

Teija-Tuulia Matikainen

# LOGISTIIKAN RATKAISUT RAKENNUSTYÖMAALLA

Opinnäytetyö  
Liiketoiminnan logistiikka

2018



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

<b>Tekijä</b>	<b>Tutkinto</b>	<b>Aika</b>
Teija-Tuulia Matikainen	Tradenomi (AMK)	Toukokuu 2018
<b>Opinnäytetyön nimi</b>		29 sivua
Logistiikan ratkaisut rakennustyömaalla		
<b>Toimeksiantaja</b>		
<b>Ohjaaja</b>		
Olli Huuskonen		
<b>Tiivistelmä</b>		
<p>Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää rakennustyömaan logistiikkaa materiaalin hallinnan ja logistisen suunnittelun kannalta. Tutkimuksessa selvitetään, millaiset tekijät aiheuttavat kustannuksia hankkeen rakennusvaiheessa.</p> <p>Tutkimus pohjautuu Lean-ajatteluun, jossa resurssien minimointi ja hukan poistaminen ovat avainasemassa. Lean soveltuu johtamisen malliksi myös tälle alalle.</p> <p>Rakennustyömaan logistiset ongelmat syntyvät aikataulutetun hankkeen hallinnasta, kun projektissa toimii usean eri alan aliurakoitsijoita ja tavaran toimittajia samanaikaisesti. Suunnittelun ja ennakkoinnin puutteet, informaation jakamisen vajavaisuus ja yleisesti väli-varastoinnin ongelmat ovat tekijöitä, jotka häiritsevät tieto- ja materiaalivirtoja ja aiheuttavat hukkaa kustannuksissa.</p> <p>Tutkimustyössä esitellään LSP-menetelmä, joka mahdollistaa edellytykset rakennustoiminnan harjoittamiselle suunnittelun vaiheistuksella. Menetelmä jakaa suunnittelun eri tasoille, sekä arvioi rakennustoiminnan toteutumista suunnitelmien pohjalta.</p> <p>Vastaavasti informaation kulun parantamiseen on tuoda teknologia suoraan työntekijäta- solle. Älylaitteiden käyttöönotosta hyötyy koko työyhteisö, kun suunnitelmat ja muu infor- maatio on jokaisen ulottuvilla. Nykypäivän tavarantoimituksessa vastaavasti täsmätoimitus suhteutettuna työvaiheisiin vähentää väli-varastoinnin ongelmia.</p> <p>Rakennustyömaan toiminnot ovat jonkin verran vanhentuneita suhteutettuna nykypäivän kehitykseen. Älylaitteet ovat tuoneet muutoksia toimintatapoihin, mutta siitä huolimatta ke- hittymiselle kohti tehokkaampaa logistiikan suunnittelua on vielä matkaa.</p>		
<b>Asiasanat</b>		
rakennustyömaa, logistiikka, lean-ajattelu		

<b>Author</b>	<b>Degree</b>	<b>Time</b>
Teija-Tuulia Matikainen	Bachelor of Business Administration	May 2016
<b>Thesis title</b>		
Logistic management on construction site		29 pages
<b>Commissioned by</b>		
<b>Supervisor</b>		
Olli Huuskonen		
<b>Abstract</b>		
<p>The objective of this thesis is to clarify logistics on construction site concerning material handling and logistic layout. The research seeks to unravel what kind of factors cause expenses during the construction of the project.</p>		
<p>The research builds on Lean philosophy. The key principles of Lean are minimizing the resources and achieving zero waste. Logistical problems in scheduled projects appear when project management co-operates with several subcontractors simultaneously. At the construction site the most significant problems are weak communication, lack of preplanning, defective use of interim storages and information gaps which disrupt information and material flow and are not cost-effective.</p>		
<p>One suggested improvement is to use management layout tool LSP. Construction management can use LSP to manage a project by dividing it into different construction stages and make layout for each part of the project, as well as evaluating the project outcome in relation to the project plan.</p>		
<p>In modern delivery the problems of interim storage are diminished by making deliveries more on demand according to the progress of various stages of the construction process. Some construction site functions are old compared to present day development. Smart devices have brought some improvements but progressing towards more effective logistic operations is a challenge.</p>		
<b>Keywords</b>		
construction site, logistics, lean-philosophy		

# SISÄLLYS

KÄSITTEITÄ .....	6
1 JOHDANTO .....	7
1.1 Tausta ja tavoite .....	7
1.2 Tutkimusmenetelmät ja teoreettinen viitekehys .....	7
1.3 Esimerkkikohteet 1 ja 2.....	9
2 LOGISTIIKKA .....	10
2.1 Logistiikka rakentamisessa.....	10
2.2 Logistiikan hyödyt rakennushankkeissa.....	10
2.3 Rakennustyömaiden logistiikka tutkimuksien näkökulmasta.....	11
3 LEAN .....	11
3.1 Lean-malli .....	11
3.2 Lean rakentamisessa.....	12
3.3 Last Planner tuotannonohjausmenetelmä .....	12
4 MATERIAALIN HALLINTA RAKENNUSTYÖMAALLA .....	13
4.1 Pystysiirot .....	13
4.1.1 Ajoneuvonosturi .....	13
4.1.2 Torninosturi.....	14
4.1.3 Kurottaja .....	14
4.1.4 Rakennushissi .....	14
4.2 Varastointi.....	15
4.2.1 Välivarastot .....	15
4.2.2 Varastokontit.....	16
4.2.3 Vaihtolavat .....	16
4.3 Vaakasiirrot.....	17
4.3.1 Kuorma-auto ja yhdistelmä- ajoneuvo .....	17
4.3.2 Pienkuormaaja.....	17
4.3.3 Siirtojen apuvälineet .....	17

5	RAKENNUSTYÖMAALOGISTIIKAN SUUNNITTELU .....	18
5.1	Ajallinen suunnittelu.....	18
5.2	Logistiikkasuunnitelma.....	18
5.3	Aluesuunnitelma .....	18
5.3.1	Sisäisen liikenteen suunnittelu.....	19
5.3.2	3D-tietomallinnus .....	20
5.4	Hankintasuunnitelma .....	21
5.5	Toimitusten ohjaus.....	22
5.5.1	Suoratoimitus.....	22
5.5.2	Täsmätoimitus .....	22
5.5.3	Nouto ja pientarvikevarasto .....	23
6	LOGISTIIKAN HALLINNAN KEINOT.....	24
6.1	Mobiilisovellukset.....	24
6.2	Piirtotaulut toimitusten vastaanotossa .....	24
6.3	Logistiikkakalenteri .....	25
7	ONGELMIA JA PARANNUSEHDOTUKSIA .....	25
7.1	Suunnittelu.....	25
7.2	Välivarastointi .....	26
7.3	Informaation kulku .....	26
8	POHDINTAA.....	27
	LÄHTEET.....	28

## KÄSITTEITÄ

Lean-ajattelu = Palvelutuottajan näkökulmasta ajattelutapa perustuu mahdollisimman pieniin resursseihin ja hukan minimointiin. Ajattelussa tavoitteena on aina luoda maksimiarvo asiakkaalle (Heikkinen 2016.)

Setitys = Tavarantoimituksissa kootaan asennuspaketteja helpottamaan materiaalien kokoamista työkohteisiin. Toimintatapaa kutsutaan setitykseksi (Rakennustyömaan toimitusten ohjaus 2009, 25.)

RFID-teknologia = Radio Frequency Identification on tunniste, joka toimii langattomasti tuotteiden tunnistamisessa. Tunniste toimii samalla periaatteella kuin viivakoodi mutta radioaalloilla (RFID Lab Finland 2016.)

TR-mittaus = Työmailla viikottain tehtävä työturvallisuuden ja järjestyksen seurantaan käytettävä mittaus, jossa puutteet dokumentoidaan ja luovutetaan aliurakoitsijoille kuitattavaksi (Työsuojelu.fi 2017).

JIT = Just in time on periaate, joka tarkoittaa juuri oikeaan paikkaan ja juuri oikeaan aikaan. Menetelmä sisältää työkaluja, jossa toimitetaan materiaalia ja tuotteita oikea määrä ja oikeaan paikkaan (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 8).

LPS = Last Planner on työkalu, jota käytetään tuotannonohjauksessa. Menetelmä perustuu Lean-rakentamisen periaatteeseen. Työkalun avulla tavoitteena on luoda edellytykset tehokkaalle rakentamiselle erilaisten suunnitteluvaiheiden avulla (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 16 – 17, 105 – 108.)

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta ja tavoite

Tässä työssä on tarkoituksena selvittää, miten logistiset toiminnot on huomioitu kokonaisuutena rakennustyömaiden työn sujuvuuden sekä kokonaisprojektien kannattavuuden näkökulmasta. Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, millaisia logistisia toimintoja rakennustyömailla on. Lisäksi myös selvittää, millaisilla keinoilla ja työkaluilla rakennustyömaan työjohto tekee logistiikan ratkaisuja. Tutkimus selvittää myös, millaisia toiminnoista syntyviä ongelmia rakennustyömailla on.

Suunnitelmallisilla rakennustyömaiden logistisilla ratkaisuilla voidaan helpottaa työn sujuvuutta, ratkaisujen myötä työnhallinta helpottuu jokaiselle työmaalla työskentelevälle. Tutkimusongelma on kysymysmuodossa: "Mitkä ovat kannattavuuteen liittyviä tekijöitä kokonaisissa rakennusprojekteissa?"

## 1.2 Tutkimusmenetelmät ja teoreettinen viitekehys

Kvalitatiivisen tutkimuksen avulla selvitetään, miten materiaalia käsitellään ja työmaalogistiikkaa suunnitellaan kokemusten ja havaintojen perusteella kahdessa erilaisessa rakennuskohteessa. Opinnäytetyö pohjautuu Lean-ajatteluun, joka tähtää resurssien mahdollisimman pieneen käyttöön ja hukan minimointiin kustannuksissa ja ajankäytössä (Heikkinen 2016).

Heikkilän ym. mukaan (2014) kvalitatiivinen tutkimus eli laadullinen tutkimus selvittää yrityksen tai asiakkaiden käyttäytymistä, päätöksiä ja niiden syitä. Tutkimusmenetelmässä tavoitellaan toiminnan ymmärrystä ja siten sen kehittämistä edelleen uusien ja paremmin toimivien vaihtoehtojen kautta.

Tämä työ koostuu teoriasta ja havainnoinnista kahdella eri rakennustyömaalla. Teoriaosuus käsittää kahden rakennustyömaan materiaalien käsittelyä sekä rakennustyömaan logistiikan suunnittelua ja hallintaa. Työssä avataan lisäksi Lean-käsitettä, ajattelutapa sivuaa johtamistapaa myös tällä alalla.

Rakennusprojekti lähtee alkuun liikkeelle tilantarpeen arvioimisesta. Selvityksessä arvioidaan, onko lisätilan tarvetta vai pystytäänkö tila järjestämään organisoimalla jo käytössä olevia tiloja (Kankainen ym. 2015, 16.)

Tilanteessa, jossa tarvitaan lisää tilaa, selvitetään, minkälaisia tiloja tarvitaan. Tässä vaiheessa selvitystä tehdään arvio sopivimmasta hankinnasta. Selvityksessä arvioidaan uudisrakentamisen tai peruskorjauksen tarvetta. Kokonaan muiden tilojen hankintaa voidaan myös arvioida, joka tässä tapauksessa tarkoittaa tilojen vuokraamista tai ostamista. Jos tilanhankinnassa päädytään rakentamiseen, mennään kohti hankesuunnittelua (mts. 16.)

Rakennusprojektin hankesuunnittelussa arvioidaan rakentamisen kokoluokkaa ja sen kustannuksia. Suunnittelussa arvioidaan lisäksi rakennustöiden aloitusajankohta sekä kokonaisaikataulu. Hankesuunnittelusta syntyy suunnitelma, jossa tavoitteet ovat määriteltty lähtötietojen perusteella. Hankesuunnitelma on ohjeena rakennussuunnitelmalle (mts. 20.)

Rakennussuunnitteluun osallistuu hankkeen eri osapuolet, joita ovat tilaaja, arkkitehti, rakenne- ja geosuunnitelmien sekä taloteknisten suunnitelmien osapuolet. Rakennussuunnittelussa tähdätään rakentamisen hyvään laatuun ja luomaan esitiedot tarjouspyynnölle (mts. 33.)

Rakentamisen valmistelussa tilaaja lähettää tarjouspyynnön, jonka jälkeen valitut urakoitsijat lähettävät tarjouksen. Tilaaja valitsee lähtötietojen perusteella sopivimman urakoitsijan, jonka kanssa syntyy sopimus (mts. 44.)

Rakennushankkeessa tilaaja valvoo rakennustöiden suorittamista. Urakoitsija suorittaa sopimuksen mukaiset rakennustyöt. Valmis rakennushanke luovutetaan käyttäjälle ja tapahtuu tilojen käyttöönotto (mts. 61 – 62.)

Kahdessa esimerkkikohteessa havainnoin epätarkkuutta esimerkiksi hankintojen suhteen. Käytännön työssä tulee tilanteita, että ennenaikaiset materiaalin hankinnat vaikeuttavat työtehtävien suorittamista tilanpuutteen vuoksi. Edelliseen viitaten materiaalien käsittely altistaa tavaran vioittumiselle, jotka aiheuttavat lisäkustannuksia lähes poikkeuksetta. Lisäksi materiaalien jatkuva siirtely tuo kustannuksia ja vie työaika.



Työn keskiössä on logistiikan suunnittelun merkitys eri rakennushankkeessa. Logistiikan suunnittelun tärkeyttä ei ole mielletty tarpeeksi rakennustyömailla.

Verrattaessa kahden esimerkkikohteen materiaalihallintaa eroavaisuuksia on jonkin verran. Toisessa kohteessa materiaalin hallinta on keskitetty yhdelle henkilölle. Henkilö työskentelee kokopäiväisesti materiaalihallinnan tehtävissä. Henkilön työpanos näkyy sujuvuutena rakennustyömaan toiminnoissa ja sisisteytenä työmaalla. Toisessa kohteessa vastaavaa toimivuutta ei ollut.

Teknologiaa tulisi hyödyntää enemmän tulevaisuudessa rakennustyömailla. Älylaitteiden avulla sisäinen viestintä sujuisi nopeasti ja ajantasaisesti. Yhtä tärkeää olisi luoda yhtenäinen tietoverkko kaikkien työntekijöiden käyttöön. Tietoverkosta jokainen työmaalla työskentelevä henkilö voisi tarkastella ajantasaiset suunnitelmat ja aikataulut.

Täsmätoimitus olisi suositeltava toimintatapa rakennustyömailla tämä minimoisi välivarastoinnin joutoaikaa, ei myöskään vaadi jatkokäsittelyä, eikä ylimääräisiä kustannuksia pääse syntymään ennen asennuksia.

### **1.3 Esimerkkikohteet 1 ja 2**

Rakennustyömaa 1 on 5000 neliöinen uudiskohde. Työmaa sijaitsee kaupungin vilkkaassa ydinkeskustassa. Kohde sijaitsee yhdellä kaupungin vilkkaaimmin liikennöidyllä kadulla. Rakennustyömaan tontti on lisäksi ahdas. Rakennustyömaan toisella puolella on käynnissä toinen työmaa, jossa rakennetaan aukiota uudiskohteen viereen.

Rakennustyömaa 2 on iso 68 000 neliön peruskorjattava kohde kaupungin laidalla. Rakennustyömaan alue on laaja ja kohteessa etäisyydet ovat pitkiä. Käytössä olevaa tilaa on paljon.

## **2 LOGISTIIKKA**

### **2.1 Logistiikka rakentamisessa**

Nykypäivän rakennushankkeiden logistisesta suunnittelusta ja ohjauksesta vastaa projektijohto. Rakentamisen logistiikassa projektijohto vastaa tieto- ja materiaalivirroista. Rakennushankkeissa tavoitellaan aikatehokkuutta, laadukasta työtä ja kustannusten hallintaa (Talonstrakennusteollisuus ry. 2017, 12).

Rakentamisen logistiikassa korostuu aikatehokkuus. Rakennushankkeet ovat tiukasti aikataulutettuja ja ajanhallinnasta on tullut merkittävä häiriötekijä tieto- ja materiaalihallintaan. Tiukan aikataulun ansiosta rakennustyömaa on jatkuvasti käynnissä ja lukuisien alirakentajien toiminnot käyvät yhtä-aikaa. Rakennustyömailla varastointi ja rakentaminen kohtaavat päivittäisissä toiminnoissa. Rakentamisessa logistiikka sivuaa lisäksi laatua. Oikein toimiva tiedonhallinta mahdollistaa hyvin toimivat materiaalivirrat. Laadukas työ vähentää materiaalien käsittelyvaiheista syntyvää hukkaa (Logistiikka on sujuvaa materiaalitoimitusten hallintaa s.a.)

### **2.2 Logistiikan hyödyt rakennushankkeissa**

Rakennushankkeissa toimivat tieto- ja materiaalivirrat mahdollistavat laadukkaan rakentamisen. Laadukasta rakentamista on hyvä työn laatu, täsmällisyys ja kustannustehokkuus.

Rakennushankkeen suunnitteluvaiheessa tietovirtojen toimivalla hallinnalla virheiltä voidaan välttyä rakentamisessa ja muutokseen ehditään reagoimaan ajoissa. Vastaavasti rakentamisvaiheessa materiaalivirtojen toimivalla hallinnalla voidaan välttyä ylimääräisiltä käsittelyvaiheilta, joka vähentää syntyvää hukkaa.

## **2.3 Rakennustyömaiden logistiikka tutkimuksien näkökulmasta**

Vuonna 2009 Kiljunen on tehnyt maisterin tutkinnon tutkielman Helsingin kauppakorkeakoulun laitoksella aiheesta "Toimitustäsmällisyyden kehittäminen rakennustyömaan tuottavuuden nostamiseksi -Case Skanska Oy". Tutkielman tarkoituksena oli tarkastella erilaisia ratkaisumalleja, jolla rakennustyömaan toimitustäsmällisyyttä voitaisiin parantaa. Syyt ovat Kiljusen mukaan moninaiset, eivät siis aina johdu toimittajasta, yhtä lailla vastuu kuuluu asiakkaalle (Kiljunen 2009 1, 8.)

Kiljusen tutkimuksen tulosten mukaan uusilla logistiikkaratkaisuilla voidaan kehittää merkittävästi toimitustäsmällisyyttä. Tuottavuutta parantavat vaikutukset ovat suoraan yhteydessä toimitustäsmällisyyteen. Konekapasiteetti ja henkilötyövoima, ovat kriittisiä resursseja, jolla tuottavuutta voidaan parantaa tehokkaasti. (Kiljunen 2009 1, 74 – 78.)

## **3 LEAN**

### **3.1 Lean-malli**

Lean-malli pohjautuu japanilaiseen tuotteiden valmistuskonseptiin, jolla on pyritty yrityksen tuottavuuden parannukseen. Leania hyödynnetään nykyisin johtamisen mallina eri aloilla.

Lean perustuu jatkuvan parannuksen, tasaisen tuotannon, vakioituneen työn ja JIT -periaatteeseen (just in time) (2017,13). Lean -malli pyrkii luomaan prosesseja, jonka toiminnot käyvät vähillä resursseilla. Jokaisesta toiminnosta, joka ei tuota asiakkaan näkökulmasta tuotteelle tai palvelulle lisäarvoa on hukkaa.

Heikkisen mukaan leanissa tähdätään tehokkaan ajan-, energian, materiaalin- ja varastojen käyttöön. Hukan minimoiminen lisäksi leanissa huomio kiinnittyy myös läpimenoaikoihin ja virtaukseen (2015).

Ritolan (2017) mukaan yrityksessä syntyy hukkaa seuraavanlaisista tekijöistä:

- *kuljetukset*
- *varastot*
- *odottaminen*
- *ylituotanto*
- *yliprosessointi*

Hukkaa syntyy toiminnan häiriöistä. Hukka aiheuttaa yritykselle kustannuksia, joka jää aina yrityksen omaksi tappioksi.

### **3.2 Lean rakentamisessa**

Lean -ajattelua voidaan soveltaa rakennusalalle. Johtamistavaksi muokkautunut strategia mahdollistaa toimitatapojen muutoksen erilaisten työkalujen avulla (Mitä on lean -rakentaminen? s.a.).

Talonrakennusteollisuuden mukaan Lean rakentamisessa huomio kiinnittyy käytettyyn työaikaan, materiaalien, energian ja muiden resurssien käyttöön sekä lisäksi asiakkaan arvon lisäämiseen rakennusprojekteissa (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017,13).

### **3.3 Last Planner tuotannonohjausmenetelmä**

Lean rakentamisessa LSP -tuotannonohjausmenetelmä (Last Planner) perustuu vaiheisiin, jolla seurataan rakentamisen edellytyksiä koko projektin aikana. Ohjausjärjestelmän tavoitteena on parantaa rakennustyömaan toimintojen ennakoitavuutta ja tehokkuutta (mts.14.)

Ohjausjärjestelmän eri vaiheisiin luodaan uutta sisältöä ja uusia tavoitteita projektin aikana. Työkalun ohjausmenetelmä jakautuu suunnittelun ja tarkastelun vaiheisiin (mts.105):

- Rakentamisvaihesuunnittelu
- Valmisteleva suunnittelu
- Viikkosuunnitelma
- Toteutuksen valvonta

**Rakentamisvaihesuunnittelussa** perimmäisenä tarkoituksena on hyötykäyttää kaikki osaaminen ja sitouttaa eri osapuolet yhteisen tavoitteeseen.

Yhteistyö nivoo projektin osapuolet yhteen, joka mahdollistaa toimivan suunnitelman. Rakentamisvaihesuunnittelussa tehdään myös hyvä pohjatyö jatkosuunnittelulle (mts.105.)

**Valmisteleivassa suunnittelussa** tavoitteena on selvittää toimitaedlytykset tuleville työtehtäville. Toimintaedlytyksiä ovat työntekijät, rakentamisesta tehdyt suunnitelmat, toimitettu tavara ja tarvikkeet, tilankäyttö, edeltävät työvaiheet ja olosuhteet yleisesti (mts.106.)

**Viikkosuunnittelussa** tarkastellaan projektin valmistumista ajantasaisesti. Viikkosuunnittelun palaveriin osallistuu kaikki edustajat eri työryhmistä sekä aliurakoista (mts. 107.)

**Toteutuksen valvonnassa** tarkastellaan ja arvioidaan asetettujen tavoitteiden toteutumista. Parannetaan myös edellytyksiä selvittää mahdollisia puutteita ja epäkohtia prosessin toiminnassa. Minimoidaan myös mahdolliset tulevat esteet, että projekti jatkuu suunnitelmallisesti seuraavaan vaiheeseen (mts.108.)

## **4 MATERIAALIN HALLINTA RAKENNUSTYÖMAALLA**

Rakennustyömaalla materiaalin käsittelyllä tarkoitetaan mm. seuraavia vaiheita nostoja, kuljetuksia, varastointia, siirtojen autoja työkoneita ja laitteita sekä niiden apuvälineitä. Rakennustyömaalla tehdään vaaka- ja pystysiiroja. Materiaalien siirroissa käsittelystä syntyy suunnitelmia ja rajoituksia.

### **4.1 Pystysiirot**

#### **4.1.1 Ajoneuvonosturi**

Esimerkkikohde 2 hyödyntää paljon ajoneuvonosturia. Ajoneuvonosturi nostaa rakennustyömaalla keskisuuria ja suuria taakkoja. Ajoneuvonosturi on ajoneuvo, joka käsittelee puomin avulla painavia ja kooltaan leveitä taakkoja.

Ajoneuvonosturilla tehdään paljon satunnaisia nostoja. Kustannuksiltaan ajoneuvonosturi on kallis. Useat satunnaisnostojen tilaukset tulevat kalliiksi.

#### **4.1.2 Torninosturi**

Esimerkkikohteessa 1 on torninosturi. Uudiskohteissa on usein käytössä kiinteä torninosturi (kuva 1). Nosturi tehostaa materiaalin liikkumista työmaalla. Erityisesti rakennustyömaan runkovaiheessa torninosturi on työmaan tärkein työkone. Runkovaiheessa rakennustyömaalla nostetaan esimerkiksi suurimmat elementit.

Nosturi mahdollistaa laaja alaisesti nostettavien taakkojen käsittelyn. Nosturi kasataan osista tai se on itsestäänkasautuva. Kuljettajan hytissä on nykyaikaiset laitteet taakan hallintaan. Kuljettaja tekee yhteistyötä alhaalla olevan työntekijän kanssa, joka antaa ohjeita. Nissisen (2017, 7) mukaan torninosturikuljettaja on rakennustyömaan aikatauluttaja. Nosturin kuljettaja päättää nostojen järjestyksen. Korkealta torninosturista näkee hyvin työvaiheet ja työmaan kokonaiskuvan.

#### **4.1.3 Kurottaja**

Kurottajaa käytetään rakennustyömaiden materiaalin haalaukseen. Molemmilla esimerkkikohteissa on ollut kurottaja. Kurottaja on tehokas työkone materiaalinhallintaan. Kurottaja on monipuolinen, hoitaa työmaan suurimman osan nostoista ja siirroista.

Kurottaja on varusteiltaan monikäyttöinen. Kurottajalla on usein käytössä haarukka. Kurottaja käyttää myös nostokoukkuja ja vinssiä. Työkoneen puomiin saa myös henkilökorin. Henkilökoria käytetään henkilönostoihin rakennustyömaan julkisivutöissä. Kurottajalla on myös lisävaruste, imukuppinostin. Kurottajalla voi nostaa isoja lasielementtejä imukuppien avulla, jotka asennetaan puomin päähän nostokoukkuun.

#### **4.1.4 Rakennushissi**

Rakennushissi toimii tehokkaasti tavaran nostamisessa kohteeseen. Rakennushissi rakennetaan rakennustyömaan rakennuksen ulkopuolelle. Hissi helpottaa tavaran kuljettamista rakennuksen ylempiin kerroksiin. Isoilla

työmailla rakennushissejä voi olla useampia eri puolilla rakennusta. Esimerkkikohde 1 on hyödyntänyt rakennushissiä.



Kuva 1. Rakennustyömaa (Parkkinen 2016)

Kuvassa 1 oikeassa reunassa on työmaan rakennushissi (Parkkinen 2016). Rakennushissi rakennetaan talon korkeuden mukaan harjakorkeuteen asti. Havainnoista voi myös päätellä, että osalle rakennustyömaan sisälle rakennettavia hissejä suojataan käytöltä varhaisissa vaiheissa tavarankuljetuksessa.

## 4.2 Varastointi

### 4.2.1 Välivarastot

Molemmissa esimerkkikohteissa varastoidaan suuria määriä rakennusmateriaalia. Rakennusmateriaalit ovat työmaalla etuajassa melko usein työvaiheisiin nähden. Välivarastointi aiheuttaa tilankäytöllisiä ongelmia, minkä seurauksena rakennusmateriaalit altistuvat jatkuvalla siirtelylle.

Materiaalit ovat jatkuvasti vaarassa vahingoittua tai hävitä. Välivarastoja on rakennustyömaan ulkoalueilla sekä sisätiloissa. Välivarastoja on myös ulkona, jolloin materiaalit ovat sääolosuhteille alttiina. Rakennuksen sisätiloissa varastointi häiritsee rakennustöitä, koska materiaalit vievät tilaa ja ovat näin

ollen esteenä rakentamisessa. Ulkoalueilla varastointi häiritsee muita toimintoja, kuten sulkee kulkureittejä.

Työmaakohteissa rakennusmateriaalien hankinta on iso menoerä. Rakennusmateriaaleihin kiinnittyy suuri määrä pääomaa. Varaston arvo heikkenee aina, jos materiaalien välivarastoinnista tulee hukkaa.

Esimerkkikohteessa 1 on päädytty välivarastoinnissa erilaiseen ratkaisuun. Ahtaan rakennustyömaan toimitusten vastaanotolle on suunniteltu erillään oleva varastointikohde, joka on muutamien kilometrien päässä rakennustyömaasta. Kuljetusliike hakee välivarastosta tavaraa, kun työvaiheen mahdollistaa. Toimintatapa poistaa tavarat työmaalta, mutta aiheuttaa tavaralle ylimääräisiä kuljetuksia.

#### **4.2.2 Varastokontit**

Rakennustyömailla pääurakoitsija järjestää materiaalin varastoinnille ja aliurakoitsijoiden kaluston ja työkalujen säilytykseen tilaa työmaa-alueen lämmitetyistä tiloista. Tavarat varastoinnille on käytössä esimerkiksi varastokontteja.

Varastokontit vievät merkittävästi tilaa työmaalta. Rakennustyömaan ulkoalueet ovat usein ahtaita. Rakennuskohde voi sijaita esimerkiksi ydinkeskustassa. Kun alueelle syntyy tilankäytöllisiä ongelmia, toiminnot käyvät puoliteholla. Konttien siirtely vaatii järjestelyjä, sillä ne tarvitsevat vähintään kuorma-auton siirtoa varten.

#### **4.2.3 Vaihtolavat**

Rakennusjätteen lajitteluun käytetään vaihtolavoja. Erilliset lavat ovat erilaisille rakennustyömaalta tuleville jätteille, kuten palavat materiaalit, metalli, puu ja kivi. Kuljetusliikkeen vaihtolavavarusteiset kuorma-autot kuljettavat vaihtolavoja kaatopaikalle. Vaihtolavoja on käytössä useita, jos työmaa on iso.

Keskustelussa vaihtolavoista työyhteisön kanssa esille tuli Suomessa vallitsevat sääolosuhteet. Vaihtelevista sääolosuhteista johtuen vaihtolavat tulevat alttiiksi vesi- ja lumisateille. Vesi- ja lumisateet kerääntyvät lavojen pohjalle ja



pakkaskelit jäädyttävät veden olosuhteiden pakosta. Tästä seurauksena jätelavojen sisällön punnitsemisessa pääurakoitsija maksaa merkittäviä summia vedestä.

### **4.3 Vaakasiirrot**

#### **4.3.1 Kuorma-auto ja yhdistelmä- ajoneuvo**

Kuorma- autoa käytetään isojen kuormien vaakasiirtoihin rakennustyömailla. Usein kuorma-auton kanssa yhteistyössä toimii pyöräkuormaaja. Kuorma-autot ja yhdistelmä- ajoneuvot toimivat ulkoisena sidosryhmänä tavarantoimituksessa työmaalle ja sieltä pois.

#### **4.3.2 Pienkuormaaja**

Pienkuormaaja on haarukka- ja kauharusteinen työkone. Kuormaajaa käytetään painavien rakennusmateriaalien ja jätevaunujen siirtoihin rakennustyömailla. Kuormaajaa käytetään paljon purkutöissä ja korvaa muuten kottikärryillä tehtävän työn.

#### **4.3.3 Siirtojen apuvälineet**

Apuvälineitä käytetään tavarantoimitukseen rakennustyömaan tiloissa tai rapuissa liikkumisessa. Työmaan sisällä tavarantoimituksessa käytetään haarukkavaunua, (pumppukärry tai Rocla). Vaunun haarukat soveltuvat eurolavojen siirtelyyn. Pienempien tavaroiden siirtelyyn käytetään nokkakärryä. Suuria vanerilevyjä ja kovalevyjä siirrellään vastaavasti levynsiirtovaunulla.

Jätteiden siirtelyyn työmaan sisällä ovat käytössä jäteastiat ja metallinen jätevaunu. Jäteastiat tyhjenetään vaihtolavoille. Metallista valmistettu jätevaunu on isompi ja kestää kovempaa käyttöä kuin muovinen jäteastia. Metallinen vaunu kestää myös koneellista käsittelyä. Vaunun saa rakennustyömaan sisältä haalausaukosta tai muusta uloskäynnistä suoraan työkoneen hoidettavaksi vaihtolavoille. Suurempia määriä jätteitä siirretään nostoastioilla, joita siirrellään ketjuilla nostopisteistä puomillisilla työkoneilla.

## **5 RAKENNUSTYÖMAALOGISTIIKAN SUUNNITTELU**

Rakennustyömaalogistiikan suunnitelmat ovat logistiikka-, hankinta-, ja aluesuunnittelua. Suunnitelmat tehostavat ja selkeyttävät rakennustyömaan toimintoja. Nykypäivän suunnitelmien tekoon on tullut avuksi älylaitteilla toimivia sovelluksia.

### **5.1 Ajallinen suunnittelu**

Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu mahdollistaa kokonaisuuden hallinnan kohti valmistumista. Suunnittelussa havainnollistetaan työtehtävien asetuminen kokonaisprojektin eri vaiheisiin. Aikataulutus mahdollistaa suunniteltujen tavoitteiden toteutumista (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 6.)

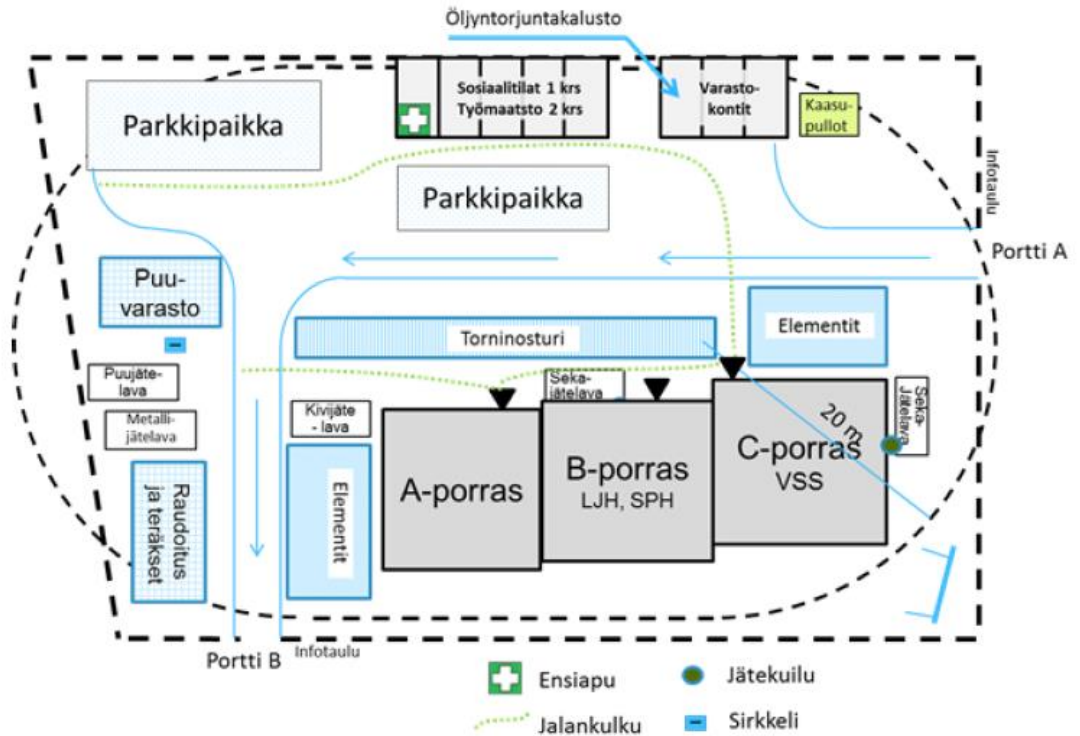
### **5.2 Logistiikkasuunnitelma**

Logistiikkasuunnitelmassa arvioidaan työmaan sisäisten järjestelyiden riittävyttä koko rakennusprojektin aikana. Logistiikkasuunnitelma sisältää suunnitelmia logistisista järjestelyistä, kuten kuljetus, siirrot, varastointi ja suojaaminen. Suunnitelmassa on selvitys millaisia toimintatapoja ja resursseja eri työvaiheissa on (Rakennusyrityksen hankintatoimi 2017, 110 – 111.)

### **5.3 Aluesuunnitelma**

Työmaan logistiset suunnitelmat ovat painettu asemapiirrustukseen. Kokonaisvaltaiset toiminnot ovat koko rakennustyömaan nähtävissä. Asemallinen piirustus on tavallisesti ollut työmaa toimistossa kaikkien urakoitsijoiden nähtävillä esimerkkikohteissa.

Suunnitelmien muutoksiin reagoidaan päivityksillä. Aluesuunnitelma on toimiva, kun päivitys tehdään usein tehokkuuden ja turvallisuuden parantamiseksi. Suurimmissa rakennusprojekteissa työmaan eri vaiheissa on laadittava uusi suunnitelma (Toimiva työmaa s.a.,14).



Kuva 2. Esimerkki työmaan aluesuunnitelmasta (Työmaan hallinta s.a.)

Kuvan 2 mukaan aluesuunnitelmassa käy ilmi työmaan raja-alueet ja muut logistiset järjestelyt. Asemapiirrokseseen laadittu aluesuunnitelma sisältää esimerkiksi seuraavia seikkoja (Työmaan hallinta. s.a.).

1. Työmaan raja-alueet
2. Kulkureitit ja liikennejärjestelyt
3. Varastointipaikat
4. Nostopaikat
5. Jätepisteet
6. Työmaatilat

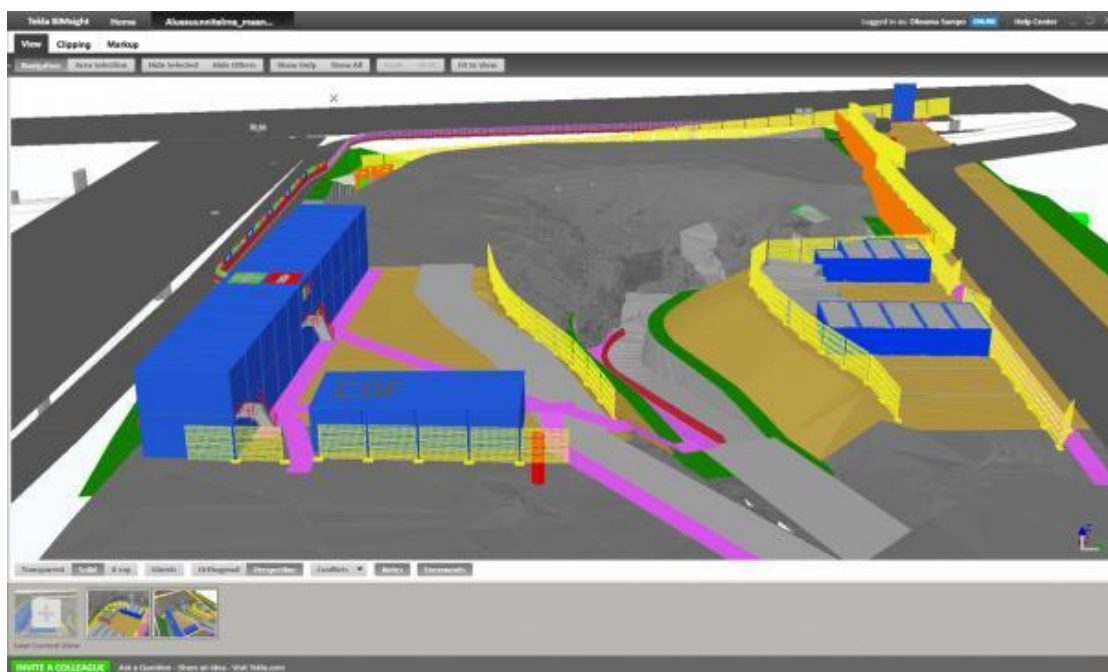
### 5.3.1 Sisäisen liikenteen suunnittelu

Työmaan raja-alueista, liikennejärjestelyistä ja varastointipaikoista syntyvät ajo-ohjeet työmaan ulkopuolisille sidosryhmille. Pääurakoitsija ilmoittaa mahdollisista liikenteen muutoksista työmaan urakoitsijoille. Aluesuunnitelmassa työmaalle tuleva tavarantoimitus on ennakoitu tilankäytössä siten, että tavaralle on tilaa työmaalla (Muutokset liikenteessä s.a.)

Molemmissa esimerkkikohteissa aluesuunnitelman nostopaikat ovat määräytyneet suunniteltuihin sijainteihin. Suunnitelmaan mukaan valittu paikka on turvallinen. Valitun paikan sijainnin määräytymiseen on vaikuttanut koneiden tarvitsema liikkumatila, josta syntyy nostopaikan vaikutusalue. Lisäksi nostopaikan määräytymiseen vaikuttaa maaperän kantavuus. Suurimmat ajoneuvonosturit painavat kymmeniä tonneja.

### 5.3.2 3D-tietomallinnus

Esimerkkikohteiden työmaatoimistoissa pääurakoitsija käyttää päivittäisessä toiminnassaan työmaa alueen ja sisätilojen mallinnusta. Rakennustyömaalla 3D-tietomallinnusta hyödynnetään sekä ulkologistiikan toimintojen hallintaan että sisälogistiikkaan. 3D-mallinnus on kätevä työkalu, kun selvitys vaatii kolmiulotteista kuvaa havainnoinnin ja suunnittelun avuksi. Mallinnus on tehokas tapa soveltaa aluesuunnitelmaa. Kolmiulotteista mallinnusta käytetään aluesuunnittelun lisäksi sisätilojen suunnitteluun. Mallinnusta hyödynnetään pääosin rakennusteknisten toimintojen havainnointiin, mutta soveltuu myös hyvin varastoinnin ja toimitusten vastaanoton suunnittelemiseen.



Kuva 3. Havainnekuva 3D-tietomallinnuksesta (Tuotantomallin pohjana suunnittelijoiden tietomallit s.a.)

Kuvassa 3 havainnekuva on työmaan alkuvaiheista aluesuunnittelun- ja hallinnan näkökulmasta. Työmaalla kohteen rakentaminen ei ole vielä alkanut.

Havainnekuvan perusteella alueella on menossa maansiirtotyöt (Tuotantomallin pohjana suunnittelijoiden tietomallit s.a.)

Hellstenin (2018, 12) mukaan Skanskan työmaalla hyödynnetään mobiililaitteita. Myös työntekijöillä on käytössä tabletteja. Työntekijöille mahdollistetaan 3D-mallinnuksen käyttö työmaalla. Työntekijät näkevät itse mittoja ja malleja ilman työnjohdon kanssa tehtävää yhteydenpitoa.

#### 5.4 Hankintasuunnitelma

Rakennustyömaan hankintaa voi olla materiaalin, aliurakan tai palvelun hankinnat. Hankintatyypit voi erotella pienhankinnoiksi, vakiohankinnoiksi, projekti ja kohdekohtaisiksi hankinnoiksi (Rakennusyrityksen hankintatoimi. 2017, 16).

Hankintasuunnitelman laadintaan vaikuttaa erilaisia seikkoja (Rakennustyömaan toimitusten ohjaus 2009, 11):

##### *Hankintasuunnitelman laadinta*

- *hankintanimikkeet ja -kokonaisuudet*
- *voimassa olevat kausisopimukset*
- *toimituskanavat ja -tavat*
- *toimittajien valintaperusteet*
- *vastuuhenkilöt*
- *toimitusajankohdat ja ”taaksepäin” laskettuna ajankohdat tilaukselle, tarjoukselle, tarjouspyynnölle ja suunnitelmalle*
- *toimittajien yhteystiedot*

Materiaalin ja tuotteiden hankinnasta syntyy hankintasopimus. Aliurakan hankinnasta syntyy vastaavasti aliurakasopimus. Palvelun hankinnasta syntyy esimerkiksi vuokrasopimus tai kuljetussopimus (mts. 17.)

Rakennustyömaan hankinnat tapahtuvat erilaisten pohjatietojen perusteella. Valintaan vaikuttaa hankinnan tarve, hinta, pääurakoitsijan mielipiteet ja mahdolliset kokemukset. Työmaan pääurakoitsija suunnittelee pääurakasopimuksen perusteella hankintojen tarpeeseen liittyviä seikkoja, kuten aliurakan tehtäviä ja määrää. Seuraavana valmistellaan tarjouspyyntö, jonka jälkeen käynnistyy tarjoajien valinta. Pääurakoitsija antaa tarjouspyynnön ja

tarjouksista tehdään vertailua urakkaneuvottelussa, jossa joukosta valitaan sopivin vaihtoehto. Valinnan jälkeen osapuolten välille syntyy sopimus (Kankainen ym. 2015. 49.)

## **5.5 Toimitusten ohjaus**

Materiaalin toimituksen ohjauksen tapoja ovat esimerkiksi suora- ja täsmätoimitus, nouto ja pientarvikevarasto (Rakennustyömaan toimitusten ohjaus 2009). Suuremmissa toimituksissa toimitustapana on usein suora- ja täsmätoimitustavat, mutta pienhankinnoissa työmaa käyttää tavaran noutoa ja pientarvikevarastoa.

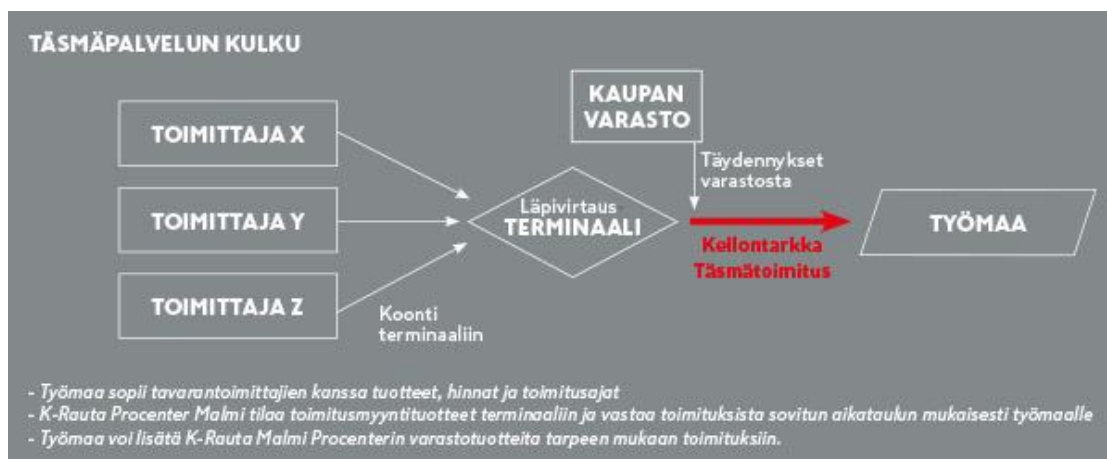
### **5.5.1 Suoratoimitus**

Tavaraa toimitetaan työmaalle suoraan tehtaalta tai rautakaupasta. Suoratoimituksessa materiaalin toimituksen tarkkaa kohdetta ei ole tarkasti määriteltä (Rakennustyömaan toimitusten ohjaus 2009, 5).

Suoratoimitus on perinteinen hankinnan toimitustapa. Toimitustapaa käytetään toistuvasti rakennustyömailla. Esimerkkikohteissa suoratoimituksesta on syntynyt ongelmia. Suoratoimituksella tavara voi jäädä varastoon odottamaan työvaiheita, mikä aiheuttaa ongelmia tilankäytössä ja voi tulla välivarastoinnin aiheuttamille ongelmille alttiiksi. Suoratoimituksen jatkokäsittelyä tapahtuu paljon ennen asennustoimenpiteitä.

### **5.5.2 Täsmätoimitus**

Täsmätoimitus on tuotteiden pakkaamista toimituskohteittain. Toimituksen vastaanotto on tarkasti sovittu, jolloin työmaa välttyy tavaran turhalta varastoinnilta. Tavara saadaan suoraan kohteeseen esimerkiksi yhdellä nostolla. Kohteita voivat olla esimerkiksi rakennustyömaan tietty kerros tai asuinhuoneisto (Rakennustyömaan toimitusten ohjaus 2009, 3.)



Kuva 4. Esimerkki täsmätoimituksesta (Täsmäpalvelu s.a.)

Tuotteiden setitys on yleistä täsmätoimituksessa. Eri valmistajien tuotteita voi olla samassa täsmätoimituksessa. Toimitus on sovitulla kellonlyömällä työmaalla oikeassa kohteessa (kuva 4). Täsmätoimitustapaa käytetään rakennustyömailla huomattavasti vähemmän kuin suoratoimitusta.

### 5.5.3 Nouto ja pientarvikevarasto

Työmaan henkilökunta hakee rakennusmateriaaleja myös suoraan toimittajalta tai rautakaupasta. Nouto vie poikkeuksetta työntekijän työaikaa ja työvaihe voi jäädä ilman tekijää ja nouto aiheuttaa ylimääräisiä kuljetuksia.

Pientarvikevarasto on hyvä nykypäivän ratkaisu rakennustyömaalla. Esimerkkikohteessa 2 pientarvikevarasto toimii rakennustyömaan alueen sisäpuolella materiaalivarastona. Varastoa ylläpitää rautakauppa. Materiaalit ovat sijoitettu konttiin ja toimii materiaalin myynnissä ilman asiakaspalvelua. Pientarvikevaraston varasto-ohjelma näyttää tuotteiden määrällisen tilanteen varaston ylläpitäjälle. Ylläpitäjä huolehtii tavaran jatkuvasta täydennyksistä.

Würthin pientarvikevarasto WüCon hyödyntää järjestelmän ylläpitämisessä RFID-tekniikkaa. Tuotteissa ovat tunnistet, jotka järjestelmä lukee automaattisesti ja kirjaa ylös suoraan kyseisen käyttäjän tilille. Varastosta vähennyistä tuotteista ylläpitäjä laskuttaa pääurakoitsijaa käytön mukaisesti. Würthilla on useita nykypäivän ratkaisuja ajan hermoilla (Würth s.a.)

## 6 LOGISTIIKAN HALLINNAN KEINOT

### 6.1 Mobiilisovellukset

Yritys Congrid oy on kehittänyt mobiililaitteilla toimivan applikaation tuotannon alojen käyttöön. Työmailla käytetään mobiilisovelluksella toimivaa ohjelmaa, joka on mukana työnjohdon päivittäisessä toiminnassa. Sovellus toimii työmailla laadun seurannan ja hallinnan apuvälineenä. Sovellus sopii myös työturvallisuuden seurantaan, kuten TR-mittausten viikottaiseen toteutuksen (Mobiilisovellus työkalut 2017.)



Kuva 5. Congrid-sovellus (Congrid 2017)

Rakennustyömailla tehdään erilaisia mittauksia, jossa hyödynnetään Congridin sovellusta (Kuva 5). Havainnoista esille tuleet asiat kirjataan valokuvan kanssa järjestelmään. Sovellus mahdollistaa puutteen paikantamisen, sillä sovellukseen on syötetty kokonainen alueen pohjapiirustus (Tuotannon dokumentointi 2017.)

### 6.2 Piirtotaulut toimitusten vastaanotossa

Molemmissa esimerkkikohteessa toimitusten suunnittelussa on hyödynnetty piirtotauluja. Piirtotaulut ovat apuna toimitusten vastaanotossa. Taulut ovat työnjohtajien yhteistyössä laatimia aikataulullisia suunnitelmia, jotka ovat työmaatoimistojen seinällä. Piirtoaulussa on päivät ja kellonajat eriteltyinä eri



toimituksille. Taululla työnjohtaja voi varata aikaa vastuualueensa hankinnoille. Piirtoauluja järjestellään magneeteilla tai tusseilla.

### **6.3 Logistiikkakalenteri**

Hellstenin mukaan (2018, 12) Skanskan työmaalla kehitysjohtaja on toiveikas tablettien hyödyntämisestä tulevaisuudessa. Kehitysjohtaja mainitsee esimerkiksi mahdollisen logistiikkakalenteri- ja seurantasovelluksen. Hellstenin mukaan iPadeja hyödynnettäisiin myös työnjaossa tulevaisuudessa.

## **7 ONGELMIA JA PARANNUSEHDOTUKSIA**

### **7.1 Suunnittelu**

Rakennushanke on aikataulutettu. Ajanhallinnan vuoksi rakennustyömaalla toimii yhdessä lukuisia aliurakoitsijoita ja ulkoisia sidosryhmiä, kuten tavaran toimittajat, joiden toiminnot käyvät yhtä aikaa. Rakentamisessa usein törmätään eri alojen urakoissa toimintojen seisahtumiseen toimintaedellytysten puuttuessa. Työtehtävä siis viivästyy ja syntyy hukkaa ajankäytössä. Lisäksi seisahtumisen myötä syntyy seuraavassa vaiheessa kiire, joka häiritsee tieto- ja materiaalivirtoja. Kiireellä on myös merkittävät vaikutukset rakentamisen laatuun.

Vaikkakin edellä mainitut ongelmat eivät ole välittömästi suoraan yhteydessä johonkin tiettyyn logistiseen toimintoon, ovat nämä kaikki suoraan seurausta logistisen prosessin suunnittelun vajavaisuudesta. Kokonaisprojektin kannattavuudella on laskeva vaikutus, jos hankkeen valmistuminen myöhästyy aikataulusta. Hankkeen projektijohto maksaa myöhästymisestä päiväkohtaisesti.

Parannusehdotuksena on ottaa käyttöön Last Planner-tuotannonohjausmenetelmä. Tuotannonohjausmenetelmän avulla eri suunnitteluvaiheiden toteutuksella mahdollistaa se edellytykset mahdollisimman tehokkaalle rakentamiselle kaikille rakennustyömaalla toimiville osapuolille.

## 7.2 Välivarastointi

Tavaran toimitusten ohjauksessa käytetään merkittävän paljon suoratoimitusta. Suoratoimitusten materiaalin jatkokäsittely on työmaalle iso hukka kustannusten ja aikataulun kannalta. Suoratoimituksessa materiaalit si-  
joitetaan välivarastoon, jossa ne aiheuttavat tilankäytöllisiä ongelmia ja voivat hidastaa työvaiheita. Välivarastoon sitoutuu pääomaa ja välivarastoinnilla asetetaan tavara vahingoittumiselle alttiiksi. Tavara altistuu jatkuville siirroille ja muuttuville olosuhteille rakennustyömaalla.

Toimitusten ohjauksessa olisi tehokkaampaa suosia täsmätoimitusta. Tässä tapauksessa tavara ei vaadi jatkokäsittelyä ja välivarastointi saadaan minimiin. Ylimääräisiä kustannuksia ei myöskään synny käsittelystä ennen varsinaista asennusta. Täsmätoimitus mahdollistaa, että tavara on valmiina oikeassa kohteessa, oikeaan aikaan asennusta varten.

## 7.3 Informaation kulku

Nykypäivän rakennustyömaan tieto- ja materiaalivirtojen hallintaa voisi selkeyttää koko työyhteisön käyttöön tulevalla yhtenäisellä tietoverkolla, joka toimii älylaitteilla. Tabletilla toimiva sovellus toimisi päivitetysti materiaalin hallinnan apuvälineenä koko työyhteisölle. Sovellus toimisi rakennustyömaan pohjakuvaan painettuna, esimerkiksi 3D:nä.

Sovellus näyttäisi varastossa olevien rakennusmateriaalin sijainnit kaikille urakoitsijoille. Tavaran siirtoihin sovellus voisi tarjota toimeksiantoja suoraan materiaalihallinnasta vastaavalle henkilölle.

Työnjaon siirtäminen älylaitteille ja työyhteisön käyttöön toisi työnjakoon sujuvuutta. Työvaiheista syntyvä suunnitelma olisi jokaisen aliurakoitsijan hallittavissa. Sovellusta ylläpitäisi rakennustyömaan pääurakoitsija.

## 8 POHDINTAA

Nykypäivän rakennustyömaa kaipaa kokonaisvaltaisempaa logistista suunnitelmallisuutta ja aikataulutusta. Työmaat tarvitsevat selkeitä toimintamalleja ja työkaluja suunnitelmien tekoon rakennustyömaan toimintoihin.

Isoja ongelmia ovat toimitetun tavaran määrä, tavaran käsittelyssä tapahtuvat toiminnot ja tavaran sijoituksen vaikutukset ennen materiaalin asennusta. Aikaa ja kustannuksia menee hukkaan.

Rakennustyömaan logististen toimintojen sekavuutta yritetään selkeyttää nykypäivän sovelluksilla. Useilla aloilla älylaitteet ovat tehokkaasti käytössä, mutta rakennustyömaa käyttää edelleen paljon vanhoja toimintatapoja. Rakennustyömaille tulevien sovellusten ansiosta mahdollisuus muutokseen kuitenkin on. Toivottavaa on, että uusista digitalisaation tuomista sovelluksista saadaan helpotusta kehittämään tehokkuutta koko rakennustyömaan logistiikan hallintaan.

## LÄHTEET

Congrid. 2017. Tuotannon dokumentointi, mobiilisovellustyökalut. WWW-dokumentti, kuva. Saatavissa: <http://www.congrid.fi/> [viitattu 9.1.2018].

FinnBuild. 2016. Digitalisaatio rakennusalalla- Miten tulevaisuuden kilpailukyky ja tuottavuus varmistetaan? WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://finn-build.messukeskus.com/digitalisaatio-rakennusalalla-miten-tulevaisuuden-kilpailukyky-ja-tuottavuus-varmistetaan/> [viitattu: 6.1.2018].

Heikkinen, E. 2015. Kasvaisiko asiakastyytyväisyys LEANilla? Blogi. Saatavissa: <https://blog.kauppalehti.fi/kilpailukyky-muutoksessa/kasvaisiko-asiakastyytyvaisuus-leanilla> [viitattu 11.3.2018].

Heikkinen, E. 2016. Toimiiko Lean palvelualalla? Blogi. Saatavissa: <https://blog.kauppalehti.fi/kilpailukyky-muutoksessa/toimiiko-lean-palvelualalla> [viitattu 10.1.2018].

Heikkilä, T ja Edita Publishing 2014. Kvantitatiivinen tutkimus. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf> [viitattu 26.3.2018].

Hellsten, J. 2018. Somesomesome. *Rakentaja* 12.1.2018, 12.

Kiljunen, J. 2009. Toimitustäsmällisyyden kehittäminen rakennustyömaan tuottavuuden parantamiseksi -Case Skanska oy. Maisterin tutkinnon tutkielma. Saatavissa: <http://docplayer.fi/amp/16443202-Toimitustasmallisyyden-kehittaminen-rakennustyomaan-tuottavuuden-nostamiseksi-case-skanska-oy.html> [viitattu 3.4.2018].

Kankainen, J.& Junnonen, J.-M. 2015. Rakennuttaminen. 49. 3., tarkastettu painos. Rakennustieto Oy.

K-rauta Procenter Malmi. s.a. Täsmäpalvelu. WWW-dokumentti, kuva. Saatavissa: <https://www.k-rautamalmi.fi/palvelut/tasmapalvelu> [viitattu: 9.1.2018].

Lean construction institute.fi. s.a. Mitä on lean -rakentaminen? WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://lci.fi/mita-on-lean-rakentaminen/> [viitattu 8.5.2018].

Logistiikka on sujuvaa materiaali- toimitusten hallintaa. s.a. Pahkala, S., Wege-lius-Lehtonen, T., Tanninen-Ahonen, T. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK98s677.pdf> [viitattu: 12.4.2018].

Nissinen, J. 2017. Työmaan tahtipuikko. *Rakentaja* 11.8.2017, 7.

Oamk. 2017. Rakennusyrityksen hankintatoimi. Powerpoint. Saatavissa: <http://www.oamk.fi/~anteros/RYM15/HANKINTA/1%20RAKENNUSYRITYKSEN%20HANKINTATOIMI%202017RYM.pdf> [viitattu: 12.1.2018].

Ritola, O. 2017. Lean on aina asiakaslähtöistä. Blogi. Saatavissa: <https://www.arter.fi/lean-aina-asiakaslahtoista/> [viitattu 11.3.2018].

Rakennustyömaan toimitusten ohjaus. 2009. Mittaviiva Oy. Rakennusteollisuus RT ry. VTT. WWW-dokumentti. Päivitetty 16.11.2009. Saatavissa: [http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2009/Rakennustyomaan\\_toimitusten\\_ohjaus\\_091116.pdf](http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2009/Rakennustyomaan_toimitusten_ohjaus_091116.pdf) [viitattu 1.1.2018].

RFID Lab Finland. 2016. Mitä on RFID? WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.rfidlab.fi/rfid-teknologia/mita-on-rfid/> [viitattu 6.1.2018].

SRV. s.a. Redin työmaa. Muutokset liikenteessä. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.srv.fi/tyomaa/redi/liikkuminen> [viitattu 12.1.2018].

Talonrakennusteollisuus ry. 2017. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. 12. 3., tarkistettu painos. Viro. Meedia Zone Ou.

Tekla. s.a. Tuotantomallin pohjana suunnittelijoiden tietomallit. Kuva. Saatavissa: <https://www.tekla.com/fi/referenssit/manskun-rasti-tietomalli-tulevaisuudesta> [viitattu 9.1.2018].

Toimitusketjun hallinta talonrakentamisessa. 2009. Ketju. WWW-dokumentti. Päivitetty 25.11.2009. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/rakentamisen-kehittaminen/ketju-yhteenvetoraportti.pdf> [viitattu 1.1.2018].

Toimiva työmaa hyvät käytännöt. s.a. Mittaviiva oy. Koskenvesa, A. Sahlstedt, S. Lindberg, R. Kivimäki, C. Koistinen, L. Palolahti, T. Lahtinen, M. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/julkaisuja/toimiva\\_tyomaa\\_2014.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/julkaisuja/toimiva_tyomaa_2014.pdf) [viitattu 29.3.2018].

Würth. s.a. Palveluratkaisut. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.wurth.fi/fi/wurth\\_fi/palvelut\\_1/palvelut/palveluratkaisut.php](https://www.wurth.fi/fi/wurth_fi/palvelut_1/palvelut/palveluratkaisut.php) [viitattu 4.1.2018].

Ympäristöosaava. s.a. Työmaan hallinta. Kuva. Saatavissa: <http://www.ymparistoosaava.fi/rakennusala/index.php?k=22799> [viitattu 9.1.2018].