



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# RAKENNUSTYÖMAAN LOGISTIIKKA KAUPUNKIYMPÄRISTÖSSÄ

TEKIJÄ: Tuomas Rahunen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Tuomas Rahunen			
Työn nimi Rakennustyömaan logistiikka kaupunkiympäristössä			
Päiväys	21.2.2020	Sivumäärä/Liitteet	46+17
Ohjaaja(t) Matti Ylikärppä, Pt.tuntiopettaja Savonia-ammattikorkeakoulu Hannu Haaranen, Lehtori Savonia-ammattikorkeakoulu			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Lehto Asunnot Oy, Aki Partanen, Työpäällikkö			
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä käsiteltiin rakentamisen logistiikkaa kaupunkialueilla ja työn toimeksiantajana oli Lehto Asunnot Oy. Työn tavoitteena oli perehtyä rakennustyömaan logistiikkaan toimintoihin ja kehittää toimenpide-ehdotuksia logistiikan hallintaan.</p> <p>Opinnäytetyö käynnistettiin yrityksen tarpeista. Työn aineiston kerääminen aloitettiin havainnoimalla tapaustyömaan tapahtumia sekä tutustumalla aiempiin tutkimuksiin ja rakentamisen kirjallisuuteen. Työn rakenne eroteltiin selkeästi vaiheisiin. Teoriaosuudessa käsiteltiin rakentamisen logistiikkaa yleisesti työmaan näkökulmasta. Toiseen vaiheeseen kartoitettiin nykytila-analyysi, jonka aineisto kerättiin teoriaosuudesta, osallistuvalla työmaan havainnointimenetelmällä ja haastatteleamalla työmaan toimihenkilöitä.</p> <p>Kolmannessa osiossa opinnäytetyön tulokseksi saatiin kehitystoimepide-ehdotuksia työmaan logistiikan parantamiseksi, joissa digitaalisuus on merkittävässä roolissa. Kehitysmateriaaliksi muodostettiin dokumentit työmaalogistiikan ja materiaalihallinnan suunnitteluun sekä tietovirtojen parantamiseksi sähköisesti käytettävä logistiikkakalenteri. Aineistosta muodostettiin myös ehdotuksia aluesuunnitelman siirtämisestä tietomalliin. Työn tulokset soveltuvat jatkossa apumateriaaliksi logistiikan suunnitteluun rakennustyömaalla.</p>			
Avainsanat rakennustyömaa, logistiikka, suunnittelu, johtaminen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Engineering			
Author(s) Tuomas Rahunen			
Title of Thesis Logistics on Construction Site in Urban Environment			
Date	21 February 2020	Pages/Appendices	46+17
Supervisor(s) Mr Matti Ylikärppä, Lecturer Savonia University of Applied Sciences Mr Hannu Haaranen, Lecturer Savonia University of Applied Sciences			
Client Organisation /Partners Lehto Asunnot Ltd, Mr Aki Partanen, Construction Manager			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final project was to analyze logistics on a construction site in urban environment and it was commissioned by Lehto Asunnot Ltd. The aim was to study logistics on a construction site and make proposals for better management of logistics.</p> <p>The project was started to meet the company's needs. First, data was collected by observing work on the construction site, inspecting other studies made on logistics and studying the literature about construction. The work was divided into different phases. In the theoretical part logistics on construction sites was discussed on a general level. In the second phase the current state of logistics was presented and the data for it was collected from the theoretical part of the thesis and by observing the work on the construction site. The foremen of the construction site were also interviewed for the data.</p> <p>The third part of the thesis included results. For example improving logistics on a construction site by digitalization was suggested. Documents for planning the management of material and improving logistics on a construction site were created to develop the operations of the company on the site. Using an electrical logistics calendar to enhance information between different parties was also one of the suggested improvements. The compiled material was used to make suggestions for moving the action area plan to BIM. The results of the thesis can be used to plan logistics on the construction site in future.</p>			
Keywords construction site, logistics, planning, managing			

## ESIPUHE

Haluan osoittaa kiitokseni Lehto Asunnot Oy:lle haastavasta ja erittäin mielenkiintoisesta opinnäytetyön aiheesta ja mahdollisuudesta olla osana kehittämässä yrityksen toimintatapoja. Kiitokset hyvästä työn ohjauksesta pt. tuntiopettajalle Matti Ylikärpälle ja tilaajan edustajalle Aki Partaselle.

Kuopiossa 21.2.2020

Tuomas Rahunen

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	7
2	TUTKIMUSAINEISTOT- JA MENETELMÄT .....	8
2.1	Tausta ja tutkimusongelma .....	8
2.2	Työn tutkimuskysymykset .....	8
3	KAUPUNKI TOIMINTAYMPÄRISTÖNÄ JA LOGISTIIKKA .....	10
3.1	Logistiikka.....	10
3.2	Kaupunkilogistiikan erityispiireet .....	11
3.3	Toimitusketju ja materiaalivirrat .....	12
3.4	Logistiikan kehitys .....	13
4	LOGISTIIKKASUUNNITTELUN VAIHEET RAKENNUSTYÖMAALLA .....	14
4.1	Aluesuunnittelu .....	15
4.2	Hankinta.....	16
4.3	Toimitusten ohjaus.....	18
4.4	Logistiikkasuunnitelma.....	20
4.5	Teorian yhteenveto .....	21
5	NYKYTILA ANALYYSI .....	21
5.1	Yrityksen taustatiedot.....	21
5.2	Nykytilan tutkimusprosessi .....	24
5.3	Tapaustyömaan logistiikka – Case Puijonkatu 29 .....	25
5.3.1	Viestintä .....	25
5.3.2	Tulologistiikka .....	26
5.3.3	Lähtölogistiikka.....	29
5.3.4	Sisäiset siirrot.....	30
5.3.5	Varastointi.....	31
5.3.6	Case yhteenveto.....	33
6	HAASTATTELUT .....	34
6.1	Haastattelujen yhteenveto .....	35
7	KEHITYSTOIMENPIDE-EHDOTUKSET .....	36
7.1	Logistiikkasuunnitelma ja materiaalinhallinta .....	36

7.1.1	Kalustoluettelo .....	37
7.1.2	Tehtäväsuunnittelu logistiikan kannalta .....	38
7.2	Tietovirtojen kehittäminen .....	39
7.3	Tietomallin käyttö logistiikkasuunnittelussa.....	40
8	POHDINTA.....	42
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	44

## LIITTEET

LIITE 1. Logistiikkasuunnitelma

LIITE 2. Tehtäväsuunnitelma logistiikan kannalta

LIITTEET ON JÄTETTY JULKAISEMATTA

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja oli suomalainen rakennusyhtiö sekä kiinteistöalan konserni Lehto Asunnot Oy. Lehto Groupilla on neljällä eri palvelualueella useita yksiköitä ympäri Suomen sekä liiketoimintaa on laajennettu syksyllä 2017 myös Ruotsin puolelle Tukholmaan. Yrityksen toimialat ovat hyvinvointitilat, toimitilat, asunnot ja putkiremontit. Opinnäytetyöni kohdentuu Kuopiossa sijaitsevan Lehto Asunnot yksikön toimintaan.

Lehdon tuomat innovaatiot rakennusalle pohjautuvat modulaariseen toimintamalliin, jolla tavoitellaan laatua työnjälkeen sekä kustannushyötyjä liiketoimintaan. Yrityksen liiketoimintavan perusteella Lehto voi tarjota kumppaneilleen prosessin, joka toimii avaimet -käteen periaatteella aina suunnittelupöydältä toteutukseen saakka. (Lehto, 2019.) Lehto Group Oyj on listattu vuodesta 2016 Helsingin pörssissä.

Opinnäytetyöni aihe on lähtöisin yrityksen tarpeista. Tässä tutkimuksellisessa opinnäytetyössä oleellista oli kartoittaa yrityksen toimintaa rakennustyömaan logistiikan näkökulmasta sekä selvittää parannusehdotuksia työmaalogistiikkaan ahtailla kaupunkityömailla. Työstä tuotettua havainnemateriaalia voidaan käyttää seuraavilla logistisesti haastavilla työmailla ja lisäksi työ voi toimia työkaluna yleisesti materiaalivirtojen hallitsemisen opettelussa.

Työn runkona käytettiin tutkimusmallia, johon kuuluu teorian käsittelyä, nykytilan kartoittaminen, parannusehdotukset yrityksen toimintaan sekä lisätutkimusaineistona käytettäviä tutkimuskysymyksiä. Lisäksi havainnetutkimusaineistona toimii Lehto Asunnot Oy:n päätoteuttama rakennustyömaa Kuopion Pankki.

Opinnäytetyössä keskityttiin tuotannon suunnitteluun, materiaalivirtoihin ja niiden hallitsemiseen. Työn keskeisenä tekijänä rakennustyömaan logistiikan johtaminen sekä yhtenä tavoitteena oli selvittää, kuinka työmaan logistiikka etenee häiriöttä mahdollisimman sulavasti, jotta turhilta siirroilta ja nostoilta vältyttäisiin. Edellä mainittu ketju heijastuu suoranaisesti rakentamisen työvaiheiden etenemiseen ja kustannuksiin, jotka molemmat ovat laadittu sekä aikataulutettu tavoitteiden mukaisesti työmaan suunnitelmissa. Rahavirtoja ja rakentamisen eri työvaiheita ei kuitenkaan tässä työssä täysin omana osionaan käsitellä, jotta opinnäytetyön laajuus säilyy hallittavissa mittasuhteissa.

## 2 TUTKIMUSAINEISTOT- JA MENETELMÄT

### 2.1 Tausta ja tutkimusongelma

Rakennustyömaan toimihenkilöt kaipaavat päteviä toimintatapoja sekä tulevaisuuden kehityssuunnitelmia parantamaan rakentamisen tuottavuutta. Työn tarkoituksena on tutkia rakentamiseen liittyvää logistiikkaa ja luoda sitä kautta ehdotuksia logistiikan johtamiselle ahtailla rakennustonteilla. Parannusehdotusten myötä on tavoitteena nostaa rakentamisen tehokkuutta oikea-aikaisilla materiaali-toimituksilla, jolloin turhat siirrot vähenevät työmaalla. Selkeät pelisäännöt rakennustyömaan materiaali- ja logistiikan toimintoihin vähentävät myös työnjohtajien kuormaa, jolloin aikaa ja resursseja jää muihin työtehtäviin.

Tutkimusongelmana on selvittää, millaisia menetelmiä hyödyntämällä rakennusliikkeellä on mahdollisuus kehittää toimintaansa kaupunkialueella sijaitsevan työmaan logistiikan parantamiseksi. Opin- näytetyössä lähestytään kaupunkialueiden logistiikkaan liittyviä ongelmia tuotantoympäristön näkökulmasta.

Teoriaa ja havainnointia sisältävässä tutkimuksessa tulee ottaa huomioon tehtyjen havaintojen teoriapitoisuus. Tutkimuksesta saataviin tuloksiin vaikuttaa, millaisia välineitä tutkija työnsä aikana käyttää tai minkäläinen ymmärrys työn tekijällä tutkittavasta ilmiöstä tai asiasta on. Toisin sanoen ei ole olemassa täysin yleispäteviä tosiseikkoja, vaan aineisto on tietyllä tavalla tutkimusta tekevän oman ymmärryksen tulkinvarainen. (Tuomi, Sarajärvi 2017.)

Aiheeseen liittyvää teoriaa tutkitaan rakennusteollisuuden ja logistiikan lähteistä. Kirjallisuus ja rakentamisen artikkelit ovat keskeisessä osassa tutkimusta tehdessä. Havainnoinnin voimin pyritään selvittämään, kuinka rakennustyömaan logistiikka on hallittavissa ja kuinka materiaaleja käsitellään työmaalla. Logistiikkaa on seurattava paikan päältä, sillä työmaalla tapahtuu asioita nopeasti ja yleisenä pyrkimyksenä on, että materiaalia toimittavat ajoneuvot viipyvät tontilla mahdollisimman vähän aikaa. Havaintojen tueksi aineiston hankintaan järjestetään työmaan organisaatiolle haastattelut, joiden tarkoituksena on kerätä erilaisia näkökulmia rakennettavan kohteen tapahtumista.

### 2.2 Työn tutkimuskysymykset

Työn aihe on lähtöisin yrityksen tarpeista ja halusta tutkia sekä kehittää toimintaansa. Tutkimuskysymykset ovat oleellisia työkaluja tutkimusta tehdessä ja ne korostuvat työn loppua kohti, sillä tutkimuskysymysten avulla voidaan tarkistaa lopussa, onko ilmiön tutkija pysynyt aiheessa ja onko tutkimus linjassa sille asetettuihin kysymyksiin verraten. Lisäksi tutkimuskysymysten käyttö työssä yksinkertaistaa sekä rytmittää sisältöä, näin opin- näytetyön kokonaisuus on helpompi hahmottaa.

Näpärän (2017-03-30) mukaan tavallisesti tutkimuskysymykset kohdentuvat vain yhteen prosessiin ja ne kiinnittyvät kunkin tieteenalan mukaisiin ajatusmalleihin. Tieteenalakohtainen teoria antaa tutkimuskysymykselle raamit. Työssä käytettävän aineiston tulee määrittää tutkimuskysymystä ja puolestaan tutkimuskysymyksen tulee määrittää aineistoa. Toisin sanoen niiden täytyy olla linjassa toistensa suhteen, sillä vastaukset tutkimuskysymykseen on aineiston pääasiallinen tehtävä.

**Tutkimuskysymys 1: Miten tapausyrityksen tulisi toimia logistiikan teorian pohjalta?**

**Tutkimuskysymys 2: Miten tapausyrityksen logistiset toiminnot toimivat tällä hetkellä?**

**Tutkimuskysymys 3: Mitkä ovat kehitettävät asiat ja tarvittavat toimenpiteet?**



KUVA 1. Tutkimuskysymysten sisältö. Kuva Tuomas Rahunen

Tutkimuksen ensimmäiseen kysymykseen otetaan kantaa logistiikkaan liittyvän kirjallisuuden voimin. Työn alkuvaiheessa käsitellään teoriaa rakentamiseen liittyvän logistiikan kannalta ja tuodaan esille rakennustyömaan logistisia toimintoja, sekä ahtailla kaupunkialueilla esiintyviä arkipäiväisiä ongelmia rakennustuotantoon liittyen. Keskeisenä asiana käsitellään myös yleisesti logistiikan mahdollisia kehityssuuntia tulevaisuudessa. Olennaista on pohtia, kuinka kaupunkialueella toteutettava rakentamisen logistiikka on sovellettavissa teoriaan pohjautuen sekä muodostaa tutkijalle jonkinlainen kokonaiskuva rakennustyömaan logistiikasta.

Toinen tutkimuskysymys nojautuu vahvasti työmaalla suoritettuun havainnointiin. Keskeisimmät keinot ovat soveltaa logistiikan aikaisempaa teoriaa, kerätä tuotantoympäristöstä havaintoja, dokumentteja ja muistiinpanoja. Kerätty materiaali kootaan ja taltioidaan, jota hyödynnetään nykytila-

analyysin laadinnassa. Nykytilaa hahmotellessa pohditaan rakennusalan tyypillisiä toimintatapoja ja niiden vaikutuksia tuotantoon.

Edellä mainittujen toimenpiteiden mukaisesti voidaan rakentaa erilaisia toimenpide-ehdotuksia logististen toimintojen parantamiseksi. Tärkeimpinä osa-alueina voidaan pitää yrityksen tämänhetkisen toimintatavan tunnistaminen ja parannusehdotusten toteaminen. Toimenpide-ehdotuksessa pohditaan, kuinka materiaalien toimitukset tulisi organisoida ahtaille rakennuspaikoille tehokkaasti ja mahdollisimman pienin kustannuksin. Yksinkertaisuudessaan tavoitteena on kartoittaa kaupunkilogistiikkaan liittyviä kehittämistarpeita sekä uusia mahdollisuuksia.

### 3 KAUPUNKI TOIMINTAYMPÄRISTÖNÄ JA LOGISTIIKKA

#### 3.1 Logistiikka

Logistiikka on ollut olemassa yhtä kauan kuin palveluiden sekä tuotteidenkin vaihtoa. 1950-luvulla logistiikka käsitettä käytettiin Yhdysvalloissa terminä liikkeenjohdon toiminnoille. Aiemmin logistiikka oli yhdistetty sodankäynnin toimintoihin armeijan liikkumiseen. Vasta myöhemmin logistiikan kokonaiskustannuksiin, varastointiin ja kuljetuspalveluiden kehittämisen alettiin kiinnittää huomiota. Vasta 2000-luvun jälkeen huomio on kiinnittynyt tilaus-toimitusketjun hallitsemiseen. (logistiikka.fi.)

Christopher Martin määrittelee kirjassaan (2011) logistiikan seuraavanlaisesti: ”logistiikka on prosessi strategisesti johdettaville hankinnoille, varastoinnille, lopputuotteiden varastoinnille sekä näihin liittyvälle tiedonkululle koko organisaation läpi. Markkinointikanavien nykyinen ja tuleva kannattavuus on huipussaan tilausten kustannustehokkaan toimituksen voimin”. (Christopher Martin 2011, 2.)

Karruksen (2001) mukaan logistiikka voidaan määritellä seuraavalla tavalla:

Logistiikka on materiaalien, pääoma- ja tietovirtauksien, hankinnan, materiaalijakelun, huolto- ja tukipalveluiden, varastointi- ja kuljetuspalveluiden sekä asiakassuhteiden kaikenkattavaa johtamista sekä hallitsemista. (Karrus 2001, 13).

Turun yliopiston kauppakorkeakoulun ja Liikenneviraston yhteistyönä toteuttamasta Logistiikkaselvityksestä voidaan todeta, että teollisuuden alan yritykset näkevät pääsääntöisesti logistiikan hyvin merkityksellisenä osana liiketoimintaansa. Logistiikka on suomalaisten suurten ja keski suurten yritysten keskeinen tekijä kilpailukyvyllä, kannattavuudella ja asiakaspalvelulle. (Solakivi ym. 2010, 83.) Nykypäivänä rakentaminen on tuotannonalana siinä pisteessä, että kustannusten kurissa pitoa tavoitellaan kaikilta tuotantoympäristöön liittyviltä osa-alueilta.

Yleinen käsitys logistiikan toiminnasta mielletään usein tavaroiden liikutteluksi paikasta A paikkaan B. Rakennustuotannossa kuitenkin usein liitetään logistisen ajattelun tueksi tietovirtojen kulkeminen

läpi toimitusketjun. Viestinnän toimivuutta voidaan pitää jopa tärkeämpänä kuin fyysisten materiaali-  
virtojen toimintaa, sillä ilman saumatonta kommunikointia ei myöskään tavara liiku ja tuotantoon voi  
syntyä mittavia häiriöitä. Logistiikan käsitettä tutkittaessa useasta eri lähteestä, voidaan pienimuo-  
toisena yhteenvetona todeta, että useampi teoria logistiikan määritelmästä noudattaa yhtenäisesti  
materiaalivirtojen ohjaamista paikasta toiseen.

### 3.2 Kaupunkilogistiikan erityispiireet

Kaupunkeihin suuntaavan väestön osuus kasvaa ympäri maailman. Noin 70% suomalaisista asuu  
tällä hetkellä kaupunkialueilla ja maailmanlaajuisesti jopa yli puolet. Kaupungistuminen mielletään  
usein positiivisena kehityssuuntana muun muassa taloudellisesti, mutta se luo useita haasteita eko-  
logiselle ja sosiaaliselle kestäväydelle. (Syke.fi.)

Kaupungit ovat tavallisesti rakennettu ympäröimään torialuetta ja talojen välit sekä aiemmin kadut  
ovat mitoitettu nykyistä pienemmille liikennemäärille ja välineille. Tämä tarkoittaa ongelmia raskaalle  
kalustolle, jonka operointi voi olla hankalaa tai jopa mahdotonta suuren kääntymissäteen johdosta.  
Tämän vuoksi kaupunkijakelu voidaan osittain suorittaa pienemmällä kalustolla, kuten pakettiautolla.  
(Kiiskinen ym. 2013, 11.)

Kaupunkilogistiikan keskeisimmät haasteet ovat kaupunkilogistiikkapalvelujen kömpelö kehitys kas-  
vavista tarpeista huolimatta, materiaalivirtojen riippumattomuus kaupunkien olosuhteista ja kaupun-  
kilogistiikkaan kohdentuvien poliittisten keinojen aikaansaamattomuus. Kaupunkiympäristössä virtaa  
erilaisia tavarakuljetuksia, kuten postia, jätteitä, kulutushyödykkeitä ja rakennusmateriaaleja, jotka  
muodostavat noin neljänneksen normaalin kaupungin liikennemäärästä. (Kiiskinen ym. 2013, 15.)

Kaupunkilogistiikkaa suunnittelevan on otettava huomioon, että kaupungeissa tavarantoimituksille ja  
logistiikalle on varattu hyvin rajallisesti tilaa toimia. Usein tämän saman tilan jakavat tavara- ja hen-  
kilöliikenne. Lastaus- ja purkupaikkojen vähäinen lukumäärä ja niiden kysynnän kasvaminen heijas-  
taa kaupungin liikennejärjestelmän toimimiseen. Kapeilla rakennuspaikoilla materiaaleja toimittava  
kuorma-auto voidaan joutua parkkeeraamaan purkamisen ajaksi kadulle niin, että ajoneuvo valtaa  
muulle liikenteelle tarkoitettun kadun. Ruuhka-aikoina lyhyetkin purkuajat voivat aiheuttaa liikenteelle  
mittavia häiriöitä. (Nykänen ym. 2015, 7.)

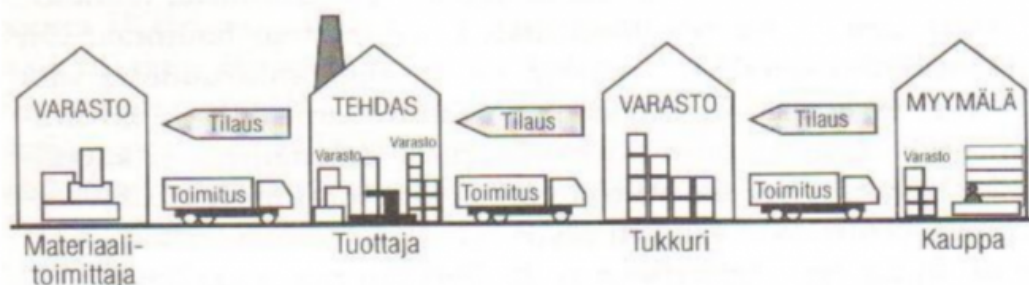
Usein keskusta-alueella toimivat rakennustyömaat vuokraavat kaupungilta osittaisia tai kokonaisia  
katualueita varastotiloiksi ja työkoneita varten. Katujen valtaukset ovat kuitenkin melko suuri kus-  
tannuserä työmaan budjetille. Kaupunkiin rakennettaessa tulee myös huomioida työmaan ulkopuo-  
listen ihmisten liikennöinti ja jalankulku. Siviilien liikenne tontin läheisyydessä tulee huomioida eten-  
kin nostoja ja siirtoja tehdessä sekä myös tavarantoimituksessa.

### 3.3 Toimitusketju ja materiaalivirrat

Toimitusketju on eri toimijoiden muodostama verkosto, jossa toimijat yhteistyössä ohjaavat ja materiaalivirtojen kulkua. Samalla kohdistetaan palveluita sekä näihin yhdistettäviä pääoma- ja tietovirtoja. Toimitusketjussa jokaisella verkoston toimijalla oma palvelualueensa. Toimitusketjun kokoonpano riippuu hyvin pitkälle yrityksen tarjoamista tuotteista, toimialasta ja loppuviimein asiakkaista. (Ritvanen ym. 2011, 22.)

Materiaaleihin liittyvä toimitusketju voi sisältää myös alihankintaa, jossa materiaalivirran sijaan tai yhdessä sen kanssa toimitusketju tuottaa myös työtä tai kokonaisia urakoita.

Kuvassa 2. on havainnollistettu toimitusketjun vaiheita.



KUVA 2. Tilaus-toimitusketju. (Logistiikanmaailma.fi, 2019-08-07)

Useimpien yritysten toimitusketjussa on runsaasti osapuolia: tavaran toimittajia, valmistajia, jälleenvyyjiä, tukkureita- ja tukkuliikkeitä, asiakkaita ja asiakkaiden asiakkaita. Luonnollisesti toimitusketju on suurempi mitä vähemmän se sisältää väliportaita. Pitkissä toimitusketjuissa on yleensä mukana välivarastot, logistiikkayritykset ja tukkuliikkeet. Nämä vaiheet luonnollisesti tuovat lisää kustannuksia toimitusketjuun ja lisäksi myös ne sitovat aikaa ja resursseja. Toimitusketjua tuleekin tarkastella toiminnallisesti ja pohtia tarkasti hankintojen, kuljetusten ja varastoinnin merkitystä toimitusketjussa. (Ritvanen ym. 2011, 22.)

Vrijhoefin ja Koskelan (2000, 6) julkaisussa käsitellään rakennustuotannon materiaalien toimitusketjulle neljä erilaista roolia:

- Toimitusketjun vaikutus rakennustyömaan toimintoihin rakentajan näkökulmasta. Tavoitteena on vähentää kustannuksia ja kiihdyttää työvaiheiden nopeutumista. Ensimmäisessä toimitusketjun seuraus työmaan toimintoihin tarkoittaa materiaalivirran luotettavuuden tarkistamista, ettei työn jatkuvuuteen syntyisi häiriöitä.
- Toimitusketjun tehokkuuteen keskittyminen. Tässä roolissa näkökulma on yleensä materiaalityöntekijän kannalla. Toimitusketjun tehokkuuden tavoitteena vähentää kustannuksia varastoinnin sekä toimitusaikojen puitteissa.

- Työmaan toiminnot voidaan siirtää aiempiin vaiheisiin toimitusketjussa. Syy tälle on pyrkimys välttää työmaan huonoja olosuhteita tai pyrkimys saavuttaa tehokkuutta kummallekin osapuolelle samanaikaisista toiminnoista.
- Koko toimitusketju ja työmaan toiminnot voidaan yhdistää. Täten asiakkaat, toimittajat ja urakoitsijat voivat käyttää samaa näkökulmaa toimitusketjun hallinnassa. Rakennustyömaa toimii yhtenä osana toimitusketjua, jolloin kokonaisuutta voidaan tarkastella yhdessä.

Materiaalivirrat sisältävät tuotteiden tai materiaalien kuljetuksen ja varastoimisen. Jos materiaalivirta alkupisteestä loppuasiakkaalle sujuu hyvin, se heijastaa käytännössä asiakastytyväisyyteen ja materiaaleiden lyhyeen toimitusaikaan. (Ritvanen ym. 2011, 22.)

### 3.4 Logistiikan kehitys

Digitalisaatio koskettaa koko yhteiskuntaa ja siltä on miltei mahdoton välttyä työelämässä. Sähköisessä muodossa olevat asiointipalvelut konttoritoiminnan sijaan, monelle tärkeä työväline sosiaalinen media, nopeakäyttöiset pikaviestipalvelut ja laitteiden verkottuminen vaativat myös perinteisinä pidetyiltä ammattikunnilta uutta suhtautumista ja asennoitumista työhön, kuten esimerkiksi rakennus-alalta. Tähän liittyy logistiikkaketjujen varastointi, jonka tehokkuuaste on heilahtelvassa kilpailutilanteessa myös murroksen alaisena. Enemmän vähemmällä, mutta kilpailijaa laadukkaammin vaatii uudenlaisen ajattelutavan lisäksi myös enemmän investointeja teknologioihin, henkilökunnan osaamiseen sekä motivaatiota seurata terävintä kehitystä yhteiskunnan lisäksi myös rakennusalan logistiikassa. Sähköistymisen takia suurimmat liiketoimintahyödyt syntyvät kustannusten alenemisesta tai niiden hallitsemattoman kasvun rajoittamisesta. Asioiden yksinkertaistuminen, esimerkiksi automaatio ja paperin väheneminen on logistiikan kehityksen suunta. (logistiikanmaailma.fi.)

Tulevaisuuden näkymät logistiikan kehittymisestä ovat melko yhdensuuntaisia: digitalisaatio ja automaatio ovat puskemassa hyvää vauhtia jokaisella logistisella osa-alueella aina kuljetuskalustosta informaatioon ja palveluihin. Toimitusketjussa tarvittava informaatio toimituksesta liikkuu ja prosessoituu entistä nopeammin, jolloin seuranta sähköisesti on miltei reaaliaikaista. Yleisesti ottaen tulevaisuuden visioissa korostuvat logistiikan kehittymisen tarjoamat mahdollisuudet. Näitä ovat uuden teknologian ansiosta käyttöön otettava tehokkaampi ja ympäristöystävällisempi käyttövoima, kuljetuksen paremman seurattavuuden myötä viiveiden väheneminen ja rahdin luotettavuuden kasvu sekä uudenlaiset automatisoidut kuljetusjärjestelmät; esimerkiksi putkikuljetus kaupungeissa tai jopa kaupunkien välillä. Kokonaisuutena käynnissä olevasta kehityksestä voi seurata huomattavaa logistiikan kustannustehokkuuden kasvua, johon myös rakennustyömaalla tulee pyrkiä. (Pöyskö ym. 2016, 39.)

Logistiikan kehitys koskettaa myös rakennustyömaan lähtölogistiikkaa ja sitä kautta jätehuoltoa. Tulevaisuuden suunnitelmat rakennusjätteen ohjauksesta ovat keskeisessä roolissa. Yksi keino jätehuollon ohjaukseen on verkkopohjainen tietomalli, jota voidaan hyödyntää työmenetelmien suunnittelussa. Mallin avulla käyttäjällä on tiedossa jo etukäteen, millaista jätettä työvaiheesta syntyy, millaiset ovat lajittelutarpeiden toimenpiteet ja millaisia kustannuksia on tiedossa. Mallin järjestelmä sisältää tiedon myös siitä, minne jättejakeet voi kyseisessä kaupungissa toimittaa. (Peuranen & Hakaste 2014, 24.)

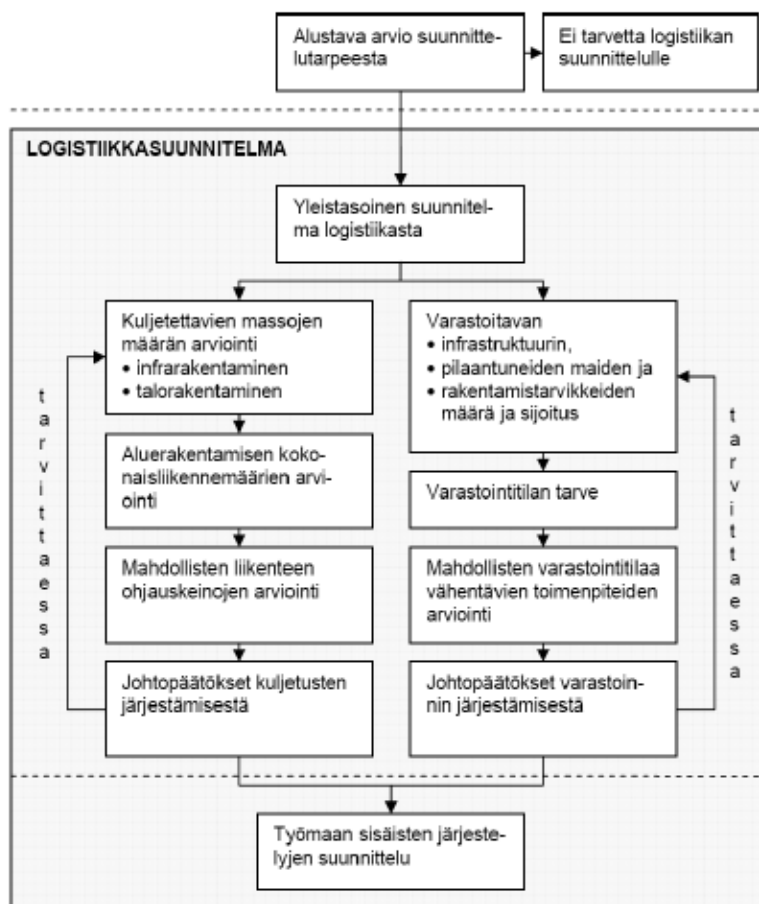
#### 4 LOGISTIIKKASUUNNITTELUN VAIHEET RAKENNUSTYÖMAALLA

Rakennustyömaiden logistiikka on moniulotteinen prosessi, jolla varmistetaan materiaalien toimitus, varastointi, käsittely ja saatavuus työmaille ja lisäksi se mitoittaa sekä hallitsee työmaan fyysisiä materiaalivirtoja. Paikan päällä tapahtuvaan logistiikkaan sisältyy myös tietovirtojen hallinta. (Oliveira & Serra 2003, 2.)

(Tanskanen ym. 2008) julkaisun mukaan rakennusalan työnjohdon näkökulmasta, rakennusteollisuus eroaa toistuvasta valmistuksesta sekä kulutustuotteista monelta osin:

- Jokainen rakennustyömaa on erilainen
- Lopullinen tuotos on ainutlaatuinen
- Tuotanto tapahtuu lopullisessa käyttötarkoitus ympäristössä
- Saman rakennusyrityksen tuotanto pyörii useassa eri kohteessa samanaikaisesti
- Rakennustyömaan organisaatio voi säilyä samana, mutta ulkopuolinen organisaatio (suunnittelijat, insinöörit) voi vaihtua eri projektin mukana
- Samalla työmaalla työskentelee useita yrityksiä samanaikaisesti
- Tavarantoimittajat vaihtuvat työmaan suunnittelumateriaalien mukaan

Logistiikan suunnittelussa oleellinen tekijä on työmaan toiminnan yksinkertaistaminen. Jokaisen riskin tai turhan työvaiheen poistaminen pienentää turhan työn tekemistä ja kustannuksia. Logistiikkasuunnittelun vaiheet riippuvat luonnollisesti rakennettavan kohteen luonteesta ja vaatimuksista. Yleispätevänä ohjeena kuitenkin logistiikan suunnittelu painottuu aluesuunnitteluun, yhteistyöhön hankinnan kanssa sekä loppuviimein logistiikan johtamiseen työmaalla.



KUVA 3. Aluerakentamisen logistiikkasuunnittelun prosessikaavio (KETJU-yhteenveto 2009, 6)

#### 4.1 Aluesuunnittelu

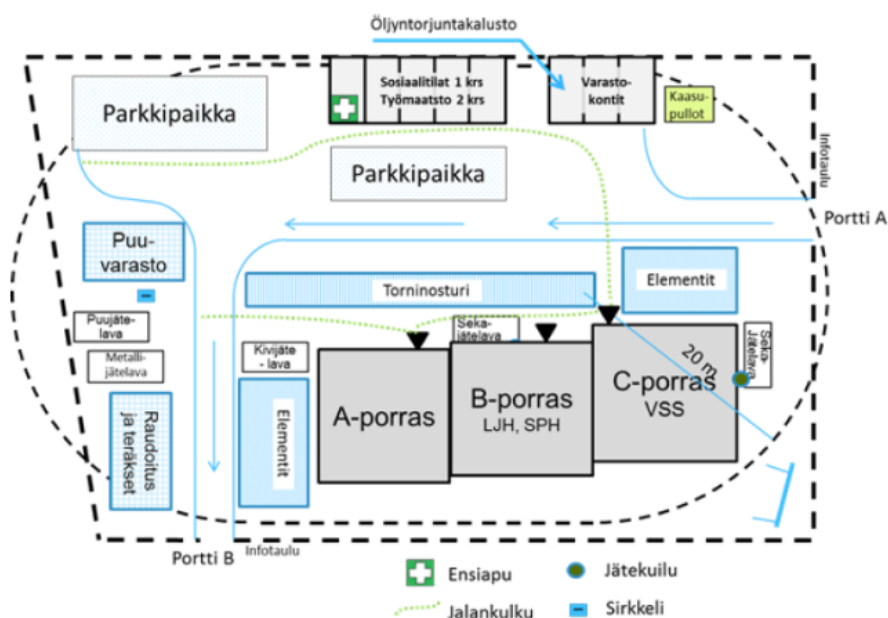
Rakennustyömaan aluesuunnitelmassa esitetään alueen käyttörajat ja työmaan toimintaa edistävien toimintojen sijainnit. Suunnitelmasta ilmenee työmaa-alue ja alueeseen liittyvät tiet ja kadut sekä muu lähiympäristö, johon työmaan toiminnoilla voi olla vaikutuksia. Lisäksi aluesuunnitelmassa esitetään työmaan väliaikaiset rakenteet ja kalusto, kuten esimerkiksi työmaakopit, koneet, aitaukset, portit, kulkutiet ja pelastustiet.

Valtioneuvoston asetuksessa (205/2009) pykälä (§11) on esitetty rakennustyömaa-alueen käytön suunnittelussa kiinnitettäviä huomioita tapaturmavaaran ja terveyden haitan poistamiseen ja vähentämiseen:

- *Toimisto-, henkilöstö- ja varastotilojen määrä ja sijainti;*
- *Nostureiden, koneiden ja laitteiden sijoitus;*
- *Kaivu- ja täyttömassojen sijoitus*
- *Rakennustarvikkeiden ja -aineiden sekä elementtien lastaus-, purkaus- ja varastointipaikkojen sijoitus;*
- *Elementtirakentamisessa nostureiden nostopaikkojen perustus ja maapohja vahvistus, nostureiden nostosäteet ja -kapasiteet, nosturinkuljettajien mahdollisimman esteetön näköyhteys elementtivarastoon ja asennuskohteeseen;*

- Työmaaliikenne sekä sen ja yleisen liikenteen liittymiskohdat
- Kulku-, nousu- ja kuljetustiet sekä niiden kunnossapito
- Työmaan järjestys ja siisteys sekä pölyn torjuntaan ja hallintaan tarvittavien rakenteiden ja laitteiden sijoitus
- Jätteiden sekä turvallisuudelle ja terveydelle vaaraa tai haittaa aiheuttavien materiaalien kerääminen, säilyttäminen, poistaminen ja hävittäminen
- Palontorjunta
- Varastointialueiden rajaaminen ja järjestäminen, erityisesti kun käsitellään turvallisuudelle ja terveydelle vaaraa tai haittaa aiheuttavia materiaaleja tai aineita

Rakennustyömaan suunnittelun keskeisimmät toiminnot on laadittava ja esitettävä työmaasuunnitelmana kirjallisesti. Suunnitelmat tulee tarkastaa olosuhteiden muuttuessa ja aluesuunnitelma on pidettävä ajan tasalla.



KUVA 4. Esimerkki aluesuunnitelmasta. (ympäristöosaava.fi)

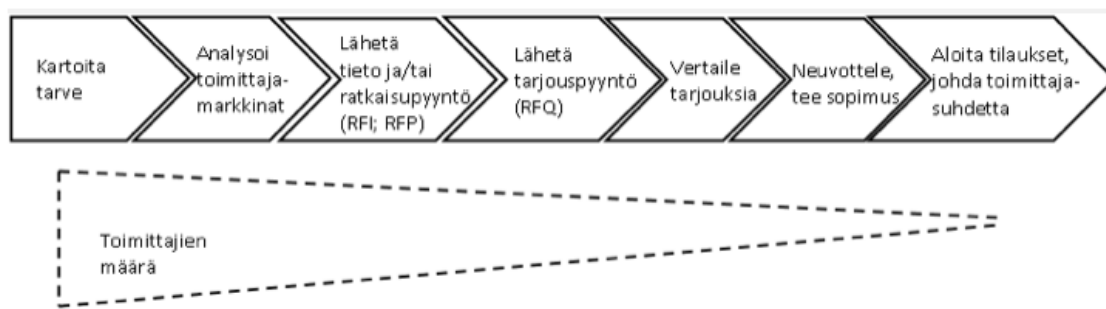
## 4.2 Hankinta

Rakennustyömaan hankintaprosessi on hyvin systemaattinen keino lähestyä mahdollisia toimittajamarkkinoita, joiden tavoitteena on, että yritykselle valikoituu mahdollisimman sopiva toimittaja yrityksen tarpeisiin. Hankintaprosessiin sisältyy useita eri portaita, kuten tarpeen kartoittaminen, tieto- ja tarjouspyyntö, näiden vertailu ja analysointi sekä hankintaneuvottelu. Rakennustyömaiden tarpeet ja tilanteet voivat vaihdella hyvinkin suuresti, osa prosessin vaiheista voidaan jättää suorittamatta, kuten vaikkapa tilanteessa, jossa toimittajasuhdetta on päätetty jatkaa vanhan sopimuksen pohjalta. Jos yritykselle tulee uusia hankintatarpeita palveluiden ja materiaalien suhteen, kannattaa koko han-

kintaprosessi viedä alusta loppuun läpi. Hankintaprosessin oikeaoppinen toteuttaminen saattaa kestää jopa useita kuukausia, joten siihen on syytä varata riittävä määrä resursseja. (logistiikanmaailma.fi.)

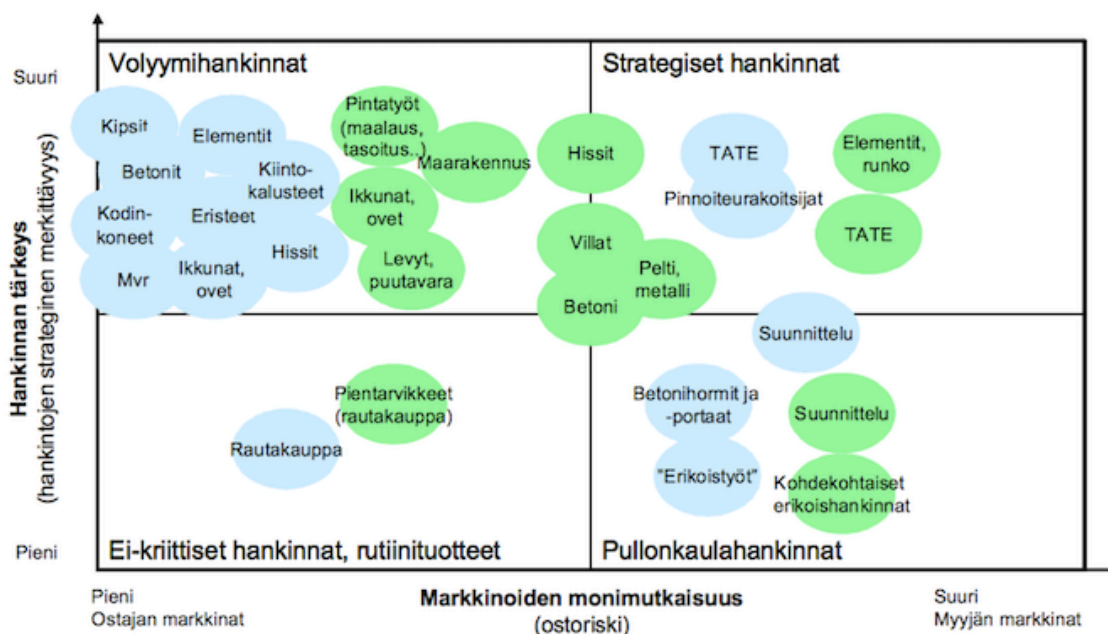
Hankintojen käynnistäminen jo logistiikan valmistelun aikana on olennaista. Usein ei kyetä ottamaan huomioon hankinnan valmistelussa omien lähtötietojen tarvitsemaa aikaa sekä mahdollisia toisen osapuolen hyväksyttämismenetylyyn vierivää aikaa. Tämän johdosta työmaan organisaation tulisi osallistua enemmän hankintatehtäviin yhteistyössä hankintayksikön kanssa. Työmaalla on yleensä parhainta tietoa tarvittavista toimituseristä ja mahdollisista logistiikkapalveluiden tarpeista ja muusta materiaalien käsittelyyn tarvittavasta kalustosta.

Alla oleva kuva havainnollistaa, kuinka prosessin alussa mahdollisten toimittajamarkkinoiden määrä voi olla suuri. Toimittajamäärää pudotetaan hankintaprosessin aikana, kun informaatio yrityksen tarpeista, toimittajien kyvykkyydestä ja toimittajien hinnoista on selvitetty.



KUVA 5. Hankintaprosessi. (logistiikanmaailma.fi)

Rakennusalalla on pitkäjänteisesti luotettu kilpailuttamisen kulttuuriin ja toisaalta perinteisellä yhteistyöllä ei ole niin suurta merkitystä. Projektiluontoinen toimintatapa on luonut yhteisön, jossa jokainen toimija pyrkii maksimoimaan voittonsa suhteellisen lyhyellä aikavälillä. Pitemmän aikavälin win-win-tilanteeseen enää harvemmin pyritään ja luottamus pitkäjänteiseen yhteistyöhön mielletään vähäiseksi. Hankintojen ohjauksen peruspilareita ovat analysointi sekä menetelmien valinta. Tuttavimmat analyysikäytännöt ovat spend-analyysit ja portfolioanalyysit. Spend-analyysimenetelmässä esitetään mitä materiaalia ja keneltä ostetaan, tai kuinka suuria eriä tai kuinka montaa tuotetta kerralla. Myös ostohintojen muutoksia tarkastellaan analyysissa. Portfoliossa puolestaan pyritään tunnistamaan erityispiirteitä eri tuote- ja palveluryhmistä ja sijoitella ne portfolioon. (KETJU-yhteenveto 2009, 14.) Alla olevassa kuvassa on esimerkki tuoteryhmien ryhmittelystä portfolioon.

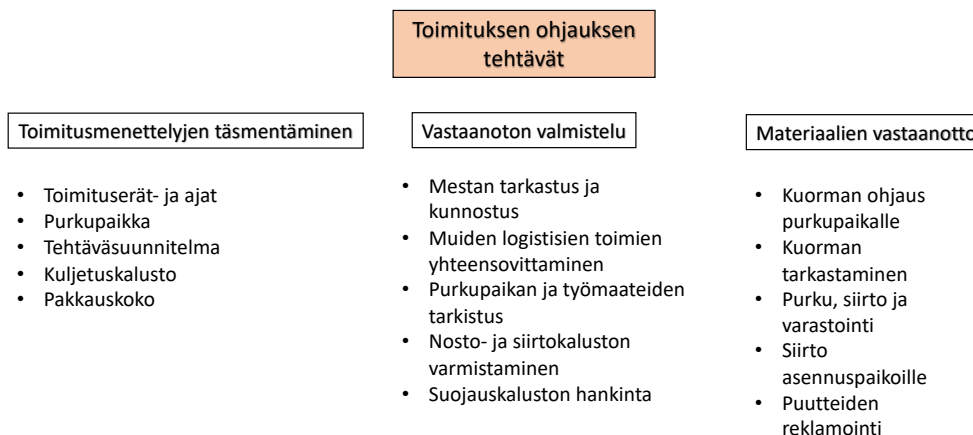


KUVA 6. Tuoteryhmät portfolioanalyysissä. (KETJU-yhteenveto 2009, 14)

#### 4.3 Toimitusten ohjaus

Rakentamisen aikana toimitusten ohjaamisella ja hyvällä suunnittelulla varmistetaan, että rakentamiseen käytettävät materiaalit toimitetaan työmaalle mahdollisimman pienin kustannuksin sekä oikeaan aikaan. Myös oikean suuruiset toimituserät ja tehokas varastointi kuuluu työmaaorganisaation huolehdittavaksi. Materiaalitoimitusten ohjauksesta vastaavien työntekijöiden tulee ymmärtää, kuinka huonosti organisoitu suunnittelu johtaa. Usein ongelmat esiintyvät häiriöinä kriittisissä työvaiheissa. Tavanomaisia ongelmia ovat työvaiheen viivästyminen toimitusten ollessa myöhässä, tuotteiden rikkoutumien virheellisen varastointimenetelmän takia sekä tavaroiden siirtely paikasta toiseen. (Rakennustyömaan toimitusten ohjaus 2009, 4.)

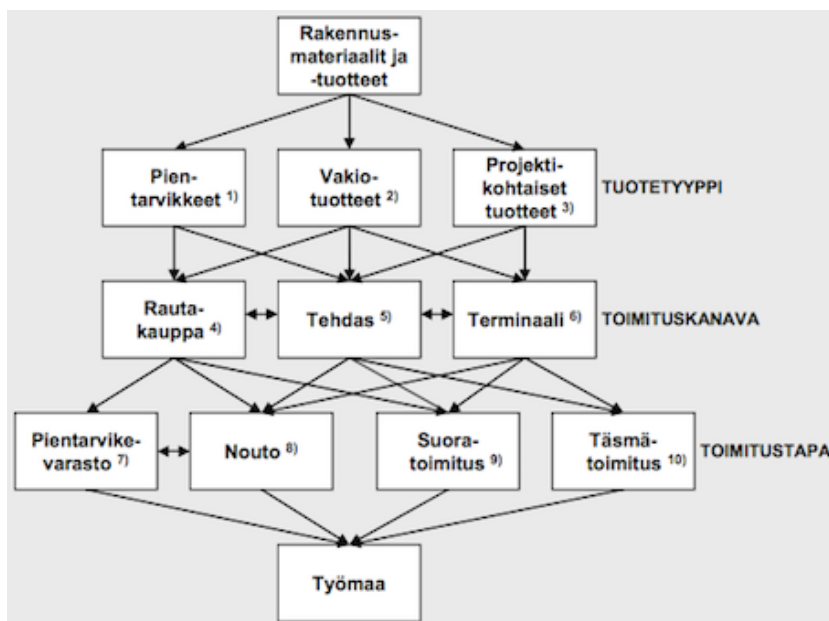
Toimitusten ohjauksella myös pyritään seuraamaan työmaan rakennusmateriaalien käyttöä ja -lisätarvetta. Seuraamalla materiaalimenekkiä voidaan ajantasaisesti tehdä tarvittavia muutoksia ja täsmennyksiä toimituksiin sekä tarvittaessa järjestää lisää materiaalia työmaalle suunniteltua aiemmin. Hyvän toimituksen ohjauksen ansiosta työmaan tuottavuus paranee, häiriö-, siirto-, ja varastointikustannukset pienenevät huomattavasti. Lisäksi jopa tärkeimpänä asiana tuotannon aikataulun pitävyys säilyy ilman ylimääräisiä kiiretoimituksia. (Rakennustyömaan toimitusten ohjaus 2009, 3.)



KUVA 7. Toimituksen ohjaus. (Kuva Tuomas Rahunen)

Työmaalla toimihenkilöiden tehtäviin sisältyy toimitusten ohjauksessa toimitusmenettelyjen hienosäätö, työmaan toimintaympäristön ja varastoalueiden toimivuudesta huolehtiminen, materiaalitoimistusten kotiinkutsut sekä aikataulun varmistaminen ja materiaaleille tarvittavat nosto- ja siirtokalustojen järjestäminen.

Toimitusmenettelyjen hienosäätöön kuuluu toimitustavan valitseminen. Perinteisessä ja niisanoissa suoratoimituksessa materiaalit kuljetetaan rakennustyömaalle tehtaalta, tukkuliikkeen varastoista tai suoraan rautakaupasta kotiinkutsuttuna tai osatoimituksena. Täsmätoimitusta käytettäessä tuotteen paketoidaan ja merkitään toimituskohteen mukaisesti, joka voi olla esimerkiksi kerros tai jokin tietty rakennuskohteen lohko. Jos toimitusmuotona käytetään terminaalitoimitusta, voidaan usean eri maahantuojan tai valmistajan tuotteita yhdistellä ja pakata yhtenäiseksi täsmätoimitukseksi. Rakennusliikkeet käyttävät myös pientarvikevarastoa työmaalla, jonka ylläpidosta vastaa työmaa, rautakauppias tai tavarantoimittaja. Tehdastoimituksessa tuotteet ja materiaalit toimitetaan suoraan tehtaalle tai maahantuojan varastosta rakennustyömaalle. (KETJU-yhteenveto, 2009)



KUVA 8. Toimitusten jaottelu tuotetyypin, toimituskanavan ja toimitustavan mukaan. (Rakennustyömaan toimitusten ohjaus 2009, 5)

#### 4.4 Logistiikkasuunnitelma

Rakennustyömaan logistiikkasuunnitelma laaditaan työnjohdon toimesta työmaalla ja se on osa tärkeää työmaan tuotannosuunnittelua. Suunnitelman tulisi olla reaaliaikainen ja päivitetty kohteen etenemisen mukaisesti, kuten myös aluesuunnitelmaa päivitetään. Olennainen osa suunnitelmaa on resurssit ja toimintatavat materiaalien hallintaa varten, mutta logistiikkasuunnitelmaan liittyy tuotantoprosessit aina hankinnasta toimituksien ohjaukseen ja tavallisesti suunnitelmassa esitetään myös liitteenä urakkarajaliitteet, urakkasopimukset ja mahdollisesti aliurakoitsijoille kuuluvat logistiset toimenpiteet. Logistiikkasuunnitelman käyttö esimerkiksi urakoitsijalavereissa ja perehdytystilaisuuksissa selkeyttää vastuualueita urakoitsijoiden välillä ja nopeuttaa tuotantoprosessia.

Suunnitelmaa laadittaessa tulee myös kartoittaa mahdolliset riskit ja häiriöitä aiheuttavat tekijät. Nämä voivat muodostua esimerkiksi ahtaasta rakennuspaikasta, suuresta toimitusmäärästä tai resurssien saatavuudesta. Logistiikkasuunnitelman voi mieltää yhteenvedona työmaalla käytettävistä toimintatavoista, joka käsittelee työmaata logistisena kokonaisuutena. Suunnitelma sisältö on kuitenkin muutakin kuin toimintatapojen suunnittelua, sillä hyvän logistiikkasuunnitelman avulla kerran- ja kerta-vaikutukset työvaiheiden aikatauluihin ja kustannuksiin vähenevät huomattavasti. (Logistiikka on sujuvaa materiaalitoimitusten hallintaa.)

Tavallisesti materiaalit otetaan työmaalle isoina erinä rahtikustannuksia säästään, jolloin ylisuuret kuormat kustautuvat puutteellisenä varastotilana työmaa-alueella. Hankinta katsotaan yleensä onnistuneeksi, kun materiaalit ovat hankittu alhaisella markkinahinnalla ja toimitus on ajoissa työmaalla. Materiaalit kuitenkin siirretään ja varastotilat siivotaan yleensä pääurakoitsijan

resursseilla, vaikka materiaalien hankinta ja siirtoresurssit kuuluisivat aliurakkaan. Sisäisiä siirtoja työmaalla ei täysin koeta logistiikka- ja hankintasuunnittelun oleelliseksi tekijäksi. (Logistiikka on sujuvaa materiaalitoimitusten hallintaa.)

#### 4.5 Teorian yhteenveto

Teoriaosuuden käsittelyssä oli pohjalla tutkimuskysymys, johon aiheeseen liittyvän kirjallisuuden voimin oli tarkoituksena vastata. Tutkimuskysymys oli esitetty: ”miten tapausyrityksen tulisi toimia aikaisemman teorian pohjalta?” Kirjallisuusosiossa on suunnitellusti käsitelty aiheita työmaan näkökulmasta, panostettu ahtaisiin rakennuspaikkoihin sekä keskitytty tutkimaan logistiikkasuunnittelun eri vaiheita. Rakennusteollisuuden logistiikkaan on mahdollista vaikuttaa ja logistiikka sisältää runsaasti mahdollisuuksia, jotka vain vaativat käyttöönottoa yritystasolla. Kuitenkin logistiikan kehittämisessä on luonnollisesti rajoittavia tekijöitä, kuten esimerkiksi kaupunkialueiden ahtaan tontit. Edellä mainittu alueiden ahtaus ei kuitenkaan pois sulje uusien toimintatapojen kehittämistä.

Logistiikan hallintaan vaikuttaa vahvasti toimitusten ohjaus ja logistiikkasuunnittelu tai näiden puuttuminen. Ilman etukäteen tehtyä suunnittelua materiaalivirtoja on erittäin hankalaa hallita isolla, kaupunkialueella sijaitsevalla työmaalla. Logistiikkasuunnitelman laatiminen ja noudattaminen on lähtökohta logistisesti onnistuneelle hankkeelle. Logistiikkasuunnitteluun voidaan kehittää tietynlaiset raamit, mutta jokainen rakennushanke on omalaatuinen ja siksi käytännön toiminnot täytyy miettiä aina projekti- ja tapauskohtaisesti.

Logistiikan sujuvuuden kannalta yhteistyö pääurakoitsijan, aliurakoitsijoiden ja materiaalitoimittajien kesken on tärkeää. Rakennusyrityksen sisäinen viestintä ja tiivis yhteistyö tuotannon ja hankinnan välillä tulisi ottaa huomioon entistä vahvemmin jo yritystason strategioissa. (Pahkala ym.) Tärkein tehtävä organisaatiossa on solmia työmaan henkilöstö sekä sidosryhmät yhteistyöhön suunnittelemaan hyvää rakennustuotantoa.

## 5 NYKYTILA ANALYYSI

### 5.1 Yrityksen taustatiedot

Lehto Group muodostaa konsernin, jonka perustana on neljä eri palvelualueita. Toimitilat- palvelualueen vastuualuetta ovat lähinnä kauppakeskukset, liikerakennukset, logistiikka- ja varastokeskukset, liikunta-areenat sekä toimisto-, tuotanto-, ja yritystilat. Lehto Groupin suurin palvelualue on Asunnot, joka tuottaa pääasissa kerrostaloja. Hyvinvointitilojen vastuualueena on pääasiassa päiväkodit, hoivakodit, senioriasunnot, koulut ja terveysasemat. Neljäs palvelualue on putkiremontit, joka sisältää linjasaneeraukset.

Talousohjattu rakentaminen on Lehdon liiketoiminnan kulmakiviä. Perinteisestä rakentamisesta hie-  
man poiketen talousohjattu rakentaminen sisältää kolme keskeistä elementtiä: kustannustietoinen  
suunnittelun ohjaus, vakioidut ratkaisut ja innovatiivinen moduuli- ja elementtituotanto. Lehdolla on  
tällä hetkellä seitsemän tehdasta viidellä paikkakunnalla. Lehto haluaa olla rakennusalan innovatiivi-  
nen uudistaja moduulituotannollaan sekä mukautumalla toimintaympäristön muutoksiin. Näitä muu-  
toksia ovat digitalisaatio, uudet teknologiat rakentamisessa, kaupungistuminen, rakennusten kor-  
jaus- ja muutostarve, ekologisuus ja energiatehokkuus, kustannustehokkuus ja ikääntyvä väestö.  
(Yrityksen intranet.)



KUVA 9. Yrityksen toimintatavat (Lehto.fi.)

Yritys panostaa myös vahvasti digitalisaatioon. Osoituksena tästä on yrityksen sisäinen hanke, jonka tarkoituksena on muuttaa nykyajan rakennusala digitalisoimalla koko rakennusprosessi tietomallintamisen työntyössä enemmän ja enemmän osaksi työntekoa. Tällä tavoitellaan liiketoiminnan tuottavuutta, kilpailukykyä ja yrityksen kasvua. Tietomallin tullessa myös rakennustuotantoon on tieto rakennettavan kohteen tiloista, rakenteista, tekniikasta ja toiminnoista helposti saatavilla 3D-mallin muodossa. Tietomallin käyttö luo yhteistoiminnallisuutta ja yksinkertaistaa kommunikointia visuaalisen ulosantinsa kautta. Virtuaalinen 3D-kuva on jokaiselle rakennushankkeen osapuolelle tai mahdolliselle rakennuksen käyttäjälle helposti ymmärrettävissä. Hankkeen tukena on jatkuva akatemia ohjelma, jonka tarkoituksena on kouluttaa ja päivittää henkilöstön osaamista tietomallintamisen parissa. Akatemia tutustuttaa ja sitouttaa henkilöstä digitalisaation vauhdittamana tietomallintamisen pariin. (Yrityksen intranet.)

Lehdon panostus tietomallintamiseen tuo lisäarvoa käytännöllisyyden muodossa yrityksen toimintatapoihin. Uudet hankkeet ja työmaat käynnistetään lähes poikkeuksetta tietomallipohjaisina projekteina. Vakioidut ratkaisut rakentamisessa ovat iso osa lehdon liiketoimintaa, joita voidaan hallita ja käyttää erillisissä projekteissa aina uudelleen tietomallien avulla. Lisäksi tietomallin avulla käsiteltyä tietoa voidaan hyödyntää myös hankkeen luovutuksen jälkeen elinkaarivaiheessa.

Perinteisesti rakennusalalla on runsas joukko pienen alan toimijoita, jotka tekevät tiettyä työvaihetta rakennusprojektista. Monella muulla teollisuudenalalla tuotanto on paljon kokonaisvaltaisempaa. Yritys on luonut konseptin, jonka tarkoituksena on viedä haastavia työvaiheita tehtaisiin. Oma tehdas-tuotanto takaa tasaisemman laadun ja huomattavasti paremman kosteudenhallinnan kuin tavanomainen rakentaminen sääolosuhteille alttiina. Lisäksi tehdastuotanto luo paremmat aikataulu- ja kustannushyödyt, kun työvaiheet siirretään työmailta tehtaisiin ja esivalmistusastetta nostetaan. Teolliseen esivalmistus tuotantoon kuuluu merkittävä määrä erilaisia komponentteja:

- Keittiö- ja pesuhuonemuodulit
- Suurkatto- ja seinäelementit
- Huoneistoelementit
- Nousuelementit
- Talotekniikkakeskukset
- Betonilattiaelementit
- Kiintokalusteet
- Ikkunat

Konseptin kivijalkana on myös vakioidut ratkaisut, jotka tuottavat parempaa rakentamisen laatua sekä tehtaiden luoman edellytykset uusille innovaatioille.

Tapausyritys käyttää toiminnanohjausratkaisunaan CGI:n tuottamaa V-10 järjestelmää. Toimihenkilöiden käytettävissä oleva toiminnanohjausjärjestelmä V-10 toimii hankkeen tiedonkulkujärjestelmänä osapuolten välillä. V-10 on valmiiksi kasattu kokonaisuus, joka on vaivaton sovittaa yrityksen tarpeisiin. Toiminnanohjauksen avulla kaikki tieto on kaikkien saatavissa sekä jokainen ohjelmistoa käyttävä osapuoli näkee ajantasaista tietoa. (CGI.fi.) Tapaustyömaan kaikilla toimihenkilöillä on pääsy toiminnanohjausjärjestelmään. Järjestelmällä hallinnoidaan tuotannon prosesseja, kuten esimerkiksi kustannusseurantaa, laskujen tarkastamista, hankintasuunnitelmaa, tarjous- ja hankinta-prosesseja sekä vuosisopimuksia. Käteväksi ohjelmisto tekee etenkin vuosisopimusten ja aliurakointihankintojen dokumentoinnin saatavuuden.

Yritys käyttää laadun ja turvallisuuden hallintatyökaluna Congrid-sovellusta. Sovellus on erityisesti mobiililaitteille ja työmaaolosuhteisiin kehitetty dokumentointityökalu, jolla työskentely on tehokkaampaa kuin paperille tehtävät dokumentit. Congrid tarjoamat palvelut sisältävät pilvipalvelu käytäntöä hyödyntämällä työvaiheiden luovutukset, viikottaiset työturvallisuusmittaukset, kohteen pohjapiirustukset, turvallisuushavainnot, laadunhallinta-asiakirjat sekä näihin kaikkiin liitettävän dokumentoinnin. Congridiin voi lisätä aliurakoitsijoiden edustajia, jolloin kommunikointi on reaaliaikaista ja esimerkiksi tilaajan tekemät työn luovutustarkastukset ja mahdolliset korjaustoimenpiteet kuvien ja kommenttien kera ovat aliurakoitsijan nähtävillä. Viikottain tehtävä työmaan turvallisuuskierron dokumentointi on korvattu perinteisestä paperilomakkeesta congrid-palveluun. Congridiin syötetty havainto voidaan merkitä kohteen pohjapiirustukseen, jolloin havainnoin sijainti on helpommin löydettävissä paikan päältä.



KUVA 10. Esimerkkikuva congridistä mobiililaitteessa (Congrid.fi)

Lehto Groupin toimitusjohtaja Hannu Lehdon mukaan rakennusala ohjaa kolme megatrendiä. Ensimmäiseksi on moduulirakentaminen, sillä yhä monimutkaisemmat rakennuskomponentit ja osat valmistetaan tehtaissa hyvissä olosuhteissa ja säältä suojassa. Toisena kehityssuunnan näyttäjä on digitaalisuus, joka tehostaa rakennuksen dokumentoinnin ja käytönaikaiset huoltotoimenpiteet täysin uudelle tasolle. Kolmas ilmiö rakennusalan suuntaukselle on tänä päivänä pinnalla oleva puheenaihe ekologisuus. Rakennuskonserni Lehdon liikevaihdosta noin prosentti käytetään tutkimuksiin ja kehitykseen, joka on tavanomaisesta poikkeavaa rakennusteollisuudessa. Rakennustuotanto alana on yleensä ollut toteuttajan roolissa, ilman todellista tuotekehitystä. Rakennustyömaalla tutkitusti odoteltuun menee jopa 70% työajasta, mikä on käsittämättömän pitkä aika. Alan tuottavuus ei ole oikeastaan kehittynyt 40 vuoteen. (Laitila 2019-09-26.)

## 5.2 Nykytilan tutkimusprosessi

Tapausyrityksen nykytilan kartoittaminen on viety läpi suurimmaksi osaksi havainnointimenetelmin kesän 2019 aikana esimerkkityömaalla ja havainnointi tapahtui tilanteeseen osallistumalla. Nykytilan tutkimusprosessia on suoritettu Kuopiossa As Oy Kuopion Pankki- työmaalla työnjohtajan näkökulmasta, tarkoituksena selvittää systemaattisesti yrityksen toimintatapoja sekä logistiikan ongelmakohtia käytännön olosuhteissa. Työmaan havainnoinnissa on kiinnitetty huomiota logistiikan suuriin linjoihin, kuten esimerkiksi kuormien purkuihin, työmaan sisäisiin siirtoihin, lähtö- ja tulologistiikkaan, toimitusten määriin. Toisin sanoen tutkimushavainnointi suoritettiin tulologistiikan ja asennuksen välisessä aikaikkunassa. Havainnoinnin kautta on mahdollista saada välitöntä tietoa tutkittavasta ilmiöstä, mutta joskus tiedon tallentaminen voi olla ongelmallista tutkijan toimiessa kenttäolosuhteissa. Nykytilan analysoinnissa käytetään myös työkaluna ensimmäistä tutkimuskysymystä ja siihen

liittyvää teoriaa sekä kirjallisuusosuutta, jota tutkittiin työn alkuvaiheessa. Myös kirjallisuuden lähteistä koottu materiaali hyödynnettiin tässä kohtaa prosessia vertailemalla kirjallisuuden ohjeistuksia käytännön toimintoihin.

Havainnointi on nopeassa tuotantoympäristössä osittain työläis aineiston keräämisen keino, siksi nykytilan kartoittamismenetelmänä käytettiin lisänä myös haastatteluja. Tarkoituksena oli saada useita näkökulmia nykytilan kartoittamiseen, eikä nojautua pelkästään tutkijan tekemiin havaintoihin. Haastattelun viittä Lehto Asuntojen toimihenkilöä ja haastateltavien toimenkuva työmaaorganisaatiossa oli hyvin erilainen, sillä luonnollisesti eri työvaiheiden työnjohtajat kokevat työmaan toiminnot erilaisesta näkökulmasta.

### 5.3 Tapaustyömaan logistiikka – Case Puijonkatu 29

Kuten jo teoriaosiossa aiemmin käsiteltiin, rakennushankkeet ovat lähes poikkeuksetta omalaatuisia ja ne sisältävät erikoispiirteitä, joilla on vaikutuksia myös rakennustyömaan logistiikkaan. Tapaustyömaan rajapiirteet ovat käytettävissä olevan rakennusympäristön tila, rakennusprojektin luonne liittyen rakennuksen osittaiseen saneeraukseen sekä julkinen, että yksityinen liikennöinti työmaan välittömässä läheisyydessä. Tässä osiossa tuodaan ilmi rakennustyömaan logistisia haasteita.

Kohdetyömaana toimii kaksi erillistä taloyhtiötä sisältävä As Kuopion Pankki ja Holvi. Talo osittain saneerataan käyttötarkoituksen muutoksen myötä toimistotiloista asuinkerrostaloksi ja kohteeseen rakennetaan uudisosaa uusine kerroksineen. Väliseinät, talotekniikka ja pinnat uusitaan kaikilta osin. Kohde sisältää yhteensä 129 asuntoa ja runsaasti liiketiloja.

Tapaustyömaan logistiikkaa hoidetaan projektitasolla itsenäisesti kohdetyömaan toimihenkilöiden voimin. Työmaalla on logistiikkatyönjohtaja, jonka vastuualueeseen kuuluu logististen toimintojen organisointi muiden työtehtävien ohella. Organisointi käytännön tasolla tarkoittaa tapaustyömaalla aluesuunnitelman päivittämistä rakennusvaiheittain sekä tulevien toimituksien vastaanotto ja organisointi. Aluesuunnitelmassa huomioidaan logistiikan osalta varastointialueet, kuormien purkupaikat, materiaalien sisäänottoväylät sekä jätehuollon operointi. Yritys varastoi työmaalla materiaaleja, mutta varaston kapasiteetti on kaupunkitontin ahtauden johdosta rajallinen. Lehdolla on vuokrattuna Kuopiossa erillinen varastoalue, jossa on myös hieman katettua hallitilaa. Varastoaluetta hyödynnetään satunnaisesti materiaalivälivarastona sekä väliaikaisena sijoituspaikkana esimerkiksi työmaalta toiselle kulkeville tarvikkeille, kuten työmaaparakeille ja merikonteille.

#### 5.3.1 Viestintä

Tiedon kulkeminen on työmaan toiminnoista aina ensimmäisenä kaikessa tekemisessä. Ilman informaation liikkumista, ei tapahdu muitakaan logistisia prosesseja, kuten materiaalien liikkuttelua tai rahaliikennettä. Logistiikkaan liittyvää viestintää hoidettiin työmaan sisäisesti pääasiassa logistiikkataulun avulla. Logistiikkataulun käyttö kohdentui työmaalle saapuviin kuormiin ja varattuun siirto- ja

nostokalustoon noin tunnin tarkkuudella. Taulun avulla pyrittiin välttämään päällekkäisiä toimituksia ja purkukalustovarauksia työmaalle. Logistiikkataulua ei kuitenkaan pidetty ajan tasalla kovin sääntillisesti, jolloin taulu menetti jossain määrin merkityksensä. Työmaan runkovaiheessa, torninosturin ollessa työmaalla käytettiin A4- kokoista päivämäärillä ja kellonajoilla varustettua varauskalenteria. Kalenteri oli työnjohtajien käytössä, johon merkattiin kriittiset nostot sekä varaukset esimerkiksi kuoppavaluille ja valumuottien nostoille. Torninosturin kuljettaja ja alamies viestivät radiopuhelimella, jolloin koneen kuljettaja ei ole pelkästään nosturin kameran ja alamiehen käsimerkkien varassa. Manuaalisen logistiikkataulun lisäksi toimihenkilöiden kommunikointi painoittui puheluihin ja whatsapp- viesteihin.

Suurella työmaalla työskentelee useita, eri lohkoa vastaavia työmaamestareita, joiden materiaalitalaukset menevät ristiin huomioimatta toisen materiaalitarpeita. Usein kommunikointi on vajavaista ja esimerkiksi rautakaupan rahtikustannukset nousevat useampien toimituksien takia, kun tilauksia ei yhdistetä samaan kuormaan. Tapaustyömaalla ei ollut erillistä työmaainsinööriä, vaan rautakauppa ja pienhankinnat suorittivat jokainen työnjohtaja omalta osaltaan ja kommunikoi tavarantoimittajien kesken itsenäisesti. Informaatiota materiaalitoimituksista, resurssivarauksista sekä katualueiden varauksista annettiin jaettavaksi joko puhelimeen viestimällä tai suullisesti.

Havainnoidessa työmaalla kävi ilmi, että teknologiaperäinen viestintä toimii huomattavasti paremmin kuin suullinen vuorovaikutus. Esimerkiksi sähköpostista jää aina jälki sovitusta asiasta, mutta toisaalta sähköpostin kautta tavoittaminen ja vuorovaikutus ei ole kaikista nopein vaihtoehto. Kuitenkin suullisesti sovitusta asiasta kannattaa aina pyytää vahvistus myös kirjallisesti, jotta epäselvyyksiltä vältytään. Tiedonkulun ja viestinnän katkeamisen syitä olivat usein tavallisesti suunnitelmien muutokset, kiireestä johtuvat unohdukset, reagoimattomuus työmaan toimintoihin sekä suunnittelemattomat tapahtumat, joista tiedonkulku ei ollut alunperinkään lähtenyt liikkeelle.

### 5.3.2 Tulologistiikka

Yritys ei kuljeta itse mitään materiaaleja, vaan kaikki tulo- ja lähtölogistiikka on ulkoistettu toiselle osapuolelle. Rakennukselle saapuva logistiikka oli logistisista prosesseista yleisin. Tämän johdosta logistiikan optimointi ja organisointi korostuu etenkin ahtaalla rakennuspaikalla. Tapaustyömaalle saapui materiaalitoimituksia aliurakoitsijoiden tarvikkeista, paikallisilta rautakaupoilta, yrityksen tehtaalta sekä valmistajien tehtailta tai varastosta. Kohdetyömaalla käytetään työsuoritteiden tekemiseen omien työntekijöiden lisäksi alihankkijoita. Suuri osa aliurakoitsijoiden sopimuksista on neuvoteltu niin, että urakka ei sisällä materiaaleja, mutta yksittäiset työvaiheet tai erikoistyöt on ostettu materiaalien kera. Yrityksessä käytetään runsaasti materiaalihankintaan puhelinta tai sähköpostia. Suuren työmaan tulologistiikan ongelmakohdaksi nousi saapuvien kuljetusten määrä, sillä purkupaikkoja on suhteellisen vähän. Työkoneet ja rahtijoneuvot veivät runsaasti tilaa julkisen liikenteen ajoväylältä, jolloin häiriöitä syntyy myös muuhun liikenteeseen ja resursseja täytyi käyttää liikenteenohjaukseen. Usein materiaalitoimittajat eivät kykene antamaan tarkkaa aika-arviota saapuvasta kuormasta tai toimitukset myöhästyvät erinäisistä syistä. Vilkkaasti liikennöityjen työmaateiden tai purkupaikkojen

päällekkäisyyksien todennäköisyys kasvaa, koska toimituksia ei kyetä aikataulutamaan tavarantoimittajien, eikä työmaaorganisaation toimesta. Joskus hieman yllättäen saapuvan kuorman purkua ei kyetty samana päivänä toteuttamaan, sillä purkukalustoa ei ole varattu toimitustäsmällisyyden ollessa epävarmaa. Ongelmakohtaksi muodostui usein aliurakoitsijan materiaaleihin kohdistuva tiedonkulku, jolloin työmaan organisaatiolla ei ollut mitään tietoa saapuvasta kuormasta ennen rah-tiajoneuvon kuljettajan soittoa, jolloin kuljetus oli jo matkalla työmaalle.

Purkukalustona tapaustyömaalla käytettiin säännöllisesti kurottajaa tai torninosturia. Pienempiä toimituksia sisältävissä kuormissa tyypillinen jakeluajoneuvo oli varustettu perälaudalla, jolloin kuormien purkuun tarvittavia resursseja ei tapausyrityksen toimesta vaadittu.

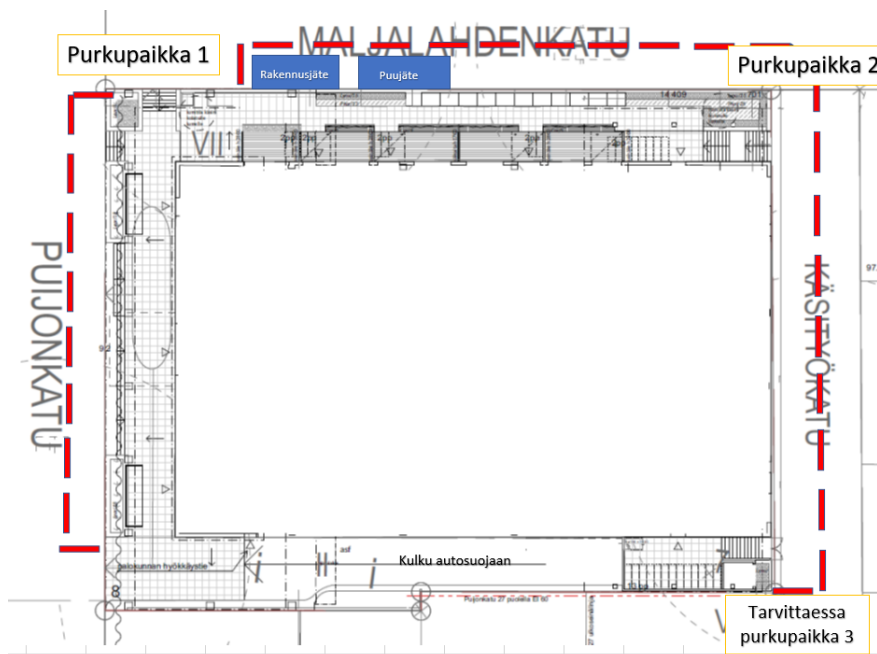
Työmaalle oli käytännössä mahdotonta päästä varsinaisella perävaunuyhdistelmällä. Isot saapuvat toimitukset ohjattiin suoraan kaupungin laidalla sijaitsevalle hiekkakentälle, jonne materiaalitoimittaja jätti perävaunun ja saapui työmaalle pelkällä nuppiautolla. Nupin purettuaan työmaalle, loput materiaalit täytyi kuormata uudemman kerran perävaunusta nuppiin ja toimittaa jälleen työmaalle. Toinen, nopeampi toimintatapa pitkän kuljetusajoneuvon toimituksessa oli pysäköidä ajoneuvo kuorman purkamisen ajaksi työmaan viereiselle kadulle, tukkimalla jalankululiikenne kokonaan ja ohjaamalla jalankululiikenne ajoväylän puolelle. Tällöin kuorman purku tapahtui kurottajalla yhdistelmäajoneuvon kyljestä ja liikenteenohjaus kohdistui myös samanaikaisesti ajoväylälle autoja varten.

Havainnointia suorittaessa tyypilliseksi epätoivotuksi ilmiöksi nousi suunnittelemattomat toimitukset ja jälkitoimitukset. Kuvasta 11. ilmenee, kuinka huonosti organisoitu sekä suunnittelematon toimitus aiheuttaa häiriöitä työmaaliikenteelle sekä julkiselle liikenteelle. Ilman ohjeistusta ja sovittua purkupaikkaa, on kuorma kadulle purettuna tukkinut kulkuväylän lähes kokonaan, ja kuorman massiivisuuden takia se ei ole nopeasti siirrettävissä ilman koneellista kalustoa. Usein sovittun materiaalien saapuaessa työmaalle yksittäisiä tuotteita saattoi jäädä jälkitoimitukseen. Jälkitoimitus tarkoittaa sitä, että tuote on mahdollisesti loppunut tavarantoimittajan varastolta tai materiaalia joudutaan työmaan toimesta tilaamaan lisää. Jälkitoimitusten organisointi on hankalaa, sillä toimitusaikataulut ja mahdollinen kuljetuskalusto on usein todella työläs selvittää.



KUVA 11. Suunnittelematon materiaalitoimituksen purku. (Kuva Tuomas Rahunen)

Tulologistiikkaa ruuhkauttava tekijä on myös rautakauppatoimituksien määrä. Suurella työmaalla on useita työnjohtajia, joiden materiaalitardeet ja tarveaikataulut eivät aina täsmää. Työmaalle tulevia toimituksia samalta tavarantoimittajalta, joita otetaan vastaan useita saman päivän aikana, tulisi yhdistellä mahdollisimman tehokkaasti. Toisaalta varastointitilojen puute pakottaa tekemään materiaalitilaukset pienemmissä erissä, jolloin toimituksien määrä työmaalle luonnollisesti kasvaa. Edellä mainitut asiat vaikuttavat huomattavasti kustannusten muodostumiseen, sillä jokaisesta toimituksesta on maksettava erikseen rahti ja mahdollisesti myös koneelliset purkuresurssit. Lisäksi huolellisen ennakosuunnittelun ja määrälaskennan avulla lisä- ja kiiretilaukset voidaan minimoida, jolloin myös kerrannaisvaikutukset logistiikan kustannuksiin ja työhön kohdistuviin resursseihin pienentyvät. Alla oleva kuva havainnollistaa, että tapaustyömaalla on hyvä määrä purkupaikkoja ja kulkureittejä, mutta varastointitilaa ei ole juurikaan järjestettävissä.



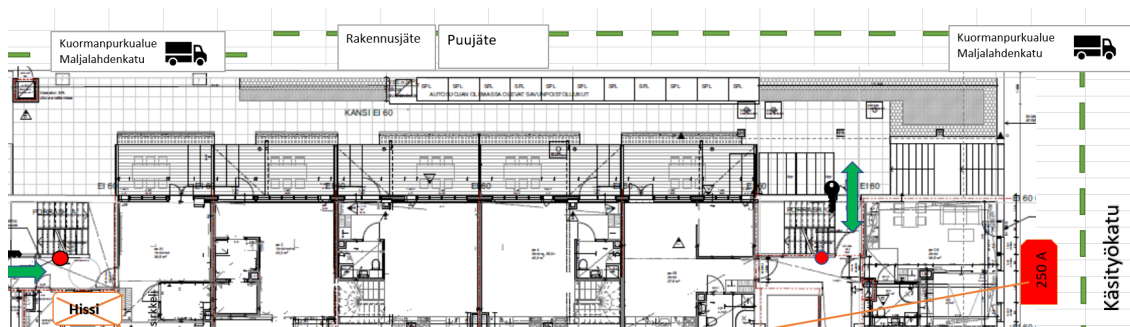
Kuva 12. Työmaatiet ja purkupaikat. (Kuva Tuomas Rahunen)

### 5.3.3 Lähtölogistiikka

Työmaalta lähtevä logistiikka kohdentuu rakennusaikaiseen jätehuoltoon ja purkujätteen kuljetukseen. Saneerausosan purkuvaiheessa purku-urakoitsija vastasi purkujätteen kuljetuksesta omalla kalustollaan. Purkujätteen kuljetus- ja lajittelumenetelmänä käytettiin vaihtolavoja. Yleisesti ottaen rakentamisen aikana kohdeyritys käytti jätteen kuljetuksiin erillistä kuljetusyriytystä. Käänteisen toimitusketjun eli työmaalta pois lähtevän tavaran kuljetuksen ulkoistaminen on rakentamisessa usein kannattavaa. Jätehuollosta vastaava yritys on päivittänyt palveluaan ja samalla lanseerannut palveluihinsa viime vuosina myös digipalveluita. Urakoitsija on ottanut käyttöön palvelun, jolla työmaan organisaatio voi tilata jätehuollon lavatyhjennyksiä- tai siirtoja suoraan tietokoneella tai mobiilisti. Sovelluksesta voi valita päivämäärän haluamalleen toiminnolle sekä jätetyypin valinta on mahdollista myös sovelluksen kautta. Toimituksen tarkkaa kellonaikaa sähköisesti tilattaessa ei voi kiinnittää, jolloin toimitusvarmuus kärsii. Toimitusvarmuudella tässä tapauksessa tarkoitetaan sitä, että vaihtolavan tyhjennysaika sähköisesti tilattaessa pystyttiin antamaan jätehuoltoyrityksen toimesta vain päivän tarkkuudella. Tavallisesti ennen kello 14 tehdyn sähköisen tilauksen kautta lavan tyhjennykset toimitetaan viimeistään seuraavana päivänä. Tarkan kellonajan sopiminen onnistui kuitenkin soittamalla ajojärjestelijälle ja sopimalla lavojen tyhjennysaika.

Korkeat jätteenkäsittelykustannukset pakottavat rakennustyömaita lajittelemaan työmaalta syntyvät jätteet entistä paremmin. Tapaustyömaalla kuitenkin tilan puute rajoittaa jätteenlajittelua, sillä usealle vaihtolavalle ei ole kaupunkialueella tilaa. Työmaalla käytettiin kahta vaihtolavaa, jotka olivat pääsääntöisesti rakennus- ja puujätelavat. Lavoja täytettiin torninosturilla nostoastioiden avulla ja ilman nosturin apua jätteet kuljetettiin lavoille pyörillä kulkevien roska-astioiden avulla kerroksista

työmaahissiin kautta. Lajitteluun kuului myös metalli, jonka tyhjennyksestä vastasi itsenäisesti metallinkierrätysyritys. Tarvittaessa työmaalle kutsuttiin kivilava betonijätteelle. Jätehuollossa toimitus-  
tasmällisyys oli avainasemassa, sillä jätelavojen nouto täytyi järjestää tarkkaan harkittuna aikana, ettei vaihtolavan tyhjennyksen edessä ollut muita ajoneuvoja tai kuormien purkuja käynnissä. Lavojen sijainti oli kaupungilta vuokratulla kävelykatualueella ja kadun molemmissa päädyissä sijaitsi työmaan pääasialliset kuormanpurkupaikat. Alla oleva kuva osoittaa vaihtolavojen sijainnin purkupaik-  
kojen välissä.



KUVA 13. Ote työmaan aluesuunnitelmasta. (Kuva Tuomas Rahunen)

#### 5.3.4 Sisäiset siirrot

Tapaustyömaan käytävissä on muutamia kuormien purkupaikkoja, koska työmaalle voi saapua ajoneuvoilla kolmesta eri suunnasta. Työmaan loppua kohden lähes poikkeuksetta työmaalle saapuva materiaali vaati kohtalaisen määrän resursseja saattamaan materiaali joko varastointialueelle tai suoraan työpisteelle. Julkisivujen valmistuttua materiaalien laahaus sisään ja varastointi käytännössä oli mahdollista enää autohallista, jonne kulku tapahtui hankalakäyttöisen ajoluiskan kautta. Ajoluiskassa työskentely vaati myös hereillä oloa ja ripeää toimintaa, sillä rampin liikennöinti oli käytössä naapurikiinteistöön, jolloin luiskan tukkiminen materiaaleilla tai työkoneilla ei tullut kysymykseen. Koko työmaan ajan käytössä oli yksi tai useampi hissi. Hissin tila kuitenkin on melko rajallinen ja sitä käytettiin lähinnä pientarvikkeiden ja kodinkoneiden siirtoihin kerroksien välillä.

Ongelmakohtaksi ilmeni useaan kertaan urakkasopimus materiaalien siirroista. Massiivisella työmaalla on todella suuri määrä eri toimialan aliurakoitsijoita, joiden materiaalitoimuksista muotoitui epäselvyyksiä, kenen vastuulla on materiaalin oikeaoppinen varastointi sekä saattaminen työpisteelle. Tyypillisesti sopimukseen on neuvoteltu materiaaleille painoraja, jonka mukaan aliurakoitsija huolehtii tavarasta itse. Materiaalien ylitettyä painorajan vastuu siirtyy pääurakoitsijalle. Pystysiirrot ovat tavallisesti pääurakoitsijan vastuulla, kuten usein myös tapaustyömaalla. Materiaalien siirtojen toteutus on aina urakkaneuvottelussa sovittava asia. Työmaatoimihenkilöiden tulee keskustella ja sopia materiaalitoimittajien ja aliurakoitsijoiden kanssa urakkaneuvottelussa aina materiaalien tilauksista, saapumisaikatauluista, purkupaikoista- ja kalustosta sekä etenkin työmaan sisäisistä pysty- ja vaakasiirroista ja varastoinnista.

Työmaan sisäisissä siirroissa huomiota herättävä tekijä oli materiaalien ylimääräinen siirtely. Huonosti suunnitellut varastointipaikat ovat usein väärässä paikassa väärään aikaan tai alkavan työvaiheen edessä. Suuret toimituserät joskus kostautuvat tiheänä tavaroiden siirtelynä, sillä aina ei kaikkea materiaalia kyetä asentamaan kerralla samassa työvaiheessa.

Materiaalinhallinta ja sen dokumentointi korostuu suurella rakennustyömaalla. Tapaustyömaalla suoritettiin useaan otteeseen inventaariota palautettavista vuokrakalustoista. Tyypillinen resurssija vaativa ylimääräinen työsuorite oli holvimuottikaluston tai reunakaiteiden osien etsiminen ja palautuskuntoon saattaminen. Tavallisesti kaluston palautus ei onnistunut yhdellä kertaa, vaan kaluston etsintäkerroksia tehdään useita ja tavaraa palautetaan vuokraamoon ripotellen.

Torninosturin ollessa työmaalla, jätteiden kuljetuksiin käytettiin niin sanottuja roskamersuja- ja jassikoita, jotka painonsa johdosta vaatii nostokaluston tyhjennyksen yhteydessä. Sisätyövaiheen aikana käytössä oli sulo roska-astiat, jotka mahtuivat näppärästi hissiin ja tyhjennys oli mahdollista käsitöinä. Paremmen lajittelun saavuttamiseksi sulo jäteastiat täytyisi merkitä jätetyypin mukaan. Tavallisesti samasta jäteastiasta löytyi esimerkiksi jalkalistan pätkiä, sähköjohtoja ja muoviva, jotka olisivat kuitenkin helposti lajiteltavissa eri astioihin, ettei puu- ja rakennusjäte päätyisi lopulta samalle vaihtolavalle.

### 5.3.5 Varastointi

Tapaustyömaalla on pientarvikkeille järjestetty pientarvikevarasto, joka on ulkoistettu paikalliselle tarviketoimittajalle. Pientarvikevaraston hoito järjestetään VMI-periaatteella (Vendor Managed Inventory). VMI käsittää varastonohjauksen ulkoistamista materiaalityöntekijälle. VMI-käsitteelle ei ole suoranaisesti suomenkielistä sanontaa, mutta sitä voidaan kutsua ”toimittajan hallinnoimaksi varastoksi”. Peruseriaatteeseen kuuluu, että varaston hallintavastuu on myyty palveluntuottajalle. (logistiikanmaailma.fi). Palveluntuottaja vastaa itsenäisesti pientarvikevaraston tarkastamisesta ja täydentämisestä viikottain. Pientarvikevarastoa valvottiin työmaalla työnjohtajien toimesta, jotka hallitsivat lukossa olevaa varastoa. Vapaasti avoinna oleva varasto suurella työmaalla aiheuttaa hyvinkin suuren hukan pienmateriaaleille, sillä sieltä häviää tavaraa turhan nopeasti. Toisaalta pienen valvonnan alaisuudessa pientarvikevaraston etuja ovat työn tehokkuus ja tuotteiden helppo saatavuus, sillä esimerkiksi ruuvien loppumisen yhteydessä rautakauppoimituksen odotteluun ei kulu aikaa.

Kadulla sijaitsevan varastointitilan ollessa hyvin pieni, työmaalla oli otettu käyttöön taloyhtiöt eroitettava kupuikkunakatto (kuva 14.) varastotilaksi. Varastotila oli käytössä vain torninosturin ollessa työmaalla, muuten materiaalien liikuttelu varastoon tai varastosta työpisteelle olisi ollut hankalaa. Kattovarastointi kohdistui lähinnä jätteiden, suurmuottien ja holvimuottikaluston varastointiin, sillä varastoaluetta ei järjestetty säältä suojaan.



KUVA 14. Rakennuksen välikatto varastotilana. (Kuva Tuomas Rahunen)

Kupuikkunakaton käyttäminen materiaalivarastona vaati rakenteiden vahvistamista alapuolelta, jonne asennettiin muutamia työaikaisia teräspilareita tukemaan katon rakennetta kuorman kasvaessa. Työmaan runkovaiheessa asennusryhmä käytti holville nostettavaa varastokonttia työkalu- ja pienmateriaalivarastona. Varastokontti on hyödyllinen ja vähän tilaa vievä varastointimenetelmä, jonka vuoksi työkalujen siirtely työpisteelle on nopeampaa kontin ollessa valmiina omalla mestalla ja oikeassa kerroksessa.

Sisätyövaiheen varastointialueena työmaalla käytettiin kellarikerroksissa olevia autohalleja ja katutasossa olevaa pankkisalia. Tavarantoiminta johti usein siihen, että materiaalien sijainti oli epäselvää ja tarvikkeita etsittiin isolla työmaalla pitkiä aikoja. Järjestelmällinen ja rakennusmateriaaleittain suunniteltu vastaanotto ja varastointi vähentäisi turhan inventaarion tekemistä huomattavasti.



KUVA 15. Työmaan varastointialue kaupungin vuokra-alueella. (Kuva Tuomas Rahunen)

### 5.3.6 Case yhteenveto

Nykytilan tutkimusprosessista voidaan todeta, että logistiikan ongelmakohdat kohdistuvat tyypillisiin kaupunkialueen ominaisuuksiin, kuten rajalliseen tilaan rakentaa sekä materiaalivirtojen ja varastojen hallintaan. Varastot kasvavat nopeasti liian suuriksi, jos työmaalle hankittua materiaalia ei kyetä asentamaan aikataulun mukaisesti. Materiaalinhallintaan tulisi kiinnittää huomattavasti enemmän huomiota, sillä ylimääräistä tavaraa oli poikkeuksetta jokaisessa kerroksessa. Havainnoinnin yhteydessä konkretisoitui, kuinka rajallinen tila oikeasti rajoittaa tekemistä ja pakottaa rakennusurakoitsijan mittaviin toimenpiteisiin tuotannon jatkumisen varmistamiseksi. Logistiikan johtamiseen ja toteuttamiseen on varattava riittävä määrä resursseja, sillä ilman panostuksia häiriöitä tulee todella nopeasti.

Tiedonvälityksessä on runsaasti kehittämisen varaa. Ylivoimaisesti tyypillisin ongelma oli suunnittelematon tai huonosti suunniteltu materiaalien varastointipaikka. Materiaalien ollessa väärässä paikassa väärään aikaan, niitä joudutaan liikuttelemaan useita kertoja varaston sisällä ennen asennuspisteelle siirtämistä. Tiedonvälitykseen tässä tapauksessa varastointi liittyy siten, että varastojen hallintaa ei

suunniteltu riittävästi, vaan materiaaleja varastoititiin helpoiten saatavilla oleville alueille, jotka kuitenkin myöhemmin aiheuttivat ongelmia.

## 6 HAASTATTELUT

Nykytila-analyysin luotettavuuden vahvistamiseksi haastattelin kuutta tapausyrityksen toimihenkilöä. Neljä haastateltavista oli työmaamestareita, joista jokainen toimi itsenäisesti työnjohtotehtävissä omalla lohkollaan sekä yksi haastateltava oli työmaan vastaava mestari ja yksi tapausyrityksen rakennuspäällikkö. Haastatteluiden tarkoituksena oli kerätä nykytila-analyysiin lisääaineisto, jonka perusteella rakennetaan hypoteeseja tutkimuksen tulokseksi. Haastatteluja suunniteltaessa oli etukäteen pohdittava, millaisia alustavia tuloksia käytettävissä olevasta aineistosta aiotaan tehdä. (Hirsjärvi 2008, s 66.)

Haastattelut toteutettiin puolistrukturoitujen lomakehaastattelujen avulla. Menetelmässä haastattelukysymykset olivat ennakkoon laadittuja, mutta suurimmaksi osaksi vastausvaihtoehtoja ei annettu eli lomakkeelle täytyi vastata haastateltavan pääsääntöisesti omin sanoin. Haastattelut järjestettiin sähköpostin välityksellä työmaaorganisaatiolle, johon haastattelukysymykset oli laadittu etukäteen lomakkeelle ja pohdinta-aikaa vastauksille oli runsaasti.

Haastattelujen kysymyspohja oli seuraava:

- Kerro omin sanoin mitä tiedät logistiikasta käsitteenä.
- Mikä on mielestäsi rakennustyömaan tärkein logistiikan osa-alue? (Tulologistiikka, lähtölogistiikka, sisäiset siirrot) Miksi?
- Mikä on mielestäsi logistisesti haastavin työvaihe?
- Otatko logistiset toiminnot huomioon työnkuvassasi? Missä tilanteessa ja miten?
- Millä menetelmillä logistiikan toimimista voisi parantaa rakennustyömaalla?
- Miten tiedonkulku toimii työmaallasi/työssäsi? Millä menetelmillä tietoa pääasiassa jaetaan organisaation kesken?
- Koetko tiedon liikkumisen työmaan sisällä riittäväksi ja millä menetelmillä hoitaisit itse tiedon toiselle osapuolelle mieluiten?
- Miten tietovirtojen liikkumista voisi mielestäsi kehittää?
- Onko edeltävillä työmaillasi koskaan käytetty ulkopuolista logistiikkaurakoitsijaa? Jos on, millaisia kokemuksia logistiikkaurakoinnista sinulla on?
- Mikä on mielestäsi jätehuollon kannalta työläin rakentamisvaihe?
- Miten tietomallia voisi hyödyntää logistiikkasuunnittelussa?

## 6.1 Haastattelujen yhteenveto

Haastatteluista saadun materiaalin pohjalta kävi ilmi, että usealle rakennustyömaalla työskentelevälle logistiikka sanana on tuttu, mutta varsinainen käsitteen sisältö on osittain tuntematon. Logistiikka yhdistetään tavallisesti vain materiaalien kuljettamiseen ajoneuvolla tai vaaka- ja pystysiirtoihin rakennustyömaalla. Sinällään materiaalin liikuttelun yhdistäminen logistiikkaan on täysin oikein, mutta logistiikkaan liittyy myös pääoma- ja tietovirrat yhtä vahvasti kuin materiaalivirrat.

Tulologistiikka koetaan pääsääntöisesti rakennustyömaan tärkeimmäksi, sillä sen suunnittelu ja aikatauluttaminen vaatii osaamista. Korkeatasoisella tulologistiikan hallinnalla työmaan sisäisiä siirtoja ja materiaalihukkaa voidaan vähentää huomattavasti, sillä materiaalin saapuessa oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan asennus voidaan suorittaa ilman ylimääräistä tavaran liikuttelua ja samalla materiaalien rikkoontuminen on epätodennäköisempää.

Logistiikan toimimisen parantamisesta vastaukset olivat yhdenmielisiä siitä, että aluesuunnittelu rakentamisvaiheen mukaisesti ja viikkopalaverit miehistölle tukevat työmaan logistiikan kehittymistä. Nykyaikainen vaihtoehto aluesuunnitelmalle olisi tietomallipohjainen aluesuunnitelma, jota olisi helppo käyttää mobiililaitteella myös työmaalla liikkuesssa.

Tiedonkulku ja viestintä työmaalla oli vastauksissa eniten kommentteja sisältävä osuus. Tiedonkulkua ei koeta riittäväksi työmaalla ja sen katkeaminen on tyypillistä melkein päivittäin. Tieto hoidetaan toiselle osapuolelle poikkeuksetta sähköpostilla, puhelimella tai vuorovaikutuksella kasvokkain. Tietovirtojen kehittämisestä tuli hyviä vastauksia laidasta laitaan. Hyvä keino tiedon saattamisesta myös työntekijöille saakka on osallistaa työntekijät suunnittelemaan työvaihetta yhdessä työnjohdon kanssa tai perustaa työmaalle sähköinen kalenteri, joka on kaikkien osapuolten nähtävillä.

Haastateltavilla ei ollut kokemusta ulkopuolisesta logistiikkaurakoinnista, jossa kaikki logistiikan osa-alueet ovat ulkoistettu logistiikkapalveluja tarjoavalle yritykselle. Kaksi haastateltavaa oli sitä mieltä, että logistiikkaurakointi olisi kokeilemisen arvoinen vaihtoehto.

Jätehuollon kannalta työläin rakentamisvaihe on sisävalmistusvaihe, jossa eri jätelajikkeita syntyy eniten. Lajittelu ja kierrättäminen on haastavampaa kuin esimerkiksi runkovaiheessa.

Tietomallin hyödyntäminen logistiikkasuunnittelussa haastateltavien mielestä kohdentuu pääasiassa aluesuunnitteluun, jossa on kulkureittejä, jätehuolto- ja varastointipaikkoja voidaan suunnitella tietomalliin. Myös nostokaluston ja koneiden ulottuman tarkastelu koettiin hyödylliseksi tietomallintamisen avulla.

## 7 KEHITYSTOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Opinnäytetyön seitsemäs osio profiloituu kolmanteen tutkimuskysymykseen: ”mitkä ovat kehitettävät asiat ja tarvittavat toimenpiteet?”. Tarkoituksena oli tutkia mahdollisia ongelmakohtia Pankin työmaalta sekä yleisesti havainnoida logistisia ilmiöitä rakennustyömaalla tutkimuksen kehitysehdotuksia varten. Kehitysideoita nousi tutkimuksen aikana esille runsas määrä, joita kaikkia ei kuitenkaan tässä osiossa tuoda esille. Kerätyn aineiston perusteella oli pohdittava, mitkä toimenpiteet tuottavat lisäarvoa logistiikan kehittämiseksi rakennustyömaalla.

### 7.1 Logistiikkasuunnitelma ja materiaalinhallinta

Ahtaille kaupunkialueille rakennettaessa huolellisesti laadittu logistiikkasuunnitelma on lähtökohta logistiikan toimimiseksi. Logistiikan suunnittelulla tähdätään siihen, että tuotanto ei häiriinny missään vaiheessa rakentamista sekä materiaaleja ja resursseja olisi jatkuvasti saatavilla. Työmaan materiaalinvirrat suunnitellaan riittävän tarkasti, että rakentamisen ammattilaiset voivat panostaa varsinaiseen rakennustyöhön. Logistiikkasuunnitelmaan kirjataan työmaan logistiikasta vastaavan henkilön tiedot. Lisäksi suunnitelma käydään läpi jokaisen aliurakoitsijan kanssa perehdytys- tai aloituspalaverissa, jotta urakoitsijat sitoutuvat noudattamaan yhteisiä suunnitelmia työmaalla. Kaupunkeihin rakennettaessa logistiikkasuunnittelu tulisi huomioida jo osana projektisuunnittelua, sillä suunnittelun merkitys korostuu luonteeltaan erikoisilla työmailla ja ahtailla rakennuspaikoilla. Esimerkiksi työmaan esivalmisteluvaihe on logistiikan kannalta tärkeä vaihe, jossa tulee huomioida logistiikan linjaukset projektin eri vaiheissa. Toisin sanoen logistiikka suunnitellaan suurpiirteisesti rakennusvaiheittain, jossa huomioidaan ympäristön vaatimukset tarjouspyyntöjä laadittaessa. Logistiikkasuunnitelma laaditaan jokaiselle työmaalle erikseen projektin luonteen mukaan, sillä jokainen rakennushanke on erilainen sisältäen omat reunaehdot. Tavallisesti logistiikkasuunnitelma laaditaan hankkeen runko- ja sisätyövaiheista, koska työmaalle saapuvien materiaalien fyysinen muoto ja -määrä, pakkauskoot, vaadittavat resurssit ja logistiset toimenpiteet poikkeavat työvaiheiden välillä. Logistiikkasuunnitelman (liite 1) sisältö:

- Kohteen yleistiedot
- Erityispiirteet ja logistinen toiminta
- Työmaatilat ja toimistot
- Työmaakyltit ja mainoslakanat
- Työmaatiet ja purkupaikat
- Aluesuunnitelma
- Materiaalitoimitukset
- Varastointi
- Työmaan urakoitsijat ja vastuut
- Työmaan nosto- ja siirtokalusto
- Pysäköinti ja nostotyöt
- Jätehuolto ja siivous

- Rakennusaikainen sähkö, lämmitys ja vedenjakelu
- Työmaa-aitaukset ja ympäristö

Usein logistiikkasuunnitelma laaditaan yleisellä tasolla. Yleisohjeistuksen tueksi logistinen toiminta tarvitsee yksityiskohtaisempia suunnitelmia rakennushankkeen luonteen mukaan. Mitä haastavampi ja suurempi rakennuskohde on kyseessä, sitä tarkemmin työmaalogistiikka on ennalta suunniteltava. Työmaan materiaalihallinta on tärkeä osa logistiikkasuunnittelua. Hyvän materiaalinhallinnan avulla varastot eivät kasva liian suuriksi ja materiaalit ovat käytettävissä oikeaan aikaan sekä ylimääräisen tavaran säilyttäminen työmaalla minimoidaan.

Materiaalinhallintaa tukevat suunnitelmat ovat jaoteltuna alaotsikoissa:

### 7.1.1 Kalustoluettelo

Kalustoluettelo on materiaalihallinnan kannalta olennainen dokumentti, jolloin työmaalla olevan kaluston määrä on tiedossa. Rakennustyömaalla on paljon yrityksen omaan käyttöön hankittua kalustoa, työkoneita, rakennustarvikkeita ja suojavälineitä. Myös vuokratkaluston määrä on suuri ja tavallisesti ongelmana on koneiden ja tarvikkeiden sekoittuminen omien vastaavien työkalujen kesken. Yrityksen oma kalusto tulisikin merkitä johdonmukaisesti omin värein, tarroin tai tekstein, jotta sekaannuksilta vältytään. Tapaustyömaalla oli exceliin laadittu yrityksen omistaman kaluston lista, jota päivitettiin säännöllisesti uusien koneiden käyttöönoton yhteydessä. Tämän oman kalustoluettelon lisäksi työmaan tulisi laatia kaikesta vuokratkalustosta myös kalustodokumentti, jotta kaluston seuranta helpottuu. Dokumenttiin merkataan aina vuokraamosta työmaalle hankittu materiaali, korostaen sellaisia vuokratuotteita, joiden lukumäärä on suuri sekä hukkuminen todennäköistä. Näitä tuotteita ovat reunakaiteet, holvituet- ja vinotuet, holvimuottikalusto sekä muu pientarvike. Kalustodokumenttia päivitetään myös sitä mukaa, kun kalustoa palautetaan. Vioittunut kalusto tulee vaihtaa välittömästi, sillä kuukausia työmaalla lojuva käyttökelvoton kalusto maksaa yritykselle päivä- tai kuukausivuokran lisäksi myös tavallisesti lunastushinnan, sillä vioittunutta kalustoa vuokraamo ei ota jälleenvuokrattavaksi.

Kalustonhallintavastuu keskitetään yhdelle työmaan toimihenkilölle, esimerkiksi logistiikkatyönjohtajalle. Kalustosta vastaava toimihenkilö tai työntekijä on jatkuvasti ajan tasalla kaluston määrästä, koneiden kunnosta, huoltotarpeesta ja saatavuudesta. Ongelmia syntyy, jos koneet eivät ole käyttökelpoisia ja niissä on turvallisuuspuutteita, sillä varakoneita yrityksellä on todella rajallisesti.

Työkalujen hankintakulut ovat tavallisesti vasta ensimmäinen askel kustannusprosessiin, sillä yritykselle tulee runsaasti suorja ja epäsuoria kustannuksia oman kaluston omistamisesta. Lisäkustannukset koostuvat kalibroinneista, korjauksista, huolloista, uusittavista akuista sekä työkalujen järjestyistä ja siirtelyistä. Harkitseminen arvoinen vaihtoehto kalustonhallintaan on Hiltin tarjoama Työkälpalvelu, jossa työkalukulut katetaan kiinteällä, ennakoitavissa olevalla kuukausihinnalla eli niin sanotulla leasing sopimuksella. Palvelu sisältää koneiden toimittamisen lisäksi noudot huoltoon, huolto-

kulujen maksamisen tai mahdollisesti varastettujen työkalujen kulujen kuittaamisen. Työkalupalvelun vertailuksi yrityksen tulisi ynnätä todelliset työkalujen kustannukset, eli ensimmäiseksi tulisi selvittää välilliset ja välittömät kustannukset ennen palvelun käyttöönottoa. (hilti.fi/työkalupalvelu)

### 7.1.2 Tehtäväsuunnittelu logistiikan kannalta

Tehtäväsuunnittelun tarkoituksena logistiikan kannalta on sitouttaa toimihenkilö suunnittelemaan tarkasti ja materiaalivirtojen kannalta aloitettava työvaihe. Tehtäväsuunnitelma kohdistuu tavallisesti vain yhden tehtävän suunnitteluun, joka käydään läpi tarkasti aikataulu-, kustannus- ja laatuvaatimusten saavuttamiseksi. Tehtäväsuunnitelmaa laadittaessa täytyy arvioida materiaalmäärät ja määriin liittyvät logistiset riskit, kuten voiko työmaalle tilata kaiken tarvittavan materiaalin kerralla vai onko ne otettava pienemmissä erissä, kuten myös onko työmaalla varastointimahdollisuutta tai paljonko tarvitsen resursseja siirtämään materiaalit purkupaikalta alkavalle työpisteelle. Tällä tehtävämuotoisella tuotannosuunnittelulla vältetään varastojen ylikuormittamista sekä materiaalien turhaa siirtelyä työmaan sisällä. Materiaalivirtojen ollessa pieniä kertatoimituksia, materiaalien käsittely on tehokkaampaa. Tehtäväsuunnitelma laaditaan rakentamisen eri työvaiheista, tarkentamaan työvaiheen alkamisen toimenpiteitä. Suunnitelma toimii käytännössä työnjohdon muistilistana, jotta työvaihe etenee mahdollisimman jouhevasti ilman häiriöitä. Tehtäväsuunnittelussa otetaan huomioon tehtävän laatuvaatimukset, tarvittavat resurssit ja materiaalit, työmaan aikataulutus ja kustannustavoitteet. Lisäksi suunnitelmassa tarkastetaan edeltävä työvaihe ja uuden aloittamisen edellytykset. Edeltävän työvaiheen logistiikkaan liittyy ylimääräisten materiaalien siirto pois tuotantoalueelta ja samalla varmistetaan seuraavan tehtävän aloitus, jotta edellisen työvaiheen jäljet on varmasti siivottu.

Tuotannon suunnitteluun tulee aina sisällyttää tietty pelivara häiriöiden varalta sekä tunnistaa mahdollisesti tulevaisuudessa esiintyviä ongelmia. Tehtäväsuunnitteluun sisällytetään tavallisesti myös potentiaalisten ongelmien analyysi, jolla kartoitetaan tehtävän aikana mahdollisesti esiintyviä ongelmia. Työvaiheessa esiin nousevat ongelmat voidaan jaotella karkeasti resurssipulasta johtuviin ongelmiin, hankintaprosessista johtuviin ongelmiin, suunnitteluprosessista johtuviin ongelmiin tai rakennusympäristön olosuhteista kumpuaviin ongelmiin. Luokittelun tarkoituksena on tuoda uudenlaisia näkökulmia lähestyttäviin ongelmiin ja tätä kautta helpottaa havaitsemaan useita samankaltaisia ongelmia. Ongelmia kartoitettaessa tavallisesti hyödynnetään kokemuseräiset seikat aiemmilta työmailta, mutta yhtä tärkeää on myös tunnistaa käynnissä olevan työmaan erityispiirteet. (Mäki, 2001). Potentiaalisten ongelmien analyysillä voidaan myös eliminoida materiaalivirtoihin liittyvien ongelmien syntymistä luokittelemalla työvaiheen aikana tavallisesti esiintyviä ongelmia. Analyysi pakottaa suunnittelemaan tuotantoa ja laskemaan määriä entistä tarkemmin, jonka ansiosta ylimääräistä materiaalia ei jää tuotantoalueelle lojumaan. Liitteeseen 2 on laadittu tehtäväsuunnitelma, jossa huomioidaan rakennuskohteen logistiset toimenpiteet.

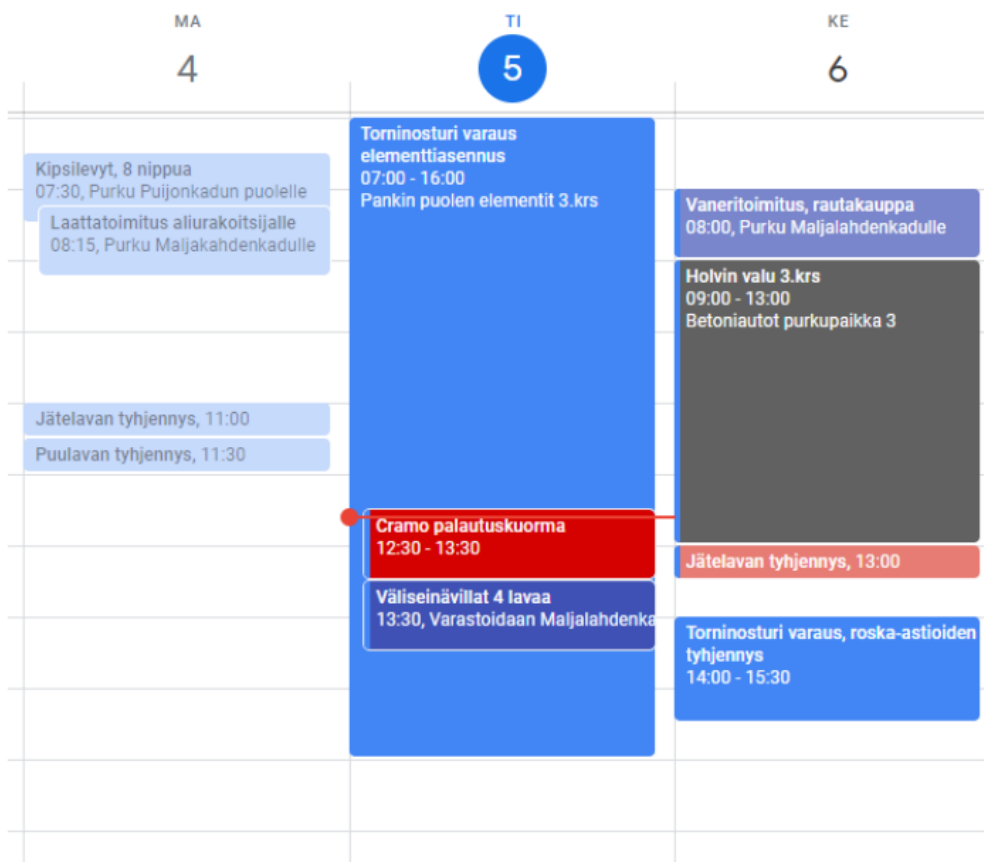
## 7.2 Tietovirtojen kehittäminen

Rakennustyömaan tuotantoprosessi sisältää valtavan määrän tiedonvaihtoa. Tietovirroilla tarkoitetaan tiedonvaihtoa ja vuorovaikutusta eri osapuolten välillä. Vuorovaikutus ja tiedon päämäärään kulkeminen on kaiken toiminnan ydin ja tiedon kulku korostuu entisestään kriittisissä työvaiheissa rakennustyömaalla. Tietovirtojen huono läpinäkyvyys, tiedonkulun katkeaminen sekä suunnitelmien muutokset ja häiriöt ovat rakennustyömaalle tyypillisiä muuttujia, jotka aiheuttavat ongelmia aina hankinta vaiheesta asennuspisteelle saakka. Suunnitelmien muutoksista tiedottaminen on tavallisesti työlästä ja kaikkia osapuolia ei välttämättä edes nopeasti tavoiteta. Potentiaalisena ratkaisuna tietovirtojen läpinäkyvyyteen ja tiedon reaaliaikaisuuteen on sähköinen logistiikkakalenteri, johon merkitään työmaan logistiset tapahtumat kellontarkasti. Toisena vaihtoehtona on osallistaa enemmän työntekijöitä suunnittelemaan yhdessä työnjohdon kanssa työvaiheita tai materiaalitoimitusten jatkokäsittelyä. Osallistaminen tapahtuu lyhyesti palaverimuotoisesti, johon kutsutaan työ- tai logistiikkaryhmän nokkamies. Palaverissa käsitellään tapahtuman suunnitelmat, aikataulut, turvallisuusasiat, jotta ylimääräiseltä työltä vältetään epätietoisuuden vuoksi. Osallistamisen ei tarvitse olla työvaiheen aloituspalaveri-tyyppinen kokous, vain työmaalla tulevan tapahtuman informaation jakaminen on avainasemassa.

Myös rakennusala digitalisoituu joka vuosi entistä enemmän ja tietovirrat ovat jaettavissa organisaation kesken myös sähköisesti. Perinteinen logistiikkataulu on nykyaikaisesti korvattavissa sähköisen työkalun avulla, esimerkiksi google kalenteria käyttämällä tai luomalla organisaatiotasolle täysin oma alusta. Googlen tarjoama kalenteri on todella helposti saatavilla ja sen käyttäminen on yksinkertaista, mutta käyttö edellyttää kuitenkin maksuttoman google tilin luomista. Kalenterin voi jakaa työyhteisön kesken, jolloin reaaliaikainen tieto on kaikkien osapuolien saatavilla ja informaatio pysyy muuttumattomana, toisin kuin usean mutkan kautta kulkeva sanallinen tieto. Nähtävillä olevan informaation lisäksi kaikille työmaalla työskenteleville tai työryhmien johtajille on mahdollisuus antaa käyttöoikeudet kalenterin hallitsemiseen ja tietojen syöttämiseen, jolloin tiedossa olevien materiaali-toimituksien tai nostovarausten lisääminen kalenteriin onnistuu jokaisen omalta osalta ilman välikäsiä.

Kalenterin voi synkronoida tietokoneen lisäksi myös mobiililaitteisiin, sekä kalenterin vakiovarusteluun kuuluu myös kalenteri-ilmoitukset. Automaattisen ilmoituksen tapahtumasta voi valita haluamalleen ajakohdalle, esimerkiksi puoli tuntia ennen merkittyä tapahtumaa, jolloin inhimilliset onohdukset voidaan karsia kokonaan. Tapahtumien selkeyttämiseksi ja luettavuuden helpottamiseksi logistiset toiminnot voidaan jaotella eri värisille pohjille. Varauksen lisätietoihin lisätään tarvittava purkuresurssi sekä toimitukset tyyppi, sillä pakettitoimitukset eivät välttämättä tarvitse purkuresursseja sekä nosto- tai siirtokalustoa. Kalenterin jakamisen ansiosta tapahtumat ovat muidenkin kuin toimihenkilöiden nähtävillä. Esimerkiksi logistiikkaa hoitavat työntekijät ja torninosturin kuljettaja voi seurata mobiililaitteistaan päivän logistisia tapahtumia sekä aliurakoitsijoilla on mahdollisuus suunnitella ja lisätä omia toimituksiaan kalenterin kapasiteetin mukaisesti. Täsmällisesti aikataulutettujen toimitusten purku on nopeaa ja tehokasta, kun työmaan resurssit voivat itsenäisesti varautua työmaan

tapahtumiin. Samaan aikaan nostokaluston käyttö on etukäteen suunniteltua, hallittua ja tehokasta työskentelyä ilman odottelua.



KUVA 16. Esimerkki kuvitteellisesti täytetystä logistiikkakalenterista. (Kuva Tuomas Rahunen)

### 7.3 Tietomallin käyttö logistiikkasuunnittelussa

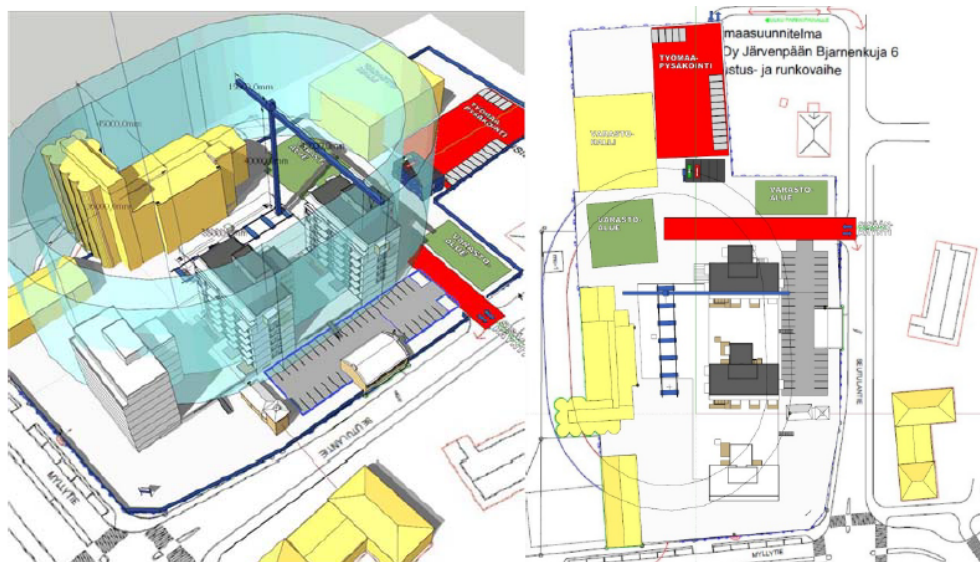
Tietomallintamisella on runsaasti mahdollisuuksia myös logistiikkasuunnittelun yhteydessä. Tässä kehitysehdotuksessa tuodaan esille, kuinka tietomallia voisi hyödyntää logistiikan näkökulmasta työmaan tuotantoa suunniteltaessa.

Teoriaosiossa aiemmin mainittu perinteinen aluesuunnitelma on mahdollista laatia tietomallipohjaisesti 3D:nä. Rakentamisalueen suunnittelussa tietomalli havainnollistaa työmaan toimintoille käytävissä olevan tilan todellisessa koossa, jolloin rakentamisalueella tapahtuvien toimintojen suunnittelu on todenmukaisempaa verrattuna tietystä mittakaavassa olevaan paperikuvaan tai piirto-ohjelmalla laadittuun 2D- aluesuunnitelmaan. Rakennustontin yksityiskohtia, kuten maanpintojen muotoja ja korkeuseroja sekä alueella sijaitsevia kiinteitä haittoja ei välttämättä perinteisestä ”paperisuunnitelmasta” kyetä havaitsemaan. Aluesuunnitelman kannalta tietomallin hyödyt korostuvat varastotiloja ja työpisteitä suunniteltaessa, jos ne ovat useammassa kerroksessa. Tietomallissa rakennuksen ja rakennustontin ulkonäkö ja muodot voidaan havainnollistaa hyvinkin yksityiskohtaisesti. Mallista on mahdollista tallettaa halutuista komponenteista tai rakennuksen osista kuvia, tulosteita,

piirustuksia tai detaljeja eri kuvakulmista ja korkeuksista, jolloin esimerkiksi rakennuksen dimensioiden tarkastelu on yksinkertaista. Tilavarausten lisäksi tietomallintamisessa havainnollistetaan nostureiden ulottumaa, jotta puomin pituus ja ympäröivät rakennukset hahmotetaan 3D:nä. Tietomallin mahdollisesti tärkein ominaisuus on, että eri suunnittelualojen suunnitelmat ovat yhdistetty samaan tietomalliin. Yhdistelmämallin ansiosta kaikki muutokset, jotka tehdään suunnitelma-alasta riippumatta, päivittyvät kaikille nähtäväksi, eli kaikkien rakennushankkeen osapuolien suunnitelmat ovat aina ajan tasalla ja läpinäkyviä. Epäselvyyksien välttämiseksi, tietomallin rakenteet piilottamalla talotekniikan esittäminen on mahdollista myös piiloon jäävien rakenteiden osalta. Osallistamalla urakoitsijat tietomallin käyttöön, kaikilla on mahdollisuus tarkastella kokonaisuutena työmaan toimintoja tietomallista.

Tietomalliin laaditun aluesuunnitelman hyödyntäminen kohdistuu myös perehdytystilaisuuksiin ja työmaavierailuihin, jossa mallin avulla visuaalinen tarkastelu on helpompaa kuin perinteisen asema-kaava- tai pohjapiirustuksien päälle laadittava aluesuunnitelma. Tutustuminen etukäteen rakennustyömaahan lisää rakentamisen tuottavuutta sekä turvallisuutta, koska kohde on visuaalisesti tuttu ennen työmaalle astumista. Mallinnuksen kuitenkin täytyy olla korkealla tasolla ja huolellisesti tehty, että aluesuunnitelma sähköisesti laadittuna vastaa rakennuksen oikeita toimintoja. Haasteita tietomallipohjaiseen aluesuunnitelmaan luo käytön osaaminen, mallin ajan tasalla pitäminen sekä virheetömyys. Malliin syötettävät työmaatoiminnot tulee olla todenmukaisessa koossa sekä helposti havaittavissa, sillä suuri määrä esimerkiksi mallinnettavia työmaa-aikaisia sähkökeskuksia voi hukuttaa rakenteisiin.

Yleisten tietomallivaatimusten (YTV, 2012) laatiman ohjeistuksen mukaan työmaa-alueen toimintojen mallintamisessa 3D:nä voidaan käyttää alustana suunnittelijoiden laatimia malleja, kuten arkkitehtimallia tai rakennesuunnittelijan laatimaa mallia. Aluesuunnitelman pohjatiedoksi valikoituu täten rakennettavasta kohteesta malli, jossa on esitetty kaikki tarvittavat rakennekomponentit ja -osat. Koska 3D-aluesuunnitelma sisällöltään tulee olla mahdollisimman yksinkertainen ja ymmärrettävissä ja mahdollisesti katsottavissa myös 2D-piirustuksena, tulee malliin syötettävät objektit merkitä tekstein. Merkintää tulee käyttää aina, vaikka mallinnus olisikin laadittu 3D-levyynä tai objekteina. Kuvassa 17 on esitetty, kuinka 3D-tietomallin perspektiivinäkymä eroaa 2D-kuvasta.



KUVA 17. 3D-alue suunnitelma ja 2D-alue suunnitelma. (Yleiset tietomallivaatimukset osa 13, 15)

Työmaa-aikainen sähkösuunnitelma laaditaan alue suunnitelman tavoin myös perinteisesti asemapiirustuksen, alue suunnitelman tai leikkauskuvan pohjalta. Sähköistys suunnitelman laatiminen tietomalliin auttaa havainnoillistamaan nousukaapeloinnin, kaapelointien reitit, sähköliittymän, pääkeskuksen ja alakeskusten sijainnit. Usein työmaan pääurakoitsija ulkoistaa työmaa-aikaisen sähköistyspalvelun rakennuskonevuokraamoille. Yhteistyössä palvelun tarjoajan ja työmaaorganisaation kanssa sähkösuunnitelman laatiminen tietomalliin visuaaliset havainnot ovat todenmukaisia, joka karsii kaapelointien ja alakeskusten siirtoja työmaan valmistumisen edetessä. Myös työmaa-aikainen valaistus voidaan suunnitella mallintamalla, jossa jokainen porrashuone, poistumistie, kerros ja työkohte on suunniteltu valaistavaksi, jotta työskentely on turvallista. Alue suunnitelman tai työmaan sähköistys suunnitelman laatiminen ohjeineen tietomalliin olisi erinomainen jatkotutkimusaihe.

## 8 POHDINTA

Tutkimuksen lähtökohtana oli kartoittaa logistiikan toimivuutta käytännön työtehtävissä sekä aiheeseen liittyvän kirjallisuuden avulla. Työn tavoitteena oli havainnollistaa, kuinka logistiset toiminnot suoritetaan käytännössä ja miettiä parannusehdotuksia logistiikan johtamiseen työmaatasolla. Parantamalla logistiikan sujuvuutta pyritään kohdistamaan rakennusammattilaisten tehollista työaikaa varsinaiseen rakentamiseen ja sitä kautta minimoimaan turhat materiaalien siirrot sekä odottelu-aika työmaalla.

Tutkimuksen luotettavuus voidaan todeta olevan kohtuullisella tasolla kirjallisuusosiossa käytettyjen, monipuolisten lähteiden kautta sekä tutkimalla myös ulkomailla suuremmissa kaupungeissa tehtyjä samankaltaisia tutkimuksia. Kuten työn alkupuolella on todettu, nykytilan kartoittamisessa käytetty havainnointi työmaalla voidaan katsoa kuitenkin olevan tutkijan omaa näkökulmaa ja sitä kautta

osittain myös oman ymmärryksen ja tulkinnan varainen. Toisaalta tutkimusmenetelmänä käytetyt haastattelut tuovat luotettavuutta tutkimustyölle usean eri henkilön näkökulman muodossa.

Opinnäytetyö olisi voinut kohdentua myös johonkin yksittäisen logistiikan toimintoon, esimerkiksi toimitustäsmällisyyteen tai pelkästään työmaan sisäisiin siirtoihin, mutta logistiikan kokonaisvaltainen hallinta ahtailla rakennuspaikoilla on kustannuksellisesti ja aikataulullisesti tärkeää.

Kokonaisuutena voidaan todeta, että työlle asetettu tutkimusongelma avattiin kohtuullisella tasolla löytämällä sopivia kehitystoimenpide-ehdotuksia toimeksiantajan tarpeisiin. Tutkimusongelmana oli selvittää, millaisilla menetelmillä tapausritys voi kehittää toimintaansa rakennustyömaan logistiikassa kaupunkialueella. Kehitystoimenpide-ehdotuksista nostaisin esille sähköisen kalenterin hyödyt logistiikan hallinnassa. Kalenterin säännöllinen päivittäminen logistiikasta vastaavan työnjohtajan toimesta luo työmaan osapuolille yksinkertaisen ja läpinäkyvän työkalun työmaan tiedonkulkuun ja sitä kautta logistiikan hallintaan. Tarkoituksena oli myös testata työstä tuotettua materiaalia ja toimintatapoja käytännössä, mutta tapaustyömaan aikataulu sekä opinnäytetyön ajoitus eivät yhdessä mahdollistaneet tätä toimenpidettä.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- CGI.fi [verkkosivusto].[viitattu 2019-11-23] Saatavissa: <https://www.cgi.fi/fi>
- Christopher, Martin. 2011. Logistics & Supply Chain Management. Pearson Education Limited 2011.
- Hilti.fi/työkalupalvelu. [verkkoaineisto].[viitattu 2019-11-15] Saatavissa: <https://www.hilti.fi/content/hilti/E1/FI/fi/services/tool-services/fleet-management.html>
- Karrus, Kaij E. 2001. Logistiikka. Helsinki: WSOY 2001.
- KETJU-yhteenvedo 2009. Toimitusketjun hallinta talonrakentamisessa. Raportti [verkkojulkaisu].[viitattu 2019-10-14] Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/rakentamisen-kehittaminen/ketju-yhteenvetoraportti.pdf>
- Kiiskinen, E., Kallionpää, E., Metsäpuro, P., Rantala, J. Toimintamalleja kaupunkilogistiikan kehittämiseen 2013, 11-15. Tampereen teknillinen yliopisto. Tutkimusraportti 87. [viitattu 2019-08-21] Saatavissa: [http://www.tut.fi/verne/aineisto/toimintamalleja\\_kaupunkilogistiikan\\_kehittamiseen.pdf](http://www.tut.fi/verne/aineisto/toimintamalleja_kaupunkilogistiikan_kehittamiseen.pdf)
- LAITILA, Mikko. 2019-09-23. Lehto nousee raunioista. Arvopaperi. [viitattu 2019-10-03]. Saatavissa: <https://www.arvopaperi.fi/uutiset/lehto-groupin-tappioiden-syvyys-yllatti-myos-yhtion-johdon-hannu-lehto-en-ole-omistajana-huolissani-katson-kehitysta-pitkalla-aikavalilla/0c868b5f-2fc2-468b-94eb-121252aed6bb>
- Lehto.fi [Lehdon www-sivu].[Viitattu 2019-08-07] Saatavissa: <http://www.lehto.fi/yritys>
- Logistiikanmaailma.fi [verkkoaineisto].[viitattu 2019-08-13] Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/aineistot/logistiikka-lukiolaisille/mita-on-logistiikka/>
- Logistiikanmaailma.fi [verkkoaineisto].[viitattu 2019-09-02] Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/digitalisaatio/>
- Logistiikanmaailma.fi [verkkoaineisto].[viitattu 2019-10-12] Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/osto-ja-myynti/hankintaprosessi/>
- Mäki, T. 2001. Tehtäväsuunnittelu työmaan johtamisen välineenä. [viitattu 2019-11-14] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020503.pdf>
- Nykänen, L., Kallionpää, E., Liimatainen, H. Älykäs kaupunkilogistiikka – CityLog. 2015. Tampereen teknillinen yliopisto. Liikenteen turvallisuuskeskus Verne. Tutkimusraportti. Saatavissa: <http://www.tut.fi/verne/alykas-kaupunkilogistiikka-citylog/>
- NÄPÄRÄ, Liisa 2017-03-30 Tutkimuskysymysten muodostaminen. Spoken.fi [verkkoaineisto].[viitattu 2019-08-12] Saatavissa: <https://www.spoken.fi/tutkimuskysymyksen-muodostaminen/>
- Oliveira, O.J. & Serra, S.M.B. 2003. Development of the logistics plan in building construction. System-based Vision for Strategic and Creative Design. [viitattu 2019-09-05] Saatavissa: [https://www.academia.edu/10317222/Development\\_of\\_the\\_logistics\\_plans\\_in\\_building\\_construction](https://www.academia.edu/10317222/Development_of_the_logistics_plans_in_building_construction)
- Pahkala, S., Wegelius-Lehtonen, T., Tanninen-Ahonen, T. Logistiikka on sujuvaa materiaalitöimitysten hallintaa. [verkkojulkaisu].[viitattu 2019-10-15] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK98s677.pdf>
- Peuranen, E ja Hakaste, H 2014. Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelma. Ympäristöministeriön raportteja. Helsinki.
- Pöyskö, T., Hurskainen, E., Lapp, T. & Vaarala, H. 2016. Automaatio ja digitalisaatio logistiikassa. Kehitysnäkymiä Suomessa ja maailmalla. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä.
- Rakennustyömaan toimitusten ohjaus. 2009. Mittaviiva Oy. Rakennusteollisuus RT ry. VTT. [verkkojulkaisu].[viitattu 2019-10-15] Saatavissa: [https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2009/Rakennustyomaan\\_toimitusten\\_ohjaus\\_091116.pdf](https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2009/Rakennustyomaan_toimitusten_ohjaus_091116.pdf)

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., von Bell, A. & Santala, J. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY ry, Helsinki.

Solakivi, T., Ojala, L., Lorentz, H., Kiiski, T., Töyli, J., Malmsten, J., Bask, A., Rintala, O., Viherlehto, N. Logistiikkaselvitys 2018. Turun kauppakorkeakoulun julkaisuja sarja E-2:2018. [viitattu 2019-08-20] Saatavissa: [http://www.ytl.fi/files/146/Turun\\_yliopiston\\_Logistiikkaselvitys-2018-FINAL.pdf](http://www.ytl.fi/files/146/Turun_yliopiston_Logistiikkaselvitys-2018-FINAL.pdf)

Syke.fi [verkkoaineisto].[viitattu 2019-08-20] Saatavissa: <https://www.syke.fi/kaupungistuminen>

Tanskanen, K., Holmström, J., Elfving, J. & Talvitie, U. (2008) "Vendor-Managed-Inventory (VMI) in Construction", International Journal of Productivity and Performance Management, December 2008.

Tuomi Jouni & Sarajärvi Anneli 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Tammi

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009. Finlex. Asetus [viitattu 2019-10-10] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>

Vrijhoef, R & Koskela, L. 2000. The Four roles of supply chain management in construction. European journal of purchasing & supply management 6, 169-178.

Yleiset tietomallivaatimukset. 2012. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa.

Yrityksen Intranet-sivut. [viitattu 2019-11-11]