupäälliköllä.

9. Tavarankäyttö

- Muutos- ja remonttitoiden aikana tavarankäyttö Myllyn yleisissä tiloissa (lastauslaiturit, käytävät ja Myllyn yleiset asiakastilat) on kielletty.