



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Juho Tikkanen

Rakennustyömaan logistiikka

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

02.05.2021

Tekijä Otsikko	Juho Tikkanen Rakennustyömaan logistiikka
Sivumäärä Aika	58 sivua + 2 liitettä 02.05.2021
Tutkinto	Rakennusinsinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine	Rakentamisen projektihallinta
Ohjaajat	Lehtori Timo Riikonen Työpäällikkö Taneli Kiljunen
<p>Opinnäytetyön aiheena oli rakennustyömaan logistiikka. Työ toteutettiin Skanska Talonrakennus Oy:lle. Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää, tehostaa sekä tuottaa lisäarvoa Skanskan logistiikalle, mistä olisi hyötyä myös tuleville rakennushankkeille. Työn päätaavoitteena oli kuitenkin tehostaa kauppakeskus Lippulaivan asuintalojen 1–4 työmaan tavaratoimitusten toimivuutta. Työn yhtenä tarkoituksena oli tuoda esille keinoja ja kehitysideoitu, joiden avulla työmaan tavaratoimituksia voidaan parantaa ja tehostaa.</p> <p>Opinnäytetyön laatija toimi kyseisellä työmaalla logistiikasta vastaavana työnjohtajana sekä työmaan logististen suunnitelmien laatijana. Projektin aikana opinnäytetyön tekijä havaitsi ja seurasi työmaan toimintaa sekä pyrki kehittämään työmaan logistiikkaa toimivammaksi. Logistiikan toimivuuden kehittämiseksi opiskelija keräsi työmaalta tietoa ja perehtyi lähdekirjallisuuteen. Kirjallisuuskatsauksen lisäksi toteutettiin haastatteluita, joiden avulla pyrittiin saamaan tukea kirjallisuudelle sekä laajempi kokonaiskuva logistiikasta ja sen merkityksestä työmaan toiminnalle.</p> <p>Opinnäytetyön lopputuotokseksi saatiin käytännön ohjeet ja työkalut, joilla Kauppakeskus Lippulaivan asuintalojen 1–4 logistiikkaa ja materiaalitoimituksia hallitaan, ohjataan sekä tehostetaan. Ohjeet ja työkalut on tarkoitettu logistiikasta vastaavan sekä muiden työnjohtajien käyttöön. Työkaluista on myös apua urakoitsijoille sekä materiaalitoimittajille. Opinnäytetyö soveltuu Skanskan omien logistiikkasuunnitelmien ja -ohjeiden tueksi.</p> <p>Opinnäytetyössä rakennustyömaan logistiikkaa tarkasteltiin kirjallisuuden valossa. Logistiikasta syntyvät kustannukset rajattiin työstä pois. Työn keskipisteenä oli työmaan tavaratoimitukset sekä materiaalien ja tiedon siirto.</p>	
Avainsanat	Rakennustyömaa, Logistiikka, Materiaalitoimitukset

Author Title	Juho Tikkanen Construction Site Logistics
Number of Pages Date	58 pages + 2 appendices 2 May 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Project Management of Construction
Instructors	Timo Riikonen, Principal Lecturer Taneli Kiljunen, Project Manager
<p>The subject of the thesis was the logistics of a construction site. The thesis was conducted for Skanska Talonrakennus Ltd. Its goal was to develop, enhance and add value for the logistics of Skanska that would also benefit the upcoming construction projects. However, the main goal was to enhance the material delivery at the construction site of residential buildings 1-4 of shopping center Lippulaiva. One of the purposes of this thesis was to bring forth ways and ideas to optimize and enhance the material delivery of a construction site.</p> <p>The author of this thesis worked as a supervisor of logistics on the construction site in question and as a logistic planner on the site. During the project, the author observed and followed the operations of the construction site and made efforts to develop the logistics on the site. To develop the logistics, the author gathered information from the site and got acquainted with literature sources. In addition to the literature review, the author conducted interviews that were meant to support the literature and to give a wider picture of logistics and the importance of it for the operations of a construction site.</p> <p>The end result of the thesis were practical instructions and tools to manage, steer and enhance the logistics and material delivery of the residential buildings 1-4 of the shopping center Lippulaiva. The instructions and tools are intended for the logistics supervisor' and other supervisors' use. The tools will also benefit the contractors and material suppliers. The thesis supports other logistics plans and manuals of Skanska.</p> <p>In the thesis, the construction site logistics was examined in light of literature. The costs deriving from the logistics were excluded from the scope of this thesis. The topics at the center of the thesis were the material delivery as well as the material and information flow on a construction site.</p>	
Keywords	construction site, logistics, material deliveries

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tutkimuksen tavoite	2
2.1	Tausta ja tavoite	2
2.2	Rajaukset	2
2.3	Tutkimuskysymykset	3
2.4	Skanska Talonrakennus Oy	3
3	Kirjallisuus	4
3.1	Logistiikan historia	4
3.2	Logistisen ajattelun ja johtamisen kehitys	5
3.3	Mitä on logistiikka?	7
3.4	Logistiset muodot	8
3.4.1	Tulologistiikka	8
3.4.2	Sisälogistiikka	9
3.4.3	Lähtölogistiikka	10
3.5	Logistiset virrat	10
3.6	Varastointi	12
3.7	Logistiikka rakennustuotannossa	13
3.8	Logistiikan merkitys rakennustuotannolle	14
4	Asuintalotyömaan logistiikka	16
4.1	Työmaan logistiikan suunnittelu, ohjaus ja hallinta	17
4.2	Työmaan aluesuunnitelma	19
4.3	Työmaakalenteri ja logistiikkaportaali	22
4.4	Logistiikkaohje	24
4.5	Materiaalikohtainen logistiikkasuunnitelma	25
4.6	Työmaan materiaali- ja tavaratoimitukset	25
4.6.1	Materiaali- ja tavaratoimitusten suunnittelu	25
4.6.2	Materiaalitoimitusten kustannukset ja tuoteryhmät	27
4.6.3	Toimitusvaihtoehdot	29
4.6.4	Materiaali- ja tavaratoimitusten kuljetus	31
4.6.5	Toimitusten vastaanotto ja purku	31
4.6.6	Työturvallisuus materiaalitoimituksissa ja -siirroissa	32

4.7	Työmaan siirto- ja nostokalusto	34
4.7.1	Torninosturi	34
4.7.2	Ajoneuvonosturi	36
4.7.3	Kurottaja	39
4.7.4	Henkilönostimet	42
4.7.5	Rakennushissi	44
4.7.6	Toimituskalusto	45
4.7.7	Pienet siirto- ja nostoapuvälineet	46
5	Kauppakeskus Lippulaivan asuintalo 4:n työmaan tavaratoimitukset	47
5.1	Ikkunat ja parvekeovet	47
5.2	Kipsilevyt ja väliseinärangat	50
6	Haastattelut	51
6.1	Logistiikan merkitys ja suunnittelu	51
6.2	Toimitusten tehostaminen	53
6.3	Logistiikan haasteet ja tulevaisuus	54
7	Johtopäätökset	55
8	Pohdinta	57
	Lähteet	59
	Liitteet	
	Liite 1. Haastattelukysymykset	
	Liite 2. Esimerkki materiaaliakohtaisesta logistiikkasuunnitelmasta	

Käsitteet

Jatkojibi	Kappaletavaranostin, jonka avulla mahdollista nostaa taakkoja.
Pystysiirto	Tarkoittaa työmaan materiaalisiirtoja, jotka tehdään pystysuunnassa, työkoneena käytetään esimerkiksi torninosturia tai kurottajaa.
Täsmätoimitus	Rakennustyömaiden logistinen toimintatapa, jossa oikea määrä materiaalia toimitetaan oikeaan paikkaan ja aikaan.
Vaakasiirto	Rakennusmateriaalin siirto vaakasuunnassa, esimerkiksi kerroksessa tapahtuva siirto huoneistosta toiseen.

1 Johdanto

Harvoin tulee puhelinta selatessa tai kahvia juodessa miettineeksi, miten mittavat ja toimivat perusjärjestelmät tarvitaan jo pelkästään edellä mainittujen tuotteiden toimitamiseen loppukäyttäjilleen. Esimerkkinä voidaan ottaa kahvi, joka on ensin kasvatettu ja poimittu kaukana Etiopiassa, kuljetettu siellä lähtösatamaan, laivattu Helsinkiin, kuljetettu paahtimolle, paahtettu, jauhettu, pakattu ensin kuluttajapakkauksiin ja sitten vielä erikseen kuljetuspakkauksiin, jaeltu tukkuliikkeiden kautta myyntipisteisiin, hyllytetty ja lopulta päätynyt kuluttajien kauppakasseihin, siitä edelleen kahvinkeittimeen ja viimein kahvimukiin.

Logistiikkaa ja materiaalivirtojen hallintaa on kaikkialla, tulimmepa sitä miettineeksi tai emme. Logistiikalla on vaikutusta ihmisten sekä yritysten toimintaan. Jotta ihmiset voivat saada hyödykkeitä ja yritykset pystyvät niitä tarjoamaan, logistiikan tulee toimia. Kysyntään pitää pystyä aina vastaamaan. Tavaratoimitusten sekä -lähetysten oikea-aikaisuus ja täsmällisyys on avainasemassa. Tavaroiden tulee saapua yritysten käyttöön oikeaan paikkaan sovittuna aikana, jotta toimintaa voidaan ylläpitää ilman pysähdyksiä. Näin asiakkaat saadaan pidettyä tyytyväisinä. Tavaroiden ja tiedon hallinnointi vaatiikin huolellista suunnittelua. Logistiikka ei ole pelkkää tavaroiden liikkumista paikasta toiseen, kuten monesti on tapana ajatella, vaan se kattaa niin hankinnan, kuljetuksen, varastoinnin, tietovirran sekä monia muita osa-alueita.

Rakennustyömaiden toiminta perustuu työvoiman sekä tarvittavien materiaalien oikea-aikaiseen saatavuuteen työmaalle, jotta työt voivat edetä suunnitellussa aikataulussa ja tavoitteessa. Häiriöttömän suunnitelmien mukaisen toiminnan seurauksena työmaiden hukka pienenee, tuotannon aikataulun hallinta paranee ja kustannukset pienenevät. Tästä seuraa tuottavuuden paraneminen. Rakennusosalalla, kilpailun koventuessa, tuottavuudesta ja suunnitelmallisuudesta on tullut tärkeä osa liiketoimintaa. Nykypäivänä rakennusliikkeiden kilpailukykyyn vaikuttavat ratkaisevasti toiminnan laatu, kustannukset, täsmällisyys. Hallitulla sekä suunnitelmallisella logistiikalla pyritään vaikuttamaan näihin kaikkiin osatekijöihin.

2 Tutkimuksen tavoite

2.1 Tausta ja tavoite

Opinnäytetyön aiheena on rakennustyömaan logistiikka ja tavaratoimitusten hallinta. Työn tilaajana on Skanska Talonrakennus Oy. Työn tutkimuskohteena on Espoossa sijaitsevan Kauppakeskus Lippulaivan yhteyteen rakennettavien asuinkerrostalojen rakennustyömaa. Kohde kattaa neljä 4–15-kerroksista asuinkerrostaloa, joihin tulee yhteensä 275 asuntoa. Rakennustyömaa on logistisesti hyvin haastava ahtauden sekä vilkkaan ympäristön takia, jossa lähialueen asukkaat ja muut toimijat tulee ottaa huomioon.

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää, tehostaa sekä tuottaa lisäarvoa Skanskan logistiikalle, mistä olisi hyötyä myös tuleville rakennushankkeille. Työn päätavoitteena on kuitenkin tehostaa kauppakeskus Lippulaivan asuintalojen työmaan tavaratoimitusten toimivuutta. Työssä tuodaan esille keinoja ja ideoita, joiden avulla työmaan tavaratoimituksia voidaan parantaa ja tehostaa.

Opinnäytetyön tekijä toimii kyseisellä työmaalla logistiikasta vastaavana työnjohtajana sekä työmaan logististen suunnitelmien laatijana. Projektin aikana opinnäytetyön tekijä seuraa työmaan toimintaa ja pyrkii kehittämään työmaan logistiikkaa toimivammaksi. Logistiikan toimivuuden kehittämiseksi opiskelija perehtyy lähdekirjallisuuteen. Kirjallisuuden lisäksi toteutetaan haastatteluita, joiden avulla pyritään saamaan laajempi kokonaiskuva logistiikasta ja sen merkityksestä työmaan toiminnalle.

2.2 Rajaukset

Tämän opinnäytetyön tutkimuskohteena on Espoonlahdessa sijaitsevan kauppakeskus Lippulaivan asuintalojen 1–4 työmaan logistiikka, materiaalivirrat ja niiden hallinta. Tutkimustyö on rajattu työmaalle saapuvien toimitusten kehittämiseen ja toimivuuteen. Työssä seurataan ja havainnoidaan asuintalotyömaan logistiikan toimivuutta ja pyritään löytämään kehitysideoita tulevaisuutta ajatellen.

2.3 Tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tutkimuskysymyksenä on, kuinka työmaan logistiikkaa voidaan tehostaa ja tavaratoimitusten toimivuutta kehittää, jotta siitä olisi yritykselle hyötyä.

Tutkimusmenetelminä käytetään logistiikasta löytyvää kirjallisuutta sekä työmaan käyttöön laadittuja aineistoja. Kirjallisuutta ja aineistoa tukemaan haastateltiin logistiikan ammattilaisia, jotka työskentelevät Skanska Talonrakennus Oy:lla.

2.4 Skanska Talonrakennus Oy

Skanska on ruotsalaisen insinööri Rudolf Fredrik Bergin vuonna 1887 Etelä-Ruotsissa perustama yritys. Yrityksen alkuperäinen nimi oli Skånska Cementgjuteriet, jonka toiminta alkuaikoina keskittyi lähinnä betonituotteisiin. Jo kymmenessä vuodessa yrityksen toiminta laajentui kansainväliseksi. 1950-luvulla palveluvalikoima oli laajentunut huomattavasti ja toimintaa oli laajennettu monelle eri mantereelle Amerikassa, Afrikassa ja Aasiassa. Yritys otti vuonna 1984 käyttöönsä nimen Skanska, joka oli jo vakiintunut kansainvälisesti. Vuonna 1990-luvulla Skanska laajeni nykyiseksi globaaliksi yritykseksi. [1.]

Nykyisin Skanska on kansainvälisesti toimiva kiinteistökehitys- ja rakennuskonserni. Skanska-konserni toimii valituilla kotimarkkina-alueilla Pohjoismaissa, Euroopassa ja Yhdysvalloissa. Skanskan palveluksessa toimii noin 32 000 henkilöä, jotka antavat panoksensa noin 12 000 hankkeelle ympäri maailman. Skanska kuuluu maailman kymmenen suurimman rakennusyhtiön joukkoon. [2.]

Skanska Oy on osa Skanska-konsernia ja sen alaisuuteen kuuluu rakentamispalvelut, kalustopalvelut ja asuntoprojektikehitys Suomessa. Skanskan toiminta alkoi Suomessa vuonna 1917, kun Skanska perusti ensimmäisen haarakonttorinsa Suomeen. Skanska Oy perustettiin vuonna 1994 ja se vastaa Skanskan toiminnasta Suomessa. Nykyisin Skanska Oy on yksi Suomen suurimmista asuntojen, tuotantotilojen sekä infrastruktuurin rakentajista ja projektikehittäjistä. Skanskalla oli Suomessa vuonna 2020 lopussa 2177 työntekijää. Skanska Talonrakennus Oy kattaa Suomessa talonrakentamisen, talotekniikan (Skanska Talotekniikka) sekä asuntoprojektikehityksen (Skanska Kodit). [2.]

3 Kirjallisuus

3.1 Logistiikan historia

Logistiikka on yritysten perustoimintona erittäin vanha, vaikka sana käsitteenä onkin varsin uusi. Tiedotusvälineissä sanaa alettiin käyttämään vasta 1970-luvulla ja se vaikiinnutti asemansa vasta 1980-luvulla. Nykyisin lähes kaikki tietävät, mitä sanalla tarkoitetaan, vaikka sen tarkempi sisältö ja merkitys eivät olisikaan kaikille täysin tuttuja. Logistinen toiminta on ikivanhaa ja sitä on ollut niin kauan, kuin ihmiset ovat maapalloa asuttaneet. Jo keräily- ja metsästyskulttuurissa tuhansia vuosia sitten on ratkottu logistisia ongelmia, jolloin oli tärkeää miettiä toimeentulon kannalta tärkeiden metsästys- ja vedensaantipaikkojen sijainteja. Toimeentulon kannalta tärkeiden alueiden perusteella valikoituivat myös pystytettävien leirien sijainnit. Sijainnilla oli merkitystä, sillä ruoan tuli pysyä tuoreena ja vettä saatavilla jokapäiväisiä askareita varten. [3.]

Sana logistiikka on peräisin jo antiikin ajoilta, kun Roomassa *logistikas*-nimiset upseerit hoitivat sotaväen raha- ja huoltoasioita. Tuohon aikaan logistiikka lähinnä tarkoitti sotaväen majoitus- ja kuljetustaitoa sekä armeijan tarvitseman huollon järjestelyä. Sanan taustalla voi olla myös kreikan kielessä oleva sana *logistikos*, joka tarkoittaa matemaattista eli symbolista logiikkaa eli yksinkertaistettuna laskutaitoa. [3.]

Sodat ovat muokanneet maailmaa aina monella tapaa ja näin on myös logistiikan kohdalla. Sota-aikojen ponnistelut, kuten tavaroiden- ja kalustojen siirtelyt mantereelta toiselle sekä sotilaiden muonituksen ja majoitusten järjestäminen ovat vaatineet mittavat resurssit, jolloin on jouduttu tarkemmin miettimään sen ajan logistisia ratkaisuja. Antiikin Rooman ajan jälkeen logistiikka sanana palasi käyttöön 1600-luvulla Ranskan armeijassa, missä sillä tarkoitettiin juuri joukkojen huoltoja, kuljetuksia sekä majoituksia. Nykyajan merkityksessä logistiikka käsite tuli käyttöön vasta toisen maailmansodan aikana, jonka jälkeen se otettiin tieteelliseen tarkasteluun. Logistiikasta tuli yleisesti käytetty käsite, kuljetuksia ja tuotantoa tutkivien taloustieteilijöiden ja insinöörien keskuudessa. 1950-luvulla käyty Korean sota antoi erityisen sysäyksen logistiikalle, jolloin Yhdysvallat kävi sotaa toisella puolella maapalloa. Kalustojen ja sotilaiden siirtäminen toiselle puolelle maapalloa synnytti suuret logistiset haasteet. [3.]

3.2 Logistisen ajattelun ja johtamisen kehitys

Logistinen ajattelu kasvoi merkittävästi toisen maailmansodan jälkeen ja kehitys onkin ollut siitä lähtien voimakasta viimeisen 60 vuoden aikana. Menetelmien, välineiden ja teknologian valtava kehitys koko 1900-luvulla ja erityisesti 2000-luvulla ovat vaikuttaneet kehitykseen. Liiketoiminnan käsitteistön ja strategisen ajattelun kehitys on vaikuttanut osaltaan jakelu- ja hankintakanavien selkiytymiseen ja tuotannon, markkinoiden sekä kulutuksen aiempaa selkeämpään ymmärtämiseen. Logistiikan käsite saavutti nykyisen muotonsa vasta 1980-luvulla, vaikka sanana sitä oli käytetty jo aiemmin. Logistinen ajattelu on kuitenkin kehittynyt aina 1950-luvulta 2000-luvulle asti. Taulukossa 1 on esitetty logistisen ajattelun kehityshistoriaa 1950-luvulta aina 2000-luvulle asti. [4, s.19–23.]

Taulukko 1 Logistisen ajattelun kehityshistoria (Karrus, 2001, s. 20)

Aikajakso	Vaiheet ja ideat
n. 1955	Lähinnä sotavoimien huoltoon ja joskus myös perusmateriaalitalouteen liittyvä hajanainen aiheiden joukko
n. 1956 – n. 1965	Peruskäsitteiden muodostus (kysynnän ennustaminen, ostotoiminta, tarvesuunnittelu, tuotannon suunnittelu, materiaalikäsitely, varastointi, pakkausteknologia, jakelun suunnittelu, tilausten käsittely, asiakaspalvelu) ja testaus mm. operaatiotutkimuksen mallien ja käytännön havainnoinnin avulla, kohteena lähinnä amerikkalaiset suuryritykset
n. 1966 – n. 1970	Aiheen merkitsevyyden testausta soveltamalla kehitettyjä ideoita ja malleja käytäntöön yhä laajemmin, materiaalikäsitelyn, varastoinnin ja pakkausteknologian yhdistäminen ensiaskeleet
n. 1971 – n. 1979	Tärkeysjärjestyksen muutoksia maailmantalouden muuttuessa ja mallintamisen ja analysoinnin kehittyessä, materiaalitalouskäsitteen ja jakelun syntyi usean eri osa-alueen yhdisteinä
n. 1980 – n. 1985	Merkittävien poliittisten ja teknologisten muutosten jakso, kilpailun vapautuminen useilla toimialoilla ja tietotekniikan esiinmarssi, tavoitteena yhdistää logistiikan osa-alueita laajemmaksi kokonaisuudeksi
n. 1986 – n.1990	Tavoitteeksi asetetaan kokonaislogistiikan hallinta (nk. Integroitu logistiikka), samalla kattavat logistiset järjestelmät, joilla yritykset pyrkivät sisäistämään suuren osan logistisista toiminnoista
n. 1991 -	Kansainvälinen lama testaa logistiikan toimivuutta ja antaa sille uutta painoarvoa, yritysten keskittymien perusosaamiseen nostaa logistiset ketjut ja toiminnot esille ja johtaa logistiseen toimitusketjuajatteluun ja mallintamisen kokonaisvaltaistumiseen

3.3 Mitä on logistiikka?

Nykyinen logistiikkakäsitys on syntynyt materiaalitalouden ja kuljetustalouden jälkeläisenä kuvaamaan tavaroiden sekä materiaalien toimittamiseen liittyvää koordinoitua ja hallintaa. Usein logistiikka mielletään kuitenkin vain materiaalitoimitusten fyysisiin käsittelyvaiheisiin, mutta on tärkeää muistaa, että logistiikkaa on myös kaikki materiaalitoimituksiin liittyvät tietovirrat. Logistiikka onkin määritelty seuraavanlaisesti:

”Logistiikka on materiaalien-, tieto- ja pääomavirtojen, hankinnan, tuotannon, jakelun ja kierrätyksen, huolto- ja tukipalvelujen, varastointi-, kuljetus- ja muiden lisäarvopalvelujen sekä asiakaspalvelun ja -suhteiden kokonaisvaltaista johtamista ja kehittämistä.” [4, s.13.]

Näiden tehtävien hallinta ja kunnollinen hoitaminen vaativat tuotannon, raaka-ainevirtojen, jakelun, palvelujen informaatio- ja rahavirtojen kokonaisvaltaista osaamista ja laajojen kokonaisuuksien ymmärtämistä. Tehtävien osaaminen ja ymmärtäminen ei kuitenkaan täysin riitä, vaan samalla on vielä kehitettävä johtamistaitoja, analysointia ja ratkaisukykyä ja seurattava yhteiskunnan, lainsäädännön ja kilpailun sekä ympärillä toimivien yhteistyökumppaneiden kehitystä sekä toimintaa. [4, s.12–14.]

Yritysten toiminnan uudistaminen, kehittäminen sekä luovuus ovat nykypäivänä avainasemassa yritysten liiketoiminnan jatkuvuuden kannalta. Uudet ratkaisut vaativat aina luovuutta, teknologian tuntemusta ja taloudellisten realiteettien hallintaa. Toimintaa onkin aina pyrittävä kehittämään ja karsimaan vaiheita, jotka eivät lisää toiminnan jalostusarvoa.

Yritykset ja talouselämä eivät pyöri ilman logistiikkaa. Toimiva ja tehokas logistiikka on yritysten toiminnan elinehto ympäri maailman. Logistiikka onkin EU-tasolla merkittävä yhdeksi keskeiseksi toimialaksi, jonka avulla voidaan varmistaa jäsenmaiden ja EU:n sisällä toimivien yritysten kilpailukyky. Nykyisin logistiikka on tärkeä osa yritysten liiketoimintaa ja sitä pidetäänkin yhtenä tärkeimpänä toimintona, jonka avulla voidaan saavuttaa taloudellisia säästöjä ja kilpailuetua. [3.]

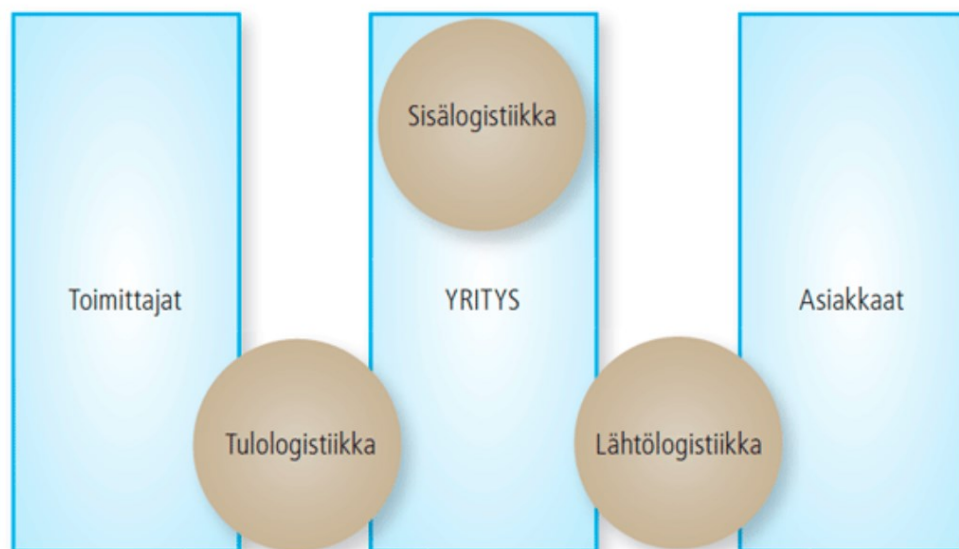
Logistiikan päätehtävä on aina saavuttaa korkea asiakaspalvelun taso pienimmällä mahdollisella kokonaiskustannuksella. Asiakaspalvelun keskeisimpiä kriteereitä ovat toimitusaika, toimitusvarmuus ja joustavuus. Lähtökohtana on, että yrityksen/asiakkaan

tarvitsema materiaali ja tieto ovat oikeassa paikassa, oikeaan aikaan, oikean määräisenä, virheettömän ja mahdollisimman vähäisin kustannuksin. [5, s.5–6.]

3.4 Logistiset muodot

Tässä luvussa käydään läpi logistisia muotoja. Materiaaleja ja tuotteita kulkee aina yritysten läpi. Tällöin puhutaan yleisesti tulo-, sisä- ja lähtölogistiikasta. Opinnäytetyössä käsitellään kuitenkin rakennustyömaan logistiikkaa, joten havainnollistavana esimerkkinä on käytetty rakennustyömaata. Työmaiden logistiikka ei juurikaan eroa muusta logistiikasta ja siitä on havaittavissa paljon samoja piirteitä. Tässä tapauksessa yritys on korvattu rakennustyömaalla, joka on rakennustuotannossa kaikkien logistiikkaketjujen keskipiste.

Rakennustyömaan logistiset muodot voidaan jaotella kolmeen osa-alueeseen, jotka ovat tulologistiikka, sisälogistiikka ja lähtölogistiikka. [5, s.8.] Kuvassa 1 havainnollistetaan tulo-, sisä- lähtölogistiikan käsitteitä.



Kuva 1 Yrityksen tulo-, sisä- ja lähtölogistiikka (Logistiikan maailma, 2021) [3]

3.4.1 Tulologistiikka

Hankintatoimi on tulologistiikan ensimmäinen vaihe. Yleisesti tulologistiikkaan kuuluvat tavaran vastaanotto, tarkastus, purkaminen ja varastoon sijoittaminen.

Työmaan tulologistiikkaa ovat saapuvien rakennustuotteiden materiaalivirtojen ja niihin liittyvien tietovirtojen hallintaa. Tulologistiikka on työmaan logistisista muodoista yleisin. Työmaan tuottavuuden kannalta tulologistiikka on tärkeä logistinen muoto.

Rakennustyömaan tuotanto on täysin riippuvainen kaikista rakentamiseen tarvittavista materiaaleista, työkoneista ja tiedosta. Tulologistiikalla tarkoitetaan siis niitä työmaan hankintoja, joita tarvitaan lopputuotteen valmistamiseen. Tulologistiikkaan lasketaan mukaan myös kuormien purkaminen työmaalla.

Työmaan logistiikka tulee aina suunnitella, jotta työmaan toimivuus voidaan taata. Tulologistiikan hallitseminen on tärkeää, jotta työmaa voidaan pitää toimivana. Työmaan toimitukset tulee suunnitella ja ajoittaa oikein työvaiheiden tarpeiden mukaan. Logistiikan hallinnalla on merkitystä työmaan yleiseen toimintaan, tuottavuuteen sekä talouteen. Suunnittelematon logistiikka lisää häiriöherkkyyttä, sekaannusta, odottelua ja tehottomuutta, kun taas tarkkaan suunnitellulla logistiikalla voidaan säästää työmaan kustannuksia. [3.]

3.4.2 Sisälogistiikka

Sisälogistiikkaan kuuluu yleisesti tehtaiden, terminaalien, tai varastojen aitojen sisäpuolella tapahtuvaa materiaali- ja informaatiovirtojen hallintaa. Sisälogistiikka on tavaroiden [3]:

- vastaanottamista
- hyllytystä
- siirtoja
- keräilyä
- pakkaamista
- lastaamista
- kierrättämistä

Rakennustyömaalla sisälogistiikka on toinen yleisistä logistiikan muodoista, joka käsittelee rakennustyömaan sisällä tapahtuvat logistiset siirrot. Tämä tarkoittaa materiaalien,

koneiden, laitteiden, työvoiman tai tiedon vastaanottamista ja välittymistä eteenpäin työmaalla.

Rakennustyömaan sisälogistiikkaa on hyvä suunnitella muun tulologistiikan ohella, jotta työmaa pysyisi mahdollisimman tehokkaana. Jo ennen materiaalien tilausta on hyvä miettiä materiaalien varastointivaihtoehtoja sekä siirtoja työmaan sisällä. Hyvä on myös pohtia mahdollisia toimitus- ja purkuvaihtoehtoja, jotta purkaminen ei sitoisi liialti resursseja ja sisäiset siirrot pysyisivät minimissä. Logistisesti järkevää olisi, että materiaalit siirrettäisiin suoraan lopulliselle varastointipaikalleen tai toimitukset ajoitettaisiin juuri ennen materiaalien asennusta, jolloin ne voitaisiin siirtää suoraan työmestalle.

Sisälogistiikkaa voi olla pienimuotoista, kuten kiinnitystarvikkeiden hakeminen varastokontista, joka onnistuu helposti työntekijöiltä ilman apuvälineitä. Suurempien materiaalien siirrossa, kuten elementtien asennuksissa, tarvitaan erikseen nostoapuvälineitä, yleensä torninosturia. [3.]

3.4.3 Lähtölogistiikka

Lähtölogistiikkaan kuuluu yleisesti varastosta keräily ja pakkaaminen sekä lastauslaitureilta eteenpäin lähtevä jakelu ja kuljetus. Rakennustuotannossa valmis tuote valmistetaan kuitenkin lähes aina paikan päällä. Tämän takia työmaalta ei enää lähde mitään lopputuotetta eteenpäin. Työmaan lähtölogistiikka käsittää käytännössä jätteiden ja kierrätettävien tuotteiden toimituksen uudelleenkäytettäväksi, kierrätettäväksi tai kaatopaikalle. Lähtölogistiikkaa ovat lisäksi palautettava vuokratkalusto, työkoneet, laitteet ja materiaalit. [5, s.8.] [3.]

3.5 Logistiset virrat

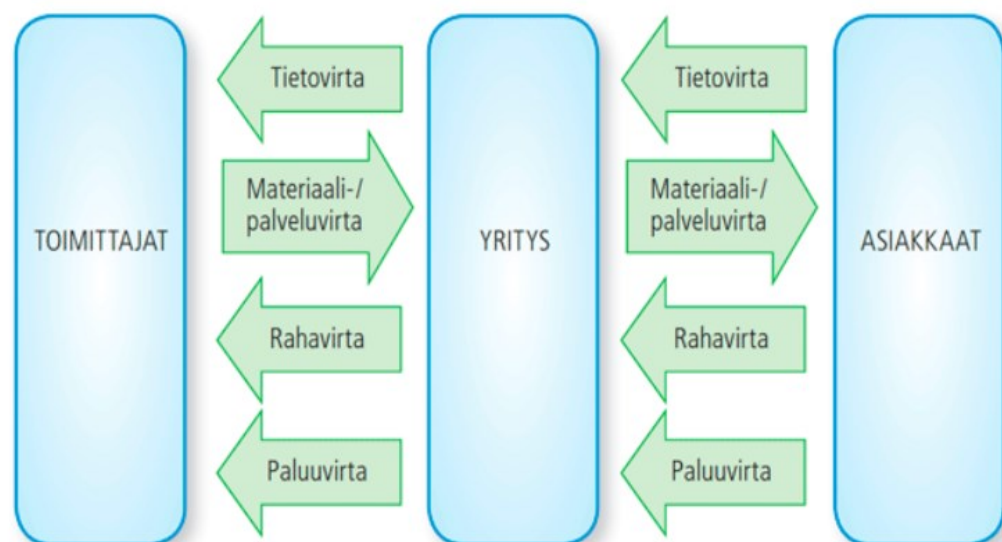
Logistisia virtoja ovat tieto-, materiaali-, raha- sekä paluuvirrat. Tietoa, materiaaleja ja rahaa liikkuu niin asiakkailta toimittajille, kuin toimittajilta asiakkaille. Toimitusketjut voivat olla hyvinkin pitkiä riippuen siitä, kuinka monta toimittajaa ja asiakasta ketjuun kuuluu. Logistiikassa materiaalivirta kulkee aluksi toimittajilta asiakkaille, ja tieto- ja rahavirta asiakkailta toimittajille. Tuotteita aina kuitenkin myös palautuu toimittajille, mitä kutsutaan paluuvirraksi. Tehokkaassa logistiikassa tieto kulkee toimittajilta asiakkaille ja päinvastoin. Näin ollen materiaali-, tieto- ja rahavirrat kulkevatkin edestakaisin.

Logistiikkaan liittyy aina suuri määrä tiedonvaihtoa myynti- ja varastomääristä, kuljetuksien järjestämisestä, laskuttamisesta sekä erilaisista sopimuksista ja toimitusehdoista. Tietovirran voidaan katsoa olevan logistiikkaprosessin alku. Prosessi alkaa asiakaskysynnästä ennustamisesta tai sen toteumasta, jonka perusteella tuotetta aletaan valmistella asiakkaalle. Tieto asiakaskysynnästä siirtyy ketjua pitkin eteenpäin tuotantolaitokseen, raaka-ainetoimittajille, varastoon, kuljettajille sekä muille tärkeille osapuolille. [8, s.22.]

Logistiikkaprosessin seuraava vaihe tietovirran jälkeen on materiaalivirta, joka sisältää materiaalien tai tuotteiden kuljettamisen ja säilyttämisen. Materiaalivirta edellyttää aina tietovirtaa, sillä materiaaliin ja tuotteeseen sekä toimitukseen tulee liittää aina tietoa, jotta se voidaan toimittaa asiakkaalle. Jos materiaalivirta sujuu hyvin, tarkoittaa tämä käytännössä yritysten toimittamien tuotteiden toimitusaikojen lyhentymisenä ja asiakas-tyytyväisyytenä.

Yleensä materiaalivirran jälkeen logistiikkaprosessissa tulee pääoma- eli rahavirta, joka on raaka-aineista ja tuotteista maksettava vastike, jonka maksajana on tuotteen ostanut asiakas. Nykyisin on myös yleistä, että raha liikkuu asiakkaan ja yrityksen välillä heti tietovirran jälkeen. Logistiseen ketjuun on myös sitoutunut huomattavasti pääomaa, kuten varastoissa ja väliterminaaleissa säilytettäviin tavaroihin. [8, s.22.]

Paluuvirralla tarkoitetaan materiaalivirran eri vaiheista poistuvia jäte- tai sivutuotevirtoja sekä käytöstä poistettujen tuotteiden ohjaamista uudelleen kiertoon tai loppukäsiteltäväksi. [8, s.22.]



Kuva 2 Logistiset tieto-, raha-, materiaali- ja paluuvirrat [8, s.22]

3.6 Varastointi

Varastointi on yksi logistiikan tärkeistä osa-alueista kuljetusten ohella. Varastoinnilla tarkoitetaan yleisesti varastorakennuksia ja -tiloja sekä ylläpidettäviä varastotoimintoja.

Usein varastointi nähdään ainoastaan lisäkustannuksina eli sen ei ajatella tuovan lisä-arvoa toiminnalle. Asiakkaat eivät myöskään mielellään ole valmiita maksamaan tuotteesta kovempaa hintaa, jotta yritykset ylläpitäisivät varastoja. Varastointi on kuitenkin useimmissa tapauksissa välttämätön ja oikein suunniteltuna se tuottaa yritykselle lisä-arvoa. [8, s.79.]

Yritysten toiminnan keskeinen periaate on ollut se, että kaikissa toimitusketjun vaiheissa varastoja pidettäisiin mahdollisimman vähän. Tämä johtuu siitä, että varastoihin si-
toutuu huomattavia määriä pääomaa, joka olisi kannattavampaa sijoittaa muihin tarpei-
siin. Varastoinnista syntyviä kustannuksia syntyy niin tilojen vuokrista, lämmitys, viilen-
nys sekä muista ylläpitokustannuksista, kuten palkoista ja työkoneista. Varastotasoja
voidaan pienentää tai jopa luopua varastoista kokonaan, jos toimitusajat voidaan opti-
moida niin, että raaka-aineet tai tuotteet toimitetaan toimittajalta suoraan tuotantoon tai
valmistajalta asiakkaalle ilman varastointia. Tällöin yritykset voivat tuoda markkinoille
tuotteita edullisemmalla hinnalla, kun varastoinnista ei synny suuria kustannuksia. [8,
s.79.]

Kuten yllä on todettu, monissa tapauksissa varastointi on useimmissa tapauksissa vält-
tämätöntä ja varastoinnille on useita perusteltuja syitä. Varastoja voidaan ylläpitää esi-
merkiksi sen takia, että halutaan varmistaa taloudelliset eräkoot ja turvata tavarán saa-
tavuus. Tämän lisäksi varastoja pidetään seuraavista syistä [8, s.80]:

- Ostetut tavaraerät ovat varastoitava
- Halutaan turvata hyvä asiakaspalvelu
- Tuotevalikoima ja asiakaskunta on laaja
- Toimittaja on epäluotettava (kyseenalaista)
- Raaka-aineen hinnat vaihtelevat
- Raaka-ainetta saatavissa rajallisesti osan vuotta, tai ei saatavilla tulevaisuudessa lainkaan

3.7 Logistiikka rakennustuotannossa

Rakennustuotannolle on ollut tyypillistä, että logistiikassa tarkastellaan kokonaisia toimitusketjuja aina suunnittelusta materiaalitoimittajan valmistusprosessiin, toimitukseen ja asennukseen työmaalla. Tuotteiden suunnittelu, valmistajien tuotannosuunnittelu ja -ohjaus, rakennusosien esivalmistus sekä suunnittelu- ja toteutusprosessi työmaalla tapahtuvat useasti rinnakkain, mikä vaatii tiedon hallintaa. [5, s.7.]

Logistinen prosessi on jaettu osiin sen mukaan, kenelle vastuu suorittamisesta kuuluu. Vastuu voi kuulua esimerkiksi rakennusliikkeelle, materiaalitoimittajalle tai suunnittelu-toimistolle. Logistiikkaa kehitettäessä on tärkeää, että kaikki osapuolet ovat omalta osaltaan mukana kehittämisessä ja logistista ketjua tarkasteltaisiin aina kokonaisuutena. Logistisia prosesseja kehittäessä onkin syytä tarkastella asiaa kaikkien osapuolten kannalta, eikä vain yhden osapuolen näkökulmasta. Esimerkiksi rakennusliikkeen toimintatavoilla on huomattavia vaikutuksia materiaalitoimittajien logistisiin kustannuksiin ja päinvastoin. Vaikka näennäisesti tuotannon osapuolet toimisivatkin erikseen tarkasteltuna tehokkaasti ja järkevästi, ei tämä kuitenkaan takaa kokonaisuuden kannalta toimivaa ja järkevää kokonaisuutta. Toiminnassa voi ilmetä huomattaviakin puutteita, jotka johtavat tehottomuuteen ja usein kustannusten kasvuun. [5, s.7.]

Työmaan kannalta on tärkeää tarkastella aina eri toimitusketjujen muodostamia kokonaisuuksia. Tällöin tarkastellaan työmaalle saapuvia materiaalitoimituksia ja niiden logistisia ketjuja yhdessä. Yksittäisten logistiikkaketjujen suunnittelussa voidaan huomioida koko työmaan resurssien tehokas hyödyntäminen. [5, s.7.] Tästä esimerkkinä työmaalle saapuvat terminaalitoimitukset, jossa työmaalle saapuvat materiaalit kasaataan yhteen ja toimitetaan samalla kertaa työmaalle sovittuna aikana. Terminaalitoimitukset vähentävät työmaalle toimitettavien yksittäisten tavaratoimitusten määrää ja tehostavat itse rakennustöitä, vapauttaen työmaan resursseja muihin työtehtäviin.

Rakentamisprosessin päätavoite on aina tyytyväinen loppuasiakas. Logistiikka-ajattelussa rakentamisprosessi on nähty asiakkaalta-asiakkaalle kulkeutuvana ketjuna, jota on yleisesti kutsuttu tilaus-toimitus-prosessiksi. Rakennusallalla on ollut yleisempää käyttää tilaus- termin kohdalla sanaa hankinta- tai toimitusketju. [5, s.7.]

Hankinta- ja toimitusketjuun kuuluu useita osapuolia, jotka välittävät tietoa tai materiaalia keskenään. Logistiikka-ajattelun peruslähtökohtana on, että kokonaisuuden tulee

toimia, jolloin kaikki osa-alueet ja -puolet hyötyisivät mahdollisimman paljon. Perinteisesti jokainen osa-alue on kuitenkin kehittänyt vain omaa toimintaansa, jolloin yhteinen toiminta ja kokoanisuus on jäänyt puutteelliseksi. Rakennustuotannossa on kuitenkin tärkeää, että kokonaisuudet ja yhteistyö toimivat hyvin, sillä työmaat ovat aina kaikkien logistiikkaketjujen keskipisteitä. Työmaan tulo-, sisä- kuin lähtölogistiikankin tulee olla kaikkien osa-alueiden kannalta hallinnassa. [5, s.8.]

Logistiikkaa suunniteltaessa lähtökohtana on aina asiakkaan tarpeet, jotka tulee ensisijaisesti täyttää. Asiakkaan tarpeet esitetään suunnitteludokumenteissa. Logistiikkaketjut jaetaan niiden luonteen mukaan kolmeen ryhmään: hankekohtaisesti suunniteltujen tuotteiden, vakiomateriaalien sekä pientarvikkeiden logistiikkaketjuihin. Kullakin ryhmällä on omat piirteensä, jotka vaikuttavat niin tuotteiden tilaukseen, toimitukseen kuin käsittelyyn työmaalla. [5, s.8.]

3.8 Logistiikan merkitys rakennustuotannolle

Logistiikasta on tullut viimeisten vuosien aikana entistä tärkeämpi osa rakennusliikkeiden toimintaa, jolla pyritään parantamaan yrityksen kilpailukykyä markkinoilla. Toiminnan kustannukset, laatu, aika ja täsmällisyys vaikuttavat ratkaisevasti yritysten menestykseen ja logistiikan hallinnan tavoitteena onkin ollut vaikuttaa näihin kaikkiin. [5, s.10.]

Rakennustyömailla tapahtuu paljon materiaalien siirtoa ja käsittelyä. Huonolla logistiikan hallinnalla ja toteutuksella aiheutetaan työmaalle taloudellisia menetyksiä. Jos logistiikka ei ole kunnossa ja toimituksia suunniteltu huolellisesti, voi seurauksena olla töiden seisahtaminen ja tehollisen asennustyön osuuden pieneneminen kokonaistunneista. Liikenne- ja viestintäministeriön vuonna 2010 tekemän Logistiikkaselvitys 2010 mukaan logistiikan osuus rakennusalan yritysten liikevaihdosta on peräti 15 %. [6, s.16.]

"Kun rakennusurakan kate on pieni, logistiikan vähäisetkin prosentuaaliset säästöt näkyvät kuitenkin selvästi voitoissa." – VTT:n erikoistutkija Markku Kiviniemi. [7.]

Kun logistiikkaketjuja suunnitellaan ja ketjuista karsitaan vaihteita, jotka eivät lisää jalos-
tusarvoa, kustannukset alkavat tippua. Aikaa ei enää kulu odottamiseen, vaan työt py-
syvät käynnissä ilman häiriöitä. Kiviniemen mukaan:

*"Prosessien ja logistiikan tehostumisen lisäksi parempi hallinta ja ohjatta-
vuus tuottavat säästöjä myös muualla. Hyvän logistiikan hallinnan avulla
toimitukset voidaan ajoittaa sille tunnille, kun niitä tarvitaan. Ei tarvita eri
kuormaa levytehtaalta ja sähköliikkeestä, vaan yhdistelmäkuormassa voi
olla kaikki, mitä juuri siinä työvaiheessa tarvitaan."* [7.]

Keskeinen ajatus on tarkastella turhia kustannuksia koko logistiikkaketjussa. Tämä
tarkoittaa, että materiaalikustannuksissa ei huomio kiinnity ainoastaan ostohintaan,
vaan hankinnoista syntyviin välillisiin kustannuksiin. Hankinnan hintaa tarkasteltaessa
on hyvä kiinnittää huomiota, mistä hinta oikein muodostuu ja miten hintaan sisältyviä
kustannuksia voidaan pienentää. Tilaajan toiminnalla on suuri vaikutus toimittajan kus-
tannuksiin ja päinvastoin, kun toimittajalla on taas vaikutus ostajalle syntyviin välillisiin
kustannuksiin. Tämän takia avoimuus ja yhteistyö osapuolten välillä ovat välttämättö-
miä tehokkaan logistiikan kehittämisessä ja aikaansaamiseksi. [5, s.10.] [7.]

Nykyaikaisessa markkinataloudessa rakennusprojektien tulee olla tuottavia ja yritysten
tulee tehdä tulosta, jotta sijoittajat voidaan pitää tyytyväisinä. Rakennusprojektien ajal-
linen tehokkuus onkin noussut merkittävämmäksi kilpailutekijäksi rakentamisessa. Ai-
kataulujen kiristyessä ja rakennusajan lyhentyessä materiaali- ja tietovirtojen hallinta
korostuu. Tiukka aikataulu lisää häiriöherkkyyttä, joka taas korostaa osaltaan suunnitte-
lun tasoa ja laadukkuutta. Työvaiheiden huolellisella suunnittelulla ja aikatauluttamisel-
la voidaan pitää työt tehokkaana ja häiriöt voidaan ehkäistä. Kireän aikataulun työmail-
la materiaaleja ei voida varastoida ilman suunnittelua, koska työkohteet ovat tehok-
kaasti työn alla jatkuvasti. Työmaiden lisääntyneiden aliurakoiden määrä korostaa enti-
sestään toimivien materiaali- ja tietovirtojen merkitystä. Tiedon tulee kulkea saumatto-
masti osapuolten välillä. Hankkeen aikatehokkuuteen vaikuttaa logistiikan hallinnan
lisäksi kohteen luonne ja toteutusmuoto. Esimerkkinä korjausrakennuskohteet, joissa
aikataulussa on otettava huomioon käyttäjien pois- ja sisään muutto tai kohteen käyttö
korjauksen aikana, mikä asettaa logistiikalle omat haasteensa. Toteutusmuodoista joh-
tuvaiset erot ovat huomattavia sekä logistiikan hallinnan, että aikataulutuksen kannalta. [5,
s.11.]

Logistiikan hallinnalla on vaikutuksia myös välillisesti rakennushankkeen laatuun. Hallitut tietovirrat vähentävät suunnitteluvirheiden mahdollisuuksia ja lisäävät joustavuutta asiakkaiden toivomien muutosten toteuttamiseen. Materiaalivirtojen hallinta ja tarkempi ohjaus vähentävät käsittely- ja siirtokustannuksia, materiaalihukkaa sekä tuotteiden vaurioitumista. [5, s.12.]

4 Asuintalotyömaan logistiikka

Tässä luvussa käsitellään tarkemmin rakennustyömaan logistiikkaa sekä niitä toimintatapoja, joita on käytetty myös Kauppakeskus Lippulaivan asuintalojen 1–4 rakennustyömaalla. Logistiikalla on monesti luultua suurempi merkitys työmaiden päivittäisessä toiminnassa, joka vaikuttaa työmaiden laatuun sekä välillisesti hankkeen onnistumiseen. Logistiikkaan panostamalla voidaankin saavuttaa niin kilpailuetua kuin taloudellisia kustannussäästöjä. [5, s.12.]

Työmaalogistiikka käsittää aiemmissa kappaleissa käsitellyt tulo-, lähtö- ja sisälogistiikan sekä logistiset virrat. Työmailla tapahtuu päivittäin jonkin asteista logistiikkaa. Materiaalien toimitukset, jätehuolto, työvoiman siirtyminen työpisteeltä toiselle, nosto- ja siirtokalustojen käyttö, tiedon siirtyminen osapuolilta toisille synnyttävätkin rakennustyömaille logistista toimintaa, joka vaatii aina ennakointia ja suunnittelua. Kauppakeskus Lippulaivan asuinrakennustyömaan kaltaisilla työmailla työmaan logistiikan suunnittelun tarve kasvaa, kun tilat ovat rajalliset ja rakennuskohteen sijainti on haasteellinen.

Materiaalitoimitusten ohjauksella ja suunnitellulla pyritään siihen, että työmaalla on oikeaan aikaan saatavilla tarvittavat materiaalit ja työt voivat edetä suunnitellussa aikataulussa. Materiaalien sekä myös materiaalitoimituksista ja siirroista syntyvän tiedon liikkuminen ovat merkittävä osa projektin etenemistä ja tilaajalle rakennettavan loppu-tuotteen valmistumista. Työmaalle saapuvien materiaalien siirrot tulee aina suunnitella, jo ennen materiaalien tilaamista työmaalle. Etukäteen tulee miettiä siirtoon soveltuva siirtotapa sekä siirtoihin tarvittava käytettävissä oleva kalusto. Materiaalien siirroissa tulee huomioida ensisijaisesti materiaalin koko, paino, laatu, siirtomatka, välivarastointipaikka sekä lopullinen asennuspaikka. Siirrot työmaalla tulee hoitaa mahdollisimman nopeasti, turvallisesti sekä taloudellisesti siten, että siitä ei koidu haittaa työmaan tuotannolle ja muille työvaiheille. Oikeilla materiaalien siirtotavoilla tuotannosta on mahdol-

lista saada kannattava, nopea ja turvallinen. Logistiikkaan ja toimituksiin panostamalla on myös mahdollista parantaa projektin laatua ja taloudellisuutta, kun kalusto on suunniteltu materiaalien siirtoon sopivaksi.

Työmaan logistiikka on usein pääurakoitsijan vastuulla, joka vastaa sopimuksien mukaan materiaalsiirroista muille työmaalla toimiville osapuolille. Vastuu voidaan myös antaa urakoitsijalle. Suurissa hankkeissa on usein järkevää velvoittaa työmaalogistiikan hallinta ja ohjaus yhdelle toimijalle, jolloin työmaan logistiikan organisointi on hallittua. Logistiikasta voi vastata siihen osoitettu pääurakoitsijan työnjohtaja tai logistiikka voidaan ulkoistaa täysin erilliselle logistiikka-alan yritykselle. [5, s.13–14.]

4.1 Työmaan logistiikan suunnittelu, ohjaus ja hallinta

Työmaan logistiikka tulee suunnitella hyvissä ajoin ennen rakennustöiden aloitusta. Suunnittelulle on hyvä varata riittävästi aikaa, jotta mahdolliset ongelmakohdat voidaan huomioida jo heti suunnittelun alkuvaiheessa. Tällöin voidaan ennalta ehkäistä ja vaurautua mahdollisiin työmaalla ilmeneviin häiriöihin. Häiriöitä voivat aiheuttaa niin huonosti suunniteltu ja organisoitu työmaa-alue kuin myös suunnittelemttomat tavaratoimitukset.

Logistiikan suunnittelua ohjaa työmaiden omat reunaehdot, joiden puitteissa tulee toimia. Työmaa-alueen liikennejärjestelyt, rakennusten sijainti, koko ja rakennusjärjestys, käytettävissä olevat resurssit sekä varastointitilat ohjaavat logistista suunnittelua. Suunnittelun tarkoituksena on pyrkiä tehostamaan työmaan materiaalien käsittelyä ja minimoimaan nostoja ja siirtoja. Suunnittelu antaa samalla toimintaohjeet, joiden mukaan rakennushankkeen osapuolet toimivat. [9.]

Suunnittelu alkaa yleensä jo urakkatarjousvaiheessa, kun määritellään rakennushankkeen toteutustapoja. Urakkatarjousvaiheessa päätetään muun muassa oman työn, aliurakoinnin ja tuoteosakauppojen määrästä sekä laaditaan yleensä hankkeen alustavat tuotantosuunnitelmat. Tuotantosuunnitelmat laatii rakennusyrityksen tuotantohenkilöstö, kuten työpäällikkö yhdessä työmaan vastaavan työnjohtajan, työmaainsinöörin kanssa. Myös laskentaosaston työntekijät ovat mukana suunnitelmien laadinnassa. [10, s.3.]

Tarjousvaiheessa suunnitellaan rakennustyömaan käyttö ja rakennusaikaiset järjestelyt koko rakentamisen ajaksi. Tällöin laaditaan ensimmäinen versio aluesuunnitelmasta, jota päivitetään koko rakentamisen ajan. Suunnittelussa otetaan huomioon työmaa-alueen ja rakennustöiden laajuus, valitut tuotanto-, ja toteutus- ja työmenetelmät, henkilöstömäärä, työmaan kuljetus-, siirto- ja nostotarpeet sekä muut kohdetta koskevat vaatimukset. Samalla selvitetään myös hankkeen laajuus, vuokrattavan lisäalueen tarve sekä aluetta koskevat viranomaismääräykset. Rakennustyömaa-alueen käytön suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota pitkäaikaisiin työmaajärjestelyihin, joista syntyy rakennushankkeelle aika- ja suoritesidonnaisia kustannuksia. [10, s. 3.]

Työmaan logistiikan suunnittelu ei lopu hankkeen suunnitteluvaiheisiin vaan, suunnitelmia ja ohjeita päivitetään rakennustöiden edetessä. Näin tuotanto pysyy tehokkaana ja varmistetaan sujuvat materiaalitoimitukset. Logistiikan suunnittelun apuvälineinä voidaan työmaalla käyttää esimerkiksi logistiikka- ja työmaakalenteria, perinteistä tussitaulua sekä urakoitsijoille jaettavaa logistiikkaohjetta. Kalenteriin voidaan merkata työmaalla tapahtuvia yleisiä tapahtumia sekä työmaalle saapuvat materiaalitoimitukset. Kauppakeskus Lippulaivan asuintalojen 1–4 rakennustyömaalla käytössä olevista logistiikkaohjeesta sekä työmaakalenterista myöhemmässä luvussa.

Suunnittelun lisäksi logistinen hallinta on tärkeä osa töiden etenemistä työmaalla. Laaditut suunnitelmat tulee laittaa käytäntöön, jotta ne konkretisoituvat. Logistiikan hallinta on taitolaji, joka vaatii osaamista ja panostusta. Onnistuneen hallinnan avulla voidaankin päästä ajallisiin sekä taloudellisiin säästöihin ilman, että joudutaan tinkimään laadusta ja työmaan turvallisuudesta. [11.]

Työmaan logistiikan hallinta kannattaa keskittää, jotta sen hallinta helpottuu. Erityisesti suurilla ja haastavilla työmailla keskittäminen on järkevää. Tällöin kaikkien materiaalien saapumiseen ja varastointiin sekä osittain myös sisäisiin siirtoihin, siisteyteen ja järjestykseen sekä jätehuoltoon liittyviä asioita hallitsee työmaalla keskitetty logistiikan työnsäjohto. [11.]

Logistiikan hallinnan kannalta tiedon jakaminen ja siirtyminen on työmaalla hyvin tärkeää. Tiedon on pysyttävä muuttumattomana ja kulkea kaikkien osapuolien välillä virheettömästi. Tiedon on järkevää kulkea logistiikkatyönjohtajan kautta, joka jakaa tietoa eteenpäin. Logistiikkatyönjohtajan tulee saada ennakkoon tieto työmaalle saapuvista toimituksista, purku- ja siirtoresurssitarpeista sekä mahdollisista varastointitarpeista,

jotta toimitukset voidaan suunnitella hyvissä ajoin. Tiedon kululla voidaan välttää sekaannuksia, tuotannon häiriöitä, työvirheitä sekä ylimääräisiä kustannuksia. [11.]

4.2 Työmaan aluesuunnitelma

Rakennustyömaan aluesuunnittelu on koko rakennushankkeen toteutuksen ajan jatkuvaa toimintaa. Aluesuunnittelu on yksi osa rakennushankkeen toteutuksen tuotanto-suunnittelua, joka koostuu yleis- ja rakentamisvaiheen suunnittelusta, aluesuunnitelman laadinnasta ja ylläpitämisestä sekä työmaa-alueen käytön ohjauksesta. Aluesuunnitelman ensisijainen tehtävä on toimia tiedonvälittäjänä. Työmaan aluesuunnitelmalla välitetään tietoa hankkeessa toimiville osapuolille kuten tilaajille, työntekijöille, toimittajille sekä kuljetusliikkeille työmaan sisäisistä ja ulkoisista logistiikkajärjestelyistä sekä työ- ja turvallisuusjärjestelyistä. Aluesuunnitelma onkin logistiikan hallinnan näkökulmasta yksi tärkeimmistä suunnitelmista, jossa ei kerrota vain rakennustyömaan rajoista vaan siihen on merkattu logistisen toiminnan kannalta oleelliset tilat, paikat sekä alueet. [10, s.1–2.] [12.]

Aluesuunnitelma tulee olla ajantasainen ja kuvastaa sen hetkistä työmaan tilannetta. Aluesuunnitelmaa ylläpidetään sekä päivitetään hankkeen edetessä. Aluesuunnitelmaa täydennetään ja muutetaan sen mukaan, kun rakentaminen työmaalla edistyy ja työmaa-alueen käyttö muuttuu. Aluesuunnitelmasta teetetään tarkat suunnitelmat rakentamisen eri vaiheita sekä tehtäviä varten. [10, s.1–2.]

Rakennustyömaan aluesuunnitelma laaditaan kirjallisena ja suunnitelma tehdään vähintään maanrakennus-, perustus-, runko- ja sisätyövaiheisiin. Laajoissa tai vaativissa hankkeissa jokaisella työvaiheelle laaditaan oma erillinen aluesuunnitelma. Aluesuunnitelman tarkoitus on jakaa tietoa kaikille hankkeen osapuolille. Aluesuunnitelma on siis oltava kaikkien nähtävillä ja se on laitettava esille keskeiselle paikalle työmaalla. [10, s.2.]

Aluesuunnitelmassa huomioidaan [12]:

- Työmaa-alueen ja rakennustöiden laajuus
- Valitut rakentamisen toteutustavat
- Henkilöstön määrä
- Viranomaisvaatimukset ja -ohjeet
- Työmaa-alueen ulkopuolinen opastus
- Työmaan ulkopuolinen ympäristö, esim. liikenne

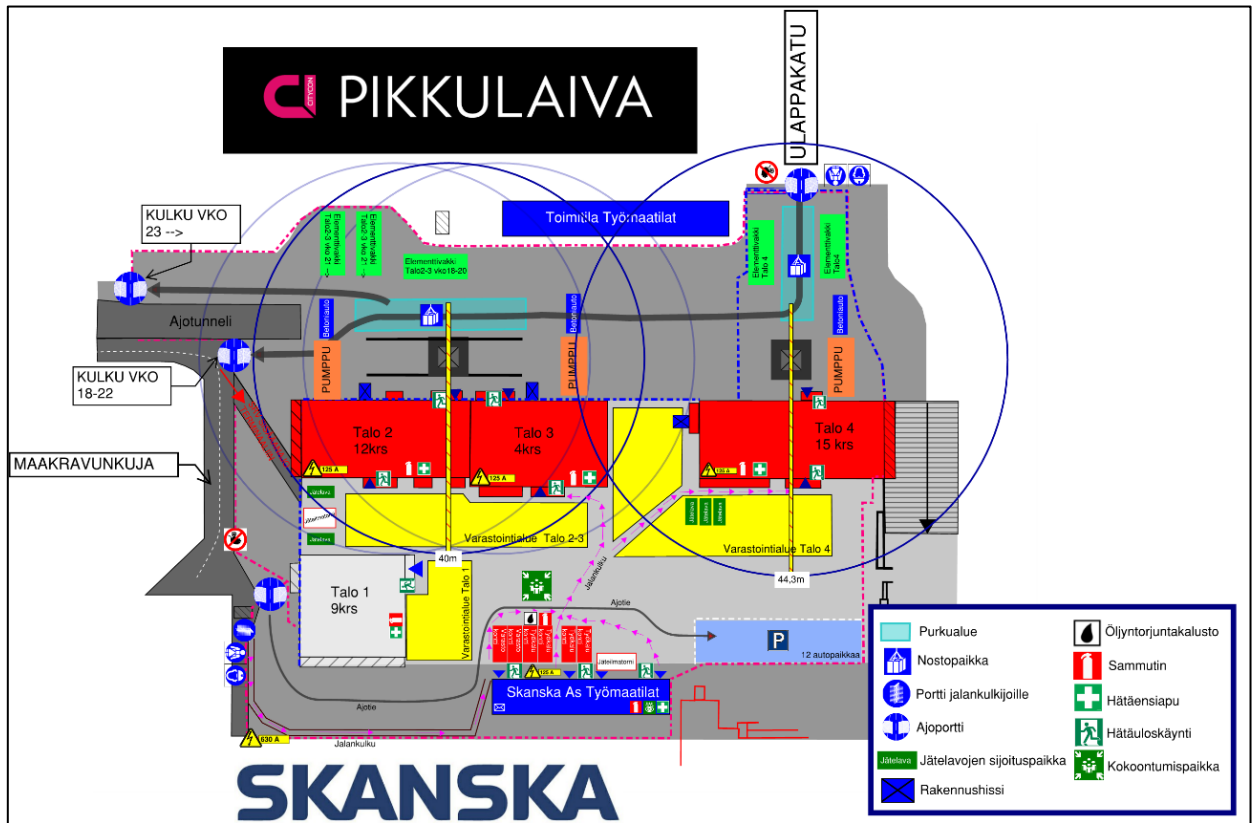
Aluesuunnitelma sisältää [12]

- Työmaan sisäiset ja ulkoiset logistiikkajärjestelyt
- Työ- ja turvallisuusjärjestelyt
- Jätehallintaa koskevat järjestelyt
- Materiaalitoimituksiin liittyvät järjestelyt, esim. purkupaikka
- Nostoihin ja siirtoihin vaaditut koneet
- Kulkureitit

Aluesuunnitelman laatiminen on kaikille rakennushankkeille pakollinen, sillä aluesuunnitelma on lain määräämä dokumentti, jonka pääurakoitsijan täytyy laatia. Valtioneuvoston asetuksessa (205/2009 11 §) määritetään seuraavanlaisesti:

"Päätoteuttajan on tehtävä kirjallinen rakennustyömaa-alueen käytön suunnitelma. Päätoteuttajan on riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava kyseessä olevan työmaa-alueen yleiseen järjestelyyn, toteutukseen ja käyttöön liittyvät vaara- ja haittatekijät. Tällöin on otettava huomioon myös rakennuttajan turvallisuusasiakirjan tiedot. Vaara- ja haittatekijät on poistettava asianmukaisesti sekä milloin niitä ei voida poistaa,

arvioitava niiden merkitys työmaalla työskentelevien ja muille työn vaikutuspiirissä olevien turvallisuudelle ja terveydelle.” [13.]



Kuva 3 Kauppakeskus Lippulaivan asuintalojen 1–4 aluesuunnitelma

4.3 Työmaakalenteri ja logistiikkaportaali

Rakennushankkeen aikana liikkuu paljon erilaista tietoa niin tavaratoimituksista kuin myös töiden toteutukseen sekä suunnitteluun liittyvistä asioista. Tiedon siirtoon ja jakamiseen on hyvä panostaa, jotta tarvittava tieto saadaan välitettyä halutuille osapuolille. Tässä tapauksessa puhutaan informaatiologistiikasta. Normaalisti tiedonkulun välineenä on käytetty sähköpostia tai puhelinta, jotka ovat suhteellisen työläitä välineitä, erityisesti jos tiedon tulee välittyä suurelle joukolle. Ratkaisuna toimii, myös Skanskalla käytössä oleva, selainpohjainen työmaa- ja logistiikkakalenteri. Rakennustyömaan työmaakalenteri toimii apuna yleisten, rakennustyömaata koskevien asioiden tiedottamisessa hankkeessa mukana oleville osapuolille. Samalla työmaakalenteri on apuväline, johon kaikki työmaan saapuvat toimitukset sekä resurssivaraukset merkitään ylös. Kauppakeskus Lippulaivan asuintalojen 1–4 rakennustyömaalla materiaalitoimitusten ajoitusta sekä purku- ja siirtoresurssien käyttöä hallitaan sähköisen kalenterin avulla. Kalenterin avulla logistiikkaa on helpompi hallita ja toimitukset ovat kaikkien halukkaiden nähtävillä. [14.]

Materiaalitoimituksille on perustettu Lippulaivan asuinrakennustyömaalla rakennustyömaakohtainen logistiikkaportaali, jossa on mahdollista tehdä ajanvaraus toimituksille. Materiaalitoimitusten purkuajan varaus tulee tehdä tavarán saapumista edeltävänä päivänä tiettyyn kellonaikaan mennessä, jonka jälkeen logistiikasta vastaava työnjohtaja, joko hyväksyy tavaratoimituksen tai esittää vaihtoehtoisen purkuajan, mikäli toivottu ajankohta on varattu. Rakennustyömaan ahtauden ja haasteellisuuden takia varaukset tavaratoimituksille on välttämättömiä, jotta välttyään häiriöiltä ja työmaan tuotanto pysyisi tehokkaana. Ilman ajanvarausta työmaalle saapuvat tavaratoimitukset käännytetään pois tai ohjataan odotuspaikalle. Kauppakeskus Lippulaivan asuintalojen 1–4 työmaan tavaratoimituksista lisää myöhemmässä kappaleessa ”Kauppakeskus Lippulaivan asuintalotyömaan 1–4 tavaratoimitukset”. [14.]

Kuva 4 Esimerkki Skanskalla käytössä olevasta työmaakalenterista [12]

4.4 Logistiikkaohje

Kauppakeskus Lippulaivan asuintalojen 1–4 rakennustyömaa on logistiikaltaan haastava kohde, jonka vuoksi työmaalle on päätetty luoda yhteiset logistiset pelisäännöt eli niin sanotut logistiikkaohjeet. Yhteisten ohjeiden tarkoituksena on sitouttaa kaikki työmaan osapuolet (pääurakoitsija, aliurakoitsijat sekä sivu-urakoitsijat) sopimusteknisesti noudattamaan yhteisiä pelisääntöjä työmaalla. Tällöin tuotannon hallinta korostuu ja työmaan logistiikka on hallittua. Ilman tuotannon luotettavuutta ei logistiikallakaan olisi edellytyksiä onnistua.

Työmaan logistiikkaohjeessa on käyty lävitse, miten kohteen logistiikan hallinta ja ohjaus on järjestetty ja miten eri osapuolten tulee toimia, jotta materiaalit saadaan työmaalle oikea-aikaisesti ja ne puretaan sekä käsitellään mahdollisimman tehokkaasti. Ohjeistus ei kuitenkaan pelkästään koske materiaalien toimitusta ja purkuajan varausta. Ohjeistuksessa on myös käyty läpi muun muassa työmaan perehdytykseen, järjestykseen ja siisteyteen, työturvallisuuteen sekä varastointiin liittyviä asioita. [15.]

Logistiikkaohjeistuksessa on käyty läpi muun muassa seuraavanlaisia asioita: [15]

- Työmaan yleiset asiat (Työmaan kohde- ja yleistiedot, logistiikkatyönjohtaja, työmaahan perehdytys, aloituspalaveri, urakoitsijapalaveri, toimitusten turvallisuus)
- Työmaan logistiset järjestelyt (saapuminen työmaalle, työmaan purkupaikat, työmaan purku-, ja siirtoresurssit, varastointi työmaalla)
- Työmaan tulologistiikan hallinta (saapuvien materiaalien ajoitus ja logistiikkaportaalin käyttö)
- Järjestyksen ja siisteyden hallinta
- Logistiikan kustannukset
- Ongelmatilanteet ja niissä toiminen

Työmaan logistiikkaohjeistusta tukemaan on hyvä laatia liitteitä, jotka selkeyttävät entisestään logistiikan hallintaa ja helpottavat erityisesti urakoitsijoita sekä tavaratoimittajia tavaroiden toimituksissa. Logistiikkaohjeistuksen liitteeksi voidaan liittää esimerkiksi

ajo- ja lähestymisohje, kuorma-autoille varatut odotuspaikat, logistiikkahinnasto sekä erillinen työmaata koskeva logistinen aluesuunnitelma, johon on merkattu purku- ja välivarastointipaikat.

4.5 Materiaalikohtainen logistiikkasuunnitelma

Materiaali- ja tavaratoimitusten suunnittelua ja ohjausta varten voidaan hyödyntää erillistä materiaalikohtaista logistiikkasuunnitelmaa. Suunnitelma on työmaalla käytettävä työkalu toimitusten sekä materiaalien hallintaa varten. Suunnitelmassa koottu esimerkiksi Excel-pohjaiseen taulukkoon työmaalle saapuvat materiaalit rakennusvaiheittain. Materiaalien kohdalle kirjataan sen toimittaja, tilaaja, toimitusaika, toimitusmuoto, välivarastointipaikka, mahdolliset siirtotavat- ja kalusto sekä muut yleiset tiedot. Suunnitelmasta nähdään kuinka paljon ja millaisia materiaaleja työmaalle on jo saapunut ja mitä on vielä tulossa. Taulukkoa päivitetään koko työmaan ajan ja se on hyvä olla koko työmaahenkilöstön saatavilla. [15.] Liitteessä 2 on esitetty esimerkki materiaalikohtaisesta logistiikkasuunnitelmasta.

4.6 Työmaan materiaali- ja tavaratoimitukset

4.6.1 Materiaali- ja tavaratoimitusten suunnittelu

Logistiikka on materiaalitoimitusten sekä niihin liittyvien tietovirtojen tehokasta hallintaa. Työmaalle saapuvat tavaratoimitukset tulee suunnitella huolellisesti sekä hyvissä ajoin ennen toimituksia. Toimitusten suunnittelun ja ohjauksen avulla voidaan välttää liiallisesta varastoinnista sekä materiaalipuutteista aiheutuvien viivästysten synnyttämiä kustannuksia. Suunnittelu vähentää myös turhaa hävikkiä. Työmaan toimituksia suunnitellaan ja ohjataan niin hankintavaiheessa, kuin myös työmaalla työmaavaiheen aikana. [16.][17.]

Hankinnoista vastaava järjesteeleee ja toteuttaa hankintoja yhteistyössä työmaan kanssa, jolloin työmaan tarpeet tulee kirjattua tarjouspyyntöihin ja sopimuksiin. Ohjauksen onnistumisen kannalta on tärkeää, että työmaan henkilöstö osallistuu hankintoihin heti alusta alkaen. Hankintoihin liittyvät laskelmat ja suunnitelmat tulee tehdä niin, että ne ovat hyödynnettävissä työmaalla. Työstä vastaavan työnjohtajan tehtävä on suunnitella toimitusten käytännön toteutus ja olla yhteydessä toimittajaan ja kuljetusliikkeeseen.

Onkin tärkeää, että tehtyjen sopimusten ja tilausten tiedot annetaan työnjohtajalle hyvissä ajoin. [17.]

Työmaalle toimitettavat materiaalihankinnat on hyvä suunnitella ensin karkeasti lohkoittain useaan toimitettavaan erään rakentamisaikataulun mukaan. Tämä sen takia, että lähtötiedot eivät useinkaan ole kovin tarkkoja. Suunnitelmia tarkennetaan tarvittaessa toimituspäivän lähestyessä ja tietojen tarkentuessa. Toimittajalle kannattaa kauppaa sovittaessa ilmoittaa vain tilattavien tuotteiden kokonaismäärä ja alustavat eräjaot toimitusviikkoineen. Tällöin muutoksien tekeminen on vielä helppoa, jos tilanteet työmaalla muuttuvat. Suunnitelmien tarkentuessa tavarantoimittajan kanssa sovitaan karkeasta toimitusaikataulusta. [5, s.74.][16.]

Toimitettavat materiaali-erät on suunniteltava aina todellisen tarpeen mukaan. Tavoitteena on hankintojen suunnittelu työkohdekohtaisesti, joko lohkoittain, kerroksittain tai tarvittaessa vielä tarkemmin. Työkohdekohtainen suunnittelu vähentää laskuvirheitä ja parantaa toimitusaikojen arviointia. Toimitusajat ja tarvittavat materiaalmäärät voidaan arvioida paikka-aika-kaavion avulla, josta nähdään työvaiheen eteneminen lohkoittain. Näin materiaali-erät ja toimitusaikataulut voidaan sovittaa työvaiheen etenemisen perusteella. Työvaiheita ja tehtäväsuunnitelmaa laatiessa voidaan tuotteet jakaa jo karkeasti toimituseriin, jotka perustuvat työvaiheiden etenemiseen. Karkea toimitusaikataulu on hyvä kertoa toimittajalle kauppaa tehdessä, jotta tuotantoa voidaan alkaa pikkuhiljaa suunnittelemaan. Suunnitelma vahvistetaan lopullisesti toimitusajankohtien lähentyessä. [5, s.75–76.][16.][17.]

Materiaali-erän toimituksen lähestyessä toimitus varmistetaan lopullisesti. Toimittajan kanssa sovitaan lopullinen toimitusajankohta, toimituksen sisältö sekä sovitaan muut toimitusta koskevat käytännön asiat ja yksityiskohdat. Työstä vastaavan työnjohtajan on vielä tarkistettava materiaalmäärä, päätettävä toimituspäivä ja aika sekä suunnitella tuotteiden vastaanotto ja purku työmaalla. Tarkistus tulee tehdä ajoissa, jotta toimittaja voi sovittaa tuotantonsa halutun aikataulun mukaiseksi. [5, s.77.][16.]

Suunniteltaessa tavaratoimituksia työmaalle, tulee ottaa huomioon työmaa-alueen reunaehdot sekä sen hetkiset käytössä olevat purkuresurssit. Tavaratoimitusten suunnittelussa on hyvä ottaa huomioon erityisesti seuraavanlaisia asioita:

- Lähialueen liikenne
- Toimituksessa käytettävä kalusto
- Kuorman vastaanotto- ja purkupaikka
- Purkuresurssit
- Väli- ja lopullinen varastointipaikka
- Loppusijoituspaikka
- Kulkureitit

Ahtaalla ja vilkasliikenteisellä rakennustyömaalla liikenteenohjaus, purku- ja nostotöiden järjestäminen voivat vaatia enemmän panostusta sekä mahdollisesti ylimääräistä aputyövoimaa. Tällaisella työmaalla on jo hankkeen suunnitteluvaiheessa hyvä miettiä, ovatko katualueen vuokraus tai työajan ulkopuolella tapahtuvat tavaratoimitukset järkeviä ratkaisuja sujuvampiin tavaratoimituksiin. [9.]

Lähtökohtaisesti tavaratoimitukset on hyvä suunnitella siten, että ne pystytään purkamaan suoraan kuormasta asennuspaikalle tai varastoalueelle. Tällöin vältetään tavaroiden ylimääräiseltä varastoinnilta sekä siirtelyltä. Resursseja voidaan myös hyödyntää muihin työtehtäviin. Työmaalla voi ajoittain tulla kuitenkin tilanteita, jolloin toimitettavia tavaroita joudutaan varastoimaan lyhytkestoisesti purkualueen läheisyyteen. Tätä kutsutaan välivarastoinniksi. Tällöin on hyvä, että välivarastointipaikka on jo ennalta suunniteltu ja vapaa kuorman purulle. Tavarat tulee siirtää välivarastointipaikalta mahdollisimman nopeasti työpisteisiin tai lopulliselle varastointipaikalle, jottei työmaan ja purkualueen toiminta häiriintyisi. [9.]

4.6.2 Materiaalitoimitusten kustannukset ja tuoteryhmät

Työmaalle saapuvien materiaalivirtojen siirroista, varastoinnista sekä kuljetuksista muodostuvat kustannukset ovat merkittävät verrattuna pelkkään ostohintaan. Pelkkä ostohinta ei kata kaikkia logistisia kustannuksia, vaan niitä syntyy vielä myöhemmin työmaalla. Materiaalien ja rakennusosien kokonaiskustannuksiin kuuluvat niiden ostohinta, logistiset kustannukset sekä asennuskustannukset. Tutkimuksiin perustuen voidaan sanoa, että karkeasti logistista kustannuksista 20 % muodostuu toimittajalla siir-

roista, varastoinnista sekä laskutuksesta, 20 % muodostuu kuljetuksista ja 60 % muodostuu työmaalla tapahtuvista puruista, siirroista sekä suojauksista. Materiaalitoimituksissa tuleekin kiinnittää huomiota ja panostaa ratkaisuihin, joilla voidaan tehostaa materiaalien käsittelyä työmaalla ja näin vähentää kustannuksia. [5, s.88.][16.]

Työmaalle tilattavat tavarat ja materiaalit voidaan jakaa kolmeen ryhmään, joiden hankinta- ja toimitusketjut eroavat merkittävästi toisistaan. Ryhmään kuuluvat hankekohtaiset tuotteet, vakiomateriaalit sekä pientarvikkeet. Vakiomateriaaleiksi luokitellaan yksinkertaiset ja edulliset rakennustuotteet, jotka voivat olla painavia ja hankalasti käsiteltäviä. Hankalan käsiteltävyyden takia vakiomateriaalien logistiset kustannukset nousevat suhteellisen korkeiksi hankintahintaan nähden. Hankekohtaisiksi tuotteiksi luokitellaan enemmän suunnittelua vaativat hankinnat, joiden logistiset kustannukset jäävät suhteellisen pieniksi. Pientarvikkeet ovat hinnaltaan halpoja tuotteita, joita kuluu työmaan aikana kappalemääräisesti paljon. [5, s.88.][16.]

Hankekohtaiset tuotteet ovat työmaakohtaisia, jotka valmistetaan työmaan suunnitelmien ja piirustusten mukaan. Tällaisia hankekohtaisia tuotteita ovat muun muassa julkisivuelementit, ikkunat, kohdekohtaiset ovat sekä keittiökalusteet. Hankekohtaisia tuotteita työmaalle suunniteltaessa ja tilattaessa tietovirtojen merkitys korostuu. Hankekohtaiset piirustukset ja tarkat suunnitelmat pitää saada valmistajalle yksityiskohdat mukaan lukien. [5, s.89.][16.]

Vakiomateriaalit ovat hankkeesta riippumattomia ja toimittajilta tilattavissa olevia standardituotteita, joita tarvitaan työmailla jatkuvasti. Vakiomateriaaleja ovat muun muassa laatat, levyt, puutavara, eristeet ja kuivatut tuotteet. Kuten yläpuolella todetaan, on vakiomateriaalien logistiset kustannukset suhteellisen korkeat, joten logistiikan kannalta on oleellista poistaa kaikki turhat käsittely- ja varastointivaiheet. Tämä koskee erityisesti työmaata. Tämä onnistuu suunnittelemalla toimitusten sisältö, ajoitus ja materiaalien siirtomenetelmät huolellisesti. Materiaalit ovat järkevää hankkia kooltaan sopivissa erissä, jotta niitä ei jouduta säilyttämään työmaalla pitkiä aikoja vaan ne pystytään käyttämään kohtuullisen ajan sisällä. Materiaalien siirtoihin työmaalla kannattaa kiinnittää huomiota ja siirtoketjuja karsia ja yksinkertaistaa. Työmaalla tapahtuvia siirtoja voidaan vähentää muun muassa aiemmin mainittua terminaalitoimitusta, jolloin merkittävä osa työmaalle saapuvista materiaaleista voidaan nostaa kerroksiin ja lähelle asennuspaikkoja. [5, s.106.][16.]

Pientarvikkeilla tarkoitetaan usein niin sanottuja ”rautakauppatuotteita”. Ryhmään kuuluu erilaiset kiinnikkeet kuten naulat, ruuvit, sisävalmistusvaiheessa käytettävät helat sekä muut pientarvikkeet. Pientarvikkeet ovat ostohinnaltaan halpoja mutta sitovat hankintavaiheessa resursseja, kun niiden määriä joudutaan laskemaan ja laskuja tarkastamaan. Kiinnikkeitä ja vastaavia tilataan usein pienissä erissä, joka kasvattaa laskennan määrää. Tällaisia pientarvikehankintoja kannattaa tehostaa kokoamalla viikoittain tarvittavat pientilaukset yhdeksi isoksi tilaukseksi, jolloin hankitaan suurempi määrä kerralla. Tämä vähentää myös toimitusten määrää työmaalle. [5, s.124.][16.]

4.6.3 Toimitusvaihtoehdot

Työmaalle tarvittavat tuotteet voidaan hankkia joko omina hankintoina tai ne voidaan sisällyttää aliurakoihin ja tuoteosakauppoihin. Valintaan vaikuttaa yrityksen hankintapolitiikka, rakennettava kohde, tilaajan vaatimukset sekä sen hetkinen markkinatilanne. Pääurakoitsija osallistuu aina toimitusten suunnitteluun ja valvontaan oli hankintamennettely millainen tahansa. [17.]

Materiaalien ja tuotteiden toimitustapoja ovat suoratoimitus, täsmätoimitukset (engl. JIT, just-in-time), logistiikkakeskus, asennussarjat ja -paketit (engl. kitting), pientarvikevarasto sekä suora nouto. Seuraavassa taulukossa on esitelty lyhyesti toimitustapojen ominaispiirteitä. [17.][18.]

Taulukko 2 Työmaan erilaiset toimitusvaihtoehdot [16.][17.]

Suoratoimitus	Tuotteet saapuvat työmaalle suoraan tehtaalta, tukkujen vastoista tai osatoimituksena rautakaupasta, tehtaalta tai terminaalista. Kuljetustavan järjestää sopimuksessa määritelty osapuoli.
Täsmätoimitukset (just-in-time)	Tuotteet pakataan ja merkitään toimituskohteittain (kerros, alue, tila, huone). Tavarat toimitetaan asennustarpeeseen tai juuri ennen asennusta. Pää tarkoituksena vähentää varastointia. Jos toimitus tapahtuu terminaalien kautta, voidaan eri valmistajien tuotteita yhdistää ja pakata täsmätoimituksiksi. Edellyttää tarkkaa aikataulusuunnittelua sekä kommunikointia toimittajien, terminaalien ja työmaan välillä.
Logistiikkakeskus	Hyödynnetään, kun materiaaleja halutaan välivarastoida ja niputtaa isommiksi kokonaisuuksiksi. Toimitetaan myöhemmin työmaalle sovittuna ajankohtana.
Asennussarjat ja -paketit	Täsmätoimituksen erityismuoto. Tietyn työvaiheen materiaalit pakataan rakennuspaketeiksi, pientarvikkeet mukaan lukien ja toimitetaan työmaalle. Vähentää materiaalihukkaa ja tehostaa asennustyön edistymistä työmaalla. Edellyttää tarkkaa materiaali- ja tarvikelistausta sekä logistiikan suunnittelua.
Pientarvikevarasto	Työmaalla sijaitseva kontti/tila, joka sisältää työmaalla tarvittavia tarvikkeita ja materiaaleja. Varastosta vastaa joko pääurakoitsija, rautakauppa tai palvelun toimittaja.
Suora nouto	Materiaalien nouto suoraan valmistajalta tai kaupan varastosta. Kertoo usein huonosta toimitusten hallinnasta.

4.6.4 Materiaali- ja tavaratoimitusten kuljetus

Työmaalle saapuvat materiaali- ja tavaratoimitukset toimitetaan työmaalle suunnitellulla kalustolla, joka määräytyy toimitettavien materiaalien ja tuotteiden ominaisuuksien sekä vapaana olevan kaluston perusteella. Ennen toimitusta tulee olla yhteydessä kuljetusliikkeeseen, jonka kanssa sovitaan seuraavat asiat [17.]:

- Toimitusaika
- Soittokäytäntö (x tuntia ennen toimitusta)
- Kuorman tarkistus ja kuormakirjan kuittaus
- Purkupaikka
- Saapumisohje työmaalle sekä odotuspaikka
- Kuljetuskalusto
- Kuljettajan henkilökohtaiset suojavarusteet: Kypärä, huomioliivi, suojalasit sekä turvakengät

4.6.5 Toimitusten vastaanotto ja purku

Toimitukset tulee vastaanottaa ja tarkistaa. Logistiikasta vastaava työnjohtaja tai muu työmaahenkilöstön jäsen ohjaa ja valvoo vastaanottoa ja kuorman purkua. Ohjaus ja valvonta ovat erityisen tärkeitä, kun toimitettavat tuotteet ovat hankalasti siirrettäviä, paljon tilaa vieviä ja suojattavia. Kuorma tulee purkaa suunniteltuun paikkaan, jotta ei synny ylimääräisiä siirtoja ja muut työt eivät häiriintyisi. Kuorma puretaan erityistä varovaisuutta sekä työturvallisuutta noudattaen. Kuorman purkamisen jälkeen tuotteet tarkistetaan silmämääräisesti, jotta varmistutaan toimituksen oikeellisuudesta. Väärät ja vaurioituneet tuotteet palautetaan takaisin ja niistä tehdään reklamaatio toimittajalle. Tavarantoimituksen vastaanottamista varten kannattaa pitää mielessä ainakin seuraavanlainen muistilista [17.]:

- Kuljettajan suojavaarusteet (huomioliivi, kypärä, turvakengät)
- Kuorman tarkastaminen (määrä ja laatu)
- Kuormakirjan täyttö ja puutteiden merkitseminen
- Lastin purku, siirto, varastointi ja suojaus valmistajan ohjeiden mukaisesti
- Siirrot varatuille paikoille suunnitelmien mukaan
- Jätteiden käsittely ja lajitteleminen jätelavoille
- Vioista ja puutteista reklamoiminen
- Kuormakirjojen arkistointi
- Laskujen tarkistus
- Palaute toimittajalle / toimittajarekisteriin

Monet tavara- ja materiaalitoimituksiin liittyvät ongelmat liittyvät hankinta- ja toimitusketjuihin. Ketjun alkuvaiheen puutteellinen suunnittelu ilmenee usein ongelmina tuotteiden ja materiaalien käsittelyssä työmaalla. Sujuvien toimitusten varmistamiseksi tulee kin panostaa tiedonsiirron lisäämiseen osapuolien välillä, suunnitelmallisuuden lisäämiseen ketjun eri vaiheissa sekä täsmällisen ajoituksen varmistamiseen. Yhteistyö on avain tehokkaaseen logistiikkaan. [16.][17.]

4.6.6 Työturvallisuus materiaalitoimituksissa ja -siirroissa

Kuormien purkuun liittyy aina omat riskinsä. Riskien vähentämiseksi toimitukset, kuorman purku sekä työmaan sisäiset materiaalsiirrot tulee aina suunnitella. Suunnittelu parantaa niin työmaan turvallisuutta, minimoi riskit sekä vaikuttaa toimitusten oikea-aikaiseen saapumiseen.

Materiaalitoimituksen turvallisuuden varmistaminen alkaa oikean kuljetuskaluston valitsemisella. Kuljetuskaluston tulee sopia yhteen työmaalla käytettävän purkukaluston kanssa. Toisena varmistetaan ajoreitit. Ajoreitit purkupaikalle tulee olla kunnossa ja kestää kuljetuskaluston paino. Materiaalien purkupaikat sijoitetaan kuorman purkua ja sisäisiä siirtoja ajatellen järkevään paikkaan purkuresurssit huomioon ottaen. Tässä tulee huomioida niin työmaan toiminta sekä turvallisuus. Nostoalue rajataan aina kulkuesteellä, jos vain mahdollista. Kuormat pyritään purkamaan aina tasaisella paikalla.

Tarvittaessa käytetään tukijalkoja, joilla voidaan suoristaa toimituskalusto. Toimituskalusto ja kuorma tarkistetaan vaurioilta ennen purkua. Nostoihin käytettävien nostoliinosten ja apuvälineiden tulee olla kunnossa. Nostoja suorittaessa tulee varmistua taakan tasapainosta. Korkeita kuormia purettaessa varmistetaan putoamissuojaus ja erityinen tapaturman vaara edellyttää putoamissuojausta jo alle kahden metrin korkeudelta työkenneltäessä. Tästä myös lainsäädäntö antaa valtioneuvoston asetuksessa 205/2009 määräyksen. Ihmisten yli ei saa missään tilanteissa nostaa! Jos kuorman purun turvallisuutta ei voida taata, kuormaa ei tule purkaa ja se palautetaan takaisin toimittajalle. [19.]

Materiaalisiirtoja koskien valtioneuvoston asetus rakennustyömaan turvallisuudesta (205/2009) määrää seuraavanlaisesti:

”Työt tulee suunnitella siten, että käsin tehtävien nostojen ja siirtojen vaarat tunnistetaan ja poistetaan. Materiaalien siirtovälineiden käyttö on suunniteltava 10 ja 11 §:ssä tarkoitetuissa suunnitelmissa.” (69 §) [13.]

Lisäksi valtioneuvoston päätöksessä käsin tehtävistä nostoista ja siirroista työssä (1409/1993) määrätään seuraavanlaisesti:

”Milloin käsin tehtävää nostoa tai siirtoa ei voida välttää, työnantajan on vaaran vähentämiseksi, ryhdyttävä asianmukaisiin toimenpiteisiin tai annettava työntekijän käyttöön asianmukaisia noston ja siirron apuvälineitä.” (2 §) [20.]

”Työnantajan on ryhdyttävä asianmukaisiin järjestelyihin tai annettava työntekijän käyttöön asianmukaisia välineitä, erityisesti mekaanisia laitteita, jotta työntekijän ei käsin tarvitse käsitellä taakkoja.” (2 §) [20.]

Työnantajan on varmistauduttava siitä, että työntekijät saavat riittävästi opetusta ja tarvittavat ohjeet taakkojen oikeasta käsittelystä sekä vaaroista, joille he saattavat olla alttiina, jos nostoja ja siirtoja ei suoriteta oikein. (3 §) [20.]

4.7 Työmaan siirto- ja nostokalusto

Rakennustyömaille saapuu päivittäin tavaratoimituksia, joiden toimitukseen, purkuun ja siirtoon tarvitaan koneellista avustusta. Työkoneiden avulla työmaa pysyy tehokkaana ja työntekijäresursseja voidaan vapauttaa tuottaviin tehtäviin.

Rakennustyömailla käytetään monia erilaisia koneita, laitteita ja ajoneuvoja, joilla työmaan logistiikka voidaan toteuttaa. Rakennustyömaalla työkoneita käytetään helpottamaan työmaalle saapuvien tavaroiden nostoja ja siirtoja ennalta suunniteltuun paikkaan.

Yleisimpiä tavaroiden siirtoihin ja nostoihin soveltuvia työkoneita ovat muun muassa maanvarainen torninosturi, liikutettava ajoneuvonosturi sekä kurottaja. Tavaratoimitukset työmaille tapahtuvat usein paketti-, rekka- tai kuorma-autoilla.

Työmaalle saapuvien tavaroiden ja materiaalien toimitus ja purku tulee suunnitella aina etukäteen. Oikein valittu siirto- ja nostokalusto takaa työnteon sujuvuuden. Kaluston teknisten ominaisuuksien tuleekin olla riittävän korkeat täyttämään työmaan tarpeet.

Lähtökohtaisesti torninosturia kannattaa käyttää aina raskaiden materiaalien, kuten elementtikuormien purkuun ja siirtämiseen työmaalla. Joissain tapauksissa kuorman purku on kuitenkin järkevämpää toteuttaa esimerkiksi ajoneuvoon asennetulla kuormausnosturilla, perälaudalla tai ajoneuvonosturilla, jolloin arvokkaan torninosturin työpanos voidaan hyödyntää muissa tehtävissä. Työmaan ominaisuudet ja vaatimukset vaikuttavat lopulta logistisen kaluston valintaan ja määrään. [21.]

Tässä luvussa käydään läpi tarkemmin rakennustyömailla käytettäviä laitteita, koneita ja ajoneuvoja, joiden avulla logistiikkaa hoidetaan.

4.7.1 Torninosturi

Torninosturi on rakennustyömailla käytettävä materiaalien nostoihin ja siirtoihin käytetty työkone. Se on yksi yleisimmistä työmailla käytettävistä nosturityypeistä. Rakennustyömailla on usein paljon nosto- ja siirtotöitä, jotka vaativat koneellista nostinta. Torninosturi sopii kaikkiin nostoihin ja siirtoihin, mutta pääasiassa torninosturia tarvitaan

rakennuksen runkoa tehtäessä. Sillä onkin mahdollista nostaa ja siirtää niin raskaita betonielementtejä, kuin myös kevyempiä tavaraniippuja. [21.][22.]

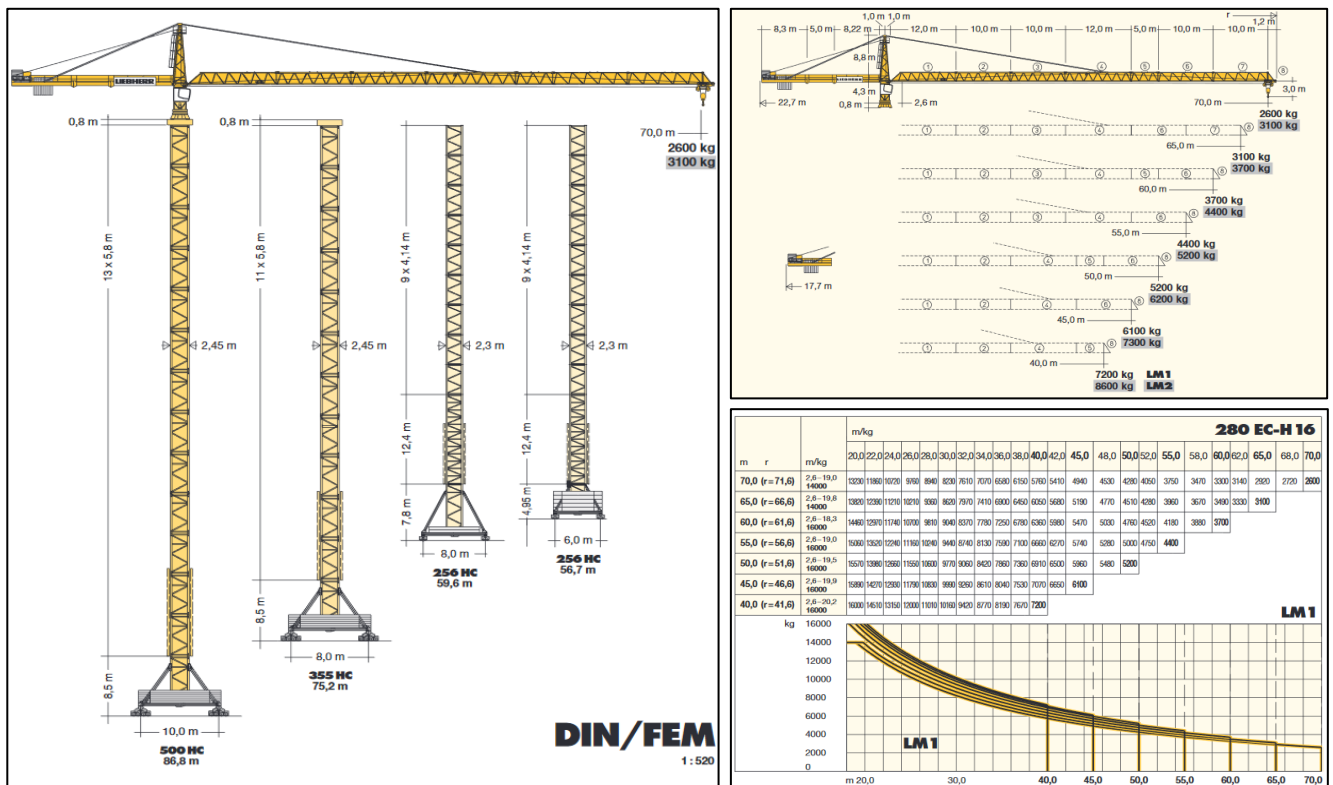
Torninosturilla voidaan mallista riippuen nostaa raskaita taakkoja hyvinkin korkealle ja nosturin kantosäde voi olla monia kymmeniä metrejä. Nosturin kuormankantokyky ilmaistaan usein tonnimitreinä, joka kertoo nosturin suurimman sallitun momentin. Torninosturin kuormankantokyky määrittyy nosturin tehon, korkeuden sekä puomin pituuden lisäksi nostettavan taakan etäisyydestä. Nosturin kuormankantokyky on aina sitä suurempi, mitä lähempänä nostettava taakka on nosturin mastoa. Puomin pituudella on merkitystä, sillä lyhyellä puomilla saavutetaan pitkään puomiin verrattuna suurempi kantokyky. Kuormankantokykyyn vaikuttaa myös nosturin korkeus, sillä erittäin korkeilla nostokorkeuksilla nostoköyden paino nousee merkittäväksi ja pienentää näin ollen hyötykuormaa. [21.]

Torninostureiden toimintaperiaate ja rakenne ovat pääpiirteittäin samanlaisia. Pieniä eroavaisuuksia saattaa kuitenkin löytyä valmistajasta riippuen. Kaikissa torninostureissa on kantavana rakenteena masto, jonka päässä on kääntökehä. Masto ei itsessään käännä. Maston yläpäässä on kääntökehä, joka koostuu isoista laakereista ja yleensä hammasrattaasta. Kääntökehän yläpuolinen osa liikkuu kääntömootoreiden voimin. Puomi on vaakasuora osa, joka kannattelee kuormaa. Puomin toisessa päässä on vaunu, nostoköysi sekä -koukku eli nostolaite. Puomin vastakkaisessa päässä ovat vastapuomi ja vastapainot. Torninosturin puomi on kiinnitetty molemmiin puolin tangoin ja köysin maston huippuun. Torninosturin ohjaamo sijaitsee usein kääntökehän ja puomin välissä, josta kuljettaja ohjaa nosturia. Masto kiinnittyy alaosaan alavaunuun, jonka päälle on ladottu alavastapainot. Painojen avulla nosturin painopiste saadaan mahdollisimman alas. Maston ja alavaunun liitoksen jäykistämiseksi voidaan lisätä mastoa tukevat alavaunun ja maston kulmiin kiinnittyvät vinotuet. Nosturi voi olla perustuksiltaan kiinteä ja ankkuroitu maaperään tai se voi liikkua alavaunun varassa kiskoja päällä. [21.]

Nosturin pystytys alkaa perustusten tekemisellä. Nosturin perustukset tulee ennen pystytystä tehdä huolellisesti ja maanpohjan kantavuus tulee varmistaa kokeellisesti. Perustuksille voidaan tehdä levykuormituskoe, missä testataan perustusten alle jäävän maaperän ja alustan kantavuus ja painuminen. Samalla voidaan varmistaa rakennussuunnitelmien turvallisuus sekä laatu. Perustusten jälkeen torninosturin pystytys toteu-

tetaan ajoneuvonosturin avulla. Torninosturin osat tuodaan työmaalle rekka-autoilla. [21.][22.]

Torninosturireiden käyttöä ja toimintaa säätelee kansalliset lait ja asetukset, joista on kerrottu myöhemmin seuraavassa osiossa ”Ajoneuvonosturit”.



Ajoneuvonosturit ovat monelle työmaalle yksi kustannustehokkaimmista vaihtoehtoehtoista. Koneen pystyttäminen nostokuntoon tapahtuu nopeasti ja nosturia voidaan työmaan sisällä siirtää ketterästi nostopaikalta toiselle. Tarvittaessa ajoneuvonosturin poistuminen työmaalta käy pystytyksen tapaan sujuvasti eikä nosturi jää esteeksi työmaalle jarruttamaan muiden työvaiheiden edistymistä. [23.][24.]

Ajoneuvonosturi saattaa monissa tapauksissa olla torninosturia järkevämpi ja kustannustehokkaampi valinta varsinkin, jos rakennustyömaan tilat ovat rajalliset ja painavien kappaleiden nosto- ja siirtotöitä on vähän. Jos nostoja kuitenkin on paljon voi pitkäaikainen ajoneuvonosturin vuokraaminen työmaalle tulla kalliiksi. Tavallisesti isommilla työmailla ajoneuvonostureita käytetäänkin vain avustaviin tai erikoisnostoihin, joihin ei pelkällä torninosturilla kyetä. [23.][24.]

Ajoneuvoalustainen ja teleskooppipuumilla varustettu nosturi on sopiva valinta monenlaisiin nostotöihin. Joustavuutensa ansiosta se soveltuu hyvin pieniin sekä suuriin nostoihin. Ajoneuvoalustaisena nosturi on helppo ja nopea siirtää työmaalle, eikä se vaadi paljoa tilaa kohteessa. Se on siksi erinomainen valinta esimerkiksi rakennustyömaatyöskentelyyn. [25.]

Ajoneuvonostureiden sekä torninostureiden käyttöä, toimintaa sekä nostotöitä säätelee seuraavanlaiset lait ja asetukset:

- Työturvallisuuslaki (738/2002)
- VNA rakennustyön turvallisuudesta (205/2009)
- VNA koneiden turvallisuudesta (400/2008 koneasetus)
- VNA työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta (403/2008)

Pääosa säädösten sisällöstä koskee ja velvoittaa valmistajaa, maahantuoja, myyjää sekä työnantajaa. Tämän lisäksi myös työntekijöiden vastuuta on korostettu työn ja työmaan turvallisuudessa [26.]. Nostureille on säädetty seuraavanlaisia vaatimuksia:

"Nosturin tulee olla, nostotarve huomioon ottaen, suoritusarvoiltaan riittävä ja käyttötarkoitukseen sopiva."

"Käyttökohteiden ja -olosuhteiden tulee vastata nosturin suunnitteluperusteita."

"Nosturin sijoituksessa ja työalueen näkyvyydessä on otettava huomioon turvallisen käytön asettamat vaatimukset."

"Käyttäjän/kuljettajan saatavilla on oltava ja jatkuvasti pidettävä ajan tasalla nosturin suomen- ja tarvittaessa ruotsinkieliset käyttö-, huolto- ja tarkastusohjeet sekä tarvittaessa asennus-, purku- ja kuljetusohjeet."

"Sallittua kuormitusta ei saa ylittää ja taakan teossa on noudatettava huolellisuutta taakan putoamisen tai hajoamisen estämiseksi."

"Nosturissa on oltava asianmukainen ja toimiva ylikuorman estolaitte ja tarvittaessa muita kuormitustilan valvontalaitteita. Jos ylikuormittamisesta aiheutuvia vaaroja ei voida muutoin poistaa, tulee nosturi, jonka suurin sallittu kuormitus on vähintään 1 000 kg tai jonka kaatumismomentti on vähintään 40 000 Nm, varustaa vaaratilanteiden syntymisen estävällä ylikuormituksen estolaitteella."

"Nosturin käytössä on noudatettava erityistä varovaisuutta ja huolellisuutta; on otettava huomioon olosuhteiden, esimerkiksi tuulen ja lämpötilan vaikutus."

"Nosturin käyttö on keskeytettävä, jos sääolosuhteet huonontuvat siten, että nosturin käytön turvallisuus vaarantuu. Nosturin käyttäjän on havaitessaan nosturissa turvallisuutta vaarantavia vikoja tai puutteita ilmoitettava niistä työnantajalle. " [26.][27.]

Ajoneuvonosturia ei saa ajaa ilman myönnettyä ajolupaa. Ajoneuvonosturin kuljettaminen on valtioneuvoston asetuksella (VNA 403/2008) määritelty, luvanvarainen ammatti. Ajoneuvoa kuljettavan henkilön on asetuksen 14 §:n mukaisesti suoritettava ammattitutkinnon soveltuva osa "Ajoneuvonosturinkuljettajan perusosaaminen". Tämän osan hyväksytty suorittaminen antaa oikeuden ja valmiudet työskennellä ajoneuvonosturilla. [26.] Valtioneuvoston asetuksessa pätevyysvaatimuksesta on laadittu seuraavanlaisesti:

”Ajoneuvonosturin, jonka nostokyky on yli 5 tonnia, ja torninosturin kuljettajalla on oltava asianmukainen ammattitutkinto tai sen soveltuva osa.”

”Jos kuormausnosturin kuormamomentti on yli 25 tonnimetriä ja se on tarkoitettu pääasiassa muuhun käyttöön kuin ajoneuvon kuormaamiseen, sen kuljettajalla tulee olla asianmukainen ammattitutkinto tai sen soveltuva osa.”

”Asianomainen työsuojelupiiriin työsuojelutoimisto voi erityisistä syistä myöntää työnantajalle työmaakohtaisen luvan käyttää tietyn nosturin kuljettajana henkilöä, jolla ei ole 1 tai 2 momentin mukaista pätevyyttä, jos hänellä on siihen muulla tavoin osoitettu kyky ja taito ja työntekijöiden turvallisuus on varmistettu.”
[27.]

Päätoteuttaja vastaa työmaan työnjohdosta sekä työmaalla tapahtuvien nostotöiden suunnittelusta voimassa olevan lainsäädännön mukaisesti. Nostotöiden turvallinen suorittaminen edellyttää aina nostotöiden suunnittelua. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (Vna 205/2009) 21 §:n mukaan vaikeita nostotöitä varten on tarvittaessa laadittava erillinen kirjallinen nostotyösuunnitelma. [13.] Asetuksen 21 §:n mukaan nostoista on laadittu myös seuraavanlaisesti:

”Nostotyösuunnitelma on aina laadittava käytettäessä samanaikaisesti useampaa kuin yhtä nosturia taakan nostamiseen.”

”Jos nosturin tai muun nostolaitteen käyttäjä ei voi jatkuvasti valvoa taakan liikumista, on käyttäjän apuna oltava merkinantaja”

”Sääolosuhteiden vaikutus nostotyön turvallisuuteen on ennen nostotyön aloitusta erikseen selvitettävä.”

”Taakan teossa on noudatettava erityistä huolellisuutta taakan putoamisen ja hajoamisen estämiseksi.” [13.]

4.7.3 Kurottaja

Kurottaja on työmaalla yleisesti käytetty tavaroiden nostamiseen ja siirtoon tarkoitettu työkone. Kurottaja on varustettu teleskooppipuumilla, jonka ansiosta siinä on suuri ulot-

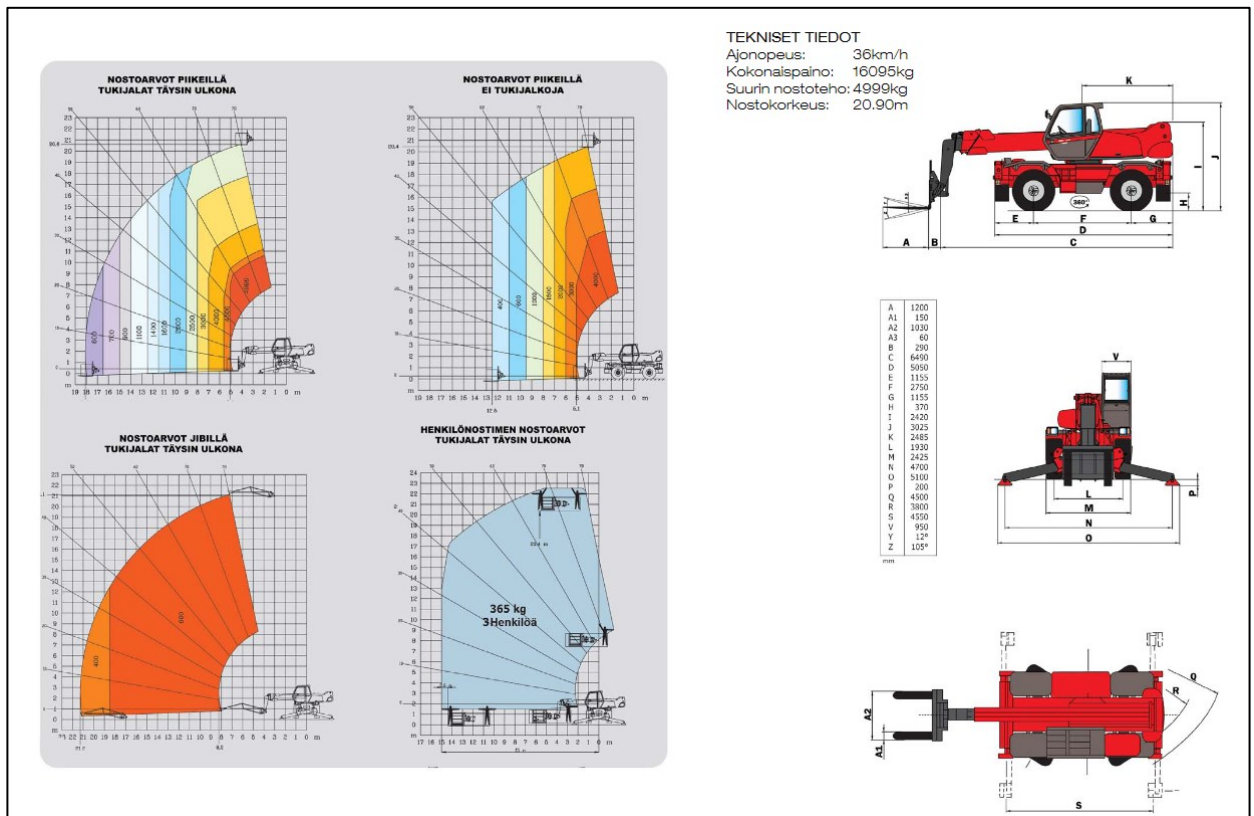
tuma. Mallista riippuen jopa yli 20 metriä. Kurottajia on jäykkäalustaisia sekä alustansa 360° ympäri pyöriviä. [28.][29.]

Kurottajaa voidaan pitää yhtenä työmaiden moniosaaja sen monipuolisuuden takia. Kurottaja kykenee tarjoamaan nostovoimaa ja ulottuvuutta työmaille, joissa usein tarvitaan tehokasta purku- ja lastausapua. Kurottajassa olevan jopa yli 20 metrisen puomin avulla voidaan yltää haastaviinkin paikkoihin. Kurottajan avulla materiaaleja on helppo siirtää työmaan sisällä sekä työkohteeseen suoraan esimerkiksi ikkunasta tai parvekkeen kautta. Myös purettava tavara on mahdollista saada laskettua kurottajalla kätevästi kerroksista alas. [30.]

Kurottajia voidaan hyödyntää mitä erilaisimmissa kohteissa ja työtehtävissä. Kurottajiin on tarjolla laajasti lisälaitteita palvelemaan käyttäjiään. Trukkipiikkien ja kauhan lisäksi kurottaja voidaan varustaa jatkopiikeillä, vinssillä, henkilökorilla, nostorakseilla, -ketjuilla ja -liinoilla tai jatkojibillä. Jatkopiikkien avulla voidaan nostaa mitoiltaan isompiakin esineitä. Kauhalla hoituu esimerkiksi työmaan lumityöt. Vinssin sekä jatkojibin avulla kurottaja voi toimia pienenä nosturina. [29.][30.]

Kurottajan tarve kannattaa suunnitella etukäteen. Suunnittelussa kannattaa huomioida työmaan kesto, työmaan reunaehdot ja tilat, siirtojen määrät sekä siirrettävien tavaroiden painot. Määrältään vähäisiin ja kestoiltaan lyhyitä siirtoja varten on taloudellisesti järkevämpää vuokrata kurottaja. Kurottajaa tilatessa tulee palvelun tarjoajalle kertoa kurottajan käyttötarkoitus ja mahdollisen kuskin tarve. Tällöin voidaan varmistua, että työhön saadaan teholtaan riittävä kalusto. Vuokraamoilta saa usein apua sopivan kurottajan valintaan.

Jos rakennustyömaahanke on laajuudeltaan suuri ja kesto on useita vuosia, on järkevää miettiä kurottajan ostamista. Tällaisella työmaalla siirtojen ja nostojen määrä kasvaa niin suureksi, että vuokraaminen voi lopulta tulla kalliimmaksi korkeiden päivävuokrien takia. Kurottajat ja työmailla käytettävät työkoneet ovat usein lähes huoltovapaita ja tarvittavat pienhuollot voidaan toteuttaa työmaalla. Tankkaaminen onnistuu kätevästi työmaalle ja vaaditut vakuutukset eivät muodosta merkittävää osaa kustannuksista. [29.][30.]



Kuva 6 Manitou MRT2150 kurottajan tekniset tiedot (Lamminsivu Oy, 2021).

4.7.4 Henkilönostimet

Henkilönostinten käyttö rakennustyömailla on yleistynyt työtasona, kun kaikkia korkealla tehtäviä töitä ei ole järkevää tehdä perinteisiltä rakennustelineiltä. Rakennustelineiden kasaaminen on usein hidasta ja voi vaatia kohteesta riippuen suurienkin perustustöiden tekemistä ennen telineiden kokoamista. Tällöin henkilönostimen käyttö on perusteltua ja taloudellisesti järkevää.

Henkilönostimet ovat ajettavia tai muuten liikuteltavia nostimia, joita voidaan hyödyntää korkealla työskentelyyn. Henkilönostimia on helppo käyttää ja ne ovat nopeasti pystytettävissä sekä purettavissa. Nostimesta riippuen jopa muutamissa minuuteissa. Henkilönostimia on useita eri tyyppisiä. Henkilönostimista puhuttaessa, tarkoitetaan usein puominostimia, mastolavoja, saksinostimia (saksilava), nivel- ja teleskooppinostimia.

Henkilönostimien käyttöä on säädelty laein ja asetuksin. Vuonna 2009 astui voimaan työvälineiden käytöstä ja tarkastamisesta annettu valtioneuvoston asetus (403/2008), jonka 14§ ja 4 momentin mukaan:

”Trukin ja henkilönostimen kuljettajalla on oltava sen käyttöön työnantajan antama kirjallinen lupa. Työnantajan on ennen luvan antamista varmistettava, että kuljettajalla on riittävät kyvyt ja taidot työvälineen käyttämiseen.”
[27.]

Valtioneuvoston asetuksen (403/2008) 25§ mukaan:

”Henkilöiden nostaminen on sallittua 3 a luvussa säädetyin poikkeuksin vain siihen tarkoitukseen valmistetulla henkilönostolaitteella.”

”Teleskooppi- ja nivelpuominostimen henkilönostokorissa työntekijän on käytettävä henkilökohtaisia putoamissuojia.”

”Ennen riipputelinetyön aloittamista riipputelineen kannatusköysien kiinnitysmahdollisuudet ja -tavat sekä köysien sijoitukset on selvitettävä. Riipputelineen kiinnityksen kelpoisuus rakennukseen tai muuhun rakenteeseen on osoitettava luotettavasti.” [27.]

Henkilönostoja vaativat työtehtävät tulee aina suunnitella etukäteen ja nostolaite valittava työtehtävään sopivaksi. Valtioneuvoston antaman asetuksen mukaan henkilöiden nostamiseen valmistettu nostolaite on työmaalle valittava siten, että sitä käyttäessä [27.][31]:

- estetään mahdollinen henkilönostokorin tai telinesillan putoamisvaara
- estetään henkilönostokorissa olevien vahingoittumisen vaara, kuten puristuminen ja loukkuun jääminen
- varmistetaan nostolaitteen viasta tai muusta vastaavasta syystä henkilönostokoriin tai telinesillalle jääneiden henkilöiden turvallisuus sekä mahdollistetaan heidän poispääsynsä



Kuva 7 Dino 180 XT nivelpuominostin (Skanska Konevuokraus Oy, 2021)



Kuva 8 SkyJack SJ6832RTE saksinostin (Skanska Konevuokraus Oy, 2021)

4.7.5 Rakennushissi

Useimpiin rakennustyömaan työtehtäviin liittyy sekä materiaalien että työvoiman siirtämistä paikasta toiseen. Rakennustyömaiden logistisia pystysiirtoja työpisteille sekä niiden läheisyyteen voidaan toteuttaa työmaalle pystytettävän rakennushissin avulla. Rakennushissin valinta pystysuuntaisiin kuljetuksiin on työn tehokkuuden kannalta järkevää, koska se vähentää liikkumiseen käytettävää aikaa. Rakennushissin käyttö on yleistä useita kerroksia omaavissa rakennuskohteissa, joissa portaita pitkin siirtyminen ei ole enää järkevää ja tehokasta.

Hissiä voidaan hyödyntää työvoiman siirtämisen lisäksi materiaalien siirtoon, joka vähentää muiden siirtolaitteiden tarvetta. Kun kevyet taakat voidaan siirtää kätevästi rakennushissillä, voidaan kurottajien sekä torninosturin työpanos siirtää raskaampien taakkojen nostamiseen.

Työmaille on vuokrattavissa monia eri kokoisia tavar- ja henkilötavarahissejä aina pienistä yhden korin tavarahisseistä suuriin kahden korin henkilötavarahisseihin, joiden kummankin korin nostokapasiteetti voi olla jopa 2200 kg.

Niin kuin muita työkoneita valittaessa, on myös rakennushissin tarve, valinta sekä sijoitus suunniteltava hyvissä ajoin ennen hissien vuokraamista työmaalle. Rakennushissin valintaan vaikuttavat kohteen ominaisuudet kuten hissille varattava tila sekä hissillä kuljetettavien tavaroiden koko, paino ja muoto. Työmaan tehokkuuden varmistamiseksi, tulee hissi sijoittaa niin, että siitä ei koidu haittaa työmaan toiminnalle. Hissille johtavat kulkutiet ulkona sekä sisälle rakennukseen tulee tehdä kestäviksi, jotta tavaroiden siirto ja työvoiman kulku on jouhevaa ja turvallista. [32.]



Kuva 9 Henkilötavarahissi Alimak Scando 10/32 (Skanska Konevuokraus Oy, 2021)

4.7.6 Toimituskalusto

Rakennustyömaat ovat riippuvaisia työmaille tilattavista toimituksista. Työmaalle saapuu päivittäin rakennusmateriaaleja, rakennusosia, vuokrakalustoa, postia sekä muita rakennushankkeelle välttämättömiä toimituksia. Toimitusten ajoittaminen oikeaan aikaan ja tarpeeseen on välttämätöntä. Toimituksien tulee saapua suunniteltuun ja sovit-

tuun aikaan, jotta rakennustyömaan toiminta pysyisi tehokkaana. Pienetkin viivästykset toimituksissa voivat hidastaa töitä ja pahimmassa tapauksessa seisauttaa työt kokonaan.

Toimituskalusto määräytyy toimitettavien materiaalien ja tuotteiden ominaisuuksien sekä vapaana olevan kaluston perusteella. Yleisesti kalusto valikoituu toimituksen koon ja painon mukaan.

Rekka- ja kuorma-autot ovat yleisimpiä rakennustyömaiden tavaraj- ja materiaalitöimi-
tuksiin käytettäviä toimituskalustoja. Rekka- ja kuorma-autoilla toimitetaan niin isoja kuin pieniäkin toimituksia. Tämä johtuu siitä, että tavaratoimittajat pyrkivät tehostamaan toimituksiaan. Toimittajat suunnittelevat jakelureittinsä siten, että voivat palvella mahdollisimman montaa rakennustyömaata samalla ajokerralla.

Pienempien toimitusten kuten niin sanottujen rautakauppatilausten toimituksissa voidaan käyttää pakettiautoja. Pakettiautolla saapuvat niin kiinnitystarvikkeet kuin työkalutilaukset. Pakettiauto on raskasta kalustoa kätevämpi pieniin tavaratoimituksiin erityisesti ahtailla työmailla. [8, s.115–118.]

4.7.7 Pienet siirto- ja nostoapuvälineet

Rakennustyömaalla toteutettavaan pienempiin siirtoihin ja nostoihin on tarjolla laaja valikoima erilaisia apuvälineitä, joiden avulla taakkojen liikuttelu on helpompaa ja tehokkaampaa. Apuvälineiden avulla parannetaan työmaan työturvallisuutta sekä edistetään hyvän työergonomian ylläpitämistä. Pienet siirto- ja nostoapuvälineet ovat käteviä siel-
lä, minne koneellisilla nostoapuvälineillä ei päästä tai yletetä. Yleensä tällaiset siirrot ovat kerroksissa tapahtuvia vaakasiirtoja.

Tällaisia pieniä siirto- ja nostoapuvälineitä on levyhissit- ja kärryt, nokkakärryt, ovinostimet, pumppukärryt sekä nostokorvakkeilla varustetut nostoastiat.



Kuva 10 Ovinostin ja levyhissi seinä- ja kattoasennuksiin (Skanska Konevuokraus, 2021)

5 Kauppakeskus Lippulaivan asuintalo 4:n työmaan tavaratoimitukset

Opinnäytetyötä kirjoitettaessa Kauppakeskus Lippulaivan neljästä asuintaloista vain yksi talo oli rakenteilla. Tässä luvussa on konkreettisia esimerkkejä Kauppakeskus Lippulaivan asuintalo neljän rakennustyömaalle toimitettavien materiaalien ja tuotteiden toimituksista, siirroista ja käsittelystä työmaalla. Esimerkeiksi on valittu sellaisia materiaaleja ja tuotteita, joita on opinnäytetyötä tehdessä työmaalle toimitettu, varastoitu ja siirrelty työmaalla.

5.1 Ikkunat ja parvekeovet

Kauppakeskus Lippulaivan asuinkerrostalo neljän ikkunoiden ja parvekeovien hankintavastuu kuului hankintaosastolle yhdessä työmaan henkilöstön kanssa. Hankintaan osallistumisen lisäksi työmaa vastasi ikkunoiden ja parvekeovien toimituksiin liittyvistä käytännön asioista. Logistiikasta vastaava työnjohtaja suunnitteli ja valmisteli toimitukset yhdessä muun työnjohdon ja toimittajan kanssa. Työmaan vastuulle kuului myös

toimitusten vastaanottaminen, tarkistus, siirtäminen työmaalle tai varastointipaikalle sekä asentaminen. Ikkunoista ja parvekeovista oli laadittu ennen toimituksia oma toimitussuunnitelma työmaan omaan materiaaliikohtaiseen logistiikkasuunnitelmaan.

Kauppakeskus Lippulaivan asuintalojen 1–4 työmaa oli haastava työkohde ahtaiden tilojen puolesta. Työmaa-alue oli pieni ja käytössä olevaa varastotilaa vähän. Toimitusmääriä oli tämän takia pyritty työmaalla minimoimaan häiriöiden välttämiseksi. Toimitusmäärien vähentämiseksi ja ylimääräisten siirtojen välttämiseksi hyödynnettiin täsmätoimituksia. Täsmätoimituksissa kerätään kerros- ja lohko-kohtaisesti työmaalle saapuvia tuotteita ja materiaaleja terminaaliin odottamaan sovittua toimitusajankohtaa. Toimitusajankohdat määrittyivät rungon etenemisen mukaan. Logistiikasta vastaava työnjohtaja, tiedotti työmaan aikataulusta sekä toimitusajankohdista materiaalien toimitajaa sekä täsmätoimituksia hallinnoivaa yhteyshenkilöä. Täsmätoimituksien etuna oli, että kerrokseen saatiin yhdellä kerralla toimitettua suurempi määrä eri työvaiheiden ja rakennusalojen materiaaleja. Täsmätoimitusten purku ja materiaalien siirto kerrokseen tapahtui Lippulaivan asuintalotyömaalla torninosturilla.

Ikkunat ja parvekeovet toimitetaan perinteisesti työmaalle suurissa erissä runkotöiden edetessä. Eräjako määräytyy kuljetuskapasiteetin mukaan. Tämä johtaa siihen, että ikkunoita ja parvekeovia joudutaan väistämättä varastoimaan työmaalla. Materiaalien varastointi kasvattaa myös siirtoja, joka ikkunoiden ja parvekeovien kohdalla lisää riskiä ikkunoiden vaurioitumiseen. [5, s.96–97.]

Asuintalo neljän ikkuna- ja parvekeovet saapuivat työmaalle pääasiallisesti täsmätoimitusten mukana toisesta kerroksesta eteenpäin. Kerrosta kohden oli kaksi toimituskertaa. Kerros oli jaettu kahteen lohkoon ja toimituksen mukana työmaalle saapui täsmäsuunnitelman mukaiset ikkunat ja parvekeovet. Ensimmäisen kerroksen osalta ikkunat saapuivat suoraan toimittajalta työmaalle. Ikkunoiden ja parvekeovien toimituksista logistiikasta vastaava työnjohtaja piti aktiivisesti yhteyttä sekä materiaalitoimittajaan sekä täsmätoimituksia hallinnoivaan yhteyshenkilöön. Aikataulullisista ja toimituksia koskevista muutoksista tuli ilmoittaa toimituksia järjestäville osapuolille. Materiaalitoimittajalle oli jo aiemmin jaettu rakennustyömaata koskeva aikataulu, jonka mukaan hän oli voinut suunnitella tuotantoaan toimituksia varten. Täsmätoimituspalvelua hallinnoivan yhteyshenkilö tuli pitää ajan tasalla työmaan toiminnasta ja kertoa hyvissä ajoin toimitusajankohdista työmaalle. Näiden tietojen perusteella yhteyshenkilö teki terminaalin kutsun ja alkoi kokoamaan toimitettavia tuotteita toimitusta varten työmaalle.

Terminaalikutsussa materiaalitoimittajat toimittavat työmaalle tilatut materiaalit ja tavarat terminaaliin odottamaan työmaalle toimitusta varten. Lopullinen toimitusajankohta työmaalle sovittiin yhdessä täsmätoimitusta hallinnoivan yhteyshenkilön kanssa sekä valittiin toimituskalusto.

Täsmätoimitukset ja sen mukana työmaalle saapuvat ikkunat ja parvekeovet toimitettiin työmaalle joko puoli- tai täysperävaunuilla, jossa ei ollut omaa materiaalien purkukalustoa. Ikkunat, parvekeovet ja muut materiaalit nostettiin täsmistä torninosturilla suoraan kerrokseen niille varatulle paikalle. Paikat oli ennalta suunniteltu niin, että materiaalit olisivat mahdollisimman lähellä asennuspaikkaa. Kerroksissa tapahtuvat vaakasiirrot, toteutettiin suunnitelmien mukaisesti miesvoimin siirto- ja nostoapuvälineitä apuna käyttäen sekä erityistä varovaisuutta silmällä pitäen.

Ikkunoiden ja parvekeovien toimituksessa ei Kauppakeskus Lippulaivan asuintalo neljän osalta haasteilta välttytty. Kuten aiemmin on tullut esille, ensimmäisen kerroksen ikkunat otettiin suoraan työmaalle. Aikatauluviivästyksen johdosta ikkunat saapuivat työmaalle yli kuukauden ennen asennustyötä ja tästä johtuen ikkunoita jouduttiin varastomaan pitkän aikaa työmaalla. Ikkunoille jouduttiin myös tekemään perusteellinen suojaus materiaalivaurioiden välttämiseksi. Kun runkotyöt olivat edenneet seuraavaan kerrokseen, ikkunat saatiin siirrettyä sisälle ja asennuspaikalle miesvoimin, jonka jälkeen ikkunat suojattiin jälleen. Varastoinen ja mahdollisten materiaalivaurioiden välttämiseksi parempi vaihtoehto olisi ollut varastoida ikkunat toimittajan tiloissa pidemmän aikaa ja toimittaa ikkunat myöhemmin juuri ennen asennusta. Tällöin ikkunoiden siirtely ja suojaaminen olisi vähentynyt ja resursseja käyttää tehokkaaseen työhön.

Toinen haaste ikkunoiden ja parvekeovien toimituksessa liittyi erityisesti ikkunoiden pakkaamiseen. Ensimmäisten kerrosten osalta ikkuna- ja parvekeovet olivat pakattu lavoille sekaisin ilman järjestystä. Tämä aiheutti kerroksissa isompia vaakasiirtoja, kun ikkunoita oli päätyntä tietyn asunnon osalta toiselle puolelle kerrosta. Työmaalla reagoitiin tähän välittömästi ja toimittajan kanssa sovittiin uudesta pakkaustavasta. Kerroksien tilanpuutteen takia ikkunoita ja parvekeovia ei ollut järkevää pakata huoneistokohdaisesti, koska se olisi lisännyt merkittävästi täsmätoimitusten mukana saapuvia lavamääriä. Lopulta päädyttiin ratkaisuun, että ikkunat pakataan järjestyksessä ensimmäisestä huoneesta alkaen, jolloin ne olisivat mahdollisimman lähellä asennuspaikkaa ja vaakasiirtojen matka vähenisi.

5.2 Kipsilevyt ja väliseinärangat

Kipsilevyt ja väliseinärangat kuuluivat Kauppakeskus Lippulaivan asuintalo neljän työmaan hankintoihin. Työstä vastaava työnjohtaja vastasi materiaalihankintojen suunnittelusta, tilauksesta. Toimitusjärjestelyt suunniteltiin yhdessä työnjohtajan ja logistiikasta vastaavan kanssa. Väliseinämateriaalien toimittajana käytettiin Skanskan kausisopimustoimittajaa. Kipsilevyistä ja väliseinärangoista oli laadittu ennen toimituksia oma toimitussuunnitelma työmaan omaan materiaaliakohtaiseen logistiikkasuunnitelmaan.

Kipsilevyt ja väliseinärangat voidaan toimittaa työmaalle kahdella eri tavalla. Ne voidaan nostaa suoraan holville runkotöiden edetessä odottamaan asennusta tai sitten ne voidaan toimittaa vasta juuri ennen asennusta. Ensimmäisessä tavassa vältetään osa siirtotöistä, mutta pääomaa sitoutuu materiaaleihin varhaisessa vaiheessa. Jälkimmäinen tapa vaatii enemmän materiaalien siirtelyä, varsinkin työmiesvoimin. Myöhemmin siirtäminen on myös haastavampaa. [5, s.114.]

Kauppakeskus Lippulaivan asuintalo neljän kipsilevyt ja väliseinärangat saapuivat työmaalle ikkunoiden ja parvekeovien tapaan täsmätoimitusten mukana. Kipsilevyjen ja rankojen tilaamisesta vastuussa oleva työnjohtaja teki tilauksen, antoi tilausta ja toimitusta liittyvät tarvittavat lisätiedot sekä täsmätoimituspalvelua hallinnoivan yhteyshenkilön yhteystiedot.

Kipsilevyjen ja rankojen toimituksen valmistelu alkoi täsmätoimittajan yhteyshenkilön materiaalien terminaaliin kutsusta. Tällöin materiaalitoimittaja toimitti terminaaliin kerrosta koskevan materiaalimäärän, joka valmisteltiin terminaalissa toimitusta varten.

Täsmätoimitukset ja sen mukana työmaalle saapuvat kipsilevyt ja väliseinärangat toimitettiin työmaalle joko puoli- tai täysperävaunuilla, jossa ei ollut omaa materiaalien purkukalustoa. Levyt ja rangat nostettiin täsmistä torninosturilla suoraan kerrokseen niille varatulle paikalle. Paikat oli ennalta suunniteltu niin, että materiaalit olisivat mahdollisimman lähellä asennuspaikka. Kerroksissa tapahtuvat vaakasiirrot, toteutettiin suunnitelmien mukaisesti miesvoimin siirto- ja nostoapuvälineitä apuna käyttäen sekä erityistä varovaisuutta silmällä pitäen.

6 Haastattelut

Opinnäytetyötä varten haastateltiin kahta Skanskan työntekijää, jotka ovat vastanneet rakennustyömaiden logistiikasta ja olleet mukana kehittämässä yrityksen logistista toimintaa. Haastateltavina oli niin Skanskan logistiikkapäällikkö kuin Kauppakeskus Lipulaivan logistiikasta vastaava vanhempi työnjohtaja.

Haastatteluiden tarkoitus on tuoda opinnäytetyöhön lisää näkökulmia sekä tukea logistista kirjallisuutta sekä nostaa esiin haastattelussa tulleita ajatuksia rakennustyömaiden logistiikasta ja materiaalitoimituksista. Molemmille haastateltaville esitettiin 11 samanlaista kysymystä, joihin haettiin vastauksia.

Haastatteluista nousi esiin itse logistiikan tärkeys työmaan onnistumiselle, sen tarkka suunnittelu sekä suunnitelmien toteuttaminen käytännössä. Haastateltavat nostivat materiaalitoimitusten yhdeksi keskeiseksi työkaluksi logistiikkakalenterin, jonka avulla materiaalitoimituksia hallitaan työmaalla. Materiaalitoimituksien tehostamiseksi toimituksia yhdistellään suuremmiksi osakokonaisuuksiksi, joissa eri materiaalitoimittajien toimitukset kasataan terminaalissa yhdeksi isommaksi toimitukseksi. Logistiikkaa ei nähdä pelkkänä tuottavuustekijänä, vaan sillä on laajempi vaikutus ympäristöön, lopputulokseen sekä rakennustyömaan lähiympäristöön.

6.1 Logistiikan merkitys ja suunnittelu

Rakennustyömaan logistiikka on laaja käsite, joka usein saatetaan mieltää pelkiksi materiaalitoimituksiksi. Haastatteluissa nousi kuitenkin esille, että logistiikka on paljon muutakin. Logistiikka on pääpiirteittäin työmaalle saapuvien ja lähtevien tavaratoimitusten hallinnointia sekä materiaalien siirtelyä työmaalla sekä työmaalta pois. Logistiikka sisältää niin tulo-, sisä- kuin lähtölogistiikan. Materiaalitoimitukset ja siirrot vaativat toimiakseen ajantasaista tietovirtaa, jonka merkitystä ei voida sivuttaa. Ilman ajantasaista tietovirtaa logistiikalla ei ole edellytyksiä onnistua. Tietovirtojen tulee kulkea niin materiaalitoimittajien, työnjohdon kuin työmaan työntekijöiden tai logistiikkaurakoitsijan välillä.

Rakennustyömaan logistiikalla nähtiin olevan oleellinen merkitys rakennustyömaalle ja -hankkeelle. Työmaan tulee toimia jouhevasti ja häiriöt tulee minimoida. Materiaalien

tulee saapua työmaalle oikeaan aikaan, varastoida oikeaan paikkaan, jotta työt etenevät suunnitellun aikataulun mukaisesti. Haastatteluissa tuli myös esille, että siisteyttä ja järjestystä ei tule unohtaa, koska sillä parannetaan työmaan turvallisuuden ja yleisen ilmeen lisäksi työmaan toimivuutta. Rakennustyömaan logistiikan yhtenä tavoitteena onkin varmistaa esteetön urakkasuoritus. Suunnittelulla, oikea-aikaisilla tavaratoimituksilla ja työmaan järjestyksellä on vaikutuksia niin työmaankustannuksiin kuin myös työmaalla toteutettavien materiaalisiirtojen määrään.

Logistiikan merkitys rakennustuotannossa on kasvanut ja haastatteluista ilmeni, että logistiikkaan myös panostetaan entistä enemmän. Logistiikka otetaan yhä enemmän huomioon jo tarjouspyyntöä annettaessa, hankesuunnittelua toteutettaessa sekä työmaan toteutusta suunniteltaessa. Logistiikan merkitys kasvaa, kun aikataulut kiristyvät ja rakennusaika vähenee. Parantamisenvaraa kuitenkin vielä löytyy. Logistiikka tulisi erityisesti työvaiheiden suunnittelussa ottaa huomioon, jotta rakenteita kuten hissejä ja ramppeja voitaisiin hyödyntää logistisiin tarpeisiin jo rakentamisvaiheessa.

Logistiikan huolellinen suunnittelu nähtiin tärkeäksi työmaan logistiikan onnistumisen kannalta. Suunnittelu kannattaa aloittaa hyvissä ajoin ennen rakentamista. Ennen suunnittelua tulee tarkastella työmaan reunaehdot ja rajat millä toimitaan. Reunaehdoja muodostavat muun muassa rakennusjärjestys, työmaan lohkot, työmaan aitaus, tontille sijoitettavat ajoportit, purkupaikkojen sijainnit, varastopaikkojen sijainnit sekä torninosturin paikka. Samalla tulee miettiä työmaan nosto- ja siirtoapuvälineet sekä muut resurssit. Tätä voidaan kutsua myös aluesuunniteluksi, josta teetetään myös pakollinen jokaista työmaata koskeva aluesuunnitelma. Rakennustyömaan logistiikkaa suunniteltaessa pitää edellä mainittujen lisäksi ottaa huomioon ympäristö, mahdolliset melurajoitteet, liikennejärjestelyt, opastus työmaalle, naapurusto sekä muut alueella toimivat. Haastatteluissa nousi vahvasti esille suunnitelmien toteutus. Rakennustyömaan kannalta on hyvin tärkeää, että suunnitelmat toteutetaan käytännössä ja kaikki työmaan toimintaan osallistuvat osapuolet sitoutuvat noudattamaan yhteisiä suunnitelmia ja ohjeita. Näiden suunnitelmien ja ohjelmien avulla työmaan logistiikka hallitaan läpi rakentamisajan. Suunnitelmia sekä ohjeistuksia päivitetään aina työmaan edetessä tarvittavin osin, jolloin ne vastaavat sen hetkistä työmaan tilannetta.

Materiaalitoimituksia ja purkupaikkoja suunniteltaessa kannattaa ottaa huomioon työmaalle saapuvien toimitusten ominaisuuksia. Purkupaikat kannattaa esimerkiksi suunnitella materiaalin, purkutavan sekä työmaan sisäisten siirtotapojen perusteella. Toimi-

tuksia ei välttämättä kannata ohjata työmaalle tai purkupaikalle, jos toimituksen vastaanotto on mahdollista toteuttaa työmaan ulkopuolella tai alueella, jossa työmaan toiminta ei ole alttiina häiriöille. Jokaisella rakennusvaiheella on myös erilaisia tarpeita, jotka tulee suunnittelussa ottaa huomioon.

6.2 Toimitusten tehostaminen

Materiaalitoimituksien tehostamiseksi haastatteluista nousi tärkeimmäksi logistiikkakalenterin ja -portaalin käyttö. Materiaalitoimitusten kannalta nähtiin tärkeänä, että on yksi paikka, jonne materiaalitoimitukset kootaan. Kalenterista näkee vapaana ja varattuna olevat toimitusajat, työmaan purkupaikat ja purkuresurssit. Toimituksen yhteyteen voidaan lisätä tarvittaessa muutakin tietoa. Lisää logistiikkakalenterista on kohdassa ”Työmaakalenteri ja logistiikkaportaal”. Kalenteri on työkalu niin muille työmaan urakoitsijoille kuin itse päätoteuttajalle. Kun työmaan tavaratoimituksia hallinnoidaan ja ne saapuvat oikeaan aikaan sekä oikeaan paikkaan, logistiikkaa on helpompi hallita.

Toimitusten tehostamiseksi yhtenä keinona logistiikkakalenterin lisäksi nähtiin materiaali- ja tavaratoimitusten yhdisteleminen. Haastatteluissa nousi esiin esimerkiksi täsmätotoimitukset ja kitting, jossa eri materiaalitoimittajilta tilatut tuotteet kootaan työmaan ulkopuolella esimerkiksi terminaalissa isommiksi toimitusosakokonaisuuksiksi. Kootut materiaali-erät toimitetaan suoraan työmaalle ennen asennusta suunnitelmien mukaisesti. Tällaiset toimitukset vähentävät työmaalle saapuvien toimitusten määrää ja pitäen työmaan tehokkaana. Esiin nousi myös rautakauppatilaukset, joiden seurauksena työmaille saapuu pieniä toimituksia lähes päivittäin. Tällaiset tilaukset olisi hyvä yhdistää isommiksi tilauksiksi, jotka toimitettaisiin työmaalle muutaman kerran viikossa. Tällöin toimitusten määrä pienenesi oleellisesti.

Materiaalitoimitukset toteutetaan usein työajan puitteissa. Haastatteluissa nousi kuitenkin esiin, että toimituksissa voitaisiin joustavammin hyödyntää vuorokauden eri tunteja. Erityisesti haastavilla työmailla materiaalitoimitukset ja purut voitaisiin toteuttaa työajan ulkopuolella sekä ilta-aikaan. Tämä vähentäisi työmaan liikennettä virallisena työaikana.

Haastatteluissa nousi esiin myös esivalmistettujen rakenteiden ja elementtien hyödyntäminen, jotka omalta osaltaan vähentävät työmaan materiaalitoimituksia sekä varastointia sekä tehostavat rakentamista.

Logistiikka nähdään usein pelkkänä tuottavuustekijänä mutta haastatteluista nousi esiin, että sillä on myös paljon laajempia vaikutuksia. Logistiikan nähtiin menevän käsi-kädessä niin tuottavuuden, turvallisuuden kuin ympäristönkin kanssa. Suunniteltu logistiikka lisää työmaan tuottavuutta mutta samalla lisää myös työmaan turvallisuutta, kun työmaa on siisti ja materiaalit järjestyksessä oikeilla paikoillaan. Logistiikalla on myös suuri merkitys niin työmaan sisäiselle kuin ulkoisellekin ympäristölle. Järjestelmällinen ja huolellinen jätteen lajittelu ja kierrättäminen pitävät ympäristön siistinä läpi rakennusajan. Siisti rakennuskohde on aina mukavampi luovuttaa tilaajalle- sekä loppukäyttäjälle ja antaa hyvän vaikutelman niin pääurakoitsijasta kuin hankkeen tilaajasta. Materiaali- ja tavaratoimitusten suunnittelu ja yhdisteleminen vähentävät työmaalle saapuvia liikennemääriä, jolla vähennetään päästöjen määrää.

6.3 Logistiikan haasteet ja tulevaisuus

Haastatteluista ilmeni, että logistiikan merkitys tulevaisuudessa kasvaa ja siihen panostetaan entistä enemmän. Logistiikan suunnittelun ja ohjauksen työkaluina käytetään entistä enemmän teknologiaa ja erilaista dataa, jolla voidaan hallita tietovirtaa sekä palvella materiaalitoimituksia. Nykyisin on alettu rakennustyömaan logistiikan suunnittelussa ja hallinnassa hyödyntämään tietomalleja, drone-lennokilla otettavia kuvia sekä 3D-kuvia, joiden käyttö tulee varmasti lisääntymään ja vakiintumaan.

Haastatteluissa kysyttiin haastateltavilta logistisista haasteista ja ongelmista, joita työmailla on esiintynyt. Haastatteluissa tuli esille, että ongelmat liittyivät usein töiden toteutusjärjestyksiin sekä logistiikkaohjeiden ja suunnitelmien noudattamattomuuteen. Näiden nähtiin aiheuttavan työmaalla sekaannusta sekä lisäävän häiriöherkkyyttä. Erityisesti ahtailla rakennustyömailla yhteensovitusongelmat ovat yleisiä, kun työmaalla on monia eri toimijoita ja useita työvaiheita päällekkäin. Tämä synnyttää haasteita materiaalien siirroille ja haalaamiselle.

7 Johtopäätökset

Rakennustyömailla tapahtuu päivittäin logistista toimintaa, jolla varmistetaan työmaan toiminta. Logistiikka saatetaan usein mieltää pelkäksi tavaroiden liikkumiseksi paikasta toiseen. Logistiikka on kuitenkin paljon muuta. Logistiikka on työmaalle saapuvien ja lähtevien tavaratoimitusten hallinnointia ja ohjausta. Siihen kuuluu niin materiaalien saapuminen työmaalle, siirtely työmaan sisällä kuin myös työmaalta pois. Logistiikka sisältää niin tulo-, sisä- kuin lähtölogistiikan. Materiaalitoimitukset ja siirrot vaativat aina toimiakseen ajantasaista tietovirtaa, jonka merkitystä ei voida sivuttaa. Logistiikka kattaakin niin hankinnan, kuljetuksen, varastoinnin, tietovirrat sekä monia muita osa-alueita, joilla työmaan toimintaa pidetään yllä.

Rakennustyömaat vaativat onnistuakseen tarkkaa logistista suunnittelua, seurantaan sekä suunnitelmien täytäntöönpanoa. Logistiikasta onkin tullut vuosien aikana entistä tärkeämpi osa rakennusliikkeiden toimintaa, jolla pyritään parantamaan yrityksen kilpailukykyä markkinoilla. Logistiikka ei olekaan enää prosessi, joka hoituu muun rakennustuotannon ohessa ilman suurempaa panostusta. Toiminnan kustannukset, laatu, aika ja täsmällisyys vaikuttavat ratkaisevasti rakennusyritysten menestykseen. Logistiikan hallinnalla vaikutetaan näihin kaikkiin osa-alueisiin. Nykyaikaisessa markkinataloudessa rakennusprojektien tulee olla tuottavia ja yritysten tehdä tulosta. Rakennusprojektien ajallinen tehokkuus onkin noussut merkittävämmäksi kilpailutekijäksi rakentamisessa. Toiminnan kustannuksia voidaan vähentää entisestään, kun logistisia ketjuja suunnitellaan ja ketjuista karsitaan vaiheita, jotka eivät lisää tuotannon jalostusarvoa. Näin aikaa ei enää kulu odotteluun, vaan työmaa ja työvaiheet pysyvät käynnissä ilman häiriöitä.

Ahtaat työmaat yhdistettynä aikataulujen kiristymiseen korostavat materiaali- ja tietovirtojen hallinnan tärkeyttä. Tiukat aikataulut lisäävät häiriöherkkyyttä, joka taas korostaa osaltaan suunnittelun tasoa ja laadukkuutta. Pieni ja ahdas tontti on hyödynnettävä niin tehokkaasti kuin mahdollista. Materiaaleja ei voida toimittaa ja varastoida ilman suunnittelua, koska työkohteet ovat tehokkaasti työn alla jatkuvasti. Työmaiden lisääntyneiden aliurakoiden määrä korostaa entisestään toimivien materiaali- ja tietovirtojen merkitystä. Tietovirran tulee kulkea saumattomasti osapuolten välillä. Työvaiheiden huolellisella suunnittelulla ja aikatauluttamisella voidaan pitää työt sekä työmaa tehokkaana ja häiriöt loitolla.

Logistiikkaa nähdään usein pelkkänä tuottavuustekijänä. Logistiikalla voidaan saavuttaa taloudellista hyötyä ja etua mutta sillä on myös laajempia vaikutuksia. Logistiikalla on vaikutusta niin rakennushankkeen laatuun, työturvallisuuteen, ympäristöön kuin tuleviin käyttäjiin. Logistiikan hallinnalla on vaikutuksia rakennushankkeen laatuun, kun hallitut tietovirrat vähentävät suunnitteluvirheiden mahdollisuuksia ja lisäävät joustavuutta asiakkaiden toivomien muutosten toteuttamiseen. Materiaalivirtojen hallinta ja tarkempi ohjaus vähentävät käsittely- ja siirtokustannuksia, materiaalihukkaa sekä tuotteiden vaurioitumista. Logistiikka käsittää muun muassa työmaan siisteyden, järjestyksen sekä jätehuollon. Siisti ja järjestelmällinen työmaa näyttää hyvältä mutta pitää työmaan myös tehokkaana. Työmaalla, jossa materiaalit ovat niille varatuilla paikalla, materiaalien etsimiseen kuluu vähemmän aikaa. Siisti työmaa vähentää lisäksi tapaturmia ja lisää työmaan turvallisuutta. Logistiikan merkitys niin rakennustyömaalle kuin myös työmaan ulkopuolella olevaan ympäristöön ja naapurustoon on merkittävä. Suunniteltu logistiikka vähentää materiaalitoimitusten määrää, työmaan ulkopuolinen liikenne on järjestelmällisempää ja säilyttää työmaan ulkopuolisen ympäristön siisteyden. Rakennushanke edustaa aina sen tilaajaa sekä käyttäjiä, jotka odottavat nykyisin myös ympäristöarvojen toteutumista.

Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena oli Kauppakeskus Lippulaivan asuinrakennusten 1–4 tavaratoimitusten tehostaminen ja esitellä työssä niitä logistisia käytäntöjä, joita hyödynnetään Lippulaivan asuinrakennustyömaalla. Materiaalitoimituksien ohjaamiseksi ja tehostamiseksi työmaalla on otettu käyttöön urakoitsijoille lähetettävä logistiikkaohje, työnjohtajien yhteisessä käytössä oleva materiaali- ja tavaratoimituksia ohjaa sekä valvoo logistiikasta vastaava työnjohtaja. Materiaalitoimitusten tehostamiseksi hyödynnetään rakennustyömaalla myös täsmätoimituksia, joiden mukana saapuvat materiaalit nostetaan rungon edetessä kerroksiin. Täsmätoimitusten mukana kerroksiin nostetaan ikkunoita ja parvekeovia, kipsilevyjä ja väliseinärankoja sekä LVISA-tuotteita. Työn aikana työmaalle saapui monia pienempiä toimituksia erilaisilta materiaalitoimittajilta. Näiden osalta olisi hyvä pohtia pienempien rautakauppatoimitusten ja tilausten yhdistämistä suuremmiksi tilauksiksi, jotka saapuisivat esimerkiksi kaksi kertaa viikossa työmaalle. Tämä osaltaan rauhoittaisi työmaata erityisesti tulevaisuudessa, kun kaikki neljä taloa ovat samanaikaisesti rakenteilla.

8 Pohdinta

Opinnäytetyötä tehdessä ja Kauppakeskus Lippulaivan asuintalojen 1–4 rakennustyömaan logistiikkaa kehittäessä ja seuratessa huomasin, että logistiikan merkitys työmaan toimivuuden kannalta on hyvin suuri. Isoilla rakennustyömailla logistiikkaa ei voida enää toteuttaa muun tuotannon ohessa vaan sen tulee olla systemaattista ja järjestelmällistä toimintaa. Kaikki alkaa suunnitelmien laatimisesta. Mitä yksityiskohtaisempia ja selkeitä suunnitelmat ovat sen parempi. Suunnitelmat tulee olla kaikkien tiedossa ja saatavilla. Suunnitelmat eivät kuitenkaan itsessään takaa rakennustyömaan logistiikan toimivuutta vaan tarvitaan myös suunnitelmien täytäntöönpanoa. Työtä tehdessä huomasin, ettei hienoimmista ja tarkasti laadituista suunnitelmista ole mitään hyötyä, jos suunniteltua tietoa ei jaeta työmaalle ja laiteta konkreettisesti täytäntöön. Tietovirran tulee liikkua kaikkien osapuolien välillä. Ilman suunnitelmien täytäntöönpanoa ja ohjausta heti työmaan alusta alkaen, ajaudutaan helposti tilanteeseen, jossa ote logistisesta toiminnasta menetetään ja riskit työmaan häiriöille kasvavat. Toimitukset saapuvat työmaalle odottamattomasti ja väärään paikkaan, työmaa on epäsiisti ja materiaalit eivät ole suunnitelluilla paikoilla, työmaan turvallisuus kärsii ja kenelläkään ei ole tarkkaa tietoa logistiikan toiminnasta. Logistiikan palauttaminen tässä vaiheessa suunnitelmien mukaisiksi vaatii rutkasti töitä ja aikaa.

Rakennustyömaan logistiikka vaatii toimiakseen työtä, panostusta sekä sitoutumista. Opinnäytetyötä tehdessä huomasin, että työmaan toiminnalle on hyvin tärkeää, että logistisia suunnitelmia päivitetään ja toimintaa ohjataan jatkuvasti. Erityisesti aluesuunnitelma ja varastointisuunnitelma olivat hyvä pitää ajantasaisina, jotta työmaalla pysyy yleinen järjestys. Suunnitelmien päivitys pitää myös aliurakoitsijat ja materiaalityöntekijät ajan tasalla työmaan muutoksista. Kaikilla osapuolilla tulisi olla ajantasainen tieto vähintään työmaan saapumisohjeista, purkupaikoista- ja resursseista, varastopaikoista sekä jätehuollosta. Jotta rakennustyömaan logistiikka voisi onnistua, tulee kaikkien työmaalla toimivien työntekijöiden sitoutua yhteisiin pelisääntöihin. Tämä ei tarkoita vain aliurakoitsijoita ja heidän työntekijöitään vaan kaikkia työmaalla työskenteleviä toimihenkilöistä lähtien.

Materiaali- ja tavaratoimitukset ovat yksi rakennustyömaan logistiikan keskeisistä toiminnoista. Monesti tämä jää kuitenkin vähälle huomiolle toimituksia suunniteltaessa tai materiaaleja tilattaessa. Rakennustyömaiden suurimpia logistisia haasteita mielestäni onkin materiaalityötoimitukset ja niiden ajoittaminen työmaalle. Logistisesti haastavilla

työmailla mielestäni tärkeää minimoida toimitusmäärät. Jokainen toimitus voidaankin nähdä eräänlaisena häiriönä, joka osaltaan saattaa aiheuttaa riskin työmaan toiminnalle. Tällaisilla työmailla on järkevää yhdistellä materiaalitoimituksia esimerkiksi terminaalissa ja toimittaa materiaalit suuremmissa osakokonaisuuksissa. Tällaiset toimitukset vaativat tarkempaa suunnittelua ja toimitusten oikea-aikaisuutta. Haastatteluita tehdesäni esiin nousi erityisesti työmaan panostaminen materiaalitoimitusten oikea-aikaisuuteen. Tällä tarkoitetaan materiaalien saapumista työmaalle juuri ennen asennusta. Materiaaleja ei tällöin tarvitsisi varastoida vaan materiaalit siirrettäisiin suoraan työpisteelle asennettavaksi. Haastatteluissa nousi esiin myös, että työmaalle toimitettavia materiaaleja ei tulisi toimittaa kerralla kuin enimmillään viikon tarpeeseen. Työmailla usein kuitenkin valitettavasti näkee tavaroita enemmän. Monesti materiaaleja myös varastoidaan pitkiäkin aikoja työmaalla. Tällöin materiaalien vaurioitumisriski kasvaa ja siirrot lisääntyvät, kun materiaalit ovat rakennustöiden edessä. Pitkät varastointiajat johtavat suurella todennäköisyydellä materiaalien hukkumiseen työmaalle. Tarvittavien materiaalien etsiminen taas johtaa työn tehottomuuteen ja kustannusten kasvuun. Tulevaisuudessa tekniikan kehitys ja teknologia tulee varmasti antamaan ratkaisun tähänkin ongelmaan, mutta sitä saamme luultavasti odottaa vielä hetken.

Lähteet

- 1 Skanskan historia. 2019. Verkkolähde. Saatavissa: <https://www.skanska.fi/tietoa-skanskasta/skanska-suomessa/historia/>. Luettu: 20.2.2021
- 2 Skanska lyhyesti. 2019. Verkkolähde. Saatavissa: <https://www.skanska.fi/tietoa-skanskasta/skanska-suomessa/skanska-lyhyesti/>. Luettu: 20.2.2021
- 3 Mitä on logistiikka? 2021. Verkkolähde. Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/aineistot/logistiikka-lukiolaisille/mita-on-logistiikka/>. Luettu: 20.2.2021
- 4 Karrus, K. E. 2003. Logistiikka. 3.–4. painos. Juva: WSOY
- 5 Wegelius-Lehtonen, T., Pahkala, S., Nyman, H., Vuolio, H. & Tanskanen, K. 1996. Opas rakentamisen logistiikkaan. Helsinki: Rakennusteollisuuden keskusliitto
- 6 Logistiikkaselvitys 2010. 2010. Verkkolähde. Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78159/Julkaisuja_36-2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Luettu: 28.2.2021
- 7 Kiviniemi, M. Hallittu rakennusprojekti säästää rahaa ja vaivaa. VTT. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <https://evianet.fi/palvelut/toimitusketju>. Luettu 3.3.2021
- 8 Ritvanen, V., Inkiläinen, A., von Bell, A., Santala, J. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. 2011. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.
- 9 Logistiikan suunnittelussa huomioitavaa. Skanskan omat logistiikkaohjeet ja asiakirjat. Dokumentit yrityksen hallussa. Luettu: 11.3.2021
- 10 Ratu C2-0454. 2017. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Rakennustieto. Verkkolähde. Saatavissa: <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.metropolia.fi/resource/juha/content/22911#page=1>. Luettu: 3.3.2021
- 11 Logistiikan organisointi työmaalla. Skanskan omat logistiikkaohjeet ja asiakirjat. Dokumentit yrityksen hallussa. Luettu 11.3.2021
- 12 Aluesuunnitelma. Skanskan omat logistiikkaohjeet ja asiakirjat. Dokumentit yrityksen hallussa. Luettu: 10.3.2021
- 13 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009. Finlex. Saatavissa: <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>. Viitattu: 3.4.2021

- 14 Työmaakalenteriin ja logistiikkaportaali. Skanskan omat logistiikkaohjeet ja asiakirjat. Dokumentit yrityksen hallussa. Luettu: 10.3.2021
- 15 Logistiikan hallinta haastavissa kohteissa. Skanskan omat logistiikkaohjeet ja asiakirjat. Dokumentit yrityksen hallussa. Luettu 19.3.2021
- 16 Rakennustieto. Logistiikka on sujuvaa materiaalitoimitusten hallintaa. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK98s677.pdf>. Luettu 15.3.2021
- 17 Rakennustyömaan toimitusten ohjaus. 2009. Rakennusteollisuus RT ry. VTT. Mittaviiva Oy. Verkkojulkaisu. Saatavissa: https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2009/Rakennustyo_maan_toimitusten_ohjaus_091116.pdf. Luettu: 19.3.2021
- 18 Rakentamisen logistiikkaratkaisut. 2019. Peltokorpi A., Lavikka R., Tetik M. Aalto-yliopisto, Rakennustekniikan laitos. Verkkojulkaisu. Saatavissa: https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2019-10/loppuraportti_rakentamisen_logistiikkaratkaisut_23.10.2019.pdf. Luettu: 20.3.2021
- 19 Toimitusten turvallisuus. Skanskan omat logistiikkaohjeet ja asiakirjat. Luettu 25.4.2021
- 20 Valtioneuvoston päätös käsin tehtävistä nostoista ja siirroista työssä 1409/1993. Finlex. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1993/19931409>. Viitattu 25.4.2021
- 21 Type of cranes. 2020. Verkkolähde. Saatavissa: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Types_of_crane#Tower_cranes. Luettu 24.3.2021
- 22 Levykuormituskokeet. 2021. Verkkolähde. Saatavissa: <https://www.sgs.fi/fi-fi/environment/soil/field-and-sampling/geotechnical-services/plate-loading-tests>. Luettu 24.3.2021
- 23 Nosturin valinta työmaakohteeseen. 2021. Verkkolähde. Saatavissa: <http://www.nosturitarvike.fi/nosturin-valinta-tyomaakohteeseen/>. Luettu 27.3.2021
- 24 Ajoneuvonosturit. Verkkosivu. Saatavissa: <https://www.j-helaakoski.fi/nosturit/ajoneuvonosturit/>. Luettu: 27.3.2021
- 25 Ajoneuvonosturit. Verkkosivu. Saatavissa: <https://havator.fi/kalusto/ajoneuvonosturit/>. Luettu: 27.3.2021

- 26 RatuTT 06-01247. 2017. Ajoneuvonosturiohjeet 2016, käyttö. Rakennustieto. Verkkolähde. Saatavissa: <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.metropolia.fi/resource/juha/content/22346#page=1>. Luettu: 1.4.2021
- 27 Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 403/2008. Finlex. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080403>. Viitattu: 3.4.2021
- 28 Kurottajat. Verkkosivu. Saatavissa: <https://www.j-helaakoski.fi/nosturit/kurottajat/>. Luettu: 10.4.2021
- 29 What is a Telehandler?. 2020. Verkkosivu. Saatavissa: <https://www.adaptalift.com.au/blog/what-is-a-telehandler>. Luettu: 10.4.2021
- 30 Kurottajat. Verkkosivu. Saatavissa: <https://www.nostopalvelusimola.fi/kurottajat.html>. Luettu: 13.4.2021
- 31 Siirrettävät henkilönostimet. 2010. Aluehallintovirasto. Verkkojulkaisu. Saatavissa: https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/2426906/Siirrett%C3%A4v%C3%A4t_henkil%C3%B6nostimet_TSO_31.pdf. Luettu: 13.4.2021
- 32 Rakennushissit. Verkkosivu. Saatavissa: https://www.cramo.fi/fi/category/nostin--ja-siirtokalusto_rakennushissit. Luettu: 13.4.2021

Haastattelukysymykset

1. Mitä on rakennustyömaan logistiikka ja mitä se pitää mielestäsi sisällään?
2. Millainen merkitys logistiikalla on mielestäsi rakennustyömaalle sekä koko rakennushankkeelle?
3. Panostetaanko logistiikkaan mielestäsi rakennustyömailla/-hankkeissa tarpeeksi? Otetaanko hankesuunnittelussa tarpeeksi huomioon? Entä työmaalla? Työmaan suunnittelussa / aikataulutuksessa logistiikkaa mielestäsi tarpeeksi huomioon?
4. Millaisia asioita kannattaa mielestäsi ottaa huomioon työmaan logistiikkaa suunniteltaessa? Miksi? Millaisia apuvälineitä voidaan hyödyntää?
5. Millä keinoin työmaan logistiikkaa hallitaan läpi rakentamisajan?
6. Materiaalitoimitukset ovat merkittävä osa rakennustyömaan logistiikkaa. Mitä on hyvä ottaa huomioon materiaalitoimitusten suunnittelussa?
7. Millä keinoin materiaalitoimituksia voidaan työmailla tehostaa? Millaisia ”työkaluja” tai tapoja voidaan hyödyntää materiaalitoimituksissa?
8. Mitkä ovat mielestäsi logistiikan onnistumisen kannalta tärkeimmät osa-alueet?
9. Logistiikka nähdään usein pelkkänä tuottavuustekijänä. Näetkö, että sillä olisi laajempia vaikutuksia? (esim. rakennusten käyttäjät tai ympäristö?)
10. Esimerkki logistisista haasteista? Olisiko logistiikkaa/materiaalitoimituksia voitu näissä tapauksissa toteuttaa toisin? Synnyttivätkö haasteet kehitysideoita? Mitä ne opettivat?
11. Miten näet rakennustyömaiden logistiikan kehittyvän tulevaisuudessa?

Esimerkki materiaaliakohtaisesta logistiikkasuunnitelmasta (täsmätoimituksen mukana toimitettavat materiaalit)

TYÖMAAN MATERIAALIKOHTAINEN LOGISTIIKKASUUNNITELMA Kauppakeskus Lippulaivan asuintalo 4									
Materiaali:	Toimittaja:	Tilaaja	Toimitusmuoto:	Välivarastointipaikka:	Siirtojen suorittaja, pystysiirrot:	Siirtojen suorittaja, vaakasiirrot:	Käsin suoritettavia siirtoja:	Siivous ja jätteet, vastuutaho:	HUOM
TÄSMÄTOIMITUKSEN MATERIAALIT									
Kipsilevyt	Gyproc Saint Gobain	Pääurakoitsija	Runkotäsmän mukana	Kerros	Pääurakoitsija	Pääurakoitsija	Kyllä	Pääurakoitsija	6 lavaa / krs
Väliseinärangat + väliseinätarvikkeet	Gyproc Saint Gobain	Pääurakoitsija	Runkotäsmän mukana	Kerros	Pääurakoitsija	Pääurakoitsija	Kyllä	Pääurakoitsija	2 lavaa / krs
Kertopuut	Kesko	Pääurakoitsija	Runkotäsmän mukana	Kerros	Pääurakoitsija	Pääurakoitsija	Kyllä	Pääurakoitsija	1 nippu / krs
Ikkunat	Pihlapro Oy	Pääurakoitsija	Runkotäsmän mukana	Kerros	Pääurakoitsija	Aliurakoitsija	Kyllä	Aliurakoitsija	Krs 2-5 10 lavaa / krs. Krs 6-15 4 lavaa / krs
Parvekeovet	Pihlapro Oy	Pääurakoitsija	Runkotäsmän mukana	Kerros	Pääurakoitsija	Aliurakoitsija	Kyllä	Aliurakoitsija	3 lavaa / krs
LVA -materiaalit	Ahlsell	Aliurakoitsija	Runkotäsmän mukana	Kerros	Pääurakoitsija	Aliurakoitsija	Kyllä	Aliurakoitsija	1 nippu / krs
IV -materiaalit	Skanska Talonrakennus (talotekniikka)	Aliurakoitsija	Runkotäsmän mukana	Kerros	Pääurakoitsija	Aliurakoitsija	Kyllä	Aliurakoitsija	4 EUR lavaa / krs + 1 kanavahäkki / krs
Sähkötarvikkeet	Terawatt Oy	Aliurakoitsija	Runkotäsmän mukana	Kerros	Pääurakoitsija	Aliurakoitsija	Kyllä	Aliurakoitsija	2 EUR lavaa / krs
Tiilet	Weber Saint Gobain	Pääurakoitsija	Runkotäsmän mukana	Kerros	Pääurakoitsija	Pääurakoitsija	Kyllä	Pääurakoitsija	-