

## **Sisävalmistusvaiheen logistiikka**

**Rakennustyömaan hankinnat, toimitusten ohjaus ja varastointi**

Laura Paloniemi

Opinnäytetyö

Huhtikuu 2020

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Paloniemi, Laura	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Huhtikuu 2020
	Sivumäärä 50	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: kyllä
Työn nimi <b>Sisävalmistusvaiheen logistiikka</b> Rakennustyömaan hankinnat, toimitusten ohjaus ja varastointi		
Tutkinto-ohjelma Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Seppo Pitkänen ja Panu Putkonen		
Toimeksiantaja(t) NCC Suomi Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Rakennustyömaan edetessä sisävalmistusvaiheeseen asettavat rakennuksen vaipan sulkeutuminen ja rakennettavien sisätilojen tuoma ahtaus rajoittavia tekijöitä materiaalien pysty- ja vaakasiirroille runkovaiheen jälkeen. Tuotannon sujuvuuden edellytyksenä on oikea-aikainen ja sopiviin toimituseriin jaettu materiaalivirtaus suoraan asennusalueelle tai sen läheisyyteen.</p> <p>Tutkimuksen tavoitteena on saada työmaan sisävalmistusvaiheen eri yhteensovitettuihin työvaiheisiin suoritettua tehokkaasti ja laadukkaasti, ilman turhia tavaran edestakaisin siirtoja, materiaalihävikkiä tai aikatauluviiveitä. Sekä ennen kaikkea, saada aikaan positiivisia vaikutuksia myös työturvallisuuteen ja työhyvinvointiin.</p> <p>Logistiikkaan liittyviä kokemuksia kerättiin kohdeyrityksen työmaatoimihenkilöiltä. Aineisto tutkimukseen saatiin ryhmähaastattelusta, jossa teemakysymykset lähetettiin etukäteen osallistujille. Haastateltavilta kysyttiin työmaalogistiikan suunnittelusta, materiaalihankinnoista, niiden siirroista ja varastoinnista sekä näiden toimivuudesta yhteistyössä aliurakoitsijoiden kanssa.</p> <p>Toinen osa tutkimuksesta toteutettiin kartoittamalla työmaakäyttöön soveltuvia varastointitratkaisuja ja niiden kustannuksia. Varastointiteltan hankinnalla etsitään kustannustehokkaampaa ratkaisua työmaalla säilytettävälle materiaaleille.</p> <p>Tuloksina ilmeni, että kohdeyrityksessä tulisi suorittaa toimitustensuunnittelu- ja ohjaus siten, että se palvelisi enemmän työmaavaiheessa. Aliurakoitsijoiden ja omien työntekijöiden ohjeistamista tulisi parantaa, lisäksi työmaan viestintää tulisi parantaa kaikkien osapuolien kanssa.</p>		
Avainsanat (asiasanat)		
Logistiikka, rakentaminen, sisävalmistusvaihe, tuotannonohjaus, toimitusketjun hallinta		
<p>Muut tiedot (Salassa pidettävät liitteet)</p> <p>Liite 3 on salassa pidettävä ja se on poistettu julkisesta työstä.</p>		

Author(s) Paloniemi, Laura	Type of publication Bachelor's thesis	Date April 2020 Language of publication: Finnish
	Number of pages 50	Permission for web publication: yes
Title of publication <b>Logistics of the interior building works</b> Delivery planning, controlling and storage at the construction site		
Degree programme Construction and Civil Engineering		
Supervisor(s) Pitkänen, Seppo and Putkonen, Panu		
Assigned by NCC Suomi Oy		
Abstract  <p>As the construction site proceeds to interior building works, the sheathing of the building and crampedness of the interiors set challenges to vertical and lateral material transfers. Timely and fitting delivery quantities of material flows straight or close to installation areas are crucial for proficient production.</p> <p>The aim of the study was to learn how to implement all different stages of interior building works efficiently and with good quality, without unnecessary material transfers, material losses or schedule delays. And above all, to accomplish positive effects on occupational safety and well-being at the construction site.</p> <p>Logistics-related experiences were collected from construction clerks of NCC Suomi Oy. The data was collected with group interviews in which themed questions were sent via email beforehand. The questions concerned planning the construction site logistics, material purchases, transferring and storing materials, and how well the above-mentioned matters worked in collaboration with subcontractors.</p> <p>The second part of the study was conducted by examining storage tent solutions suitable for construction sites and their expenses. The purpose of purchasing or renting a storage tent is to find more cost-efficient solutions for storing building materials at the worksite.</p> <p>The results indicated that the target corporation should implement delivery planning and controlling in such a way that it could benefit more from it during the construction stage. Guidance of employees and subcontractors as well as communication between all parties related to the worksite should be improved.</p>		
Keywords/tags (subjects) Logistics, construction, interior building works, production control, supply chain management		
Miscellaneous (Confidential information) Appendix 3 is confidential and it has been removed from the public thesis.		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>4</b>
1.1	Lähtökohdat .....	4
1.2	Työn tavoite.....	4
1.3	Toimeksiantaja .....	5
<b>2</b>	<b>Tutkimuksen toteutus.....</b>	<b>6</b>
2.1	Tutkimusmenetelmät .....	6
2.2	Aineiston kerääminen ja analysointi .....	7
<b>3</b>	<b>Logistiikka rakentamisessa.....</b>	<b>9</b>
3.1	Rakentamisen osapuolet.....	10
3.2	Urakasopimukset.....	11
3.3	Toimitusvaihtoehdot .....	15
<b>4</b>	<b>Rakennustyömaan toimitusten ohjaus .....</b>	<b>15</b>
4.1	Toimitusten suunnittelu hankintavaiheessa .....	16
4.2	Toimitusten suunnittelu ja ohjaus työmaavaiheessa.....	18
<b>5</b>	<b>Materiaalien varastointi .....</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>Haastattelujen ja kyselyiden tulokset.....</b>	<b>25</b>
6.1	Haastattelut.....	25
6.2	Kyselyt varastointitiltoista.....	31
<b>7</b>	<b>Johtopäätökset.....</b>	<b>32</b>
<b>8</b>	<b>Pohdinta.....</b>	<b>35</b>
8.1	Tutkimuksen hyödynnettävyys .....	35
8.2	Tutkimuksen luotettavuus.....	36
8.3	Kehitys- ja jatkotutkimusehdotukset .....	37
	<b>Lähteet .....</b>	<b>38</b>
	<b>Liitteet.....</b>	<b>40</b>
	Liite 1. Teemahaastattelurunko + apukysymykset .....	40

	2
Liite 2. Varastointiteltojen kyselypohja.....	42
Liite 3. Varastointitelat (yhteenveto) .....	43

## **Kuviot**

Kuvio 1. Kokonaisvastuurakentaminen .....	11
Kuvio 2. Kokonaisurakka .....	12
Kuvio 3. Jaettu urakka.....	13
Kuvio 4. Sivu-urakan alistaminen.....	13
Kuvio 5. Projektinjohtourakka .....	14
Kuvio 6. Hankintaketjun päävaiheet vakiotuotteilla .....	16
Kuvio 7. Esimerkki hankintasuunnitelmasta / hankinta-aikataulusta .....	17
Kuvio 8. Esimerkki vinoviiva-aikataulun ja toimituserien yhdistämisestä.....	19
Kuvio 9. Ohjeellinen kuvaus materiaalien varastoimisesta .....	23

## **Taulukot**

Taulukko 1 Haastattelujen osallistajat .....	8
--	---

## Keskeiset käsitteet ja lyhenteet

### Sisävalmistusvaihe

Rakentamisvaihe, jossa työtetään rakennuksen sisäpuolisia rakenteita

### Haalaus

Siirto, joka voidaan tehdä käsin tai koneella

### Sisäinen siirto

Työmaalla tapahtuva materiaalien ja työvälineiden siirto, kuorman vastaanoton jälkeen

### TATE

Lyhenne sanasta talotekniikka

### Kotiinkutsu

Materiaalien tilaajan tekemä kutsu ennalta sovitulle toimitukselle, jossa varmistetaan toimituksen sisältö- ja ajankohta

### Hiab

Kuormausnosturilla varustettu kuorma-auto

### Kurottaja

Teleskooppipuomilla varustettu nostokone kappaleiden siirtoihin tai henkilönostokorin käyttöön

# 1 Johdanto

## 1.1 Lähtökohdat

Työskennellessäni rakennusliikkeellä työnjohtoharjoittelijana ajoittuen sisävalmistusvaiheille eri korjausrakentamisen hankkeilla oli työmailla havaittavissa usein toistuva ongelma. Työmailla kamppailtiin materiaalien vastaanoton- ja varastoinnin parissa, kun materiaalia siirrettiin saapumisensa jälkeen edestakaisin eri työvaiheiden tieltä pois. Tämä aiheuttaa turhia työtunteja ja tehottomuutta, niin työnjohtajien ja työntekijöiden keskuudessa.

Rakennusalan logistiikkaan liittyviä tutkimuksia kohdennettuna sisävalmistusvaiheeseen löytyy muutamia kymmeniä. Esimerkiksi Joni Tervahauta on tutkinut sisätyövaiheen logistiikan haasteita AMK-opinnäytetyössään vuonna 2015. Työssä tarkastellaan ennakoivasti mahdolliset logistiset haasteet tietyn hankkeen sisätyövaiheelle. (Tervahauta 2015.)

Teknillisen yliopiston tutkimuksia logistiikan kehittämistä ovat mm. kandidaatintyö, jossa tutkitaan logistiikan kehittämistarpeita ja mahdollisia ratkaisuja näihin vastaukseksi. (Korhonen 2019.) Toinen tutkimus on Joas Henryn diplomityö, jossa hän selvittää kohdeyrityksen logistiikan hallinnan nykytilan toimitilarakentamisessa (Joas 2019). Tutkimusten tavoitteena on saada sujuvuutta toimitusten- ja tuotannon ohjaukseen työmaalla.

## 1.2 Työn tavoite

Työn tarkoituksena on tarkastella kohdeyrityksen rakennustyömaiden tulo- ja sisälogistiikan toimivuutta työmaan sisävalmistusvaiheessa. Tavoitteena on saada toimeksiantajalle ajallista ja kustannuksia säästäviä hyötyjä tutkimalla työmaiden nykyisiä logistiikkakäytäntöjä ja löytää niihin mahdollisia parannuskeinoja. Lisäksi uutena asiana on tutkia varastointiteltan hankkimista työmaakäyttöön työmaa-alueelle.

Tutkimuksessa haetaan ratkaisuja havaittuihin ongelmakohtiin, jotka ajoittuvat työmaan sisävalmistusvaiheelle. Tavoitteen saavuttamisen kannalta tärkeimmät kysymykset ovat:

- Mitä logistiikkaan liittyviä suunnitelmia yrityksellä on käytössä?
- Mitä materiaalihankinnoissa tulisi huomioida toimitusten suhteen?
- Toimitusten kirjaus ja tiedottaminen?
- Vaikuttavatko ali- tai sivu-urakointisopimussuhteet logistiikan toimivuuteen?
- Miten varastointi työmaalla toimii?
- Miten työmaan sisälogistiikkaa voitaisiin kehittää?

Tutkimus rajautuu käsittelemään kohdeyrityksen rakennustyömaan sisävalmistusvaihetta yleisesti, ei niinkään tapauskohtaisesti tiettyä työmaata. Logistiikkaa käsitellään tulo- ja sisälogistiikan osalta, kolmatta osa-aluetta eli paluulogistiikka ei tässä työssä käsitellä. Näin tutkivaa aluetta voidaan tarkastella pintapuolista syvemmin.

### 1.3 Toimeksiantaja

Työn tilaajana on NCC Suomi Oy:n liiketoiminta-alueeseen kuuluva NCC Building, Keski-Suomen alueyksikkö Jyväskylä. Keski-Suomen alueyksiköt Jyväskylä ja Kuopio kuuluvat Väli-Suomen toimialaan, johon kuuluu lisäksi Oulu. Aluetoimintaan kuuluu toimitila- ja asuntorakentaminen sekä peruskorjaaminen.

Nordic Construction Company eli NCC on yksi suurimmista rakentamisen, kiinteistökehityksen ja infrastruktuurin yrityksistä Pohjois-Euroopassa. NCC rakennustuotanto tunnetaan Suomessa Rakennusliike Puolimatkan Oy:n jatkajana. Ruotsalainen NCC, jonka juuret ulottuvat 1800-luvulle, osti Puolimatkan vuonna 1996. (MyNCC.)

## 2 Tutkimuksen toteutus

### 2.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusta lähestyttiin kvalitatiivisella eli laadullisella otteella. Hirsjärven ja Hurmeen (2000, 152) mukaan kvalitatiivinen tutkimus on luonteeltaan kokonaisvaltaista tiedonhankintaa, jossa tutkimuksen kohdetta halutaan tutkia tarkasti ja tavoitteena on paljastaa tosiasioita. Kananen (2017, 35) on samoilla linjoilla todeten, että kvalitatiivisen tutkimuksen tavoite on ilmiön kuvaaminen, ymmärtäminen ja tulkinnan antaminen. Pyrkimyksenä on siis ilmiön syvälinen ymmärtäminen.

Työn tutkimusosuuden toteuttamiseen käytettiin puolistrukturoitua teemahaastattelua, joka toteutettiin ryhmähaastattelumuodossa. Teemahaastattelu on yksi laadullisen tutkimuksen muoto. Ryhmähaastattelun lähtökohtana voidaan ajatella olevan vuorovaikutuksen synnyttäminen osallistujien kesken. Tarkoituksena ei ole haastatella ryhmää suoraan, vaan tilanteessa halutaan muodostuvan avointa keskustelua käsiteltävästä aiheesta. (Hirsjärvi & Hurme 2000, 61.)

Yllä olevasta voidaan päätellä, että puolistrukturoitu teemahaastattelu sopii erityisen hyvin ryhmähaastattelutilanteeseen, koska ryhmä antaa otolliset mahdollisuudet laajan keskustelun syntymiseen, mutta haastattelussa säilyy silti selkeät raamit ennalta määriteltyjen kysymysten ansiosta. Lisäksi ryhmähaastattelu-muodon valinta säästää haastattelijalta paljon aikaa ja vaivaa.

#### **Tutkimuksen rakenne**

Tutkimus koostuu johdanto-osuudesta, teoreettisesta viitekehyksestä ja empiriasta. Johdannossa alustetaan tutkimuksen taustat ja työn tavoite. Lisäksi kerrotaan valitusta tutkimusmenetelmästä.

Teoreettinen viitekehys rakentuu kolmesta osiosta, joista ensimmäisessä kerrotaan rakennusurakan logistiikasta ja toisessa osiossa syvennyttään rakennustyömaan toimi-

tusten ohjaukseen. Kolmannessa osiossa käsitellään materiaalien varastointia. Rakennusurakan logistiikkaa käsittelevässä osuudessa käydään läpi rakennusurakan osapuolet, urakkasopimusmallit sekä yleisimpiä toimitusvaihtoehtoja. Rakennustyömaan toimitusten ohjausta käsittelevä luku kertoo toimitusten suunnittelusta sekä hankinta-, että rakentamisvaiheessa. Materiaalien varastointia käsittelevä luku huomioi kootusti työmaavarastointia ohjaavia tekijöitä sekä varastoinnin suunnittelua.

Empiria koostuu tutkimustuloksista, jotka perustuvat tehtyihin haastatteluihin ja mm. toimittajilta pyydettyihin tarjouksiin ja niiden vertailuihin. Johtopäätöksissä esitetään kehittämissuhteita kohdeyritykselle logistiikan kehittämisestä sisätyöväi- heessa. Tutkimuksen lopuksi käsitellään pohdinta.

## 2.2 Aineiston kerääminen ja analysointi

Tutkimuksen aineisto kerättiin useilla eri menetelmillä: teemahaastattelulla, käyttämällä ammattimaisia kirjalähteitä sekä pyytämällä tarjouksia alan toimijoilta, koskien mm. varastointitiltoja.

Haastattelun kysymysrunko (liite 1) laadittiin tutkimusongelmien pohjalta. Kysymykset lähetettiin haastateltaville etukäteen sähköpostitse, joten haastateltavilla oli mahdollisuus tutustua niihin etukäteen. Kysymykset pyrittiin pitämään selkeinä ja kysymyksien asettelulla haluttiin löytää aihealueen pahimmat solmukohdat ja vinkkejä niiden ratkaisemiseen.

Teemahaastattelut suoritettiin kohdeyrityksen työmailla. Haastatteluihin osallistui haastattelijan lisäksi 3 henkilöä. Ryhmätilanteessa oli mukana vastaavia työnjohtajia, työnjohtajia ja työmaainsinöörejä. Haastattelutilanteita oli kaksi ja molemmat kestivät 40-50 minuuttia. Haastattelut pidettiin haastateltavien työpäivän lomassa työmaatoimistossa ja tilanteessa oli todettavissa haastateltavien kiire takaisin työtehtäviinsä. Haastatteluissa saatiin kuitenkin aikaan hyvää keskustelua ja voidaan todeta, että etukäteen asetetut tavoitteet saavutettiin.

Ryhmähaastattelu	RH 1	RH 2
Osallistujat	3 toimihenkilöä	3 toimihenkilöä

Taulukko 1 Haastattelujen osallistujat

Varastointiteltoja koskevat kyselyt (liite 2) lähetettiin sähköpostikyselyillä alan jälleenmyyjille ja vuokraamoyrityksiin. Varastointiteltoista pyydettiin tarjoukset osto- ja vuokraushinnoista. Tarjouspyyntöjen kriteereiksi muodostui noin 50-100 neliön kokoinen harja-, kaari-, tai pulpettikattomallinen varastointitelto. Varaston ulkomittojen ja oviaukkojen tulisi olla mitoiltaan sellaiset, että materiaalin sisään- ja uloshaalaus on mahdollista suorittaa Hiab-kuormausnosturilla ja kurottajalla. Varaston tulisi kestää myös vaihtelevien sääolosuhteiden tuomat lumi- ja tuulikuormat.

Aineiston analysointimenetelmäksi valittiin sisällönanalyysi, joka on yksi laadullisen tutkimuksen perusanalyysimenetelmiä. Aineisto litteroitiin propositiotasolla, jonka jälkeen litteroitua aineistoa tiivistettiin käsiteltävään muotoon. Tätä analyysin vaihetta kutsutaan koodaamiseksi.

Tuomi ja Sarajärvi (2002, 105) toteavat, että sisällönanalyysissä aineistoa eritellään ja siitä etsitään yhtäläisyyksiä sekä eroja. Samalla aineistoa tiivistetään. Kuten diskurssi-analyysikin, sisällönanalyysi on tekstianalyysiä, jossa tutkittava aineisto on jo valmiiksi olemassa tekstimuotoisena. Aineisto voi olla lähes mitä tahansa, kuten kirjoja, päiväkirjoja tai puheesta ja keskustelusta litteroitua aineistoa. Lopullisena tavoitteena on muodostaa tutkittavasta ilmiöstä kuvaus, joka kytkee ilmiön suurempaan asiayhteyteen sekä aihetta koskeviin aiemmin tehtyihin tutkimuksiin.

### 3 Logistiikka rakentamisessa

Rakennustyömaan materiaalilogistiikan hallintaprosessi on merkittävässä osassa rakennusprojektin onnistumisen kannalta. Logistiikka käsitteenä tarkoittaa materiaali- ja tietovirtojen hallintaa. Anna Sobotkan mukaan (2005, 74) logistiikka käsitteenä voidaan ymmärtää useilla eri tavoilla:

- menetelmänä jossa resurssivirrät siirtyvät toimittajalta asiakkaalle,
- filosofiana jossa materiaali- ja tietovirtojen prosessinhallintaa lähestytään kokonaisvaltaisesti ja systemaattisesti; tätä kutsutaan logistiseksi prosessiksi,
- tieteenhaarana joka talouden, tekniikan ja tietotekniikan avulla tutkii materiaalien ja tietovirtojen yhteyksiä ja malleja talouselämässä ja yrityksissä.

Vuonna 1992 Euroopan standardointikomitea määritteli logistiikan seuraavasti: logistiikka käsittää kauppatavaravirtojen suunnittelun, järjestämisen ja kontrolloinnin aina ostosta käsittelyyn ja loppukäyttäjille jakeluun saakka siten, että markkinoiden vaatimukset täyttyvät mahdollisimman pienin hinnoin ja mahdollisimman pienellä pääoman sitomisella. (Sobotka 2005, 74).

Logistiikan toimitusten ohjausta, toimintamalleja ja toimitusvaihtoehtoja on kehitelty 1990- luvulta lähtien. Toimivalla logistiikalla vaikutetaan rakentamisessa työn valmistumiseen aikataulussa sekä laatuun lopullisessa, eli valmiissa tuotteessa. Materiaalilogistiikan tehostamiseksi tulisi toimitusten ohjausta tarkastella lopullisessa sijoituskohteesta eli työmaalla, jotta kustannussäästöjä muodostuisi. Aalto-yliopiston (Peltokorpi, Lavikka & Müge 2019, 4) Building 2030- konsortion osahankkeen tutkimuksessa todetaankin:

*Huolimatta monista kehitysaskelista, materiaalilogistiikan rooli työmaiden tuottavuuden ja tuotannon sujuvuuden parantamisessa on jäänyt vähemmälle huomiolle. Pääpaino on ollut enemmän materiaalitoimitusprosessin tehokkuudessa kuin prosessin asiakkaan, eli asentajan, tehokkuudessa. Viimeaikaiset työmaan hukkaa ja työajan käyttöä koskevat tutkimukset osoittavat, että jopa 30 % työntekijän ajasta työmaalla ku-*

*luu erilaisiin materiaaleihin liittyviin etsimis-, nouto-, haalaus- ja esikä-sittelytehtäviin, jotka eivät tuota merkittävästi lisäarvoa lopputuotteelle.*

Rakentamisessa logistiikka jaetaan kolmeen eri vaiheeseen: tulo-, sisä- ja paluulogistiikkaan. Tulologistiikka käsittää materiaalien hankinnan, toimituksen, vastaanoton ja purkamisen. Sisälogistiikka on yrityksen sisällä tapahtuvaa materiaalien hallintaa, eli materiaalien siirtoa kuorman purkamisen jälkeen edelleen asennuspaikalle tai välivarastoon ja sieltä siirto edelleen asennuspaikalle. Paluulogistiikalla tarkoitetaan jätehallintaa ja ylimääräisten rakennustarvikkeiden sijoittamista pois asennuspaikalta. Palautettavat ja reklamoidut tuotteet kuuluvat myös tähän kategoriaan. (Wegelius-Lehtonen, Pahakala, Nyman, Vuolio & Tanskanen 1996, 7.)

### 3.1 Rakentamisen osapuolet

Rakennusprojektilla on aina useita eri osapuolia ja jotta projekti toteutuu halutulla tavalla, on kaikkien osapuolten toimittava yhteistyössä. Logistiikkaan vaikuttavia osapuolia ovat esimerkiksi pääurakoitsija, rakennuttaja, suunnittelija ja materiaalitoimittaja.

Tärkein rooli on pääurakoitsijalla, joka hallitsee hankkeen logistiikan kokonaisprosessia. Vastuullinen logistiikkajohtaminen on materiaalivirtojen hallintaa ja eri osapuolten kanssa yhteistyön tekemistä, jossa pääurakoitsija toimii koordinoijana hankinnoissa sekä aliurakoitsijoiden, rakennuttajan ja suunnittelijoiden välisenä linkkinä.

Rakennuttaja on urakan toimeenpaneva osapuoli ja edustaa urakan tilaajaa seuraten hankkeen suunnitelmien mukaista toteutusta. Rakennuttaja voi tehostaa logistiikkaa koordinoimalla hankkeen suunnittelua ja sen toteutusta laadukkaasti. (Mt. 17.)

Suunnittelijan rooli rakennushankkeessa on tuottaa projektille suunnitelmat, joiden pohjalta työt voidaan toteuttaa. Selkeillä suunnitelmilla ja tuoteluetteloilla saadaan hankinnat suoritettua jouhevasti.

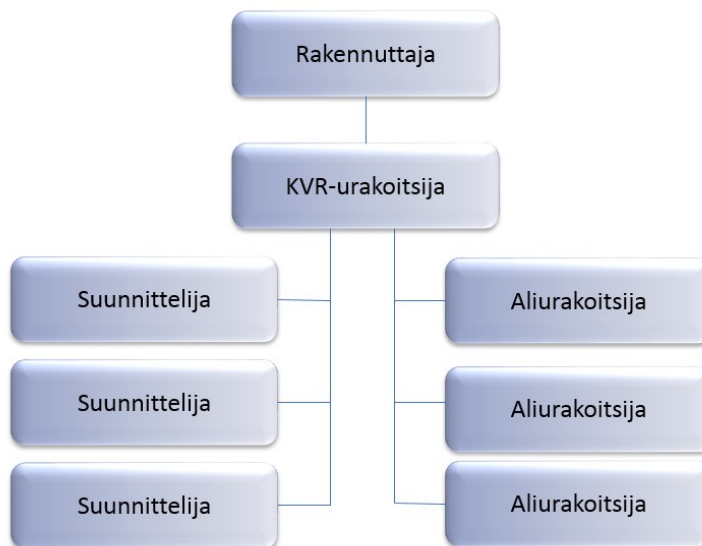
Materiaalitoimittajilla on avainrooli rakennusurakassa. Materiaalit on saatava työmaalle sellaisena kuin ne on tilattu ja oikeaan aikaan. Toimittajan on tärkeää palvella asiakasta joustavasti ja kustannustehokkaasti. (Mt. 19.)

### 3.2 Urakkasopimukset

Rakennushankkeen urakkasopimusmuodot vaikuttavat myös logistiikan tehostamismahdollisuuksiin. Urakkamuodon ja projektiorganisaation valinnalla on vaikutusta hankkeen läpäisy aikaan sekä kustannuksiin. Rakennusalan yleisimmät urakkasopimusmuodot:

#### **Kokonaisvastuurakentaminen (KVR)**

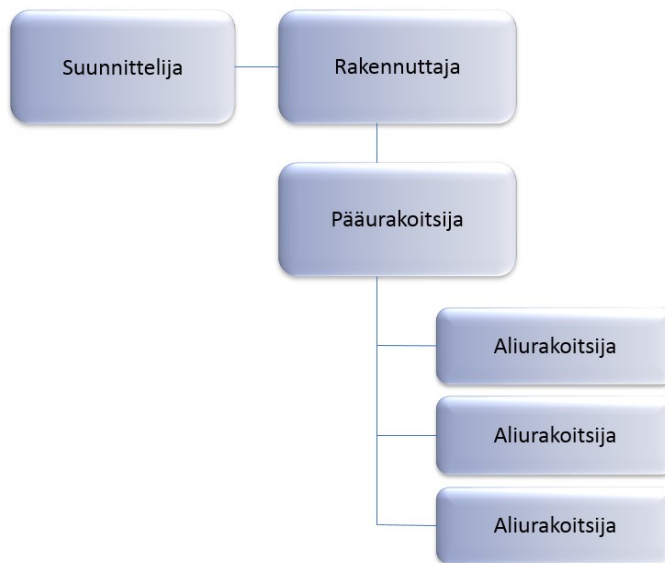
Kokonaisvastuurakentamisessa urakoitsija vastaa rakennushankkeen kokonaiskoordinoinnista, rakentamisen toteutuksesta ja suunnittelusta. Rakennuttaja on sopimussuhteessa KVR-urakoitsijaan, jonka alaisina toimivat aliurakoitsijat ja suunnittelijat. (Liuksiala & Stoor 2014, 40.) KVR-urakointia kutsutaan myös nimellä ”avaimet käteen- toimitus”.



Kuvio 1. Kokonaisvastuurakentaminen (Muokattu lähteestä: Oksanen, Laine & Kaskiaro 2019, 77)

### Kokonaisurakka

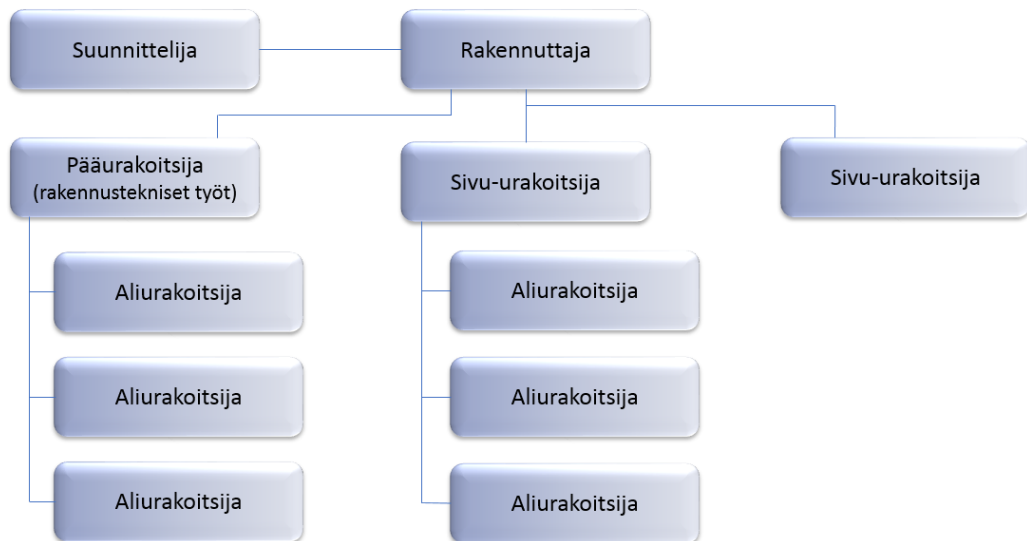
Kokonaisurakassa rakennuttaja solmii sopimuksen pääurakoitsijan kanssa, joka vastaa rakentamisen toteutuksesta rakennuttajalle. Suunnitelmien laatimisesta rakennuttaja tekee erillisen sopimuksen, joka ei ole sopimussuhteessa suoraan pääurakoitsijaan. Pääurakoitsija voi jakaa rakennustöitä aliurakoitsijoille, jotka vastaavat työn laadusta suoraan pääurakoitsijalle. Pääurakoitsija vastaa aliurakoitsijoiden suorituskyvystä rakennuttajalle. (Liuksiala & Stoor 2014, 41.)



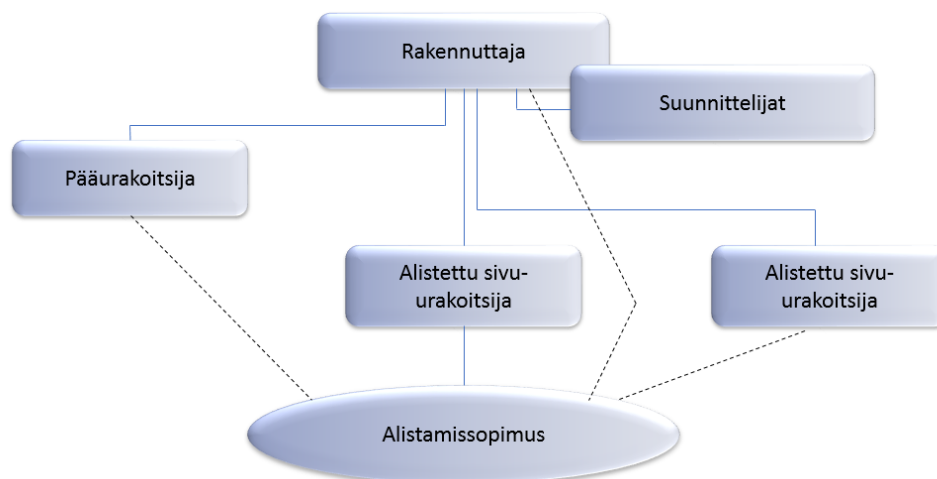
Kuvio 2. Kokonaisurakka (Muokattu lähteestä: Oksanen ym. 2019, 75)

### Jaettu urakka

Jaetussa urakassa rakennuttaja jakaa urakan osasuorituksiin, jolloin rakennuttaja laatii erilliset sopimukset pääurakoitsijan ja sivu-urakoitsijoiden kanssa. Tavallisesti nämä jakaantuvat rakennus- ja taloteknisten töiden kesken, jossa urakoitsijat eivät ole toisiinsa sopimussuhteessa. Poikkeuksena kuitenkin voidaan muodostaa aliammissopimus eri urakoitsijoiden välille. Suunnitelmien laatimisesta rakennuttaja tekee erillisen sopimuksen, joka vastaa töistään rakennuttajalle. (Liuksiala & Stoor 2014, 41.)



Kuvio 3. Jaettu urakka (Muokattu lähteestä: Oksanen ym. 2019, 78)

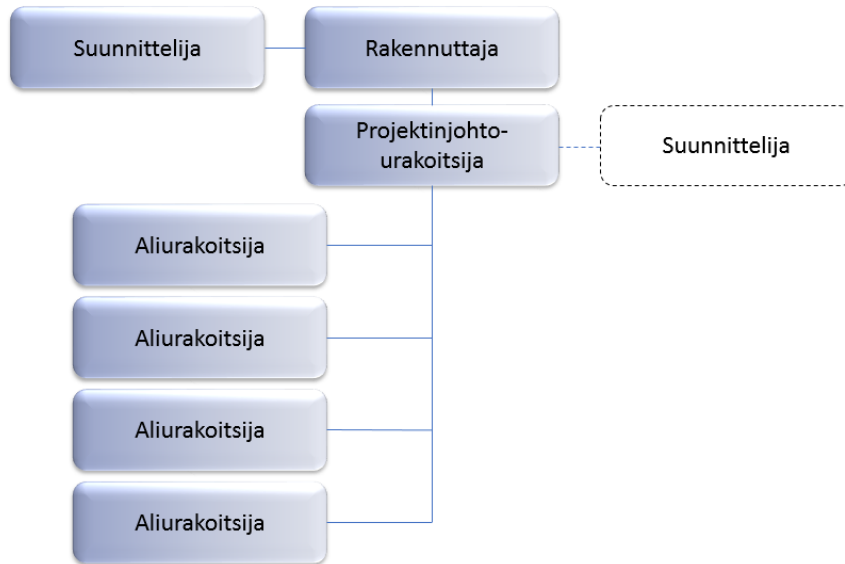


Kuvio 4. Sivu-urakan alistaminen (Muokattu lähteestä: Oksanen ym. 2019, 79)

### Projektinjohtourakka

Projektinjohtourakassa erillinen projektinjohtourakoitsija korvaa perinteisen pääurakoitsijan. Projektinjohto-organisaatiossa voi työskennellä henkilöitä rakennuttajan-, konsultin- ja projektinjohtourakoitsijan organisaatiosta. Urakoitsija huolehtii täten ra-

kennuttaja- ja työmaatehtävät sekä rakennustöiden toteuttamisesta. Suunnittelusopimukset voidaan laatia rakennuttajan tai projektinjohtourakoitsijan kanssa. (Liukkala & Stoor 2014, 43.)



Kuvio 5. Projektinjohtourakka (Muokattu lähteestä: Oksanen ym. 2019, 79)

### Ali- ja sivu-urakoitsijat

Rakennusprojekteissa käytetään usein tiettyyn työhön erikoistuneita aliurakoitsijoita tai sivu-urakoitsijoita. Logistiikkaketjut kuitenkin pysyvät pääpiirteissään samanlaisina riippumatta siitä kuka urakan tekee. Tärkeässä roolissa on yhteistyön löytäminen eri osapuolten välille ja vastuiden jako. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 15).

Pääurakoitsijan ollessa sopimussuhteessa aliurakoitsijaan, voi tämä velvoittaa urakoitsijaa aliurakkasopimuksessa logistiikkaan liittyvissä asioissa. Ongelmaksi usein muodostuu sopimuksien tulkinta ja soveltaminen työmaatilanteeseen.

Jaetussa urakassa sivu-urakoitsija ei ole suoranaisesti sopimussuhteessa pääurakoitsijaan, ellei sopimus ole alisteinen. Näin ollen logistiikan hallittavuus ei ole aina pääurakoitsijan määräysvallassa vaan myös rakennuttajalta vaaditaan logistiikan suunnittelua ja hallintaa.

### 3.3 Toimitusvaihtoehdot

Erilaisia toimitusvaihtoehtoja on mm. suoratoimitus, täsmätoimitus ja terminaalitoimitus. Suoratoimituksella tarkoitetaan toimitusta, jossa tilattu materiaali toimitetaan työmaalle esimerkiksi tehtaalta, tukkuliikkeen varastosta, terminaalista tai rautakaupasta.

Täsmätoimitus eroaa suoratoimituksesta siten, että tarkasta toimitusajankohdasta on sovittu ja toimitus on suunniteltu tarkasti laskettujen määrien perusteella toimituseriin. Toimituksille voidaan myös laatia tilatunnukset, jotta ne voidaan työmaalla purkaa ja siirtää lähelle varsinaista asennuspaikkaa. (Toimitusketjun hallinta talonrakentamisessa 2019, 38.)

Terminaalitoimituksella tarkoitetaan logistiikkayrityksen omassa välivarastossa säilytettävää materiaalia, josta ne toimitetaan työmaalle erillisestä kutsusta. Logistiikkayrityksillä on usein tarjottavana erilaisia palveluita, esimerkiksi yhtenä terminaalipalveluna voi olla ns. setitys, jossa logistiikkayritys yhdistelee eri tehtaiden, rautakauppojen tai maahantuojien tuotteita yhdeksi toimitukseksi työmaalle. Muita palveluita ovat mm. välivarastointi, erilaiset käsittelyt ja uudelleen pakkaus (Mts. 38).

## 4 Rakennustyömaan toimitusten ohjaus

Hallitulla toimitusten ohjauksella pyritään siihen, että tilattu materiaali on oikeaan aikaan toimitettu työmaalle sekä asennusalueelle, jotta työt voivat edetä suunnitellun aikataulun mukaisesti. Hyvän toimitusten ohjauksen ansiosta:

- Häiriökustannukset vähenevät ja tuottavuus paranee
- Materiaalien siirto- ja varastointikustannukset vähentyvät
- Materiaalihukat vähenevät
- Tuotannon aikataulupito paranee

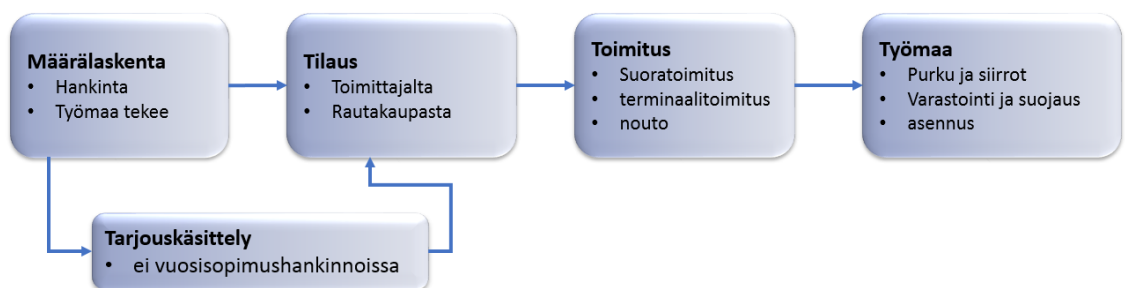
(Rakennustyömaan toimitusten ohjaus 2009, 3.)

Sisätyövaiheen logistiikkaa suunnitellaan jo runkovaiheessa, sillä tietyt materiaalit on syytä nostaa jo runkovaiheessa kerroksiin. Yleisempia tuotteita ovat ulkoikkunat, tiilet ja harkot sekä kipsilevyseinämateriaalit. Rungon aikana nostettavat tuotteet mietitään projektikohtaisesti, sillä tilatarpeet, lattiarakennetyypit, käynnissä olevat työvaiheet ja vallitsevat olosuhteet vaikuttavat varastointimahdollisuuksiin.

Työmaannäkökulmasta tarkasteltuna hankintojen toimitusketjut voitaisiin jakaa kahteen eri vaiheeseen: toimitusten suunnittelu hankintavaiheessa ja toimitusten suunnittelu ja ohjaus työmaavaiheessa.

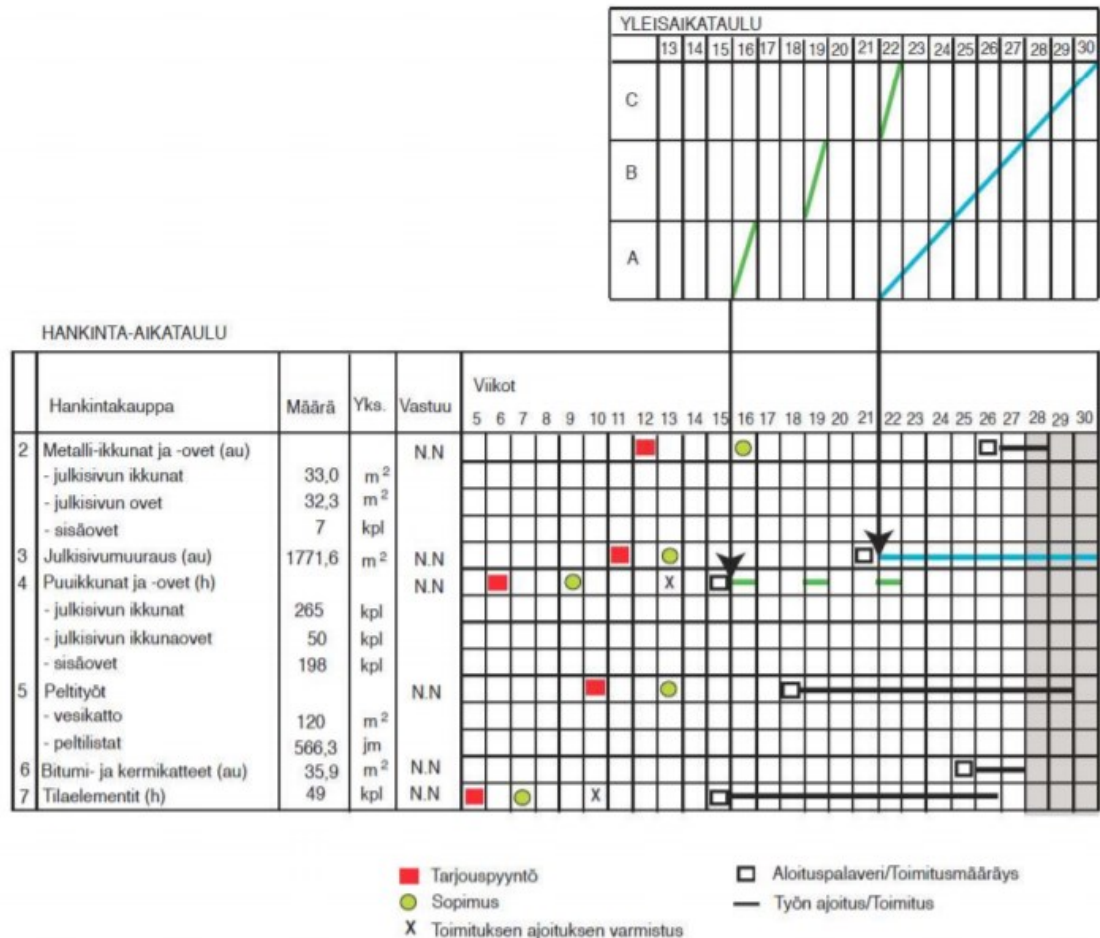
#### 4.1 Toimitusten suunnittelu hankintavaiheessa

Hankintaosaston ja hankkeen työmaaorganisaation tehtävät ja vastuut määritellään yrityksissä eri tavoin. Selvää kuitenkin on, että hankinnat tulisi suorittaa yhteistyössä, jotta mahdollisilta epäselvyyksiltä vältyttäisiin. Kohdeyrityksessä työmaa laskee määrät aliurakoitsijan urakkatarjousta varten sekä valmistelee aliurakkasopimuksen, joista hankinta lähettää kyselyt. Mikäli materiaalit tulevat työmaan omana hankintana, lasketaan myös materiaalmäärät tuotteiden tilausta varten. Hankintaosaston tehtäviin kuuluu toimittajarekisterin-, kausi- ja puitesopimuksien ylläpito, tarjouspyynnöt- ja tarjoukset, neuvottelu- ja sopimuskäytännöt.



Kuvio 6. Hankintaketjun päävaiheet vakiotuotteilla (Muokattu lähteestä: Rakennustyömaan toimitusten ohjaus 2009, 6)

**Hankintasuunnitelma** perustuu hankkeen yleisaikatauluun. Hankintasuunnitelmaan kirjataan hankintakokonaisuudet, jotka muodostuvat työkokonaisuuksista ja materiaaleista. Suunnitelma pitää yllä oikea aikaista valmistelua hankintojen tarjouspyyntöjä varten ja auttaa valvomaan näiden edellyttäviä rakenne- ja muiden suunnitelmien saatavuutta riittävän ajoissa. Suunnitelmaan merkitään toimitusajankohdat yleisaikataulun mukaan.



Kuvio 7. Esimerkki hankintasuunnitelmasta / hankinta-aikataulusta (Lähde: Koskenvesa & Sahlstedt 2017, 51)

Muita hankintoihin liittyviä tarkentavia suunnitelmia ovat esimerkiksi aluesuunnitelma, tehtäväsuunnitelma, materiaalien siirtosuunnitelma, logistiikkasuunnitelma. Suunnitelmat ovat osa ennakoivaa tuotannonohjausta. (RATU S-1227 2010).

**Aluesuunnitelma** tehdään maarakennus-, perustus- ja runko- sekä sisätyövaiheisiin. Suunnitelmassa huomioidaan logistiikan kannalta ajoreitit, materiaalien vastaanotto-, purku- ja varastointipaikat. Sisävalmistusvaiheen aluesuunnitelmassa tulisi etenkin huomioida mm. pysty- ja vaakahaalaukset, varastointialueet, rakennushissin- ja jäte-lavojen sijainnit. (RATU C2-0454 2017.)

**Tehtäväsuunnitelma** on työväline tehtävän ohjaukseen. Tehtäväsuunnitelmaan sisällytetään mm. työn lähtö- ja lopputilanne, mallityö, tehtävän aikataulu, riippuvuudet muihin tehtäviin, resurssit, riskianalyysi, laatuvaatimukset, materiaalien ja jätteiden käsittely. Keskeisempiä asioita on aloitusedellytysten varmistamisen, poistaa esteitä tuotannosta ja opastaa työntekijöitä työssään. Suunnitelma toimii työnjohtajan välineenä työnaikaiseen seurantaan ja laadunvarmistukseen. TESU:n eli tehtäväsuunnitelman sisältöä voidaan hyödyntää hankinnoissa, aliurakkaneuvotteluissa- ja sopimuksissa sekä työn aloituspäiväkokouksissa. Suunnitelman hyödyntäminen riippuu siitä, missä vaiheessa suunnitelma laaditaan (mt).

**Materiaalien siirtosuunnitelmassa** esitetään kuormien purkumenetelmät sekä materiaalien pysty- ja vaakasiirtoihin käytettävät apuvälineet ja siirtokalusto. Suunnitelma on osa myös työturvallisuusjohtamista.

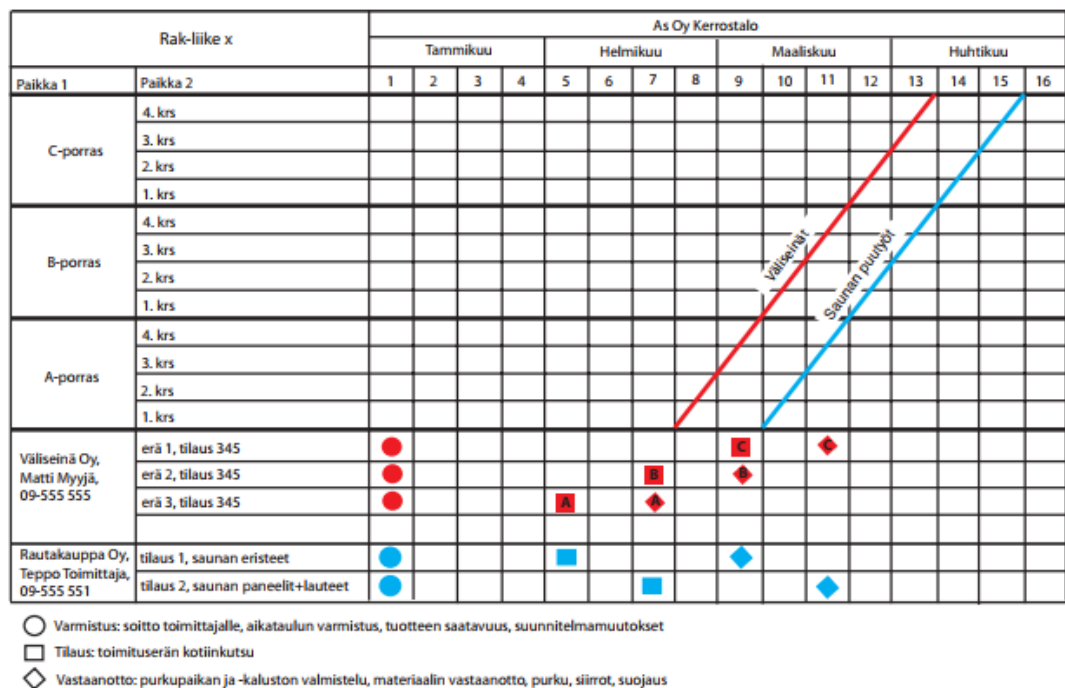
**Logistiikkasuunnitelmassa** ajatellaan hankintaprosessin kokonaisuutta, aina tuotteen hankinnasta, toimituksesta, siirroista ja asentamisesta aina jätteiden lajitteluun saakka. Suunnitelmalla yhtenäistetään toimintamalleja toimihenkilöiden kesken, jotta mahdolliset logistiikkaa häiriköivät tekijät ja päällekkäisyydet saataisiin minimoitua. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 66-67.)

## 4.2 Toimitusten suunnittelu ja ohjaus työmaavaiheessa

Työmaavaiheessa yleisaikatauluun perustuva hankintasuunnitelma ei ole usein riittävän tarkka toimituksen ohjauksen tarpeisiin. Työnjohdon tarkentavia suunnitelmia voidaan esittää viikkosuunnitelmien ja tehtäväsuunnitelmien pohjalta. Viikkosuunnitelma voidaan esittää jana- tai vinoviiva-aikatauluna, jossa esitetään keskeisimpien tehtävien työt riittävällä tarkkuudella paikkaan sidottuna. Tehtäväluettelo voidaan

esittää esimerkiksi puolenpäivän tai kahden tunnin tarkkuudella riippuen työnjohdon resursseista. (RATU S-1227 2010; Rakennustyömaan toimitusten ohjaus 2009, 12.)

Työnjohtaja voi laatia oman vastuualueidensa töistä työvaihe aikataulun, jossa esitetään myös materiaalien toimitusajankohdat. Vinoviiva-aikataulun alapuolella esitettävät toimitukset tuovat ilmi töiden rytmittämistä resurssien ja aikataulujen hallintaan. Suunnitelma pitää työmaan eri osapuolet tietoisina siitä mitä työmaalla tehdään, milloin tehdään ja kuka tekee. (Mts. 12.)



Kuvio 8. Esimerkki vinoviiva-aikataulun ja toimituserien yhdistämisestä (Rakennustyömaan toimitusten ohjaus. 2009)

### Toimitusmenettelyn täsmennys

Materiaalien toimitusmenettelyä täsmennetään, kun ennalta sovitut toimitusajankohdat lähestyvät. Työnjohto tarkistaa toimitussopimuksen sisällön ja tarkistaa toimituserien määrän, koon ja ajoituksen ja tekee tarvittavat muutokset tilaukseen, jos suunnitelmissa on esimerkiksi tapahtunut muutoksia tai työnaloitus on siirtynyt.

Toimituserien määrittämiseen vaikuttavat työmaalla oleva varastointitila, töiden aikataulu ja kuljetuskustannukset. Määrälaskelmat kannattaakin usein laatia kerroksittain, tiloittain tai lohkoittain. Työmaan tilankäyttö tulisi huomioida tilausta tehdessä, jotta mahdollisilta muihin töihin vaikuttavilta häiriöiltä vältyttäisiin. (Mts. 13.)

### **Toimituserien kotiinkutsu**

Toimituserät kotiinkutsutaan ennalta sovitulla tavalla. Työjohton tehtävänä on myös varmistaa, että toimittajan tuotanto etenee suunnitellulla tavalla tai että toimituksissa ei ole aikataulullisia tai muita ongelmia. On myös huomioitava, että työmaalla ilmaantuvista mahdollisista aikataulu- ja suunnitelmamuutoksista työjohton täytyy informoida toimittajaa. Työjohto selvittää myös toimittajan yhteishenkilön tiedot ja tuotetoimituksen kuljettajaa pyydetään informoimaan mahdolliset ongelmatilanteet työmaalle. Toimituksen helpottamiseksi lähetetään työmaan aluesuunnitelma toimittajalle ja kuljetusliikkeelle, missä ilmenee tuotteiden turvallinen purkupaikka. Tuotetoimituksessa tulee huomioida tuotteen saapuminen työmaalle, esimerkiksi 1-2 päivää ennen työn aloitusta, jotta tuotteet ehtivät tasaantua vallitseviin asennusolosuhteisiin. (Mts. 14.)

### **Vastaanoton valmistelu ja kuljetus**

Toimituksen vastaanoton valmistelussa työjohton tehtävänä on varmistaa ennakoon, että työmaalla on määritelty mesta, kuorman purkupaikka ja varastointipaikka ja siihen liittyvät suojauskalustot ovat kunnossa. Toimituksen purkuun sopiva kalusto tilataan valmiiksi toimitusajankohdaksi ja samalla varmistetaan kuljetus ja työmaakaluston yhteensopivuus. Jos toimituksen kotiinkutsusta on kulunut jo runsaasti aikaa, voidaan vielä tarkistaa toimituksen tilanne toimittajan sekä kuljetusliikkeen kanssa.

Siirto, nosto ja varastointi suoritetaan työturvallisuus edellä tuotekohtaisesti valmistajan antamien ohjeiden tai tuotteiden mukana tulleen ohjeen mukaisesti, jos siirto-työissä joudutaan käyttämään ulkopuolisia työntekijöitä, on hyvissä ajoin ennen toimituksen saapumista järjestettävä huolellinen perehdytys. Kuljetusliikkeeseen täytyy olla yhteydessä erityisiä purkuresursseja tarvitsevista, paljon varastotilaa tarvitsevista

tai aikataulullisesti kriittisistä toimituksista jos työmaahan ei ole otettu yhteyttä sovittu ennen toimitusta. (Mts. 14-15.)

### **Vastaanotto**

Toimituksen vastaanotossa on tärkeää, että työmaahenkilöstö on jo valmistautunut tavaran vastaanottoon, jotta materiaalit saadaan sijoitettua lähelle käyttökohdetta. Ennakoidulla vastaanotolla pyritään välttämään mm. kuorman purkua väärään paikkaan, mikä johtaa materiaalien ylimääräisiin siirtoihin ja töiden hidastumiseen. Työjohto valvoo ja ohjaa kuljetusliikkeen sekä kuormanpurkajien toimintaa ja huolehtii, että työturvallisuutta noudatetaan.

Tavaran vastaanoton yhteydessä tarkistetaan suojauksien laatu ja ehjyys. Mikäli puutteita tai vaurioita ilmenee materiaalien pakkauksissa tai suojauksissa jo vastaanotossa, tulee nämä kirjata kuormakirjaan sekä kuvata ja olla valmistajaan yhteydessä. Muissa tuotekohtaisissa reklamointiasioissa ollaan valmistajaan yhteydessä, jos puutteita ilmenee vielä suojien poiston jälkeenkin. (Mts. 15.)

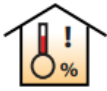




## **5 Materiaalien varastointi**

Varastointi työmailla on usein haastavaa tilanpuutteen vuoksi. Tämä korostuu erityisesti kaupunkialueilla, joissa ei ole ylimääräistä työmaa-aluetta ulkona varastointia varten. Sisätyövaiheessa materiaalien varastointi mahdollisuudet puolestaan sisällä vaihtelevat rakennettavien tilojen perusteella. Yleensä varastointia tulisi minimoida, jotta työvaiheet saadaan suoritettua tehokkaasti, aikataulussa ja laadukkaasti ilman ylimääräisiä materiaalityhjiä.

Varastointia ohjeistaa myös P1-puhtausluokitus ja Terve Talo-ohjeistus, joissa kiinnitetään huomiota rakennusaikaiseen puhtauden-, pölyn- ja kosteudenhallintaan. Materiaalien varastointitapoihin kiinnitetään huomiota, jotta rakenteiden kuivuminen ei pääse estymään. Tämä tarkoittaa rakennusmateriaalien osalta varastointia esimer-

kiksi kuormalavojen päällä. Materiaalit tulee olla myös kosteudelta ja pölyltä suojattuna. Materiaalien ylimääräistä varastointia tulisi myös välttää, jotta puhtauden- ja pölynhallinta saadaan työmaalla toteutetuksi. (RT 07-10805 2003, 7-8.)

Ahtailla työmailla tuleekin miettiä materiaalitoimitukset hyvin optimoidusti suunniteltuna toimitustapojen ja toimituserien suhteen. Usein varastointilaa tarvitaan jossain määrin, sillä itsessään jo käynnissä olevat työvaiheet ja niihin käytettävät työkalut ja laitteet vievät tilaa. Tilavilla työmailla puolestaan hyödynnetään usein työmaan omaa piha-aluetta varastointiin. Tämä tuo tietynlaista joustavuutta materiaalitoimituksiin ja toimii samalla puskurivarastona työvaiheiden jatkuvaan materiaalien saantiin. Sisävalmistusvaiheen materiaaleja varastoitaessa ulkona tulee huomioida kuitenkin niiden turmeltumisherkkyys, joka voi tapahtua esimerkiksi ilmankosteuden vaikutuksesta, vaikka tuote olisikin suojattu. Tuotteet tulee lisäksi suojata suoralta ja paahteiselta auringonvalolta. Rakennusmateriaalien suojauksesta on olemassa ohjeellisia kuvauksia. Tuotekohtaiset suojauskäytännöt tulisi aina tarkistaa valmistajan ohjeista.

Käyttötila	Lämmin tila	Sisätila	Suojainen tila	Ulkotila
				
Säilytys lämmitetyssä sisätilassa. Materiaalilla voi olla erityisiä olosuhdevaatimuksia, kuten lämpötila tai ilmankosteus.	Materiaali säilytetään lämmitetyssä sisätilassa.	Materiaali tulee säilyttää sisätilassa kastumiselta. Ei välttämättä lämpötilavaatimusta. Varastointipaikka esim. ulkorakennus tai varastokontti.	Materiaali voidaan säilyttää katetussa ulkotilassa. Esimerkiksi suojapeitteillä tai katoksella suojattu tila.	Materiaalilla ei ole erityistä suojaustarvetta.
Parkeetit, laminaatit				
Kalusteet				
Matot				
Kipsi- ja lastulevyt				
Pintatuotteet				
Suojaamattomat puuikkunat ja -ovet				
Pintapuutavara				
IV-koneet ja äänenvaimentimet				
		Laastit		
		Runkopuutavara		
		Puuikkunat ja -ovet (lyhytaikainen)		
		Metalli-ikkunat ja -ovet		
		Kuivabetoni		
		Lämmöneristeet		
		Metallikasetit		
		Puuelementit		
		Betonielementit		
		Keramiikka, tiilet ja laatat		
		Raudoitteet		
		Metallivarusteet		
		Maa-ainekset		
		Kattotiilet		
		Ulkovarusteet		

Kuvio 9. Ohjeellinen kuvaus materiaalien varastoimisesta (Lähde: RATU S-1232 2013, 10)

Varastointitarpeista päätetään hankekohtaisesti, jotta löydetään kyseiselle kohteelle toimiva ja kustannustehokasratkaisu. Työmaan työkalu- ja pientarvikkeiden varastointiin käytetään usein varastokontteja, näiden lukumäärästä päätetään työmaan alkaessa.

Varastointitilana voi toimia esimerkiksi vuokrattu tila työmaan ulkopuolelta, joka toimii ns. välivarastona. Tämä muoto hieman haasteellinen, koska vaatii erillisen varastonhoitajan toimiakseen. Käytössä voi olla myös logistiikkayrityksen terminaali- tai varastointipalvelu, josta voidaan kotiinkutsua materiaalia työmaalle (Rakennustyömaan toimitusten ohjaus 2009, 19). Terminaalitoimituksia käytettäessä, tulisi toiminnan olla keskitettyä logistiikkayritykselle esimerkiksi kausisopimuksen muodossa, jotta kustannukset pysyisivät maltillisena.

Varastointiratkaisuihin on olemassa erilaisia suunnitelmia. Sisävalmistusvaiheelle soveltuvia voisi olla esimerkiksi: ABC-analyysi, sisätilojen varastointipaikoista tehtävä aluesuunnitelma kerroksittain, jotka toteutettu 2D- tai 3D-mallina.

### **ABC-analyysi**

ABC-analyysi on kehitelty varaston hallintaan, jossa tuotteet järjestellään arvojärjestykseen, ottokertojen perusteella (Ritvanen, Inkiläinen, Von Bell, Santala 2011, 87). Analyysiä voidaan soveltaa työmaa käyttöön, jossa työmaan piha-alueella varastoivat tuotteet voidaan järjestää niiden tarpeellisuuden mukaan tiettyihin alueisiin. Alueet merkitään tarpeellisesta tuotteesta A – vähiten tarpeelliseen tuotteeseen C. ABC-analyysia voidaan hyödyntää esimerkiksi sisävalmistusvaiheelle tehtävässä aluesuunnitelmassa.

### **Varastointisuunnitelmat kerroksista 2D- ja 3D-mallien avulla**

Sisätiloissa varastoitaville tuotteille voidaan suunnitella varastointialueet esimerkiksi kerroksittain. Sisätilojen varastointisuunnitelman laadintaan voidaan käyttää kerroskohtaisia 2D- pohjapiirustuksia, joihin merkitään varastointipaikat (Toimiva työmaa, hyvät käytännöt 2014, 13). Varastointipaikat voidaan jakaa esimerkiksi tuotteittain tai urakoitsijoiden kesken. Varastointipaikat eivät usein sovellu pitkäaikaiskäyttöön, vaan niiden sijoittelussa tulisi seurata tiettyjä rakentamista tahdistavia työvaiheita.

Tietomallin 3D-mallia voidaan hyödyntää varastoinnin suunnittelussa. Tietomallin etuna on eri suunnittelualojen löytyminen samasta mallista ja tämän visuaalinen ilme (Whitlock, Abanda, Manjia, Pettang & Nkeng 2018, s. 51-54). Tämä tuo huomattavasti helpotusta varastointipaikkojen suunnitteluun, verrattuna perinteisiin 2D-pohjapiirustuksiin, joissa ei esitetä samassa kaikkien suunnittelualojen piirustusmerkintöjä. Tämä vaatisi silloin eri työvaiheiden huomioimiseksi jopa 4-6 suunnitelman katselmointia.

## 6 Haastattelujen ja kyselyiden tulokset

### 6.1 Haastattelut

Haastattelujen tarkoituksena oli kartoittaa työmaiden logistiikkakäytäntöjä ja niiden suunnittelua sisätyövaiheessa. Haastateltavien vastaukset perustuvat kokemuksiin eri hankkeilta, eikä niinkään joltain tietyltä työmaalta. Vastaukset ovat ennemminkin onnistumisen, yrityksen ja erehdyksen kautta opittuja asioita.

#### **Työmaalogistiikan suunnittelu**

Työmailla tehdään hankintasuunnitelma, jotta hankintatiimi tietää aloittaa kyselyt ja hankinnat urakoiden suhteen. Toimitusajankohdat kirjataan suunnitelmaan, mutta ajankohdat eivät tässä vaiheessa ole tarkkoja, koska suunnitelma perustuu yleisaikatauluun. Logistiikkasuunnitelma on suunnitelmana sellainen, että sitä ei tiedosteta / tehdä.

*Erillistä logistiikkasuunnitelmaa ei tehdä. Aluesuunnitelmassa ja tehtäväsuunnitelmissa kiinnitetään huomiota näihin asioihin.*

Vastauksista kävi ilmi, että logistiikkaa suunnitellaan työmailla ainakin aluesuunnitelmilla, tehtäväsuunnitelmissa ja materiaaliensiirtosuunnitelmalla. Osa vastaajista koki materiaalinsiirtosuunnitelman rutiininomaisena, eikä sen koeta ohjaavan työmaata. Aluesuunnitelma päivitetään aina eri rakentamiskäytännöille, mutta sisätyövaihetta ajatellen suunnitelman ei koeta yleisesti muuttuvan enää suuresti runkovaiheen jälkeen. Suunnitelmassa esitetään rakennushissin sijainti ja sekä muut haalausaukot nostoja varten. Työmaahissia hankittaessa tulisi huomioida hissin koko ja käyntiovien aukeavuus, jotta ne ovat käyttötarkoitukseen sopivat. Työmaahissin edustan tulisi olla sellainen, että saapuvan tavaran purku voidaan suorittaa perälautapurkuna, sekä tehdä tavaralle vaakasiirtoja pumppukärryllä kohti seuraavaa sijoituspaikkaa. Jätelaivojen sijoittelua tulisi miettiä uudelleen, esimerkiksi sisäänkäyntien ja työmaahissin läheisyyteen.

Jos sisätyövaiheelle haluttaisiin tehdä oma suunnitelma, sen pitäisi olla työmaan sisäisistä varastointialueista tehtävä oma aluesuunnitelma. Tämä vaatisi työnjohdolta aikaa suunnitelman ylläpitoon sekä jatkuvaa tietoutta materiaalien ja myös työtarvikkeiden tilantarpeesta. Työnjohdolla on käsitys omista tilatuista määristä, mutta talotekniikan varastointitarpeesta ei ole niinkään käsitystä.

*Työmaan sisälle ei ole suunniteltu varastointialuetta tai -paikkoja, koska niitä ei voida osoittaa pidempään käyttötarkoitukseen. Varastopaikat muuttuvat aina työvaiheen edetessä ja tavaroita siirrellään aina niiden mukaan.*

*Varastointiratkaisut mietitään useimmiten vasta työvaiheen alkaessa. Hyvä olisi tietysti etukäteen miettiä.*

### **Materiaalihankinnat**

Haastateltavat kertoivat, että runkovaiheessa suunnitellaan mitä materiaaleja nostetaan holville valmiiksi sisävalmistusvaihetta ajatellen. Tavallisia nostettavia materiaaleja ovat ulkoikkunat ja niiden lisäksi muurausharkot, jos on tilaa varastoida. Kipsilevyseinätarvikkeiden nostoa voi harkita, mutta tässä tulee huomioida lattiarakennetyyppi. Esimerkiksi levyjen varastointia konsolien varaan seinälle voi harkita.

Yleisesti materiaalin tilausta varten lasketaan määrät esimerkiksi tiloittain, kerroksittain ja lohkoittain. Esimerkiksi sisäovi ja -ikkunat ja kalusteet on syytä litteroida tilausta varten huoneittain ja kerroksittain, jotta tehtaalla osaavat merkitä tuotteet tunnuksilla. Tämä helpottaa tuotteiden jakoa työmaalla. Aliurakointikauppaan kannattaa myös ehdottaa haalausta, mutta usein miten tämä ei tuota tarjoajissa innostusta. Tilauksissa yleisesti tulisi myös huomioida toimitetaanko tuotteet kuormalavojen päällä ja miten suojattuna. Tämä on tuttua jo Terve Talo-ohjeista, mutta ohjeissa myös ohjataan välttämään materiaalien ylimääräistä varastointia.

*Parasta suunnittelua on se, jos osaa ennakoida jonkin työn tavaramäärän esim. 2-3 viikon päähän, jonka mukaan sitten otetaan toimituksia. Liian helposti otetaan täysiä kuormia.*

Kaikki osapuolet olivat täsmätoimitusten kannalla. Niiden avulla varmistettaisiin, ettei työmaalla ole missään vaiheessa varastoituna liikaa tavaraa. Terminaalista toimitusta kotiinkutsulla pidettiin myös hyvänä vaihtoehtona, koska terminaalissa on usein työmaata suotuisimmat olosuhteet materiaalin varastoinnille. Yleensä terminaalit ovat viileitä, kosteudenpoistolla varustettuja tiloja. Terminaalitoimitukset ovat kustannuksiltaan huomattavasti korkeampia, joten näitä käytetään tapauskohtaisesti ja harkiten.

*Materiaalihallinnassa auttaa, kun työmaa tilaa itse jonkin työvaiheen materiaalit aliurakoitsijoille. Tilanne pysyy niin sanotusti omissa käsissä.*

Webshopin kautta tehtävissä tilauksissa kannattaa kirjoittaa tilauksen lisätietokenttään ”soitto ennen toimitusta”, muuten tavarantoimittajat saattavat soittaa vasta piipästä. Lisäksi tehdastoimittajilta voisi tiedustella toimitusta ”purettuna”, eli olisiko heillä esim. hiab-kuljetuksia tai trukkipurkua saatavilla, tämä vähentäisi kurottajan tilausta yksittäisiä keikkoja varten. Esimerkiksi eräältä eristevalmistajalta on saatu kuljetuksia, johon on sisältynyt kuorman purku trukilla.

### **Toimitusten kirjaus ja tiedottaminen**

Työmaatoimistoissa on käytössä tussitaulu, joka noudattaa neljäviikkoisaikataulua, johon kirjataan mm. keskeisimpiä palavereja, työvaiheita ja tavarantoimituksia. Haastateltavat pitävät omaa kirjanpitoa vastualueidensa toimituksista. Toimitusten kirjaus tussitauluun tapahtuu vaihtelevalla menestyksellä. Muutamilla työmailla sähköistä kalenteria oli kokeiltu, mutta tämä oli jäänyt vain lyhytaikaiseksi kokeiluksi.

*Tussitaulu on käytössä, jos siihen muistetaan kirjata, muuten ne ovat omassa päässä.*

Yksi vastaajista kertoi, että eräällä työmaalla urakoitsijat olivat kirjanneet omia toimituksiaan samaan tussitauluun ja se oli toiminut kyseisessä tapauksessa hyvin. Muuten aliurakoitsijoiden toimituksia merkitään harvemmin taululle asti. Useampi vastaajista piti yhteisen kalenterin pitoa hyvänä kehitettävänä asiana.

Tiedusteltaessa olisiko hyötyä työntekijöiden tiedottamisesta logistiikan suhteen, oli haastateltavien välillä havaittavissa eriäviä mielipiteitä, sillä tiedottaminen koettiin hieman ongelmalliseksi. Työmailla viestintä tapahtuu yleensä suullisesti, puhelimen, tiedotuspapereiden ja viikkopalaverien avulla. Eräällä työmaalla oli otettu käyttöön uusi infonäyttö, joka on myös sosiaalituloissa työntekijöille nähtävillä. Infonäytön avulla oli esitetty mm. viikkoaikataulua, jossa esitettiin viikon keskeisimpiä työvaiheita. Haastattelussa esitettiin, että infonäytöllä voisi tiedottaa myös logistiikkaan liittyviä asioita. Vastaajista kaikki kokivat uuden infonäytön hyvänä väylänä tiedottamisen suhteen.

*Jos työntekijöille tiedotettaisiin, sen tulisi olla mahdollisimman helposti nähtävillä.*

### **Yhteistyö aliurakoitsijoiden kanssa**

Haastateltavat kertovat, että jos materiaalit ovat aliurakoitsijan tilaamia, esiintyy toimitusten järjestelyissä ja tiedottamisessa paljon vaihtelevuutta urakoitsijoiden kesken. Muutama haastateltavista kertoivat, että toimituksista ja varastoinnista tulisi aina keskustella aloituspalaverissa. Silloin työmaa olisi ”ajantasalla”, sillä sopimuksen tekohetkellä ei pystytä vielä kaikkea tietämään. Toimituksista tiedustellaan työmaavaiheessa viikkopalaverissa ja urakoitsijapalaverissa.

*Urakoitsijapalaverissa kysytään tavaratoimituksista, mutta yleensä kenenkään ei ole selvää vastausta. Ehkä päivän osaavat arvioida, harvemmin aikaa.*

Haastateltavat kertoivat, että talotekniikan tuoma materiaalipaine on ajoittain ongelma sisätyövaiheessa. Talotekniikkaurakoitsijoiden olisi hyvä täsmentää ja jakaa toimituksiaan useampiin eriin, jotta kerrokset eivät täyty tavarasta. Yksi haastateltavista kertoi esimerkkinä, kuinka eräällä työmaalla sähkökaapelihyllyt oli nostettu runkovaiheessa kerroksen lattiatasolle varastoitavaksi, jossa ne pyörivät muutaman kuu-kauden. Sitten ne nostettiin seinälle konsolien varaan lattiavalmisteluiden takia, kunnes ne olivat tasoitemiehen tiellä ja niitä nostettiin vielä kerran korkeammalle katon rajaan.

*Jos työmaa-alue on jo lähtökohtaisesti pieni, niin se myös pakottaa aliurakoitsijat miettimään toimituksia.*

Erään haastateltavan mielestä IV-tarvikkeissa olisi hyvä suosia asennusaluekohtaisia toimituksia. IV-asennukset ovat luonteelta sellaisia, että ne jatkuvat pitkään: ensin asennetaan päärungot ja sitten vasta alakattovaiheessa asennetaan päätelaitteille tulevat kanavat. Tämä aiheuttaa sen, että kanavalaatikat jäävät pyörimään kerroksiin, koska sen alueen kaikki materiaalit on jo toimitettu varhaisessa vaiheessa. Tehtaalta toimitetut eri kokoiset ja malliset kanavaosat ovat sekaisin laatikossa, näistä olisi hyvä selvittää voisiko tilauksia täsmentää.

Muita haasteellisia tilanteita on tapahtunut sellaisessa tilanteessa, että jos aliurakka-sopimukseen on kirjattu pystyhaalauksien kuuluvan pääurakoitsijalle, tulisi aliurakoitsijan ilmoittaa ajoissa (edellisen viikon perjantaina) saapuvista kuormista. Harmittavan usein on käynyt niin, että aliurakoitsija ei ilmoita heille saapuvista kuormista, muuta kuin vasta sitten kun ne ovat työmaalla. Näissä tilanteissa on jouduttu soitteluun kurottajapalveluihin pikaisesti. Kurottajan saatavuus ei ole aina itsestäänselvyys ja näistä on syntynyt tilanteita, että tavarantoimittaja on jouduttu lähettämään pois ja pyydetty tulemaan uudelleen seuraavana päivänä. Tämä työllistää työnjohtoa ja tuo häiriöitä työmaalle. Aliurakoita voisi toisaalta myydä pystyhaalauksella, mutta siinä voi olla kääntöpuolena, että tavaraa toimitetaan liikaa.

### **Materiaalisiirrot ja varastointi**

Työmailla suoritetaan paljon tavarankäytön edestakaisin siirtoja, koska tavarat ovat usein jonkun tiellä. Haastateltavat kertoivat, että aliurakoitsijat eivät ole oma-aloitteisia tavaransiirroissa, vaikka siirrot kuuluisivat sopimusten mukaan heidän vastuulleen. Aliurakoitsijat harvoin tunnistavat siirtojen kuuluvan heidän työhönsä.

*Aliurakoitsija ei mieti mitä seuraavaksi tapahtuu työalueella, hän vaan tekee työt ja varastoi tavaroitaan. Työnjohdon täytyy usein kertoa tavaransiirroista, sitä on vaikea saada automaatioksi. Tavarankäytön minimoimista auttaa tässä asiassa.*

Haastattelussa pohdittiin myös mitä tapahtuu, jos sopimukseen on aliurakoitsijan vastuulle merkitty tavaran siirrot. Tämän osalta kävi ilmi, että tavarat siirtyvät lähinnä kinastellen. Usein pääurakoitsijan omat työntekijät joutuvat siirtämään tavaroita, kun aliurakoitsijat vetoavat kiireeseen omien töidensä suhteen, jolloin tavaroiden siirto ei onnistu. Eräs haastateltavista toteaaakin, että siirtoihin käytettyihin tunteihin tulisi varautua.

Haastateltavilta tiedusteltiin olisiko varastointiteltassa apua työmaan materiaalipaineeseen. Kahdessa eri haastattelutilanteessa ilmeni eriäviä mielipiteitä teltan suhteen. Yksi haastatteluryhmä oli sitä mieltä, että teltaan voi varastoida melkein mitä tahansa. Toinen haastatteluryhmä oli hieman varovaisempi varastoitavan tavaran suhteen. Haastatteluryhmä totesi, että teltoa olisi hyvä säilytyspaikka lähinnä ulosjääville materiaaleille. Yleisesti varastoitavina materiaaleina nähtiin metallitavarat, laastisäkit ja yleistarvikkeet. Eräs haastateltava pohti, että telttoja voisi olla jopa kaksi, talotekniikkaurakoitsijoille ja yleisille tarvikkeille omat teltat.

Varastoinnissa tulee huomioida ilmankosteus, koska tavaran pilaantuminen on mahdollista. Esimerkiksi kipsilevyt vettyvät herkästi. Lisäksi teltan kestävyys lumikuorman osalta nähdään riskinä ja varastaminen, koska sisätyövaiheessa käytettävä materiaali voi olla jälleenmyyntikelpoista.

*Eräällä hankkeella oli tilaajan puolesta iso varastorakennus työmaa-alueella, joten työmaalla ei tarvinnut mitään säilyttää sisällä. Säilytimme siellä esimerkiksi kipsilevyt ja villat. Ulkona varastointi tuottaa jokapäiväistä työtä, kun peitteitä auotaan ja kiinnitellään uudelleen. Jos työmaalla olisi vaan tilan puolesta mahdollista, niin välivarastointi kannattaisi kokeilla.*

### **Kehitettäviä asioita**

Haastateltavat korostivat, että aliurakoitsijoiden kanssa tulee käydä läpi aloituspalaverissa tarkemmin materiaalitoimitukset ja niiden sijoituspaikat. Eräs haastateltava ehdotti: voisiko alueita rajata tavaravapaiksi niin, että siellä olisi vain asennettava tuote.

*Mitä vähemmän tavaraa, sen parempi lopputulos. Tavaraa tilatessa tulee miettiä myös, kuinka sen saa pois sieltä.*

Yleisenä kehitysideana syntyi, että paluulogistiikka pitäisi parantaa. Hissin ja jätelavojen sijoittelun tulisi toimia ”käsikädessä”. Hissi ja jätelavat eivät saa olla liian etäällä toisistaan tai työmaalta tuleva jäte ei päädy lavalle asti. Lisäksi molemmat haastatteluryhmä pohtivat voisiko varastonhoitajan palkkauksesta saada tehoja muihin työvaiheisiin, sekä muihin työmaata ylläpitäviin tehtäviin.

## 6.2 Kyselyt varastointiteltoista

Varastointiteltojen tarjouspyyntökyselyillä haettiin kustannustietoja työmaalle hankittavasta ns. välivarastointiin soveltuvasta ratkaisusta. Kustannustiedoilla haluttiin selvittää vaihtoehtoja mallia perinteisesti pihalla pressuilla huputettujen materiaalien sijaan. Vaihtoehtoisen mallin etsimisen syytä oli mm. pressukustannukset ja henkilötyön määrä, joka kuluu materiaalien etsimiseen ja suojausten käsittelyyn useaan kertaan päivän aikana.

Vaihtelevat sääolosuhteet ja jatkuva suojiin aukaisu ja kiinnittäminen hajottavat herkästi pressuja, jolloin niistä syntyy kustannuksia. Pressut ja kevytpeitteet ovat edullisempia ja kevyempiä kuin kestopeitteet, mutta kestopeitteet ovat hintavia ja raskaita käyttää, etenkin talviolosuhteissa. Peitteitä käytettäessä talviolosuhteissa, niiden alle hautautuu ja unohtuu materiaaleja, koska ne eivät ole helposti löydettävissä. Joka tapauksessa peitteiden käyttäminen tuottaa jokapäiväistä työtä ja niiden suojan pitävyydestä ei voi siltäkään olla varmoja.

Pohtiessa oston ja vuokrauksen eroja, tulisi ostoteltta pidemmällä tähtäimellä edullisemmaksi kuin vuokraaminen. Tämä edellyttäisi teltan siirrettävyyttä työmaan valmistuttua seuraavalle työmaalle. Aina tämä ei ole mahdollista ja telttaa jouduttaisiin välivarastoimaan jossain muualla, eikä kohdeyrityksellä ole omaa varastoa käytössä tähän tarkoitukseen. Teltan kestävyys ja uudelleen rakentaminen tuo myös omat riskinsä, sillä jo työmaa-ajalle sijoittuva ilkeiden riskien on myös otettava huomioon. Telt-

tapeitteen paikkaus tai pahimmassa tapauksessa kokonaan uusiminen lisäävät kustannuksia. Myös teltan mallin valinta tekee siitä yksipuolisen vaihtoehdon, joka ei ole enää välttämättä sopiva toiminnoiltaan seuraaviin hankkeisiin.

Hankittavan teltan osalta tulee myös varmistua, että sen kantavien teräsrakenteiden rakennusosat ovat kelpoisuudeltaan CE- hyväksytyjä. Näin voidaan varmistua, että tuote täyttää sitä koskevien EU:n direktiivien oleelliset turvallisuusvaatimukset. (Rakenteiden lujuus ja vakaus 2019.)

Vuokrateltojen tarjoukset sisälsivät kuljetuksen, tarvittavan nostokaluston, kasauksen ja purkamisen. Ammattitaitoisen työvoiman tehdessä kasauksen ja purkamisen, tekee tämä omistamisen sijaan vuokraamisen huolettomammaksi. Myöskin sääsuojapeitteestä ja telineosista rakennettu varasto, tekee sen helposti muunneltavaksi ja myös korjattavaksi.

Kyselyistä saatujen vastausten eli tarjouspyyntöjen perusteella muodostettiin yhteenveto (liite 3) kohdeyrityksen käyttöön, jolla voidaan tehdä kustannusvertailua varastointiratkaisuista tulevia hankkeita varten.

## **7 Johtopäätökset**

### **Logistiikan kehittäminen sisätyövaiheessa**

Tutkimuksesta selvisi, että työmaalogistiikan hallinta ja sen sujuvuus vaihtelevat työmaakohtaisesti. Yleisesti kaikkia suunnitelmia tehdään, mutta niiden yhteensovittaminen ja niillä saavutettava kokonaisyöty kaikkia osapuolia varten jää saavuttamatta. Kokonaisyödyn saavuttamiseksi tulisi kohdeyrityksessä yhtenäistää toimintatapoja, jotta toimitusten suunnittelusta saatava hyöty voitaisiin käyttää toimitusten ohjaukseen työmaavaiheessa. Viestintä ja tiedottaminen ovat tärkeä osa tuotannon ohjausta, tämän merkitystä ei voi liikaa korostaa työnjohtajien, omien työntekijöiden sekä aliurakoitsijoiden kanssa.

Toimitusten suunnittelu hankintavaiheessa alkaa urakkatyökaupoilla ja materiaali-hankinnoilla. Työmaan laskiessa määriä urakoitsijalle toimitettavista tiedoista tämän tarjouspyyntöä varten, tulee hankintatiimiltä kysyä, mitä tietoa heille toimitetaan. Tämä ohjaa määrälaskennan suorittamista oikein ja jos työmaa hankkii materiaalit samalle työlle, voidaan laskelmia hyödyntää myös tähän. Materiaaleja laskiessa tulisi ajatella täsmätoimituksia ja tulevia jakolistoja työmaatilanteeseen. Jakolistojen saatavuus vähentää työntekijän joutoaikaa, materiaalien edestakaisin siirtoja ja auttaa työnjohtajia materiaalimenekin seurannassa.

Sisävalmistusvaihe- ja talotekniikka-aikataulujen avulla voidaan laatia sisävarastoinnille 2D-alue suunnitelma kerroksittain, jossa on huomioituna tahdistavat työvaiheet. Tämän lisäksi hyödynnetään 3D-tietomallia, josta nähdään visuaalisesti esimerkiksi talotekniikkarunkolinjojen sijainnit. Tietomallista saatavien materiaali- ja mittatietojen avulla voidaan lavojen päälle varastoitavat materiaalit ja työkalut sijoitella niin, etteivät ne ole asentajien tiellä.

Toimitusten ajankohta sovitaan alustavasti yleisaikataulun mukaisesti. Työmaan tulee sopia toimittajan kanssa aikaikkuna mahdollisille muutoksille, jos työmaan suunnitelmiin tai aikatauluun tulee muutoksia. Työmaa varmistaa lopullisen toimitusajankohdan ja on myös yhteydessä aliurakoitsijaan varmistaakseen työnaloituskohdan. Aliurakoitsijan kanssa on sovittava aloituspalaverissa sopimusten pohjalta tarkennettavista asioista, kuten: toimitusten ajankohdat ja vastaanotto, materiaalsiirrot, materiaalien- ja työvälineiden varastointi. Työmaan tulee varmistua, että aliurakoitsijan työnjohtaja viestii myös heidän omia työntekijöitään käytännöistä.

Toimitusten ohjauksella työmaavaiheessa tarkoitetaan, että materiaalille on suunniteltu vastaanotto, siirrot, paikka ja kuorman purkajat. Tämä edellyttää, että toimituksen ajankohta on merkitty viikkokalenteriin- ja aikatauluun, sekä varastointipaikoista tai mahdollisista esteistä tulee olla keskusteltu muiden työnjohtajien ja työntekijöiden kesken. Aliurakoitsijoiden toimitusten suhteen toimitaan samalla tavalla kuin omien ja he ovat myös ilmoitusvelvollisia saapuvista kuormistaan. Koneella suoritettavien pysty- ja vaakahaalauksien epäselvyyksien välttämiseksi, voisi haalausvastausta tehdä listauksen työmaatoimistolle.

Perinteisten tiedotustapojen rinnalle voisi kokeilla NCC:n uusia infonäyttöjä, jossa tiedotettaisiin kalenterimuodossa viikon tärkeimmistä työvaiheista ja saapuvista toimituksista, sekä nostokalustosta. Tiedotteet olisivat helposti nähtävillä kaikille työntekijöille sosiaalituloissa, tämä toisi läpinäkyvyyttä työntekijöiden ja työnjohtajien keskuuteen. Logistiikkaan liittyvien asioiden esittäminen infonäytössä lisäisi tiedonkulkua työmaalla, vähentäisi epävarmuutta sekä tehostaisi ja sujuvoittaisi työntekijöiden ja toimihenkilöiden työtä.

Toimitusten vastaanottoa varten on oltava tiedossa saapuva määrä ja jakolistat, sekä kuorman purkamiseen perehdytetyt henkilöt ja purkukalusto. Materiaalille pystytään osoittamaan paikka suoraan asennusalueelle tai sen läheisyyteen, joka on etukäteen varattu ja valmisteltu. Kuinka kauan varastoidaan, entä ovatko ne jonkin toisen työvaiheen tiellä vai onko siirroista sovittu asentajien kanssa? Mikäli materiaalia ei varastoida tai ei pystytä varastoimaan sisätiloihin, tulisi toimituksen tarpeellisuutta miettiä: Liian ajoissa vai liian paljon?

Varastoitaessa piha-alueella tulisi pystyä osoittamaan varastointiin soveltuva tila, joka ei aiheuta jatkossa turhia siirtoja. Huomioitavia asioita on esimerkiksi: muut varastointitarpeet, henkilö- ja työmaaliikenne, maansiirtotyöt, julkisivu- ja vesikattotyöt ja sääolosuhteet. Materiaalien suojauskalusto tulisi olla myös valmiina: pressujen koko, riittävyys ja kunto tarkastettuna, sekä ylläpitoon osoitettu työntekijä ja työnjohtaja päivittäiseen laadunvalvontaan. Ulkona varastoitavista materiaaleista tulisi pitää kirjaa ja päivittää paikat aluesuunnitelmaan, jotta aikaa ei kuluisi turhaan etsimiseen, noutamiseen, suojauskaluston aukaisemiseen ja kiinnilaittamiseen. Tämä on etenkin haastavaa vesisade ja lumi-jääolosuhteissa. Materiaaleista on usein hankala pitää tarkkaa kirjanpitoa, sillä pienempien tarvike-erien ja muiden yleistarvikkeiden käyttökiertoa ei pystytä täysin arvioimaan, vaan niitä tarvitaan koko työmaan aikana. Näiden varastointipaikka on usein siellä, mistä löytyy sopivasti tilaa.

Ulkona varastoimisen selkeyttämiseksi ja vähemmän työllistäväksi tekijäksi kohdeyrityksessä voisi kokeilla varastointiteltan vuokraamista, mikäli se on työmaa-alueen puolesta mahdollista. Välivarastointia on haastattelujen perusteella käytetty sovelletusti, aina sopivan tilaisuuden tullen. Näitä ovat olleet mm. työmaa-alueella sijaitseva

erillinen varastorakennus tai käynnissä olevan hankkeen jo rakennettu suojaisa autopaikkakatos. Varastointitelta ei kuitenkaan saa syrjäyttää täsmätoimitusten ja terminaalitoimitusten merkitystä. Varastointitelan avulla materiaalit olisivat helposti löydettävissä, kun tuotteet ja välineet on varastoitu monen suojan sijasta vaan yhden alle.

Harkitulla ja hallitulla logistiikalla saadaan kustannuksia alentavia tekijöitä, kun materiaali on sovitussa paikassa asentajan saatavilla, ilman turhia edestakaisin siirtoja tai etsimiseen, suojaamiseen käytettyä aikaa. Tämä tuo myös positiivisia vaikutuksia työhyvinvointiin ja työturvallisuuteen, sillä materiaalien pyörittelyyn käytetty aika nähdään turhauttavana tekijänä, niin työntekijöiden kuin työnjohtajien keskuudessa. Työturvallisuutta lisää esteettömät asennusalueet, kun materiaalia ei ole varastoituna liikaa sisälle. Tämä mahdollistaa telineiden, työpukkien ja a-tikkaiden huolellisempaa käyttöä, kun esimerkiksi a-tikkaiden aukeavuus ja alatukipalkkien käyttö työturvallisuusohjeiden mukaisesti on mahdollista. Työturvallisuutta on myös ergonomisen varastointi, kun materiaalia ei tarvitse etsiä ”lumihangesta” tai riuhtoa jäätyneitä pressuja auki, voidaan välttyä ruumiin osien venähdyksiltä.

## 8 Pohdinta

### 8.1 Tutkimuksen hyödynnettävyys

Tutkimuksen johtopäätökset auttavat saamaan käsityksen kehitettävistä asioista kohdeyrityksen toimitusten suunnitteluun ja ohjaukseen. Lisäksi yhteenvetona on kohdeyrityksen käyttöön lista varastointiteltoista rakennustelinevuokraamoista ja alan jälleenmyyjiltä. Alla listattuna kymmenen kehityskohtaa:

- Määrälaskennan suorittaminen urakkatarjouksen, toimituserien ja jakolistojen näkökulmasta
- Tehtäväsuunnittelu
- Täsmätoimitukset ja terminaalitoimitukset (myös aliurakoitsijat)

- Varastoinnin suunnittelu käyttäen apuna 2D- ja 3D- malleja (sisävarastointialueet ”tahdistaan” TATE:n ja muiden töiden mukaan)
- Varastointitelta
- Materiaalien vastaanoton suunnittelu, mesta, siirrot, nostoapuvälineet ja henkilötyövoima
- Toimitusten kirjaus yhteiseen kalenteriin (tussitaulu, e-kalenteri)
- Toimitusten kirjaus viikkoaikatauluun (jana- tai vinoviiva-aikatauluihin)
- Tiedottaminen saapuvista toimituksista ja nostokalustosta (NCC:n infonäytöt)
- Aloituspalavereissa sovittava materiaalitoimituksista, pysty- ja vaakahaalaukset, käsin tehtävät siirrot, materiaalien- ja työvälineiden varastointi

## 8.2 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimusta voidaan pitää suhteellisen luotettava kuvauksena kohdeyrityksen Jyväskylän toimipisteen työmaatoimihenkilöstön haastattelujen perusteella. Haastatteluihin osallistuivat yhtä lukuun ottamatta kaikki kohdeyrityksen toimihenkilöt. Haastattelujen toteuttaminen ryhmämuodossa ei myöskään tuottanut vastustusta, eikä ole syytä olettaa, että haastateltavat olisivat pimitäneet tai suurennelleet asioita. Sen sijaan ryhmämuodossa pidettävä haastattelu antoi kattavan otannan aiheesta, koska keskustelut etenivät ikään kuin itsestään.

Osassa haastattelukysymyksissä oli havaittavissa hieman toistuvuutta, sillä keskusteluiden edetessä syntyi jo osittain vastauksia seuraaviin kysymyksiin. Haastattelutilanteissa joidenkin kohdalla työkiireet häiritsivät hieman vastauksen antoa, sillä haastattelut pidettiin työpäivän aikana.

Tutkimuksen reliabeliutta mitattaessa jää mittaustulosten toistettavuus vähäiseksi. Vaikka haastattelukertoja pidettiin vain kaksi ja osallistujia oli yhteensä kuusi, voidaan henkilömäärän perusteella saada suhteellisen luotettavaa tietoa, sillä jokaisella vastaajalla oli mahdollisuus vastata kysymyksiin. Vastauksien rehellisyyttä ei pystytä täysin todentamaan, mutta johtuen tutkimuskysymysten neutraalista asettelusta, niin ei pysty olettamaan.

### 8.3 Kehitys- ja jatkotutkimusehdotukset

Tutkimuksen haastateltavat koostuivat kohdeyrityksen työmaatoimihenkilöistä. Rakennustyöntekijöitä ei suoranaisesti haastateltu, vaan havainnointi on perustunut aikaisemmin saatujen näkökulmien ja kokemusten pariin. Otannasta olisi tehnyt vielä monipuolisemman, jos esimerkiksi aliurakoitsijoiden edustajia olisi haastateltu. Tämä olisi saattanut avata suoraan näkökulmia tutkimuksessa havaittuihin ongelmiin.

Tutkimuksen alussa oli selvää, että paluulogistiikkaa ei käsitellä tässä työssä, vaan sille tulisi tehdä oma tutkimus. Sama ilmeni haastatteluista saatujen vastauksien perusteella. Työmaan jätehuollon hallinnalle olisi hyvä tehdä tarkastelu, jossa mm. käsiteltäisiin jätteiden siirtomenetelmiä jätelavalle ja pohdittaisiin siivous- ja raivaustehtäviä edesauttavia toimia.

## Lähteet

Hirsjärvi, S. Hurme, H. 2000. Tutkimushaastattelu, teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki. Yliopistopaino.

Joas, H. 2019. Rakennustyömaiden logistiikan nykytila toimitilarakentamisessa ja yhtenäisten logistiikan toimintamallien kehittäminen. Diplomityö, LUT-yliopisto. Tuotantotalouden koulutusohjelma. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Viitattu 20.11.2019. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2019061720782>

Korhonen, T. 2019. Rakennusprojektien logistiikan kehittämistarpeet. Kandidaatintyö, LUT-yliopisto. Tuotantotalouden koulutusohjelma. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Viitattu 20.11.2019. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2019060418432>

Liuksiala, A., Stoor, P. 2014. Rakennussopimukset. Helsinki. Rakennustieto Oy.

MyNCC. N.d. Yrityksen sisäinen tietoverkko. Viitattu 4.2.2020.

Oksanen, A., Laine, V., Kaskiaro K. 2019. Rakennusalan yleiset sopimusehdot YSE 1998. Kauppakamari.

Peltokorpi, A., Lavikka, R., Müge T. 2019. Rakentamisen logistiikkaratkaisut. Building 2030 Rakentamisen logistiikkaratkaisut -osahankkeen loppuraportti. 2019. Rakennustekniikan laitos. Aalto-Yliopisto. Viitattu 4.2.2020. [https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2019-10/loppuraportti\\_rakentamisen\\_logistiikkaratkaisut\\_23.10.2019.pdf](https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2019-10/loppuraportti_rakentamisen_logistiikkaratkaisut_23.10.2019.pdf)

Koskenvesa, Anssi. Sahlstedt, Satu. 2017. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. 3., tarkistettu painos. Rakennustieto Oy, Helsinki.

Rakennustyömaan toimitusten ohjaus. 2009. Rakennusteollisuus, VTT ja Mittaviiva Oy. Viitattu 20.11.2019. Verkkojulkaisu: [https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2009/Rakennustyömaan\\_toimitusten\\_ohjaus\\_091116.pdf](https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2009/Rakennustyömaan_toimitusten_ohjaus_091116.pdf)

Rakenteiden lujuus ja vakaus. Teräsrakenteet. 2019. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö.

RATU C2-0454. 2017. Rakennustyömaanaluesuunnittelu. Ratu-ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu 1.2.2019. Ratu-kortti.

RATU S-1227. 2010. Työmaan toimitusten suunnittelu ja ohjaus. Ratu-ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu 1.2.2020. Ratu-kortti.

RATU S-1232. 2013. Rakennustyömaan sääsuojaus. Ratu-ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu 22.2.2020. Ratu-kortti.

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., Von Bell, A., Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Suomi: Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys.

RT 07-10805. 2003. Terveen talon toteutuksen kriteerit. Viitattu 22.2.2020. Rakennustieto.

RT 10-11223. 2016. Talonrakennushankkeen kulku, toteutusmuodot. Viitattu 1.2.2020. Rakennustieto.

Sobotka, A. 2005. Analysis of supply system models for planning construction project logistics. Lublin university of technology. Viitattu 2.2.2020. <https://journals.vgtu.lt/index.php/JCEM/article/view/8895/7758>

Tervahauta, J. 2015. Sisätyövaiheen logistiikan haasteet kauppakeskustyömaalla. Opinnäytetyö, AMK. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Oulun ammattikorkeakoulu. Viitattu 20.11.2019. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201503263600>

Toimitusketjun hallinta talonrakentamisessa. KETJU-yhteenveto. 2009. Rakennusteollisuus. Viitattu 20.11.2019. Verkkojulkaisu: <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/rakentamisen-kehittaminen/ketju-yhteenvetoraportti.pdf>

Toimiva työmaa, hyvät käytännöt. 2014. Mittaviiva Oy. Talonrakennusteollisuus ry. Viitattu 24.2.2020. Verkkojulkaisu: [https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/julkaisuja/toimiva\\_tyomaa\\_2014.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/julkaisuja/toimiva_tyomaa_2014.pdf)

Tuomi, J., Sarajärvi, A. 2002. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki. kustannusosakeyhtiö Tammi.

Wegelius-Lehtonen, T., Pahakala, S., Nyman, H., Vuolio, H. & Tanskanen, K. 1996. Opas rakentamisen logistiikkaan. Helsinki. RTK-Fakta Oy.

Whitlock, K., Abanda, H., Manjia, M., Pettang, C., Nkeng, G. 2018. BIM for construction site logistics management. Journal of Engineering, Project, and Production Management, vol. 8, pp. 47-55.

## Liitteet

### Liite 1. Teemahaastattelurunko + apukysymykset

1. Miten työmaan logistiikkaa suunnitellaan ajoittuen sisätyövaiheelle?
  - *hankintasuunnitelma (toimitusajankohdat)*
  - *logistiikkasuunnitelma*
  - *aluesuunnitelma*
  - *työmaan sisätiloissa sijaitsevat varastointialueet*
  - *muuta mitä?*
  
2. Työmaa laskee jonkin työvaiheen materiaalmäärät. Mitä asioita tulisi huomioida määrälaskennassa ja tilausta tehdessä toimituserien ja haalauksen kannalta?
  - *sisäovet- ja ikkunat*
  - *kevyet väliseinät*
  - *muuratut seinät*
  - *laatat*
  - *alakatot*
  - *lattiapäällysteet*
  - *kalusteet*
  
3. Kirjataanko työmaalle tulevat toimitukset johonkin kalenteriin?
  - *sähköinen kalenteri*
  - *fläppitaulu*
  - *muuta tapoja?*
  
4. Miten aliurakoitsijat tai sivu-urakoitsijat ilmoittavat tavarakuormistaan, kirjataanko ne myös kalenteriin?
  
5. Entä, onko jokin tapa tai malli mistä kaikki aliurakoitsijat näkevät tai voivat kirjata omia toimituksia? Pitäisikö olla myös työntekijöiden tiedossa? Helpottaisiko läpinäkyvyys työnjohdon kuormaa?
  
6. Onko työmaan tavaran vastaanotosta, toimituseristä ja varastointipaikoista sovittu ennen työnaloitusta eri urakoitsijoiden kanssa?
  - *yhteiset pelisäännöt, noudatetaanko niitä?*
  - *aliurakkasopimukset, mitä sopimukseen kirjataan?*
  - *aloituspalaverit*
  - *urakoitsijapalaverit*
  
7. Suoritetaanko työmaalla turhia tavaran edestakaisin siirtoja eri työvaiheiden tieltä pois? Entä onko materiaalia varastoitu liika sisälle tai ulos?
  - *ovatko ne omia vai urakoitsijoiden?*

8. Jos työmaalle hankittaisiin varastointiteltoa, mitä materiaalia sinne tulisi varastoida ja mitkä ovat mahdolliset riskit?
9. Miten työmaan tulo- ja sisälogistiikkaa voitaisiin kehittää? Sana on vapaa.

## Liite 2. Varastointiteltojen kyselypohja

Valmis tuoteratkaisu tai sääsuojasta ja telineosista rakennettu telta.  
Kriteereinä mm.

- pulpetti-, harja-, kaarikattomallit
- koko 50-100 m<sup>2</sup>
- säänkestävä (huom. lumi- ja tuulikuorma)
- päädyistä tai sivulta haalaus kurottajalla/Hiab:illa
- ”oviverhot”