



Rakennustyömaan logistiikan suunnittelu työ- maan toteutuksen kannalta

Eemeli Lehtonen

Opinnäytetyö, AMK

Huhtikuu 2024

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma

Lehtonen, Eemeli

Rakennustyömaan logistiikan suunnittelu työmaan toteutuksen kannalta

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. **Huhtikuu 2024**, 59 sivua

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Rakentaminen koostuu suurimmaksi osakseen materiaalien liikuttamisesta ja logistiikan toimivuus työmaalla on oleellisessa asemassa hankkeen tehokkaan toteuttamisen takia. Työmaan logistiikan suunnittelulla voidaan poistaa läpimenoaikaan vaikuttavia hidastavia tekijöitä ennakkoon.

Opinnäytetyössä tutkittiin työmaalogistiikkaa ahtaassa keskustarakentamisessa. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää keskeisimmät huomioitavat asiat logistiikan suunnittelussa sekä kartoittaa tyypillisimmät ongelmatilanteet. Huomioitavien asioiden ja ongelmatilanteiden pohjalta tavoite oli luoda logistiikkasuunnitelmapohja, jossa otetaan kantaa logistiikan toimivuuden kannalta oleellisiin asioihin. Opinnäytetyö toteutettiin Rakennusliike Laptin toimeksiannosta.

Tutkimusmenetelmäksi valikoitui tutkimuksellinen kehittämistyö, joka koostui laadullisesta- ja määrällisestä tutkimuksesta. Opinnäytetyössä luotiin tietoperusta tutkittavan ilmiön taakse rakennusalan kirjallisuudesta ja aikaisemmista tutkimuksista. Tietoperusta koostettiin työmaan logistiikkaan liittyvistä asioista, kuten logistiikasta yleensä, työmaalogistiikasta, aluesuunnitelmasta, aikataulutuksesta, työturvallisuudesta ja materiaalien liikuttamisen menettelytavoista. Tutkimuksessa hyödynnettiin käynnissä olevaa esimerkkityömaata, jolla havainnollistettiin työmaan logistiikan toimimista. Tutkimusaineisto kerättiin haastattelu- ja kyselytutkimuksen avulla. Haastattelututkimus kohdistettiin esimerkkityömaan toimihenkilöille, minkä avulla saatiin laaja tutkimustulos ahtaasta keskustarakentamisesta. Kyselytutkimus suunnattiin Rakennusliike Laptin Jyväskylän aluetoimiston toimihenkilöille ja kyselytutkimuksella saatiin määrällistä tietoa logistiikan suunnittelusta ja toteutuksesta.

Tuloksissa yleistyi tietyt logistiset toimenpiteet tutkimuksen kohderyhmän keskuudessa. Huolellisesti laadituilla suunnitelmilla voitiin ehkäistä logistiikan muodostamia tyypillisiä haasteita liikennejärjestelyissä, varastoinnissa, työmaa-alueen käyttämisessä tai logistiikan hallinnassa yleensä. Tulosten pohjalta vedettiin johtopäätökset logistiikan suunnittelun merkityksestä ahtaassa keskustarakentamisessa, jotta rakentaminen pysyi tehokkaana. Tulosten ansiosta onnistuttiin luomaan logistiikkasuunnitelmapohja Rakennusliike Laptin käyttöön, jolla voidaan yhtenäistää työmaan logistiikan suunnittelua. Logistiikkasuunnitelmapohjan osa-alueissa laaditaan menettelyt materiaalien hallinnan, aikataulutuksen, turvallisuuden sekä vastuunjaon osalta.

Avainsanat (asiasanat)

Logistiikka, rakennustyömaa, kaupunkirakentaminen, tuotannosuunnittelu

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

-

Lehtonen, Eemeli

Planning construction site logistics for the implementation of the construction site

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, April 2024, 59 pages.

Degree Programme in Construction and civil engineering. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The construction process mainly consists of moving materials and the functionality of logistics on the construction site is crucial for the efficient implementation of the project. Through proper planning of the site logistics, factors affecting lead time can be removed in advance.

The thesis examined construction site logistics in tight urban construction. The aim of the thesis was to identify the key considerations in logistics planning and to map out the most common problem situations. Based on these considerations and problem situations, the aim was to create a logistics planning template that addresses essential aspects for efficient logistics operations. The thesis was carried out commissioned by Rakennusliike Lapti

The selected research method was developmental research, consisting of both qualitative and quantitative research. The thesis established a knowledge base from construction industry literature and previous studies related to the phenomenon under investigation. This knowledge base covered various aspects of construction site logistics, including logistics in general, construction site logistics, site planning, scheduling, safety protocols and material handling procedures. The study utilized an ongoing example construction site to illustrate the functioning of the logistics. Data for the study was collected through interviews and surveys. The interview study targeted personnel at the example construction site to obtain a comprehensive understanding of tight urban construction. The survey was aimed at employees of Rakennusliike Lapti's Jyväskylä regional office to gather quantitative information on logistics planning and implementation.

The results highlighted certain logistical measures among the research participants. Carefully crafted plans could prevent typical challenges posed by logistics in traffic arrangements, storage, construction site utilization or logistics management in general. Based on the findings, conclusions were drawn regarding the significance of logistics planning in tight urban construction to maintain efficiency in building processes. As a result of the findings, a logistics planning template was developed for the Rakennusliike Lapti's use to standardize site logistics planning. The template includes procedures for material management, scheduling, safety and responsibility allocation.

Keywords/tags (subjects)

Logistics, construction site, Urban construction, production planning

Miscellaneous (Confidential information)

-

Sisältö

1	Johdanto rakennustyömaan logistiikan suunnitteluun.....	3
1.1	Taustaa	3
1.2	Tavoitteet sekä rajaukset	3
1.3	Toimeksiantaja	4
2	Rakennustyömaan järjestelyitä	5
2.1	Logistiikan perusteita	5
2.2	Rakennustyömaan logistiikka.....	6
2.2.1	Työmaan saapuva-, lähtevä-, ja sisäinen logistiikka	6
2.2.2	Työmaalla tapahtuvan logistiikan suunnittelu	9
2.3	Rakennustyömaan aluesuunnitelma.....	10
2.4	Yleisaikataulu ja aikatauluttaminen työmaalla	13
2.5	Työturvallisuuden merkitys logistiikan näkökulmasta	17
2.6	Materiaalien siirtämisen mahdollistavat menetelmät työmaalla.....	19
3	Logistiikan kehitys rakentamisessa.....	20
4	Kehittämistyön tarkoitus	24
4.1	Tutkimuskysymykset	24
4.2	Esimerkkityömaa	25
5	Tutkimuksellisen kehittämistyön toteutus	32
5.1	Tutkimusmenetelmät.....	32
5.2	Tutkimusaineistot ja aineiston kerääminen.....	33
5.2.1	Ryhmähaastattelu.....	34
5.2.2	Tutkimuskysely	34
5.3	Tutkimusaineiston analyysi	35
6	Tulokset.....	36
6.1	Yhteenveto haastattelun tuloksista	36
6.2	Tutkimuskyselyn vastausten analysointi.....	39
7	Johtopäätökset.....	47
7.1	Tutkimuskysymyksiin vastaaminen.....	47
7.2	Logistiikkasuunnitelma ja jatkotutkimukset	50
8	Pohdinta.....	52
8.1	Pohdintaa tutkimuksesta	52
8.2	Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys	55

Lähteet	57
Liitteet	60
Liite 1. Tutkimushaastattelun kysymykset	60
Liite 2. Tutkimuskysely	61
Liite 3. Logistiikkasuunnitelmapohja	65
 Kuviot	
 Kuvio 1. Maanrakennus- ja perustusvaiheen aluesuunnitelma (Ratu C2-0454 2017).	12
Kuvio 2. Jana-aikataulun rakenne (Koskenvesa & Sahlstedt 2023).	16
Kuvio 3. Paikka-aikataulun rakenne (Koskenvesa & Sahlstedt 2023).	17
Kuvio 4. As Oy Jyväskylän Aallonharjan runkovaiheen aluesuunnitelma	26
Kuvio 5. Käytössä oleva ylesiaikataulu	27
Kuvio 6. Työmaan ajoportti 1 ja ontelopurkuteline	28
Kuvio 7. Työmaan pyöröportti ja portti 2	29
Kuvio 8. Käytössä oleva logistiikkakalenteri	30
Kuvio 9. Torninosturi työmaalla	32
Kuvio 10. Kysymykset 2 ja 3	40
Kuvio 11. Kysymys 4.	41
Kuvio 12. Kysymykset 5 ja 6	42
Kuvio 13. Kysymys 7	43
Kuvio 14. Kysymys 8	44
Kuvio 15. Asteikkokysymykset	45

1 Johdanto rakennustyömaan logistiikan suunnitteluun

1.1 Taustaa

Rakennustyömaan logistiikka on keskeinen toiminto rakennushankkeessa, mikä vaikuttaa merkittävästi hankkeen kustannuksiin ja tehokkuuteen. Hyvin suunnitellulla ja toteutetulla logistiikalla voidaan varmistaa materiaalien ja resurssien saumaton virtaus työmaalla, mikä edistää aikataulujen täsmällisyyttä ja pitää kustannukset suunnitellussa tavoitteessa. Tutkimuksellisen kehittämistyön avulla pyritään tuottamaan arvokasta tietoa, mikä hyödyttää toimeksiantajaa ja muita aiheesta kiinnostuneita.

Lähtökohtana opinnäytetyöhön on kehittää rakennustyömaan logistiikan suunnittelua, niin rakennustyömaan aikana kuin ennen rakennustyömaan perustamista. Idea opinnäytetyön tekemisestä kyseisestä aiheesta syntyi kolmannen opiskeluvuoden työnjohdon harjoittelussa, joka suoritettiin Rakennusliike Laptilla kevään ja kesän 2023 aikana. Työharjoittelu suoritettiin Jyväskylän Aallonharjan työmaalla, jossa korostuivat keskustarakentaminen ja ahdas työmaa. Logistiikan merkitys nyt ja tulevaisuudessa korosuu kestävän kehityksen, digitalisaation ja kustannustehokkaamman rakentamisen ansiosta.

Rakennustyömaan logistiikan suunnittelu on olennainen osa työelämän kehittämistä työmaalla. Aiheen merkitys korostuu työmaan aikataulussa, sen yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa, työmaan aluesuunnittelussa, logistiikan hallinnan keinoissa, työturvallisuudessa ja siirtymisenä kohti digitalisoitua arkea työmaalla. Edellisten nostojen pohjalta kehittämisellä saadaan parannettua työmaan materiaalien liikkumista, rakentamisen tuottavuutta ja tehokkuutta, kustannuksia saadaan optimoitua, luotua turvallisempi ympäristö työmaalla ja sen lähetyvillä ja tuettua kestävää kehitystä. Hyvin suunniteltu logistiikan toteutus luo perustan menestykselle ja hyvän järjestyksen omaavalle rakennustyömaalle.

1.2 Tavoitteet sekä rajaukset

Opinnäytetyön tavoitteena on tuoda toimeksiantajalle ilmi, mitä kannattaa logistiikan suunnittelussa ottaa huomioon ja kartoittaa yleisiä logistiikan tuomia haasteita, kun kyseessä on ahdas kes-

kustassa sijaitseva työmaa. Tutkimuksessa havaittujen merkittävien asioiden jälkeen toimeksiantajalle laaditaan logistiikkasuunnitelmapohja, jonka avulla voidaan työmaan logistiikkaa suunnitella ja hallita. Opinnäytetyössä keskitytään nimenomaan rakennushankkeen toteutuksen suunnittelun ja itse rakentamisen toteutuksen aikana tapahtuvaan logistiikkaan, eikä vain ainoastaan tietyn rakennusvaiheen logistiikkaan. Toteutuslogistiikka alkaa maanrakentamisesta ja päättyy sisätyövaiheen jälkeiseen rakennuksen luovutukseen.

Tässä opinnäytetyössä tutkimus logistiikasta kohdennetaan ahtaaseen keskustarakentamiseen. Opinnäytetyö rajataan keskittymään logistiikkaan rakennustyömaan näkökulmasta, eikä oteta kantaa materiaalin toimittajien toiminnan kehittämiseen. Rakennustyömaan logistiikka pitää sisällään kaikki työmaalla tapahtuvat materiaalien siirrot ja varastoinnit, tulo- ja lähtölogistiikan, rakennushankkeen sisälogistiikan, jätelogistiikan ja työmaan yleisen järjestyksen. Työssä keskeisessä asemassa on uudisrakentaminen, mutta opinnäytetyön tuloksia voidaan soveltaa myös korjausrakennustyömaalle. Täten työssä keskitytään enemmän uudistuotannon rakennusvaiheisiin ja -järjestykseen. Tutkimus myös tehdään pääurakoitsijan näkökulmasta ajateltuna.

1.3 Toimeksiantaja

Opinnäytetyö toteutettiin yhteistyössä Rakennusliike Laptin kanssa, joka toimi toimeksiantajana työssä. Rakennusliike Lapti perustettiin yli 30 vuotta sitten nimellä Lapli-Tieto Oy. Yrityksen toiminnan pääpainona on asunto-, palvelu- ja toimitilarakentaminen. Laptilla on sekä omaa tuotantoa, että urakkatuotantoa. Urakointia tehdään kilpailu-urakkana, KVR-urakkana, projektinjohdourakkana tai allianssina. Alkujaan yritys keskittyi enemmän pientalotuotannon tekemiseen ja konsultoinnin tarjontaan rakennusosalalla. Nykyisen nimensä se otti käyttöön vuonna 2008, jolloin alkoi Laptin kasvu rakennusliikkeenä. (Historia n.d; Lyhyesti n.d.)

Rakennusliike Lapti toimii valtakunnallisesti koko suomen alueella ja sillä on aluetoimistot Jyväskylässä, Joensuussa, Kuopiossa, Oulussa, Tampereella, Turussa ja Vantaalla. Laptilla on työntekijöitä noin 500 henkilöä ja Laptin menestys perustuu osaavaan, kokeneeseen ja omistautuneeseen henkilöstöön. (Yritysvastuuraportti 2022.)

2 Rakennustyömaan järjestelyitä

2.1 Logistiikan perusteita

Yksi rakentamisen mahdollistavista tekijöistä on logistiikka. Yksinkertaisesti logistiikalla tarkoitetaan materiaalien kuljettamista ja niiden varastointia. Logistinen toiminta menettelynä on todella vanha, sillä logistisia ongelmia on ratkottu jo tuhansia vuosia sitten. Logistiikan juuret ovat peräisin sotilaskäytöstä, jossa se tarkoitti joukkojen liikkuttamista sekä huollon ja tarvittavien materiaalien varmistamista. Käsitteenä logistiikka tuli käyttöön maailmalla toisen maailmansodan tienoilla, jonka jälkeen logistiikkaa alettiin käyttämään liike-elämässä ja sitä alettiin tarkastella tieteellisesti. Siitä alkaen logistiikka on vakiintunut yhdeksi merkittävimmistä liike-elämän mahdollistavista toimijoista. (Mitä on logistiikka? n.d.)

Logistiikkaa voidaan ajatella kuin prosessiteollisuutta. Prosessi pitää sisällään osa-alueita, joilla jokaisella on oma merkitys ja jota kautta syntyy logistiikan kokonaisuus. Esimerkkejä prosessin osa-alueista ovat hankintatoimi, varastointi, jakelu, kuljetukset sekä logistisen toimintaketjun suunnittelu ja -hallinta. Tärkeänä osana prosessia on asiakaskeskeisyys, joka onkin edellytys tulokselliseen kaupalliseen toimintaan ja asiakaskuntaan. Pääpiirteittäin logistiikassa on oleellista, että materiaali on tarvittavassa paikassa ajallaan ja prosessin tuomat kustannukset ovat mahdollisimmat optimoituja, sekä toimittajalle, että asiakkaalle. Oleellista on myös pyrkiä rasittaa ympäristöä mahdollisimman vähän. (Logistics Management n.d; Logistiikka n.d.)

Rakennustyömaalle logistiikka on elintärkeä, sillä uudisrakennus toteutuu, kun rakennusmateriaalit siirretään paikasta A pisteeseen B, jossa eri rakennusmateriaalit muodostavat suunnitelmien mukaisen toteutuksen jälkeen valmiin kokonaisuuden. Tätä kokonaisuutta nimitetään rakennukseksi, jonka käyttötarkoitus liittyy asumiseen, työn tekemiseen, materiaalien varastointiin tai johonkin muuhun käyttöön (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 113 §). Myös logistiikan hallinta työmaalla on oleellinen osa työmaan arkea.

2.2 Rakennustyömaan logistiikka

Rakennustyömaan mahdollisimman tehokas toteuttaminen vaatii hyvin tehtyjä suunnitelmia ja niiden toteutuskelpoisuutta. Rakennustyömaan tehokkaan toteuttamisen mahdollistava elin on tuotannonhallinta. Tuotannonhallinnan avulla pohditaan ratkaisuita projektin tavoitteiden ja vaatimusten toteuttamiseksi, optimoidaan resurssien käyttö mahdollisimman tehokkaaksi, vältetään suunnitelmista poikkeamista ja tarvittaessa palautetaan toiminta ennalta määritellylle tasolle. Tuotannonhallintaa käytännössä voidaan toteuttaa esimerkiksi työmaan logistiikan toteuttamisessa. Työmaan logistiikassa, sen toteuttamista suunnitellaan ennakkoon, suunnitellun kokonaisuuden toteuttamista valvotaan ja tätä kokonaisuutta ohjataan tarvittaessa. (Junnonen 2022, 4.)

Rakennustyömaan logistiikalla tarkoitetaan rakennustyön aikana tapahtuvaa materiaalien sekä resurssien suunnittelua, hallintaa ja koordinoitua. Logistiikkaa voi pitää yhtenä tärkeimpänä työvaiheena rakentamisessa, sillä rakennus syntyy rakenteista ja eri rakenneosista, jotka toimitetaan työmaalle tietyissä ja ennalta sovitussa rakennusvaiheissa ajallansa, jotta rakentaminen etenee aikataulussa. Rakennustyömaan logistiikkana voidaan pitää kaikkea työmaalla tapahtuvaa materiaalien siirtoa ja -varastointia, saapuvaa- ja lähtevää logistiikkaa. Tätä logistiikkaa tulee hallita ongelmien välttämiseksi. (Ratu S-1227 2010, 1–5.)

2.2.1 Työmaan saapuva-, lähtevä-, ja sisäinen logistiikka

Uudisrakennuksen toteuttamiseen sisältyy monia eri rakenteita ja rakennusosia. Rakenteet ja rakenneosat tulevat toimituksina eri paikoista ja tämän takia rakennustyömaan toimitusketju on todella laaja (Kiviniemi, Koski, Palolahti & Sahlstedt 2009, 5). Toimitukset voivat liittyä työmaalla tarvittaviin yleisiin tarvikkeisiin, tehdastuotettuihin vakiotuotteisiin tai kyseisen rakennushankkeen hankekohtaisiin tuotteisiin. Yleisiä tarvikkeita ovat rautakaupasta saatavat tarvikkeet, kuten puutavara. Tehdastuotetut vakiotuotteet ovat varastoon tuotettuja materiaaleja tai tilauksesta tehtäviä tuotteita ja hankekohtaisia tuotteita ovat esimerkiksi betonielementit tai ikkunat. Vastaavasti työmaalta lähtevänä logistiikkana syntyy toimituksia, jotka painottuvat kalustopalautuksiin ja jätehuoltoon. (Kiviniemi ym. 2009, 5–9; Ratu 1214-S 2005, 12–13.)

Saapuva logistiikka

Tyypillisesti rakennustyömaalla tapahtuvaa saapuvaa logistiikkaa voidaan nimittää logistiikan termillä tulologistiikka. Saapuvana logistiikkana työmaalle voidaan pitää kaikkea liikennettä, joka liittyy rakennushankkeen toteutukseen. Tätä työmaalle tapahtuvaa logistiikkaa on materiaalien saapuminen, vastaanotto, saapuvan lähetyksen tarkastaminen ja purkaminen. Saapuvien toimitusten logistinen prosessi käynnistyy hankintavaiheessa. Hankintavaiheessa logistiset toimintavaihtoehdot on syytä miettiä tarkoin, jotta päästään kaikkia palvelemaan tehokkaaseen toimitustapaan. Valitut toimitustavat ja yhteiset pelisäännöt sovitaan pääurakoitsijan ja materiaalin toimittajan välillä allekirjoitetuilla sopimuksilla. (Junnonen 2022, 67–70; Tulo- ja lähtölogistiikka n.d.)

Uudisrakentamisessa betonielementtien toimittaminen työmaalle on hyvä esimerkki saapuvasta logistiikasta. Elementtien toimittajan kanssa on sovittu sopimuksen tekemisen yhteydessä alustavasti toimitusajat ja ehdot. Työmaalla työnjohto vastaa saapuvien toimitusten vastaanottamisen järjestelyistä. Työmaalle saapuessa kuorma ohjeistetaan oikeaan paikkaan, jossa se vastaanotetaan ja tarkistetaan. Kuorman tarkastaminen on oleellista, jotta sisältö vastaa tilattuja elementtejä ja lastauksen sekä kuljetuksen aikana kuorma ei ole kärsinyt. Mahdollisessa kuorman vaurioissa kirjataan havainnot kuormakirjaan sekä otetaan yhteyttä toimittajaan ja sovitaan mahdollisista reklamaatioista. (Junnonen 2022, 71; Kiviniemi ym. 2009, 12–14.)

Lähtevä logistiikka

Lähtevää logistiikkaa työmaalla voidaan kutsua nimellä paluulogistiikka. Rakentamisessa ideana on toteuttaa lopputuote eli rakennus tilaajalle ennalta määrättyssä paikassa. Tämän ansiosta ei rakentamisen prosessissa synny virallista paluulogistiikkaa. Kuitenkin rakennustyömaalta lähtevänä logistiikkana pidetään useasti jätehuoltoa, vuokratilustalon palautuksia ja materiaalien palautuksia. Paluulogistiikkaa toteutetaan muun työmaatoiminnan ohella ja täten onkin tärkeä hallita paluulogistiikkaa samalla tavalla, kuin tulologistiikkaa. (Paluulogistiikka n.d.)

Suurin osa paluulogistiikasta muodostuu kierrätyksestä. Valtioneuvoston asetus on määrittänyt tietyille rakennusjätteille erilliskeräyksen, minkä huomiointi työmaan logistiikassa on ehdoton (Jäteasetus 978/2021, 26 §). Asetus lisää työmaalogistiikkaa, sillä esimerkiksi puu- ja betonijätteelle

pitää varata omat jätelavat. Hankintavaiheessa tehtyjen määrälaskentojen todellinen ja toteutuva tarkkuus määrittää materiaalien paluuliikenteen volyymia (Junnonen 2022, 67–69). Suuret palautustoimitukset saattavat hankaloittaa työmaan muuta logistiikkaa sekä nostaa kustannuksia. Vuokrakaluston osalta usein kysymyksessä on kaluston palautus, mikäli sitä ei enää tarvita. Suurta palautettavaa vuokrakalustoa työmaalla saattaa olla betonimuottikalusto. Pelkästään muottikaluston varastointia varten tarvitaan melko suurehko varastointialue, puhumattakaan aikaa vievästä prosessista, kun se lastataan palautuskyytiin. (Kivimäki & Koski 2012, 269–272.)

Sisälogistiikka

Eniten merkittävimpiä työtehtäviä työmaalla ovat materiaalien siirtely sekä varastointi. Materiaalien siirtoa ja varastointia rajatun alueen sisällä kutsutaan logistiikan terminologiassa sisälogistiikaksi. Tässä tapauksessa sisälogistiikka tarkoittaa työmaa-alueen sisällä tapahtuvaa materiaalien käsittelyä. Sisälogistiikan toimenpiteet alkavat heti materiaalien saapumisesta ja tällä on yhtäläisyyksiä saapuvaan logistiikkaan, sillä molemmissa logistiikan muodoissa työvaihe sisältää materiaalin vastaanottamisen sekä sen tarkastamiseen liittyvät toimenpiteet (Sisälogistiikka n.d). Työmaan sisälogistiikka on riippuvainen saapuvasta logistiikasta. (Sisälogistiikka n.d.)

Uudisrakennushankkeessa materiaalit liikkuvat koko ajan ja sisälogistiikka onkin pisin käynnissä oleva työvaihe työmaalla. Sisälogistiikka ei katso materiaalin kokoa tai määrää, jo yksittäisen työkonkeen tai ison ikkunaelementin liikuttaminen työmaalla on sisälogistiikkaa. Varastoitujen materiaalien eduksi koetaan, kun materiaali siirtyy mahdollisimman lyhyen varastoinnin jälkeen osaksi toteutusta. Tämä vapauttaa tarvittavaa varastointitilaa seuraavia rakennusmateriaaleja ja -osia varten. Jotta sisälogistiikka olisi mahdollisimman tehokkaasti toimivaa, sen mahdollistamisessa korostuu yhteiset työmaalla käytössä olevat säännöt ja määräykset. Tärkeänä huomiona sisälogistiikassa nousee kommunikointi ja ohjeistukset päätoteuttajan ja aliurakoitsijoiden välillä, jotta kaikilla on tiedossa materiaalien varastoinnille varatut alueet. Rakennusmateriaaleja liikutetaan sisälogistiikassa vaaka- ja pystysiirtoina. (Junnonen 2022, 71–72; Ratu 1214-S 2005, 12–13; Ratu S-1227 2010, 15.)

2.2.2 Työmaalla tapahtuvan logistiikan suunnittelu

Rakennustyömaata ja sen toteutusta suunnitellessa korostuu kokonaisuuden hahmottaminen ja tarkkailu heti suunnitteluvaiheessa, joka jatkuu koko projektin aikana. Suunniteltaessa työmaalla tapahtuvaa logistiikkaa tulee sitäkin tarkastella kokonaisuuden näkökulmasta suhteessa työmaahan. Rakentamisen kokonaisuudesta puhuttaessa voidaan koko rakennusprojekti jakaa vaiheisiin ja suunnitella jokaiselle vaiheelle omat logistiikkasuunnitelmat ja kartoittaa näiden haasteet sekä riskit. Rakentaminen voidaan vaiheistaa esimerkiksi maanrakennus-, perustus-, runko-, ja sisävaiheisiin (Ratu S-1227 2010, 7). Tarkoin purettu ja suunniteltu vaiheistaminen helpottaa työmaan toteutusta.

Ensimmäisiä viitteitä logistiikan suunnittelusta syntyy hankintavaiheessa. Hankintavaiheessa ensimmäisten aliurakoitsijoiden ja tuotetoimittajien kanssa sovitaan alustavat toimituspäivät. Alustavien toimituspäivien perusteella voidaan näitä sitoa aikatauluun. Junnoson (2022, 56) mukaan hankintavaihe tulee päätökseen, kun tilattu tuote on loppuasennettu ja työn jäljet siivottu. Hankintoja tehtäessä on tärkeää ottaa työmaahenkilöstö mukaan suunnitteluun, jos hankinta suoritetaan muun kuin työmaa toimihenkilöiden toimesta. Tällöin suunnittelussa otetaan huomioon työmaan vaatimukset. Työmaan toimihenkilöstö voi asettaa tiettyjä vaatimuksia tavarantoimitukseen, kuten saapumisohjeisiin ja -ilmoituksiin. Hankinta vaiheessa työmaan tietoisuuteen tulee myös toimituserien määrästä tietoa, joka voidaan ottaa huomioon työmaa-alueen käytön suunnittelussa, varastoinnin merkeissä. Yleensä viimeistään urakkaneuvottelussa tai aloituspalaverissa toimituksista sovitaan tavarantoimittajan kanssa (Kiviniemi ym. 2009, 13). (Junnonen 2022, 67–69; Kiviniemi ym. 2009, 10–13.)

Toteutuksen suunnitelmat tarkentuvat rakentamisen aloitusvaiheessa. Työnjohtajat laativat tarkentavia suunnitelmia, kuten viikoittaisia aikataulu- ja tehtäväsuunnitelmia. Viikoittaisissa suunnitelmissa voi olla erilaisia logistiikan järjestelyyn liittyviä seikkoja, kuten toimituksien tilaukset ja -järjestämiset tarkkoine aikatauluineen, toimitustapaan liittyvät varmistukset, työmaa-alueen järjestelyt tavaroiden vastaanottamista varten sekä toimitusten vastaanotot ja -siirrot työmaalla. Viikkokohtaisissa suunnitelmissa on tärkeää yhteensovittaa toimituksia aliurakoitsijoiden ja muiden työmaalla työskentelevien osapuolien kanssa, jotta logistiikkavirta toimii sujuvasti (Ratu S-1227 2010, 13). Tärkeä osa suunnitelmien tarkennusta on toimituserien sisältöä koskevan määrän

tarkentaminen, jotta kuorma olisi mahdollisimman täysi ja työmaalla on tilaa varastoida se. (Junnonen 2022, 69; Kiviniemi ym. 2009, 10–15.)

Rakennustyömaan logistiikkaan vaikuttaa työmaan aluesuunnitelma, -yleisaikataulu, rakennuspaikan sijainti, työturvallisuuden järjestäminen ja materiaalien siirrot ja siihen tarvittava kalusto. Samoin logistiikka vaikuttaa edellä mainittuihin asioihin, jonka takia logistiikka työmaalle tulee suunnitella ja hallita projektin aikana. Työmaan logistiikkaan vaikuttaa myös merkittävästi rakentamisen toteutusjärjestys ja käytettävät tekniikat eri työvaiheissa. Toteutusjärjestykseen vaikuttaa rakentamisessa loogisuus (Junnonen 2022, 17). Tiedyt rakenteet asennetaan niitä edeltävien rakenteiden jälkeen, kuten betoniseinäelementit asennetaan ennen ontelolaattoja, jotka tulevat niiden päälle. Tässä vaiheessa korostuu oikea toimitusjärjestys, jota työmaalla pohditaan ennen tilausten toimitusta. Toimitusjärjestystä tulee miettiä, jotta työmaalla ei varastoida turhaan pitkiä aikoja materiaaleja, jotka odottavat edellisen vaiheen valmistusta (Junnonen 2022, 17; Ratu S-1227 2010, 14). Työvaiheiden valmistumisessa ja toteutumisessa suunnitellusti sekä tehokkaasti tulee kokonaisuuden hahmottaminen huomioon, esimerkiksi runkovaiheessa. Runkovaiheen logistiikkaa suunnitellessa on hyvä tiedostaa tiettyjä tuoteryhmiä, jotka kannattaa siirretään asuinkerrostalon rungon asennuksen yhteydessä jo kerrosten holvitasoille. Näitä tuoteryhmiä ovat tyypillisesti raskaat ja isot rakennusosat, kuten ikkunat. (Junnonen 2022, 56–57.)

2.3 Rakennustyömaan aluesuunnitelma

Logistiikan toimivuuden kannalta merkittävänä asiana nähdään rakennustyömaan alueen käyttämiseen liittyvät suunnitelmat. Alueen käyttämiseen liittyviä suunnitelmia nimetään yhdellä kokonaisuudella rakennustyömaan aluesuunnitelmaksi. Rakennustyömaan aluesuunnitelmassa kuvataan, miten työmaa-aluetta käytetään (Ratu C2-0454 2017, 1). Edellä mainittuja suunnitelma osia ovat esimerkiksi järjestelyt saapuvaan-, sisäiseen- ja lähtevään logistiikkaan. Jokaisella luvanvaraisella työmaalla pitää olla aluesuunnitelma. Rakennustyömaan aluesuunnitelman tekemisestä vastaa rakentamisen toteuttava pääurakoitsija ja tämä on velvollinen esittämään alueen käyttämisen suunnitelman rakennuttajalle (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 11§). Pää toteuttaja laatii kirjallisesti aluesuunnitelman, jonka suunnittelussa se kiinnittää huomiota haittatekijöiden ja riskien tunnistamiseen ja poistamiseen. Aluesuunnitelmalla on tarkoitus luoda sellainen työympäristö, jossa alueella työskentelevillä ja sen välittömässä läheisyydessä ole-

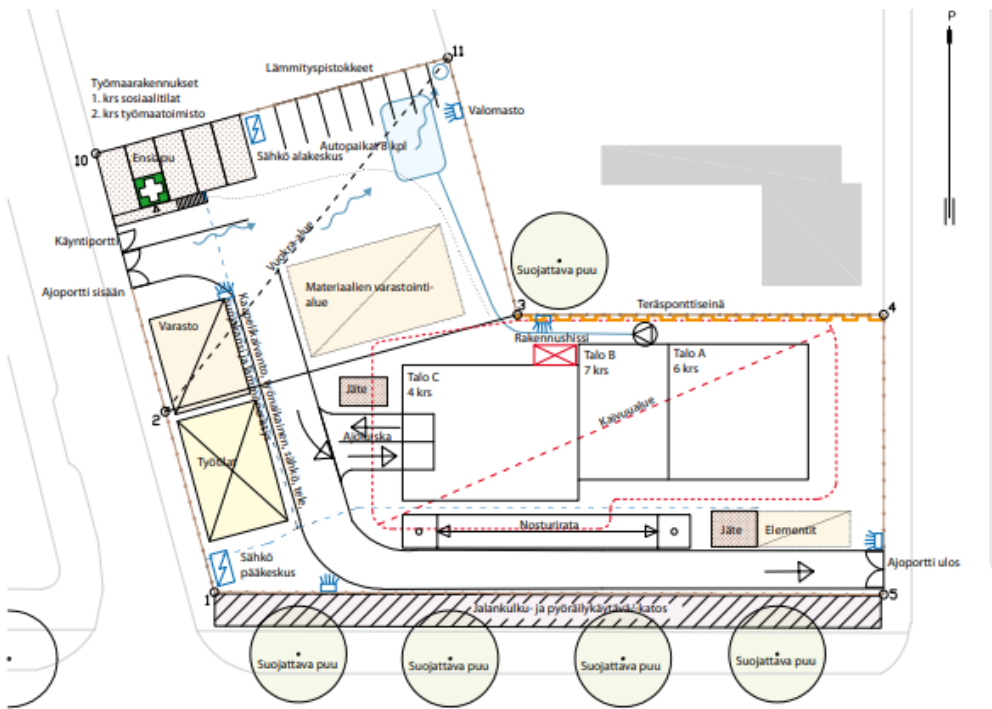
villa on turvallista työskennellä ja oleskella. Suunnitelmaa laatiessaan päätoteuttaja huomioi rakennuttajan asettamat turvallisuussäännöt, jotka rakennuttaja on tuonut ilmi laatimassaan turvallisuusasiakirjassa. (Ratu C2-0454 2017, 1–2; Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 10–13§.)

Aluesuunnitelman sisältö

Aluesuunnitelma sisältää yleensä paljon tietoa rakennusalueen järjestelyistä, kuten kuviossa 1 on havainnollistettu. Aluesuunnitelmassa kuvataan esimerkiksi työmaa-alueen koko sekä muita oleellisia asioita, kuten liikennejärjestelyt ja varastointialueet. Leino ja Pinomäki (2019, 11) kertovat aluesuunnitelman suunnittelun merkityksestä ja eri järjestelyiden ilmaisusta, jotta työmaalla työskentelevillä on tiedossa kaikki alueen järjestelyt ja täten mahdollista työskennellä alueella turvallisesti. Rakennustyömaan aluesuunnitelman laadinnassa käytetään hyväksi, valittuja tuotantotekniikoita ja toteutustapoja, jotta aluesuunnitelma edustaa hankkeelle asetettujen tavoitteiden saavuttamista parhaalla mahdollisella tavalla. Työmaan aluesuunnitelmassa esitetään yleensä seuraavia asioita:

- Työmaa-alueen rajaaminen, esimerkiksi aidoilla
- Työmaatilat (Sosiaalilat ja toimistotilat)
- Liikenne- ja kulkujärjestelyt (ajoväylät, jalankulkuväylät, kulkuportti/kulkuportit yms.)
- Uudisrakennuksen sijainti
- Materiaalien varastointialueet
- Elementtien purku-/varastointialue
- Torninosturin tai ajoneuvonosturin sijainti
- Työmaahissin sijainti
- Työmaan varastokonttien sijainti
- Sähköpääkeskus ja työaikaiset kaapelikaivannot
- Ensiapupisteet
- Sammutuskaluston sijainti
- Jätehuollon järjestelyt, erityisesti jätelavojen sijainnit
- Pysäköintialue

Tarpeen vaatiessa aluesuunnitelmasta voidaan poistaa sisältöä. Sisällön poistamisella tässä tapauksessa usein tarkoitetaan toisen rakennusvaiheen alkamista tai jokin työvaihe on saatupäätökseen ja työmaalta voidaan purkaa esimerkiksi työmaahissi. Oleellisesti aluesuunnitelmaan tuodaan päivitys aina näissä tapauksissa ja valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta (205/2009, 13§) kerrotaan lisää päätoteuttajan velvollisuuksista. (Ratu C2-0454 2017, 1–7.)



Kuvio 1. Maanrakennus- ja perustusvaiheen aluesuunnitelma (Ratu C2-0454 2017).

Aluesuunnitelman suunnittelu ja eri rakennusvaiheet

Ensimmäinen suunnitelma rakennustyömaan alueen käytöstä syntyy yleissuunnitteluvaiheessa, sitä voidaan nimittää myös tuotannonsuunnitteluvaiheeksi (Ratu C2-0454 2017, 4). Rakentamisen toteuttamista suunnitellessa aluesuunnitelman sisältö perustuu jo tehtyihin hankintoihin ja alustaviin muihin määrälaskelmiin. Alustavat hankinnat ja määrälaskelmat antavat suuntaa materiaalien kokoluokasta ja määristä, joiden perusteella voidaan määrittää niille varastointialueet. Samalla voidaan määrittää esimerkiksi käytettävän nostokaluston sijainti, jotta materiaalien liikuttelu on mahdollista varastointialueella. Suunnittelussa otetaan huomioon myös suunnitellut toteuttamistavat eri työvaiheille. (Ratu C2-0454 2017, 4–7.)

Aluesuunnitelman laadinnassa on oleellista huomioida myös kaupungin tai kunnan asettamat vaatimukset. Rakennushankkeen tontti luo usein rajoitteita varsinkin kaupunkialueilla, jossa pienelle alueelle pitää sijoittaa kaikki työmaan toteutukseen vaadittavat asiat, joita listattuna edellisessä kappaleessa. Pää toteuttajan on mahdollista hakea määräaikaista lupaa käyttää katua tai aluetta (Jyväskylän kaupungin rakennusjärjestys 2017, 38). Kadun tai alueen vuokraamisella työmaan käyt-

töön vapautuu lisää käytettävää tilaa tai alueen vuokraus toimii ratkaisuna työmaan logistiikkaliikenteen haasteisiin keskusta-alueilla. Hyvin suunniteltu aluesuunnitelma auttaa ylläpitämään alueen yleistä siistiä järjestystä ja tätä myös kaupungit sekä kunnat vaativat työmailta. (Jyväskylän kaupungin rakennusjärjestys 2017, 38–39.)

Eri rakennusvaiheissa käytettävät kalustot ja työmenetelmät muuttuvat ja näissä tilanteissa on optimaalista laatia aluesuunnitelma rakennusvaiheen vaatimusten mukaan. Yleissuunnitteluvaiheen aluesuunnitelma voi toimia yleisenä suunnitelmana alueen käyttämisestä koko hankkeen toteutuksen aikana tyypillisesti pienemmissä kohteissa, mutta suuremmilla rakennustyömailla aluesuunnitelma laaditaan uudestaan eri vaiheissa. Aluesuunnitelma laaditaan uudestaan perustus- ja maanrakennusvaiheessa, runkotyövaiheessa ja sisätyövaiheessa. Näiden aluesuunnitelmien laatimisessa käytetään hyödyksi edellisten vaiheiden aluesuunnitelmia, joiden toimivuudesta on käytännön kokemusta. Päivitetty aluesuunnitelma uuteen rakennusvaiheeseen laaditaan pääurakoitsijan vastaavan työnjohtajan ja muiden työnjohtajien toimesta. Jotta aluesuunnitelmasta saadaan ehkäistä ja poistettua mahdollisimman moni riski, kannattaa sen laadinnassa toimia yhteistyössä muiden hankkeen osapuolien kanssa (Leino & Pinomäki 2019, 33). (Ratu C2-04454 2017, 8–13.)

2.4 Yleisaikataulu ja aikatauluttaminen työmaalla

Logistiikalle ominaista on sen aikatauluttaminen ja sama koskee rakennushanketta. Rakennushankkeessa päätavoitteena on valmis rakennus, jolle rakennuttaja on määrännyt valmistuspäivän. Päätavoitteen saavuttamiseksi rakennushankkeeseen nimetty päätoteuttaja laatii yleisaikataulun, jonka mukaan hanketta toteutetaan. Yleisaikatauluun päätoteuttaja luo välitavoitteita, joille on asetettu määräajat, jotka kuvastavat tietyn työvaiheen valmistumista. Aikataulusuunnitelma on yksi keskeisin asia työmaalla, minkä avulla hallitaan tuotannon kulkua ja yleensä poikkeamat suunnitelmista havaitaan aikataulun avulla. Poikkeamat huomataan joko aikataulusta jäljessä olemisella tai reilusti ennenaikaisella välitavoitteiden valmistumisella. Yleisaikataulun pohjalta tehdään yleensä tarkemmat aikataulusuunnitelmat muille tuotannon osille, kuten tehtäväsuunnittelulle ja vielä tarkemmalle viikkosuunnittelulle. (Junnonen 2022, 9; RT10-11225 2016, 1, 4–6.)

Rakennustyömaan aikataulu on merkittävässä osassa urakkaneuvotteluissa. Materiaalitoimittajien, erityisesti tehdastoimittajien kanssa sovitaan urakkaneuvottelussa jo alustavasti toimitusviikkoja tai kiinteitä päivämääriä. Tehdastoimittajien tilanteessa toimitusviikkojen osuvuus pitää olla taattu toimitusajankohdan lähestyessä. Useasti toimittajilla on muitakin toimituskohteita ja liian myöhään tarkennetut toimitusajankohdat voivat luoda saatavuushaasteita, joiden takia työmaan tuotanto voi kärsiä. Työmaalla toimituksia odoteltaessa tämä saattaa hidastaa myös muiden työvaiheiden aloituksia. Urakkaneuvotteluissa onkin tärkeää, että kaikki osapuolet ovat sitoutuneet esitettyyn aikatauluun ja sen kulkuun. (Koskenvesa & Sahlstedt 2023, 25–35.)

Aikataulun laatiminen

Aikataulun laadinta perustuu useaan eri tekijään. Lähtökohtaisesti toteuttamiskelpoisessa aikataulussa on huomioitu resurssien saatavuus oikeaan aikaan, työmaan kapasiteetti on toteutukseen riittävä, aliurakoitsijoiden oma aikataulun suunnitteluun on onnistunut ja olosuhteiden vaikutukset eri työvaiheissa on huomioitu. Oleellisesti toteuttamiskelpoisessa aikataulussa on onnistunut määrälaskenta ja työmenekit arvioitu oikein. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, 62.)

Aikataulun laadintaa suunnitellessa on hyvä pohtia, voidaanko rakennuskohdetta lohkota osiin aikataulun suunnittelun ja rytmityksen heloittamiseksi. Osiin jakamisella aikataulun suunnittelusta tulee todella yksityiskohtaista ja tuotannosuunnittelu helpottuu (Junnonen 2022, 13). Edellä mainitun osiin jakamisen avulla voidaan rakennushankeen eri lohkoille mitoittaa toteutusaikoja, tahdistaa sekä rytmittää niiden tuotantoa. Lohkojaotuksella voidaan esimerkiksi rungon yhteydessä aloittaa sisätyövaihetta, vaikka runko ei olisikaan kokonaan vielä valmis. Työalueiden lohkomisella voidaan tehostaa rakennusaikaa ja vaiheistaa eri lohkojen valmistumista seuraavia työvaiheita varten, joka vähentää häiriöherkkyyttä aikataululle (Koskenvesa & Sahlstedt 2023, 19). (Junnonen 2022, 13–15; Koskenvesa & Sahlstedt 2017, 62.)

Käytössä olevalla ja ajantasaisella aikataululla eliminoidaan kiireen syntymistä rakentamisessa, mikä taas edistää laatua rakentamisessa. Samalla kiireen poistumisella myös työturvallisuus toteutuu korkealla tasolla työmaalla. Aikataulusta poikkeamisilla kiire työmaalla lisääntyy ja se nostaa kustannuksia ja työturvariskit kasvavat. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, 103.)

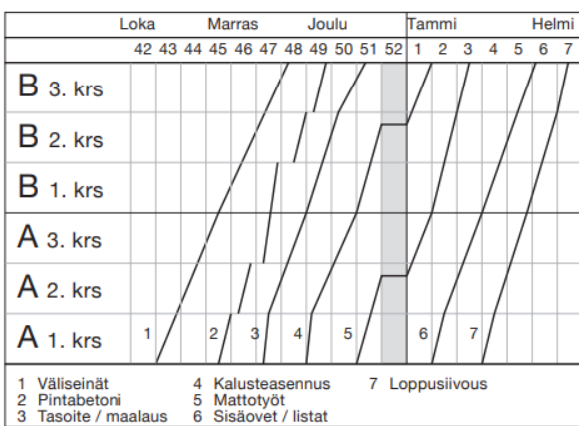
Koskenvesan ja Sahlstedin (2017, 40) mukaan pelkästään hyvin suunnitellun yleisaikataulun olemassaolo työmaalla ei riitä, vaan yleisaikataulun avulla pitää rakentamisen toteutusta osata ohjata ja johtaa. Ajankäytön suunnittelu on yksi tuotannonhallinnan menetelmä, aivan kuten logistiikan suunnittelukin. Yleisaikataulun toteutumista voidaan ohjata tarkemmilla rakentamisvaiheen aikatauluilla, joita ovat maanrakennus-, perustus-, runko-, sisävalmistus ja luovutusvaiheen aikataulut (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, 55–56). Esimerkiksi uudisrakennushankkeen runkotyövaiheen aikataulussa on määritettyä kerroksille tietty asennuskiertonopeus, jonka mukaan kerros aina valmistuu. Runkovaiheen aikataulussa on oleellista ottaa huomioon myös muiden työvaiheiden rytmitys, jotta töitä voidaan yhteen sovittaa ja kaikilla on työaluetta vapaana. Edellä mainittu työvaihe voidaan pilkkoa vielä tarkemmaksi ohjausmenetelmäksi, viikkoaikatauluksi. Viikkoaikataulussa voidaan määrittää logistiikan kannalta merkittävällä tasolla runkoon liittyviä toimituksia ja esimerkiksi elementtien siirtoja työmaalla. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, 55–56.)

Viikkoaikataulu on työmaalla tarkin aikataulu, joka nimensä mukaisesti kertoo käynnissä olevan viikon työtehtävät. Tyypillisesti viikkoaikataulut laaditaan kertomaan 1–3 viikon työtehtävistä. Viikkoaikataulujen laadinnasta vastaa työnjohtajat ja vastaavan työnjohtajan johdolla laaditut viikkoaikataulut yhdistetään yhdeksi kokonaisuudeksi. Suunnittelupalaveri on tehokas tapa, jossa luodaan aikataulut seuraaville viikoille ja näissä kannattaa pitää läsnä myös aliurakoitsijoita tai nokkamiehiä (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, 107). Tarkennetuilla viikkoaikatauluilla pidetään huolta resurssien tehokkaasta käyttämisestä, varmistetaan aikatauluun asetettujen tavoitteiden täyttyminen ja seurataan työmaan edistymistä. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, 58–60, 107.)

Erilaiset aikataulutyyppit ja aikataulun valvonta

Käytössä olevia aikataulutyyppiejä on monenlaisia, rakennushankkeissa tunnetuimpia ovat jana-aikataulu, toimintaverkko, tuotantokaavio ja paikka-aikakaavio (Junnonen 2022, 7). Usein rakennustyömailla nähdään eniten käytettävän jana-aikataulua ja tämän ohelle on voitu luoda paikka-aikakaavio, joka helpottaa työn ohjausta. Kuitenkin työmaalla optimaalisin aikataulutyyppi löytyy käyttötarkoituksen ja -kokemusten perustella, jonka pohjalta laaditaan käytettävä aikataulu. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, 21.)

Sekä Junnonen (2022, 26) että Koskenvesa ja Sahlstedt (2017, 95) toteavat paikka-aikakaavion seurantaan suoritettavaksi viikoittain, jotta tuotannon edistyminen on tiedossa jatkuvasti. Aktiivisella valvonnalla voidaan puuttua poikkeusten syntymiseen aikaisessa vaiheessa, jolloin välttyään suuremmilta ongelmilta aikataulussa. Suunniteltua kaaviota voidaan verrata toteutuneeseen aikatauluun, jonka mukaan voidaan laskea käytetty valmistusaste ja ennustaa tehtävän valmistuminen. Ennustamisen pohjalta voidaan tehdä laskelma, millä työnopeudella suunniteltu aikataulu saadaan kiinni, jolloin työt etenevät yleisaikataulun edellyttämällä nopeudella. (Junnonen 2022, 26–27; Koskenvesa & Sahlstedt 2017, 95.)



Kuvio 3. Paikka-aikataulun rakenne (Koskenvesa & Sahlstedt 2023).

2.5 Työturvallisuuden merkitys logistiikan näkökulmasta

Työympäristönä rakennustyömaa on yksi haasteellisimmista työturvallisuuden suhteen. Euroopan tilastojärjestelmän (2023) mukaan rakennusalalla tapahtuu eniten työtapaturmia muihin aloihin nähden. Työskentely ympäristö muuttuu jatkuvasti rakennustyömaalla ja työmaalla työskentelee moni eri työntekijä ja samaan aikaan. Samalla työmaalla on voi olla myös suuria ja pieniä koneita ja niillä liikutellaan materiaaleja tai tehdä työtehtäviä. (Lehtinen 2019, 118.)

Työturvallisuudesta on laadittu Suomessa työturvallisuuslaki, jonka tarkoituksena on luoda yhteiset pelisäännöt, joilla työntekijät työskentelevät turvallisemmassa työympäristössä ja -olosuhteissa (L 738/2002, 1 §). Työturvallisuuslain (738/2002, 1 §) avulla saadaan ehkäistyä työtapaturmia ja erilaisia ammattitautteja. Valtioneuvoston asetuksessa rakennustöiden turvallisuudesta (205/2009) työturvallisuuden vastuualueista rakennustyömaalla säädetään tarkemmin. Päävastuu

työmaan toteuttamisen turvallisuuden suunnittelusta ja johtamisesta on päätoteuttajalla (A 205/2009, 10 §).

Rakennushankkeen työn toteutuksesta vastuussa oleva päätoteuttaja tekee oman turvallisuusasiakirjansa rakennuttajan laatiman turvallisuusasiakirjan pohjalta, jossa se ottaa kantaa esimerkiksi logistiikkaa vaativien työmenetelmien toteuttamiseen turvallisesti (A 205/2009, 10 §). Turvallisuussuunnittelun merkitystä ei tule vähätellä millään työmaalla, mutta varsinkin ahtaassa kaupunkirakentamisessa korostuu turvallisuussuunnittelu. Lehtinen (2019, 122) pitää turvallisuussuunnittelua tavanomaisena toimintana, joka liittyy työn tekemiseen ja johtamiseen. Työmaalle saapuu jatkuvasti materiaaleja raskaalla kalustolla, täten työmaanliikennejärjestelyt vaativat huolellista suunnittelua. Työmaan läheisyydessä olevien henkilöiden sekä työmaalla työskentelevien turvallisuus tulee varmistaa näissä tilanteissa ja työmaalta pitää turvallisesti liittyä ajoneuvoilla liikenteeseen. (Leino & Pinomäki 2019, 9–10.)

Päätoteuttajan vastaava työnjohtaja suunnittelee yhdessä muiden työnjohtajien kanssa, miten työmaan sisäistä logistiikkaa toteutetaan turvallisesti. Junnoson (2022, 79) mukaan suunnittelu alkaa vaara- ja haittatekijöiden tunnistamisella, jonka jälkeen näitä varten suunnitellaan toimenpiteet niiden ehkäisemiseksi. Sisälogistiikan turvallista toteuttamista suunnitellaan erikseen esimerkiksi materiaalien nostotöiden- ja siirtojen, kulkuteiden järjestelyiden, elementtien ja suurmuottien asennustöiden osalta (A 205/2009, 10 §). Pääsääntöisesti kaikista vaara- ja riskialttiista töistä tehdään oma tehtäväkohtainen suunnitelma, joka sisältää turvallisuussuunnittelua. (Lehtinen 2019, 121–122.)

Turvallisuussuunnitelmaa päivitetään toteutuksen aikana aina, kun sille on tarvetta. Lähtökohtaisesti työmaalle uusien ali- ja sivu-urakoitsijoiden saapuessa heidän omat turvallisuussuunnitelmansa ja ohjeet ovat tiedossa päätoteuttajalla. Päätoteuttaja varmistaa sopimusneuvotteluissa, että työmaalle laaditut turvallisuussuunnitelmat ja -vaatimukset ovat ymmärretty ali- ja sivu-urakoitsijoiden toimesta, jotta heidän oma työnsä voidaan yhteensovittaa työmaalla tapahtuvaan muuhun työhön. Päätoteuttaja seuraa työmaalla tapahtuvaa turvallisuuden toteutumista viikoittaisissa tarkastuksissa. Havaitut viat sekä puutteet kirjataan ja korjataan, jotta turvallisuus saadaan pidettyä vaaditulla tasolla. (Lehtinen 2019, 123–126.)

2.6 Materiaalien siirtämisen mahdollistavat menetelmät työmaalla

Materiaalien siirto mahdollistetaan työmaalla koneiden ja laitteiden toimesta. Kivimäen ja Kosken (2012, 261) mukaan tehokkaalle rakentamisen toteuttamiselle tämä on nykyään ominaista. Työmaalla silti nähdään vielä tehtävän käsi suoritettavia materiaalien siirtoja, koska aina koneiden ja laitteiden käyttö ei ole mahdollista. Materiaalien siirtoon käytettävät koneet ovat parantaneet työn tuottavuutta, sillä nosto- ja siirtokalustolla mahdollistetaan työmaalla esimerkiksi materiaalin nopeampi purkaminen ja siirtäminen. Työmaalle oikeanlaisen nosto- ja siirtokalustojen suunnitellulla pyritään löytämään hankkeeseen sopivat menetelmät, jotta kalusto olisi mahdollisimman taloudellinen sekä tehokas, joilla työtehtävät voidaan suorittaa suunnitelmien mukaisesti (Kone-Ratu 04-3009 1990, 1). (Kivimäki & Koski 2012, 261.)

Rakennustyömaalle tavanomaisia nosto- ja siirtokoneita ovat torninosturi tai ajoneuvonosturi. Näillä voidaan hoitaa työmaalla tapahtuvat yleisimmät pysty- että vaakasiirrot. Torni- tai ajoneuvonosturi toimii työmaalla päänostokoneena, jolla tehdään kaikki raskaat sekä kevyemmätkin nostotyöt ja usein nostokoneen käyttö on aikataulutettu tai se on varattu jotain rakennusvaihetta varten työmaalle. Tyypillisesti torni- ja ajoneuvonosturia käytetään rakennuksen runkovaiheessa, jolloin nostetaan runsaat määrät elementtejä. Päänostokonetyyppi valitaan uudisrakennustyömaalle jokaiseen hankkeeseen niiden edellytysten mukaan. Valinnassa merkittävässä roolissa ovat nostoetäisyydet, taakkojen massat, nostomäärät, runkovaiheen aikataulu ja yleisesti kuinka laaja työmaa on kyseessä. (Kivimäki & Koski 2012, 261–262.)

Päänostokaluston ohessa työmaalla on muutakin kalustoa, jolla materiaalien siirtely ja -nostelu hoidetaan. Muuta nosto- ja siirtokalustoa on esimerkiksi rakennushissi, tavarahissi, kurottaja, ja trukki. Edellä mainittuja kalustoja käytetään työmaalla erikseen tietyssä rakennusvaiheessa tai koko hankkeen tuotannon aikana. Muulla nosto- ja siirtokalustolla hoidetaan hankkeessa kaikki ne toimenpiteet, johon päänostokalusto ei kykene tai kalusto ei ole käytettävissä. (Kivimäki & Koski 2012, 261–262; Kone-Ratu 04-3009 1990, 2.)

Tehokas ratkaisu materiaalien siirtoon runko- ja sisätyövaiheessa on erilaiset hissityyppiset ratkaistu, kuten rakennus- tai tavarahissi. Rakennushissillä voidaan nostaa materiaaleja, tarvikkeita ja henkilöitä. Tavarahissillä saa pelkästään nostaa materiaaleja ja tarvikkeita. Hissit ovat tehokas rat-

kaisu, sillä niiden avulla henkilöliikenne ja tavaraliikenne liikkuvat kerroksesta toiseen pienellä vaivalla ja nopeasti. Hissiratkaisua suunniteltaessa on syytä tarkoin miettiä sen sijoituspaikkaa, jotta materiaalit ovat mahdollisimman helposti kuljetettavissa hissille ja sen lähetyksillä on tilaa purkaa hissien kuorma. Samoin suunnittelussa on hyvä tiedostaa kuormien määrä, paino ja arvioida käyttötaajuus. Oleellista on, että päätetään, soveltuuko hissi kuljettamaan myös henkilöliikennettä vai onko se pelkästään materiaaleja varten varattu. (Kone-Ratu 04-3009 1990, 9.)

Työmaalla koneiden ja laitteiden lisäksi materiaaleja siirrellään nosto- ja siirtoapuvälineiden toimesta. Näitä apuvälineitä ovat kottikärryt, haarukkavaunut, nostolavat ja -astiat sekä erilaiset vinssit ja taljat. Apuvälineiden käyttö edellyttää työntekijän fyysisen työpanoksen. Työmaalla materiaalien siirtoon pitää varata henkilöresursseja, jos siirrot tehdään työntekijäkäyttöisillä apuvälineillä, sillä toimenpide vie oman aikansa, kuin koneilla tehtävät siirrot (Ratu 1214-S 2005, 12–13). Oleellisesti apuvälineiden käytössä kiinnitetään huomiota työturvallisuuteen ja työergonomiaan. (Kone-Ratu 04-3009 1990, 2; Ratu 1214-S 2005, 12–15.)

3 Logistiikan kehitys rakentamisessa

Logistisiikasta rakentamisessa on tehty lukuisia tutkimuksia, joissa on tehty katsaus logistiikan toimivuudesta alalla yleisesti tai tutkimuksen toimeksiantajan työmailla. Seuraavissa kappaleissa käsiteltiin kahta diplomityötä, jotka liittyivät ahtaaseen kaupunkirakentamiseen ja korkeiden rakennusten toteuttamiseen keskusta-alueella. Tutkimuksessa käytettiin Tampereen yliopistossa tehtyjä diplomitöitä: Rakennustuotannon logistiikkaprosessi, jonka teki Jänis Matti vuonna 2020 ja Logistiikka keskusta-alueen korkea rakentamisessa, jonka teki Mäkelä Tommi vuonna 2023. Molemmat työt sisälsivät tapaustutkimukset, joissa tutkittiin logistiikan toimivuutta työn aiheiden mukaisilla työmailla tai alalla yleensä. (Jänis 2020, 1–5; Mäkelä 2023, 1–3.)

Katselmus Matti Jäniksen tutkimukseen

Jänis tutki diplomityössään tapaustutkimuksena kolmen erilaisen työmaan logistiikan toimintaa. Tutkimuksissa käytetyt kohdetyömaat sijaitsivat pääkaupunkiseudulla ahtaassa ympäristössä ja olivat hanketyypeiltään isoja, joissa logistiikan suunnittelu oli ehdoton hankkeen toteutukselle. Tutkimuksissa kartoitettiin haastatteluiden ja hankkeiden dokumenttien avulla logistista prosessia työmailla. (Jänis 2020, 36–38.)

Ensimmäisessä tapauskohteessa työmaan pääurakoitsija hallitsi logistiikkaa Last Plannerin, ulkoisen logistiikkaurakoitsijan, sähköisen varausjärjestelmän ja aluesuunnitelman avulla. Työmaalla järjestettiin Last Plannerin tekemiseen yhteisiä valvontakokouksia, johon osallistui aliurakoitsijoiden työnjohtajat ja pääurakoitsijan työnjohtajat. Työmaan tuotantoon vaikutti sen sijainti, koko ja lähialueen liikenne. (Jänis 2020, 39–43.)

Ulkoisen logistiikan avulla työmaalla koettiin, että hukka väheni ja varastoinnin tarve pieneni. Kaikki rakennustöitä tekevät keskittyivät vain työvaiheiden tekemiseen, eikä materiaalien siirtelyihin ja rakentamisen tehokkuus pysyi yllä. Kuitenkin haasteitakin oli esiintynyt, sillä logistiikkaurakoitsija oli jossain vaiheessa ylityöllistetty ja logistiikka hidastui. Tämän takia työmaalla pidettiin kerran kuussa palaveri logistiikasta, jolla pyrittiin toimintaa parantamaan ja optimoimaan. Tutkimuksessa nousi esille työntekijöiden palaute, jota pidettiin arvokkaana, koska heillä oli tutkimuksen haastattelun mukaan paras tieto toiminnasta. (Jänis 2020, 39–46.)

Tutkimuksesta ilmeni, että logistiikkaa piti suunnitella laajemmin hankkeen alkuvaiheessa ja logistiikalle tuli varata oma budjettiosuus. Hankkeen alussa suoritettavassa suunnittelussa huomioitiin alueen muodostamat erityispiirteet. Kriittiseksi asiaksi tutkimuksessa määritettiin kommunikoinnin ja tiedonkulun merkitys, jonka avulla voitiin reagoida asioihin tarpeeksi ajoissa. (Jänis 2020, 45–46.)

Toisessa tapauskohteessa työmaan aluetta ja käyttöä rajattiin toimivan sairaalan takia, joka rajoitti myös logistiikkaliikenteen mahdollisuuksia. Rajoitusten takia työmaalla vahvasti käytettiin tahtituotannon menetelmiä, joilla myös logistiikkaa ratkottiin. Myös toisessa kohteessa käytettiin logistiikkaurakoitsijaa ja havainnot olivat lähes samoja, kuin ensimmäisessä tapauskohteessa. Lisäksi eroavaisuutena ensimmäiseen tapauskohteeseen oli tietomallin hyödyntäminen logistiikan suunnittelussa, joka määräluettelon avulla ilmoitti materiaalitarpeita ja mahdollisti logistiikan suunnittelun tarkemmin. Tutkimuksen mukaan käytettävään logistiikkaratkaisuun päädyttiin ahtaan tilan ansiosta ja käytettävää ratkaisua pyrittiin parantamaan koko ajan ja tutkimus osoitti, että kehittämistä tapahtui. Jäniksen tekemän tutkimuksen (2020, 52–53) mukaan tehokkaammalla ennakkosuunnittelulla voitiin parantaa logistiikkaratkaisun toimivuutta. (Jänis 2020, 46–52.)

Jäniksen (2020, 52–54) tutkimuksessa toisen tapauskohteen osalta ilmeni, että logistiikka tuli käsitellä jokapäiväisenä tuotannosuunnittelun toimenpiteenä, jolla voitiin saavuttaa taloudellisia hyötyjä hankkeessa. Tämän perusteella tehtiin johtopäätös, että logistiikkaa ei tule luokitella erilliseksi osaksi tuotantoa. Aikataulu ja logistiikka nähtiin tutkimuksessa riippuvina toisistaan. (Jänis 2020, 52–54.)

Kolmas tapaustutkimus keskittyi asuntorakentamiseen, jossa rakennettiin kokonaista korttelia vaiheittain. Vaiheittain rakentaminen korosti yhteistyön merkitystä, sillä jokainen rakennus tuotettiin omana hankkeenaan. Eroavaisuus kahteen edelliseen tapaukseen logistiikan suhteen oli, että korttelityömaalla ei käytetty logistiikkaurakoitsijaa, työmaalla käytettiin fyysistä toimituskalenteria ja työmaalla hyödynnettiin materiaaliterminaalia. Materiaaliterminaalin kautta toimitukset tehtiin täsmätoimituksina runkovaiheen mukaan. Kuitenkin tutkimuksen haastattelun perusteella työmaalle piti nimetä vastuullinen logistiikkaa toteuttava työntekijä, joka toimi yhdessä työnjohtajien kanssa. Tutkimus osoitti, että työnjohdon työkuorma väheni, kun käytettiin nimettyä logistiikka-työntekijä. (Jänis 2020, 55–58.)

Keskeinen viesti Jäniksen (2020, 59–63) tuloksissa liittyi aikataulun ja logistiikan yhteiseen säveleen, jokaisen hankkeen ominaispiirteiden mukaiseen logistiikan suunnitteluun, tarkoin suunniteltuun aluesuunnitelmaan ja ennakkosuunnitteluun. Ennakkosuunnittelulla katsottiin olevan vaikutus logistiikan kustannuksiin ja sen toimivuuden parantamiseen. Tutkimus myös viesti logistiikkaurakoitsijan käyttämisen kannattavuuden suuremmissa hankkeissa ja pienemmissä hankkeissa logistiikan toteutukselle kannatti nimetä vastuuhenkilö. Jänis totesi, että työmaalla käytettävät logistiikan normit tuli määrittää tarkoin hankkeissa, jotta logistiikan hallinta oli hyvällä tasolla. Normien määrittäminen edellytti logistiikan suunnittelua ennakkoon, jotta niitä voitiin vaatia aliurakoitsijoilta. (Jänis 2020, 59–63.)

Katselmus Tommi Mäkelän tutkimukseen

Mäkelän (2023, 35–37) tutkimuksessa keskityttiin haastatteluilla selvittämään pääurakoitsijan ja logistiikkaurakoitsijan mietteitä tutkimuksen aiheesta. Mäkelä (2023, 38) jaotteli tutkimansa aiheet viiteen kategoriaan: palvelutarjontaan, viestintään, työmaatekniikkaan, talouteen korkea rakentamisessa ja tapaustutkimuskohteeseen.

Palveluosuudesta nousi eri logistiikkatoimijoiden palveluntarjonta mahdollisuudet. Toimijat tarjosivat palveluita neuvontaan, logistiikan toteutukseen ja materiaalien toimitusratkaisuihin. Tutkimuksesta ilmeni, että palveluiden avulla pääurakoitsija voi yhdessä palveluntarjoajien kanssa suunnitella logistiikkaa työmaalle sekä pohtia toteutuksen kannalta tehokkaita ratkaisuja materiaalien toimituksiin sekä haalauksiin. (Mäkelä 2023, 39–42.)

Viestinnän osalta tutkimustuloksissa korostui sen merkitys. Viestintä ja tiedonjako nähtiin logistiikan onnistumisen kannalta kriittisenä, sillä niillä määriteltiin vastuukysymykset, -alueet ja käytettävät toimintatavat. Työmaalla pidettävät omat palaverit logistiikasta ja käytössä oleva hallintajärjestelmä, osoittautuivat tutkimuksessa ratkaisuksi, joilla saatiin viestintä ja tiedonjako toimimaan. (Mäkelä 2023, 42–45.)

Keskeiset havainnot työmaatekniikoiden osalta korkea rakentamisessa olivat samoja, kuin Jäniksen tutkimuksessa, jota käsiteltiin aikaisemmin. Työmaan ahtaus, keskustarakentaminen loivat haasteita varastoinnille ja muulle toiminnalle. Korkea rakentaminen erityispiirteenä loi haasteita tutkimuksessa henkilöliikenteen ja materiaalien siirtojen osalta. Henkilöliikenteen haasteet johtuivat pitkistä siirtymisistä ja ruuhkaisesta hissiliikenteestä, jossa odottelu oli pois työajasta. Työmaatekniikoiden tutkimusosiossa oli osuus työturvallisuudesta ja Mäkelän (2023, 47) tutkimustuloksissa keskeisimmät havainnot painottuivat materiaalien putoamisen suojaamiseen, nostoalueisiin ja kulkureittien siisteyteen. Työturvallisuuden havainnot tutkimuksessa kohdistuivat putoavien materiaalien osalta alhaalla olevien sivullisten sekä työntekijöiden turvallisuuden takaamiseen. (Mäkelä 2023, 45–47.)

Mäkelän (2023, 48) tutkimuksessa oli myös taloudellinen katsaus, jossa selvitettiin korkea rakentamisen tuomia kustannusvaikutuksia. Korkea rakentamisen katsottiin synnyttävän kustannuksia nostokorkeuden kasvamisen, hissi- ja haalausliikenteen pituuden kasvaessa, kun poikettiin normaalista rakennuskorkeudesta. Mäkelän (2023, 48) tutkimuksessa todettiin kustannusten kasvavan, kun logistiikan suunnittelu oli tasoltaan heikko ja myös Jänis (2020, 63) oli samoilla linjoilla omassa tutkimuksessaan. Päätöteamus oli, että kustannukset nousevat, kun rakennuksen kerrokset lisääntyvät. (Mäkelä 2023, 48–49.)

Tapaustutkimus osuudessa tutkittiin, kuinka logistiikkaa voitiin toteuttaa tulevalle työmaalle. Tutkimus oli mielenkiintoinen, sillä tutkimushaastatteluilla Mäkelä (2023, 53–59) selvitti tapoja, joilla tulevan työmaan logistiikka voitiin toteuttaa tehokkaasti. Ratkaisut ahtaalle korkea rakentamisen työmaalle olivat materiaalikeskuksen kautta tulevat täsmätoimitukset, hankkeen ympäristön huomiointi logistiikan suunnittelussa, liikennejärjestelyiden määrittäminen, työmaaliikenteen aikataulutus tahtituotantoon ja materiaalien hallinnan järjestelyt. Tutkimuksessa kuvailun hankkeen tapauksessa yhtenä ratkaisuna oli logistiikkaurakoitsijan käyttäminen, joka vastasi logistiikan toteuttamisesta työmaalla. (Mäkelä 2023, 53–62.)

4 Kehittämistyön tarkoitus

4.1 Tutkimuskysymykset

Rakennusliike Lapti on Jyväskylässä urakoinut lähivuosina useita kerrostaloja keskusta alueilla, joissa keskeisenä haasteena on ollut ahdastyömaa-alue. Työmaat ovat myös olleet logistisesti haastavia kohteita. Rakennusliike Laptilla Jyväskylän yksikössä ei ole käytössä logistiikkasuunnitelmaan valmista pohjaa, jonka perusteella rakennushankkeen työmaan logistiikka toteutettaisiin. Kuitenkin työmaan logistiikkaa on suunniteltu yleisaikataulun ja aluesuunnitelman luomisen yhteydessä. Urakkaneuvotteluissa ja sopimusvaiheissa päätoteuttajan ja urakoitsijan välillä on yleisaikataulun perusteella yhdessä suunniteltu ja sovittu toimituspäiviä, jotta kaikki tarvittavat materiaalit ovat oikeaan aikaan työmaalla.

Tämän tutkimuksellinen kehittämistyön tarkoituksena on kartoittaa toimeksiantajalle ahtaan kerrostalotyömaan logistiikan tuomia haasteita sekä pulmia ja ehkäistä näiden syntymistä luomalla logistiikkasuunnitelmapohja, jota voidaan käyttää ja soveltaa eri kohteissa. Logistiikan haasteiden ja pulmien kartoituksella toimeksiantaja saa tietoonsa logistiikan muodostamia riskejä rakennushankkeen toteutukseen. Näiden tunnettujen ongelmien ehkäisemiseksi luodaan logistiikkasuunnitelmapohja ja logistiikan hallintakeinoja, joiden on tarkoitus toimia tehostavana toimenpiteenä niin työmaan logistiikan suunnittelulle kuin työmaan toteuttamiseen.

Opinnäytetyön keskeisiä tutkimuksellisia kehittämiskysymyksiä ovat:

- Mitä ovat tyypilliset logistiikan haasteet työmaalla?
- Miten logistiikan suunnittelulla voidaan tehostaa työmaan toimintaa?
- Miten logistiikkaa työmaalla voidaan hallita tehokkaasti?
- Kuinka tärkeää on logistiikan suunnittelu ahtaalla ja keskustassa sijaitsevalla työmaalla?

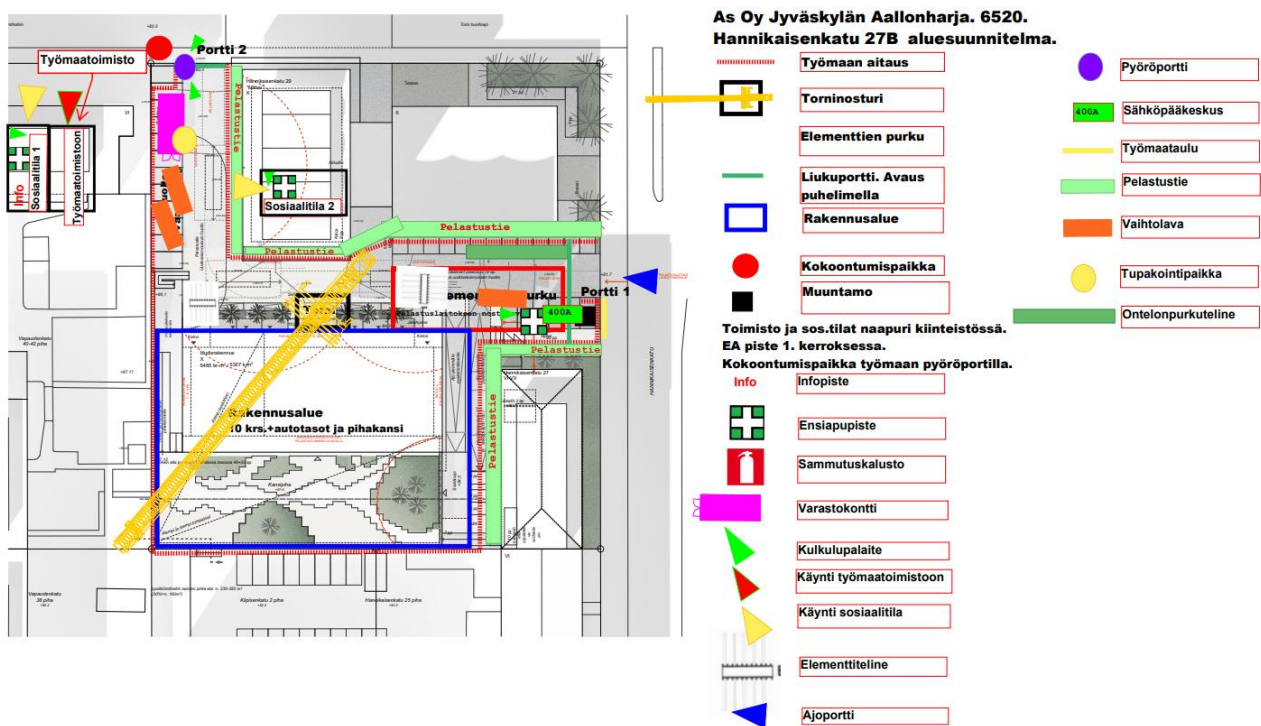
Työn lopputuloksena syntyy selvitys, kuinka merkittävä on logistiikan suunnittelu työmaan toteutuksen kannalta ja logistiikkasuunnitelmapohja toimeksiantajalle. Pohjan avulla toimeksiantaja voi laatia suunnitelman eri työmaille logistiikkaa varten ja sen avulla merkittävästi vähentää logistiikan haasteiden tuomaa päänvaivaa työmaa arjessa. Logistiikkasuunnitelma voidaan liittää urakkaneuvotteluiden liitetiedostoksi ja tällä tavalla tuoda myös aliurakoitsijoille tieto, miten kyseisellä työmaalla toimitaan logistiikan kanssa.

4.2 Esimerkkityömaa

Tässä luvussa käsitellään opinnäytetyössä käytettävän esimerkkikohteen toimintoja, joiden perusteella logistiikkaa suunnitellaan ja toteutetaan. Opinnäytetyössä käytetään esimerkkityömaana As Oy Jyväskylän Aallonharjaa, jonka pääurakoitsijana toimii Rakennusliike Lapti. Uudisrakennushanke toteutetaan KVR-urakkana, eli kokonaisvastuurakentamisesta on Rakennusliike Laptilla. Kohde sijaitsee Jyväskylän keskustassa osoitteessa Hannikaisenkatu 27B, 40100 Jyväskylä. Rakennuksessa on bruttoalaa 6579m², joka sisältää kellarikerroksen ja asuinkerrokset 1–10. Uudisrakennukseen kuuluu vielä kahteen kerrokseen tehtävä pysäköintihalli, jonka laajuus on noin 2000m².

Aallonharjan rakennushankkeen työmaa ei ole perinteikkäästä päästä, jossa uudisrakennus toteutetaan tontille, jonka välittömässä läheisyydessä ei ole rakennuksia. Kohteen laajuus, käytössä oleva työmaa-alue, ympäröivät rakennukset ja työmaan sijainti kaupungin keskustassa tekevät hankkeesta omalaatuisen. Rakennus sijaitsee tontilla siten, että Vapaudenkadun 40–42 parkkihalli on lähes kiinni uudisrakennuksessa ja eroa Hannikaisenkatu 27:n on muutama metri. Uudisrakennushankkeen rakennustyöt alkoivat tammikuussa 2023 maanrakentamisesta ja nyt työmaalla on käynnissä runkovaihe. Rakennuksen runko toteutetaan kokonaan betonielementtirakenteilla ja runko nousee torninosturin voimin. Rakennuksen yhteydessä on kaksikerroksinen pysäköintihalli, jonka päällä uudisrakennus on osittain.

As Oy Jyväskylän Aallonharjan työmaalla on valtioneuvoston asetuksen rakennustyön turvallisuudesta (205/2009) mukaan laadittu pääurakoitsijan, Rakennusliike Laptin toimesta käytössä oleva aluesuunnitelma. Tällä hetkellä kuvion 4 mukainen aluesuunnitelma on laadittu käynnissä olevaa runkovaihetta varten. Aluesuunnitelmassa on huomioitu työmaalle ja sen logistiikalle olennaisia asioita, kuten esimerkiksi alueen rajausta, ajojärjestelyt, jätelavat, torninosturin sijainti, elementtiteelineet ja niiden purkualueet. Työmaalla ei ole käytössä pysäköintialuetta rajallisen tilan takia.

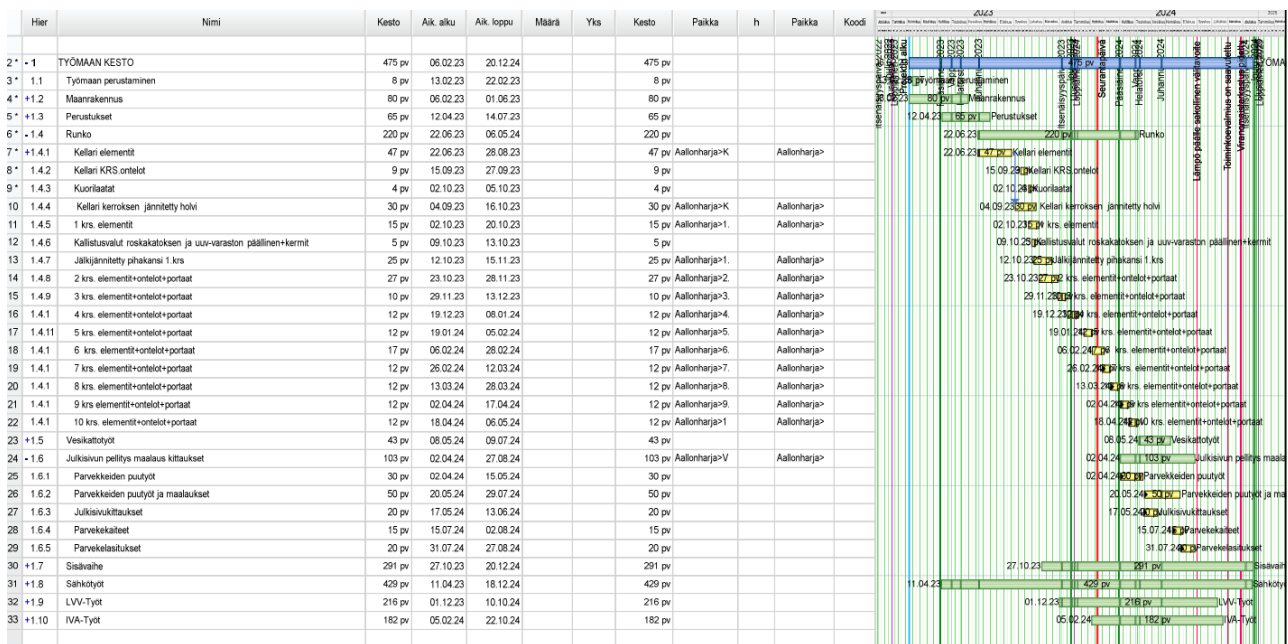


Kuvio 4. As Oy Jyväskylän Aallonharjan runkovaiheen aluesuunnitelma

Työmaan yleisaikataulu

Esimerkkityömaalla on käytössään kuvion 5 mukainen yleisaikataulu. Työmaalla rakennustyöt ja eri rakennusosien toimitusten tilaukset suoritetaan yleisaikataulun pohjalta. Yleisaikataulussa tehtävät on jaoteltu loogisesti eri osiin, kuten maanrakennukseen, runkoon tai sisätöihin. Edellä mainittuja esimerkkejä voidaan pitää päätehtävinä, joiden alle on luotu päätehtävää tarkentavia tehtäviä. Päätehtävien alle luodut tarkentavat tehtävät kertovat aikataulun osittamisesta, joka kertoo päätehtävälle varatun aikataulun tarkemmasta suunnittelusta ja tätä voidaan kutsua tietyn rakentamisvaiheen aikatauluksi. Kuvion 5 mukaisessa aikataulussa on avattu tehtävä 1.4, joka kertoo

hankkeen rungon aikataulusuunnitelman. Rakennuksen rungon aikataulu on jaoteltu eri kerroksille ja aikataulusta ilmenee jokaisen kerroksen aloitus- sekä lopetuspäivät. Tarkennetun aikataulun pohjalta työmaalla suunnitellaan elementtien tilaukset ja -juotosvalut sekä muut materiaalin toimitukset, jotka ovat tehtävän valmistumisen kannalta kriittisiä, kuten esimerkiksi ikkunatilaukset. Käytössä olevaa aikataulua pääurakoitsija valvoo viikoittain omassa viikkopalaverissa ja kahden viikon välein järjestettävässä urakoitsijapalaverissa.



Kuvio 5. Käytössä oleva yleisaikataulu

Logistiset järjestelyt

Logistiikkaa työmaalle toteutetaan laaditun aluesuunnitelman ja pääurakoitsijan ohjeistuksen mukaan. Tällä hetkellä yleisin työmaalle tapahtuva logistiikka koskee saapuvien toimitusten virtaa, joka tulee lisääntymään runkovaiheen jälkeen sisätyövaiheessa. Saapuvien toimitusten ohessa työmaalla syntyy lähtevää logistiikkaa jätehuollosta ja kaluston palautuksista. Käytössä oleva aluesuunnitelma määrittelee kulkureitit, joita kautta toimitukset saapuvat työmaalle. Pääurakoitsija on määrittänyt, että työmaalle toimitukset tulee ensisijaisesti toimittaa puoliperävaunulla, sillä täysperävaunuyhdistelmälle työmaalla ei ole tilaa. Ohjeistukset on käyty materiaalin toimittajien ja alurakoitsijoiden kanssa lävitse urakkaneuvotteluissa ja aloituspalaverissa.

Työmaalla on käytössä kaksi porttia, jota kautta materiaalit saapuvat ja lähtevät. Portti 1 avataan puhelimitse ja portti 2 toimii fyysisesti henkilön avaamana. Pääsääntöisesti kaikki työmaalle tapahtuva logistiikka toteutetaan kuvion 6 mukaisen portin 1 kautta. Tämä on luonnollista, sillä portti sijaitsee Hannikaisenkadulla ja kuljetusajoneuvojen on helpompi käyttää porttia suuremman tilan ansiosta. Työmaalle kääntyminen tulee kuitenkin suorittaa varovasti, sillä aivan portin edessä on jalankulkukäytävä. Kuljetusajoneuvojen pois lähtemiseen työmaalla käytetään liikenteenohjausta ja tarvittaessa ajattajaa, sillä Hannikaisenkatu on vilkkaasti liikennöity. Portti 2 sijaitsee Jyväskylän asema-aukion parkkialueella ja kuva portista on esitetty kuviossa 7. Parkkialue muodostaa omat haasteensa kuljetusajoneuvojen liikkeisiin ja myös tällä portilla tarvitaan ajattajia ajoneuvojen pois lähtiessä.



Kuvio 6. Työmaan ajoportti 1 ja ontelopurkuteline

Elementtikuljetukset runkovaiheen aikana saapuvat ajoportin portti 1 kautta. Portin käyttö on ensisijaisesti varattu elementtien toimituksia varten. Elementtikuljetuksia ei olisi tilanpuutteissa mahdollista ajaa portin 2 kautta, sillä elementtikuljetusajoneuvon kääntymiseen ei ole riittävä tilaa asema-aukion puolella. Ajoportin käytön ollessa sidottuna elementtitoimituksiin kaikki muut toimi-

tukset tapahtuvat portin 2 kautta. Portin 2 kautta tulevia toimituksia ja työmaaliikennettä ovat jätehuolto, ikkuna- ja rautakauppa-, valmisbetoni- ja väliseinäelementtitoimitukset sekä muu työmaaliikenne.



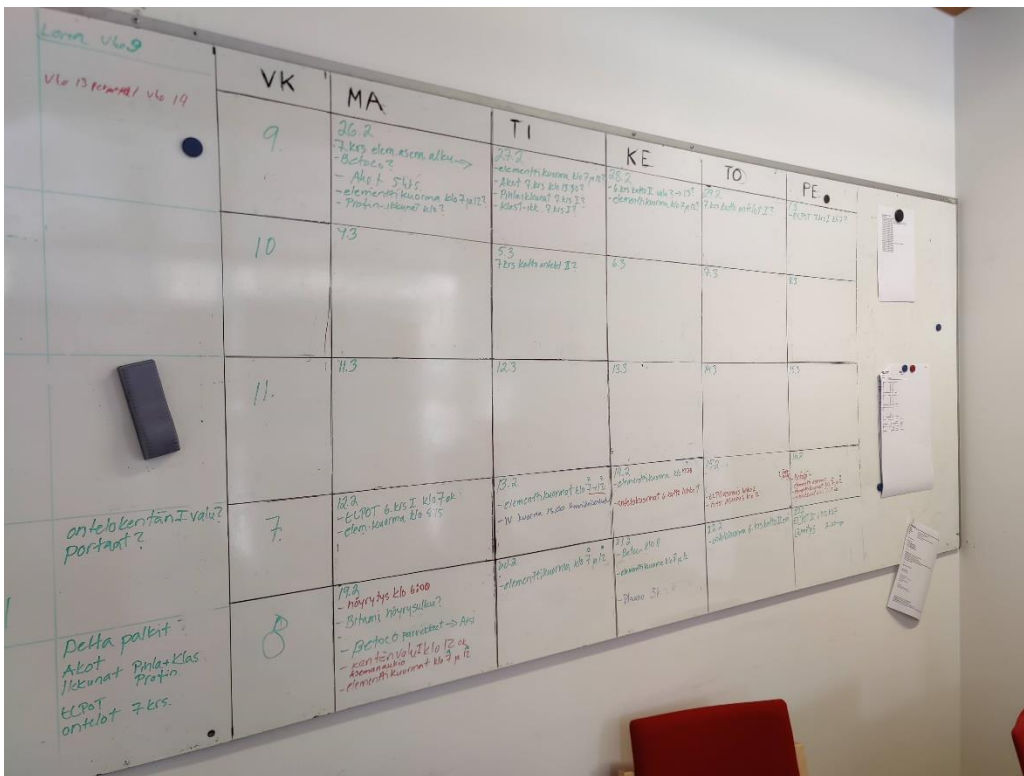
Kuvio 7. Työmaan pyöröportti ja portti 2

Ahtaan työmaan logistiikkaa rytmitetään ja hallitaan aallonharjan työmaalla käytössä olevalla logistiikkakalenterilla, joka on sijoitettu työmaatoimiston tussitaululle. Kuvion 8 mukainen logistiikkakalenteri laaditaan aina muutaman viikon sykleillä ja siinä esitetään kaikki materiaalien saapumiset, betonoinnit ja jätehuolto. Logistiikkakalenterin sisällöstä vastaa pääurakoitsijan työnjohtajat ja heidän kauttaan pitää varata materiaalien toimituksille aika ja varmistaa että työmaalla on tilaa vastaanottaa toimituksia.

Aallonharjan työmaalla jätehuoltoa toteutetaan vaihtolavojen ja nostoastioiden avulla. Työmaalla on jätelavat puu-, seka- ja kivijätettä varten. Metallijätettä työmaalla kertyy vähän suhteessa muihin jätteisiin, joten sitä kerätään nostoastiaan. Jokaiselle työmaalla työskentelevälle on perehdytyksessä käyty lävitse käytössä oleva ohjeistus jätteiden kierrätyksestä ja lajittelusta työmaalla. Työmaalla on varastokontin kyljessä lajitteluohjeistus ja jokaisessa vaihtolavassa on erikseen jätehuoltoyrityksen ohjelappu, mitä jokaiseen astiaan saa ja ei saa laittaa. Rakennuksen sisällä vallitsevan järjestyksen vuoksi pääurakoitsija on määrännyt, että sisätiloissa ei ole käytössä jäteastioita.

Jokaista työntekijää veloitetaan viemään omat jätteensä oikeaan jäteastiaan työtehtävän tai työpäivän päätyttyä.

Jätelavat on sijoitettu työmaalla aluesuunnitelman kuvion 4 mukaisille paikoille. Käytössä oleva torninosturi mahdollistaa jätelavan tai -astian siirron väliaikaisesti toisaalle, jos halutaan tehostaa jätteiden siivoamista työmaalla. Kuitenkin jätelavat ja -astiat ovat sijoitettu niin, että ne ovat keskeisellä paikalla niin työntekijöille, kuin vaihtolavoja tyhjentävälle aliurakoitsijalle. Työnjohto vastaa jäteastioiden tyhjennyksen tilaamisesta. Rajallisen työmaa-alueen ansiosta vaihtolavojen tyhjennyksen sopimisen yhteydessä sovitaan, onnistuuko tyhjennys vaihtamalla lava uuteen vaijoudutaanko täynnä oleva jäteastia hakemaan tyhjällä kuorma-autolla.



Kuvio 8. Käytössä oleva logistiikkakalenteri

Nostot, siirrot ja varastointi aallonharjassa

Työmaalla sisäistä logistiikkaa ovat kaikki materiaalien pysyt- ja vaakasiirrot, joita hoidetaan torninosturilla, työmaahissillä ja fyysisesti haalaamalla. Materiaalien siirtoon käytetään tarvittaessa myös konevuokraamosta vuokrattua kurottajaa, jos materiaaleja ei voida siirtää torninosturilla,

työmaahissillä tai materiaalien koko on liian suuri fyysiseen haalaukseen. Torninosturi on ensisijaisesti varattu elementtiasennuksiin, mutta aina kun torninosturilla on aikaa, sillä siirretään ja nostetaan muita materiaaleja. Työmaalla käytössä olevalla työmaahissillä hoidetaan kerrosten väliset materiaalien siirrot, jotka lisääntyvät eteenkin sisätyövaiheessa suuren materiaalmäärän vuoksi. Työmaalla on muutaman kerran käytetty kurottajaa kerrosten väliseen materiaalien siirtoon, sillä työmaahissi asennettiin vasta runkovaiheen viidennen kerroksen kohdalla. Lisäksi työmaahissi on sijoitettu rakennuksen Hannikaisenkadun puoleiseen päätyyn parvekelinjaan, jonka puolesta isojen materiaalien tai suurien materiaalmäärien siirtomatka toiseen päätyyn on pitkä sekä sisätiloissa ahdas, jolloin on tehokkaampaa käyttää toisessa päässä tarvittaessa kurottajaa. Työmaalla käytössä oleva torninosturi esitetty kuviossa 9.

Materiaalien siirtojen suunnittelua työmaalla tukee käytössä oleva elementtiasennussuunnitelma. Elementtiasennussuunnitelmassa määritetään yhden kerroksen elementtikierron pituus, asennusjärjestys, valujen ajoitukset ja muut huomioitavat asiat. Aallonharjassa elementit asennetaan kerrokseen kahdessa erässä ja rakennus on jaettu puoliksi pituussuunnan mukaan. Ensiksi asennetaan toisen puoliskon seinäelementit, jonka jälkeen nostetaan kyseisen puoliskon ikkunat holvitasolle huoneistokohtaisesti enne onteloiden asennusta. Onteloiden asennuksen jälkeen toistetaan sama asennusjärjestys rakennuksen toiselle puoliskolle. Ikkunoiden nostojen yhteyteen työmaalla pyritään sovittamaan muut tarvittavat nostot.

Esimerkkityömaalla haasteellista on materiaalien varastointi, sillä käytettävää varastointitilaa työmaalla ei juuri lainkaan ole ja runsas materiaalien varastointi tukkisi työmaa-aluetta entisestään. Lähtökohtaisesti varastointi työmaalla pidetään minimissä ja pääurakoitsijan ohjeistuksen mukaan materiaalien sekä kaluston varastointia pitkäaikaisesti ei mahdollisteta. Työmaalla on käytössä yksi työmaakontti työkalujen varastointiin, lisäksi rakennuksessa sijaitsevaa väestönsuojaa hyödynnetään toisena työkaluvarastona. Uudisrakennuksen yhteydessä olevaa parkkihallia ei käytetä varastointiin kuin väliaikaisesti, jotta vältetään parkkihallin tukkeutuminen materiaalista. Parkkihallin väliaikainen varastointi koskee lähinnä LVI-kalustoa. Betonielementeille on vakioidut varastointipaikat elementtitelineissä, jotka on esitetty aluesuunnitelmassa kuviossa 4. Elementtitelineet täytetään aina maksimikapasiteettin asti, jotta telineet ja elementeille varattu alue käytetään mahdollisimman tehokkaasti.



Kuvio 9. Torninosturi työmaalla

5 Tutkimuksellisen kehittämistyön toteutus

5.1 Tutkimusmenetelmät

Rakennustyömaan logistiikan kehittämiseen parhaaksi menetelmäksi sopii tutkimuksellinen kehittämistoiminta, jota käytettiin opinnäytetyön tekemisessä. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta on yhdistelmä tutkimustoiminnan ja kehittämistoiminnan välissä (Rantanen & Toikko 2009, 21). Toiminnalla pyritään todelliseen muutokseen, jossa tuotetaan myös perusteltua uutta tietoa. Tutkimuksellista kehittämistoimintaa voidaan nimetä myös kehittämistutkimukseksi. Kehittämistutkimuksessa yhdistetään kehittämistoiminta, jossa on tutkimuksellinen lähestymistapa. (Kananen 2015, 64–79; Rantanen & Toikko 2009, 19–23.)

Opinnäytetyön tavoitteiden ratkaisemiseksi yhdistetään laadullinen ja määrällinen tutkimus. Kananen (2015, 67) mukaan kehittämistutkimuksella ei ole omaa tutkimusmenetelmää, vaan se on lähinnä tutkimusstrategia, jossa hyödynnetään laadullista- ja määrällistä tutkimusta. Laadullista tutkimusta voidaan nimetä kvalitatiiviseksi tutkimukseksi ja määrällistä taas kvantitatiiviseksi tutkimukseksi (mts. 63). Laadullinen tutkimus perustuu eri aineistoihin, niiden analysointiin tai havainnointiin. Edellisen lisäksi haastattelututkimus on myös laadullista tutkimusta, jossa aineistoa

kerätään haastattelemalla kohdeilmiön kanssa työskenteleviä henkilöitä. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa keskeisessä asemassa on empiria, joka tuo kokemusperäisen otteen tutkimukseen ja ilmiön ratkaisuun. Määrällisessä tutkimuksessa aineisto kerätään tutkimusongelman ratkaisemiseksi kyselyllä. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa selitetään taustalla olevien teorioiden avulla tunnettu ilmiö (mts. 73). (Kallinen, Kinnunen & Vuori 2021; Kananen 2015, 63–76; 202.)

Tutkimuksen toteuttamiseksi hyödynnetään puolistrukturoitua haastattelua, jota voidaan kutsua myös teemahaastatteluksi (Hirsijärvi & Hurme 2022, 46). Puolistrukturoidussa haastattelussa keskustelun aihe on kohdennettu tutkijan määrittämään teemaan, josta keskustellaan tutkijan ja haastattelun kohdehenkilöiden välillä kasvotusten. Puolistrukturoidussa haastattelussa kaikille haastateltaville henkilöille on lähetetty samat kysymykset etukäteen ja haastattelussa pyritään tuomaan ilmi jokaisen haastateltavan oma näkemys aiheesta. Haastateltavien omien näkemysten pohjalta usein teemahaastattelussa syntyy uusia keskusteluaiheita, jotka tuottavat syvällistä tutkimustietoa käsiteltävästä aiheesta. (Hirsijärvi & Hurme 2022, 46; Kananen 2015, 144–149.)

Määrällinen tutkimus suoritetaan tutkijan laatiman kyselyn pohjalta. Tutkimuskysely laaditaan valitsevien tutkimuskysymysten pohjalta, jotta kyselyn avulla voidaan ratkaista tutkimusongelmat. Tutkimuskyselyssä esitettävät kysymykset ovat niin sanottuja strukturoituja, eli niille on luotu valmiit vastaukset. Kvantitatiiviselle kyselylle on kuitenkin ominaista myös avoimet kysymykset. Avoimet kysymykset rajataan kysymyksen muotoilulla, jotta vastauksesta saadaan tutkimusongelman kannalta oleellinen tieto kerättyä. (Kananen 2015, 230–236.)

5.2 Tutkimusaineistot ja aineiston kerääminen

Tutkimuksellisen kehittämistyön kohteena toimi rakennustyömaan logistiikka ja kohderyhmänä rakennustyömaan henkilöstö. Kohderyhmä rajattiin koskemaan rakennustyömaan pääurakoitsijan toimihenkilöitä, jotka olivat päivittäin tekemisessä työmaan logistiikan kanssa. Käytettävä aineisto kerättiin laadullisen- ja määrällisen tutkimuksen aineistonkeruumenetelmillä. Aineisto koostui pääsääntöisesti laadullisen tutkimuksen teemahaastattelusta sekä määrällisen tutkimuksen tutkimuskyselystä, jotka toimivat primääriaineistona. Laadullisessa tutkimuksessa aineistoa kerätään niin kauan, että saadaan ratkaistua esitetyt tutkimusongelmat. Tutkimuksessa käytetään myös materiaalina rakennustyömaan logistiikasta aikaisemmin tehtyjä tutkimuksia. (Kananen 2015, 80–83.)

Kyselytutkimuksen aineisto kerättiin Webropol-kyselyllä, joka lähetettiin Rakennusliike Laptin työmaatoimihenkilöille ja vastaukset koostuivat pääsääntöisesti numeraalisista vastauksista. Kyselytutkimuksessa oli myös kohta avoimeen kommentointiin aiheeseen liittyen. Kyselytutkimukselle varattiin vastausaikaa kaksi viikkoa. Toisena primääriaineiston aineistonkeruumenetelmänä käytettiin haastattelututkimusta. Haastattelututkimus laadittiin tutkimuskysymyksiä pohjalta. Haastattelussa aineistoa kerättiin nimensä mukaisesti haastatteleamalla kohdehenkilöitä. Tutkija teki muistiinpanolistauksen haastattelun aikana ja haastattelu myös äänitettiin myöhempää analysointia varten.

5.2.1 Ryhmähaastattelu

Tutkimustiedon keräämiseksi toteutettiin puolistrukturoitu ryhmähaastattelu, joka kohdennettiin toimeksiantajan toimihenkilöille Aallonharjan työmaalla. Ryhmähaastatteluun osallistui Aallonharjan työmaan vastaava työnjohtaja, työmaainsinööri ja kaksi työnjohtajaa. Haastattelu toteutettiin Aallonharjan työmaatoimistossa 8.3.2024. Haastattelutilaisuus nauhoitettiin, jotta tutkimuksen tekijä pystyi keskittymään haastattelun suorittamiseen ja myöhemmin raportoimaan haastattelun tekstimuotoon.

Kaikille haastateltaville lähetettiin sähköpostilla liitteessä 1 esitetyt haastattelukysymykset etukäteen, jotta he pystyivät tutustumaan käsiteltäviin teemoihin ennen haastattelua. Haastattelurungon mukaiset kysymykset laadittiin tutkimuskysymysten pohjalta, jotta haastattelusta olisi mahdollisimman paljon hyötyä tutkimuksen kannalta. Haastattelu haluttiin nimenomaan kohdistaa käynnissä olevalle työmaalle, jota kautta tutkimukseen saa tuoretta tietoa ongelmien ratkaisemiseksi. Myös Aallonharjan työmaa palvelee tutkimuksen teemoja ahdas ja keskustassa sijaitseva työmaa.

5.2.2 Tutkimuskysely

Opinnäytetyön keskeisiin tutkimuskysymyksiin haettiin vastauksia myös liitteessä 2 esitetyn tutkimuskyselyn kautta. Tutkimuskyselyllä haluttiin saada tutkimukseen numeraalista sekä sanallista tietoa tunnetusta tutkittavasta ilmiöstä. Kysely perustuikin teorian pohjalta laadittuihin kysymyk-

siin rakennustyömaan logistiikasta. Liitteessä 2 esitetystä kyselylomakkeesta haluttiin luoda vastaajalle mahdollisimman yksinkertainen vastattava, jotta vastaaja osaa tulkita kysymykset oikein ja vastaaminen ei vie kohtuuttomasti vastaajan aikaa. Tavoitteena oli pitää kysymykset ytimekkäinä.

Tutkimuskysely kohdistettiin Rakennusliike Laptin Jyväskylän yksikön työmaatoimihenkilöille. Työmaatoimihenkilöt valikoituivat luonnollisesti parhaimmaksi kohderyhmäksi kyselyn vastaamiseen, sillä he tuntevat työmaan logistiikan ja sen ominaispiirteet. Tutkimuskysely lähetettiin sähköpostitse kaikille toimihenkilöille, joiden käytännön kokemus ja osaaminen antoivat arvokasta tutkimustietoa. Kyselyn kohdistus oli suunnattu työpäälliköille, vastaaville työnjohtajille, työnjohtajille ja työmaainsinööreille.

Tutkimuskysely laadittiin Webropol-kyselyohjelmistolla ja kyselyssä esitettiin vastaajille yhteensä 12 pakollista kysymystä. Kysymykset luotiin pääsääntöisesti strukturoiduksi, eli niille luotiin valmiita vastausvaihtoehtoja useita sekä muutama kysymykseen vastausvaihtoehdot koostuivat monivalinnasta. Useilla ja eri tavoin muotoiluilla vastausvaihtoehdoilla pyrittiin tavoittelemaan vastaajien syvempää pohtimista aiheesta, kuin perinteisillä kyllä/ei -vastausvaihtoehdoilla. Kysely sisälsi kaksi pakollista avointa kysymystä, jossa kysymyksen muotoilulla vastaus keskitettiin tiettyyn teemaan. Avoimilla kysymyksillä luotiin vastaajalle mahdollisuus tuottaa omia mietteitä kysymyksen teemasta. Avoimia kohtia pyrittiin tekemään kuitenkin mahdollisimman vähän, jotta vastaaja ei kyllästyisi kyselyn tekemiseen, täten kysely koostui pääsääntöisesti valinta- ja monivalintakysymyksistä. Kysely sisälsi kaksi asteikkokysymystä, joilla kartoitettiin keskiarvoa, kuinka merkittävänä vastaajat pitävät kysymysten aiheita. Ensimmäinen asteikkokysymys osoitettiin logistiikan ennakkosuunnitteluun ja toinen logistiikan korostamiseen tulevaisuudessa. Viimeiseksi kohdaksi jätettiin vastaajalle mahdollisuus jättää muuta aiheeseen liittyvää kommenttia.

5.3 Tutkimusaineiston analyysi

Kerättyjä aineistoita analysoitiin laadullisen- ja määrällisen tutkimuksen analyysimenetelmien mukaisesti. Laadullisessa tutkimuksessa eli sisältö- ja sisällönanalyysissa, analysointi perustuu aineiston tarkasteluun, lukemiseen ja kuuntelemiseen, josta koostetaan tekstimuoto. Haastattelusta kerätty tieto litteroitiin äänitteen ja muistiinpanojen perusteella. Litteroinnin jälkeen tutkimusaineisto pelkistettiin jokaisen haastattelukysymyksen osalta ja käsitelystä kysymyksestä

kirjattiin oleelliset asiat ylös. Pelkistämisen jälkeen kysymysten vastaukset jaoteltiin samantyylisten aihepiirien mukaan yhteisiksi kokonaisuuksiksi, joiden mukaan haastattelun tulokset analysoitiin ja raportoitiin. (Kananen 2015, 160–163.)

Määrällisessä tutkimuksessa analysoitiin kyselytutkimuksen tuloksia, jotka esiintyivät pääsääntöisesti lukuina. Määrällisen tutkimuksen analysointimenetelmät määräytyivät jo kyselyn luonnin aikana, sillä analysointi perustuu kysymyksen rakenteeseen. Laaditun kyselyn tulokset ilmoitettiin taulukkomuodossa, joista tehtiin yhteenvetoja ja poimittiin vastauksia tutkimusongelmia varten. Kyselyssä esiintyneet avoimet kysymykset analysoitiin lukemalla vastaajien vastaukset useaan kertaan ja vastausten keskeinen sisältö tiivistettiin tutkijan oman yhteenvedon mukaan, joka myöhemmin raportoitiin. (Kananen 2015, 83; 286.)

6 Tulokset

6.1 Yhteenveto haastattelun tuloksista

Haastattelutilaisuus pidettiin rentona, mutta jämäkkänä kokonaisuutena ja materiaalia kertyi tunnin mittaisesta keskustelusta kattavasti. Haastattelussa itse aiheessa pysyttiin koko tunnin mittaisen keskustelun ajan. Tilaisuudessa käytiin liitteen 1 mukaiset kysymykset lävitse, joihin muutamiin kohtiin haastattelun kohdehenkilöt olivat jo etukäteen pohtineet vastauksia.

Aallonharjan toimihenkilöiden mukaan työmaalogistiikka on toiminut haasteista huolimatta suhteellisen hyvin. Logistiikan toimivuuteen vaikutti vahvassa määrin riittävän hyvällä tasolla suoritettu organisointi. Organisoinnin ansiosta ahtaalle työmaalle voitiin sijoittaa yhteen arkipäivään monia eri toimituksia, kuten materiaalitoimituksia tai betonointeja. Logistiikka oli kuitenkin muodostanut aika ajoittain haasteita, jotka olivat lähinnä painottuneet äkillisiin toimitusmuutoksiin, järjestyksen puutteellisuuteen tai laiterikkoihin. Ongelmatilanteita oli muutaman kerran syntynyt toimitustavoista ja torninosturin nostokapasiteetista. Työmaalla nähtiin merkittävinä haasteina nopeasti aiheutuvat toimitusmuutokset ja väärän toimitustavan mukaiset materiaalien toimitukset, sillä näitä varten voi työmaan logistiikkaliikenne tukkiutua pitkäksi aikaa ja ne voivat sotkea muut päivän toimitusvaraukset. Haastateltavat kokivat äkilliset toimitusmuutokset kriittisiksi työmaan etenemisen kannalta, koska ne voivat aiheuttaa merkittäviä aikataulullisia sekä taloudellisia menetyksiä työmaalle.

Ongelmien ehkäisemistä varten työmaalla tehtiin nopeita päätöksiä, jotta toiminta saatiin palautettua takaisin ennalleen. Työmaalla käytettiin kurottajapalveluita aina niissä tilanteissa, kun toimitukset olivat saapuneet sivusta purettavina, vaikka ohjeistuksena oli toimittaa materiaalit päältä purettavina. Ahdas työmaa katsottiin toimivaksi, kun työmaan järjestyksestä pidettiin huolta. Järjestystä hoidettiin tiukalla valvonnalla ja tarvittaessa toiminta palautettiin ennalleen alueen siivouksella ja järjestämisellä.

Työmaan sijainti kaupungin keskustassa toi muutamia erikoistoimenpiteitä tulevaan-, sisäiseen- ja lähtevään logistiikkaan. Haastattelussa korostui erityisesti liikenteenohjauksen tarve ja nostoturvallisuus. Työmaalla jouduttiin jokaisen toimituksen yhteydessä järjestämään liikenteenohjaus. Liikenteenohjaus oli pääsääntöisesti sisällytetty urakkasopimukseen, jotta työnjohtajien ei tarvitsisi ohjata liikennettä muun työn ohella. Haastattelussa sisäisen logistiikan osalta keskustelu painottui nostotöihin, joiden takia jouduttiin painottamaan kaikille työmaalla oleville nostoalueita ja turvallisuutta. Lähes kaikki nostot työmaan sisällä kulkivat väkisin kulkuteiden ylitse ahtaan työalueen ansiosta. Nostoja työmaa-alueen ulkopuolella tuli välttää, jotta ulkopuolisten turvallisuus ei vaarannu. Työmaan sijaintia pidettiin osittain hyvänä, sillä työmaa sijaitsee kulkuyhteyksiltään pääväylien lähetyillä. Työmaan sijainnin katsottiin korostavan logistiikan aikataulutuksen merkitystä. Aikataulutuksen avulla saatiin rytmitettyä toimituksia, jätehuoltoa ja kalustopalautuksia.

Haastattelussa ilmeni, että logistiikkaa suunniteltiin logistiikkakalenterin avulla viiden viikon tarkkuudelle ja käytössä ei ollut muuta erillistä logistiikkasuunnitelmaa. Logistiikkakalenterin ja logististen suunnitelmien pohjana toimi käytössä oleva yleisaikataulu sekä Last Planner. Sisäisillä keskusteluilla luotiin suunnitelmien syntyminen ja niiden toteuttaminen. Logistiikan suunnitteluun osallistui pääurakoitsijan työnjohtajat, aliurakoitsijoiden työnjohtajat sekä heidän nokkamiehensä. Keskustelussa korostettiin runkomestarin ja sisätyömestarin välistä kommunikointia, jonka avulla voitiin elementtiasennusten yhteyteen sopia muita nostoja. Pääsääntöisesti logistiikan suunnittelusta vastasi pääurakoitsijan työnjohtajat ja haastattelussa he kertoivat, että suunnittelussa otettiin huomioon liikenteen ohjauksen tarve, purkamiseen ja siirtämiseen käytettävä kalusto, vastuuhenkilöstö kyseiseen logistiseen toimintaan ja mahdolliset tarvittavat nostoapuvälineet.

Haastattelijoiden mielestä sisäisellä kommunikoinnilla ja hyvällä ennakkosuunnittelulla vältettiin

ongelmia sekä haasteita. Erityismainintana haastattelussa oli plaanovalun ja pystysaumapump-pauksen limittäminen, sillä päällekkäisyys loi ruuhkaa sisätöihin ja haasteita vesikapasiteetin riittä-vyyteen.

Logistiikan hallinta perustui logistiikkakalenterin paikkaansa pitävyyteen, aikaisemmin mainittuun hyvän järjestyksen ylläpitoon, kommunikointiin työmaalla, työnjohdon kokemukseen sekä urakka- ja toimitussopimusten mukaisiin ehtoihin. Urakoitsijat veloitettiin varaamaan logistiikkakalente-rista aika, jolloin he voivat tilata ja vastaanottaa materiaalia työmaalle. Sopimukseen ja tilauksiin määritettiin pääurakoitsijan toimesta tiettyjä toimitusehtoja. Toimitusehdot sisälsivät toimitusoh-jeita kuljetusajoneuvon kokoluokasta ja purkutavasta. Kokoluokka ja purkutapa rajattiin ahtaan työmaan ja käytössä olevan nostokaluston mukaisesti. Haastattelussa painottui työnjohtajien ko-kemus ahtaalla työmaalla toimimisesta, jonka katsottiin olevan eduksi logistiikan toiminnan har-joittamiseen.

Työmaalla oli osittain käytössä tuotannon- ja toimitusten tahdistus, eli materiaalit asennettiin vä-littömästi saapumisen jälkeen. Tahdistusta käytettiin kerroskohtaisissa toimituksissa sekä asennuk-sissa, jotka koskivat elementtejä, ikkunoita ja lämpölattioita. Lisäksi LVI-työt työmaalla etenivät tahdistuksen mukaan. Toimitusten tahdistuksen katsottiin olevan toimiva ja tehokas ratkaisu ah-taan työmaan logistiikalle, mutta materiaalien toimittajat sekä aliurakoitsijat pitäisi sitoa sopimuk-silla noudattamaan tahdistusta.

Haastattelussa selvisi, että kirjallinen logistiikkasuunnitelma toimisi ohjaavana menetelmänä ja ni-menomaan suunnitelma ohjaisi pääurakoitsijan työnjohtajia ja heidän ennakkosuunnitelua. Haas-tateltavat korostivat vastuunjaon selkeää linjausta, joka olisi mainittu logistiikkasuunnitelmassa. Oleellisena sisältönä logistiikkasuunnitelmassa pitäisi haastateltavien mielestä olla käytettävä ka-lusto, purkumenetelmät, purkumenetelmän mukaan määräytyvä toimituskalusto, materiaalien siirtomenettelyt, materiaalien siirtoon määritetty henkilöstö, toimitusten tilausten menettelyt, materiaalien purkualue ja varastointimenettelyt.

Haastateltavat pitivät logistiikan onnistumista yhtenä merkittävimpanä toimintona hankkeen me-nestykselle ja kokivat sen toimimattomuuden olevan katastrofi työmaalle. Keskustelussa nousi esille myös taloudellinen näkökulma, jossa kaluston seisomisen ansiosta kustannushinta voisi

nousta suunniteltua isommaksi, jonka takia on tärkeä ajoittaa ja yhteensovittaa materiaalien toimitukset. Haastateltavat olivat samaa mieltä, että väljempi aikataulu luo paremman onnistumisen mahdollisuuden kuin kireä aikataulu. Lisäksi kireän aikataulun katsottiin lisäävän riskejä logistiikkaan ja sen toteutukseen.

Kestävä kehitys nähtiin haasteena alalle. Haastateltavien mukaan rakennusala sisältää tietyt piirteet, jotka yksikertaisesti ovat haasteellisia, kuten kuorma-autoilla tehtävät toimitukset ja koneilla tehtävät työt. Kuitenkin haastateltavat kokivat ja toivoivat, että logistiikka tulee kehittymään tulevaisuudessa ja muut alalla työskentelevät olisivat halukkaita vastaanottamaan muutoksen. Haastateltavien mielestä tulevaisuuteen tähtäävällä suunnittelulla voitiin vaikuttaa logistiikan kehittymiseen alalla.

6.2 Tutkimuskyselyn vastausten analysointi

Liitteessä 2 esitetty tutkimuskysely lähetettiin Rakennusliike Laptin Jyväskylän yksikössä työskenteleville 11 toimihenkilölle. Vastauksia kyselyyn tuli yhteensä 6 kappaletta, minkä perusteella vastausprosentti oli 55 %. Kyselyyn oli aikaa vastata kaksiviikkoa ja keskimääräinen vastausaika oli noin 10 minuuttia. Avoimien kysymysten vastausten tulokset yllättivät, sillä vastauksiin oli selvästi panostettu.

Tutkimuskyselyn alussa kartoitettiin yleisesti logistiikan toteutukseen liittyviä asioita, kuten logistiikkasuunnitelmaa, logistiikan toimivuutta, työmaan ahtautta ja haasteellisinta rakennusvaihetta logistiikalle. Vastauksista ilmeni, että logistiikkasuunnitelman olemassaolo jakautuu puoliksi, 50 prosentille työmaista oli tehty jonkinlainen logistiikkasuunnitelma.

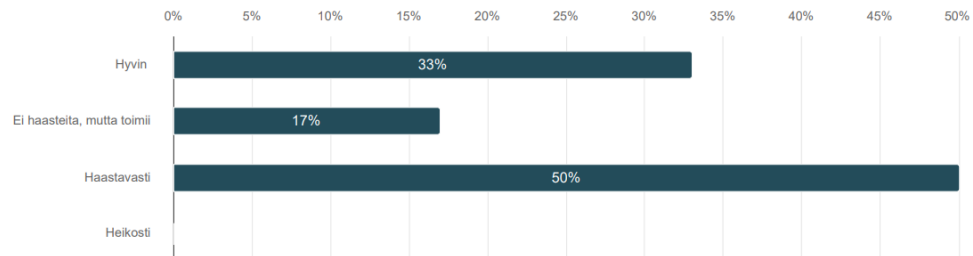
Kysymykset 2–3

Logistiikka koettiin toimivaksi haastavasti kolmen vastaajan mukaan, yhden mukaan työmaalla ei esiintynyt haasteita, mutta logistiikka toimi. Kaksi vastaajista oli sitä mieltä, että logistiikka toimi hyvin työmaalla, jonka kanssa he työskentelivät. Samat prosenttimäärät vastauksissa saivat jatkoa seuraavassa kysymyksessä, jossa kysyttiin työmaan ahtausluokkaa. Vastaajien perusteella käsitellyt

työmaat olivat enimmäkseen ahtaita. Termi -ahdas sai vastaajilta neljä ääntä. Vastaukset jakautuivat niin, että todella ahdas sai kolme ääntä ja melko ahdas yhden äänen. Kaksi vastaajista työskenteli työmailla, jotka olivat väljiä. Kysymysten tulokset esitetty kuviossa 10.

2. Miten koet logistiikan toimivan työmaalla

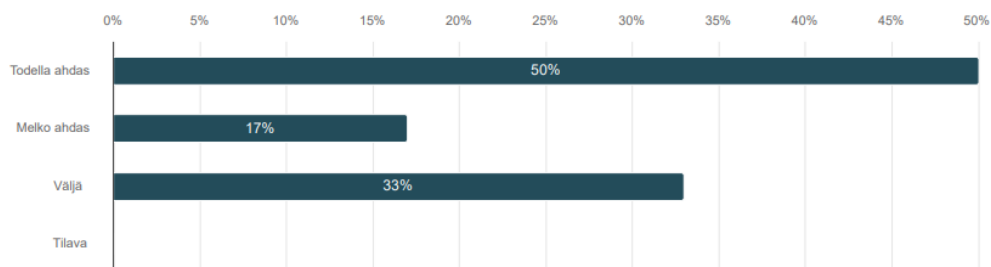
Vastaajien määrä: 6



	n	Prosentti
Hyvin	2	33,3%
Ei haasteita, mutta toimii	1	16,7%
Haastavasti	3	50,0%
Heikosti	0	0,0%

3. Onko työmaa ahdas?

Vastaajien määrä: 6



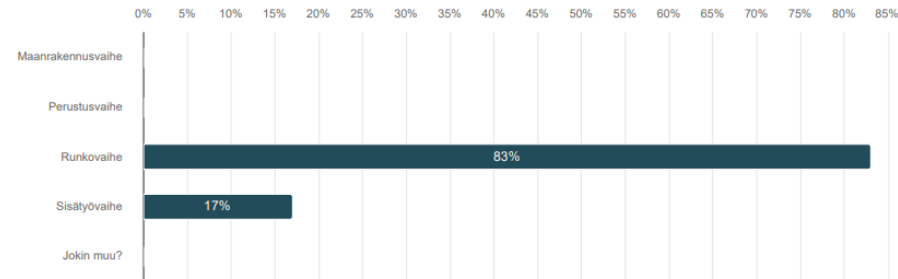
	n	Prosentti
Todella ahdas	3	50,0%
Melko ahdas	1	16,7%
Väljä	2	33,3%
Tilava	0	0,0%

Kuvio 10. Kysymykset 2 ja 3

Kysymykset 4–6

4. Mikä rakennusvaihe on yleisesti haasteellisin logistiikalle?

Vastaajien määrä: 6



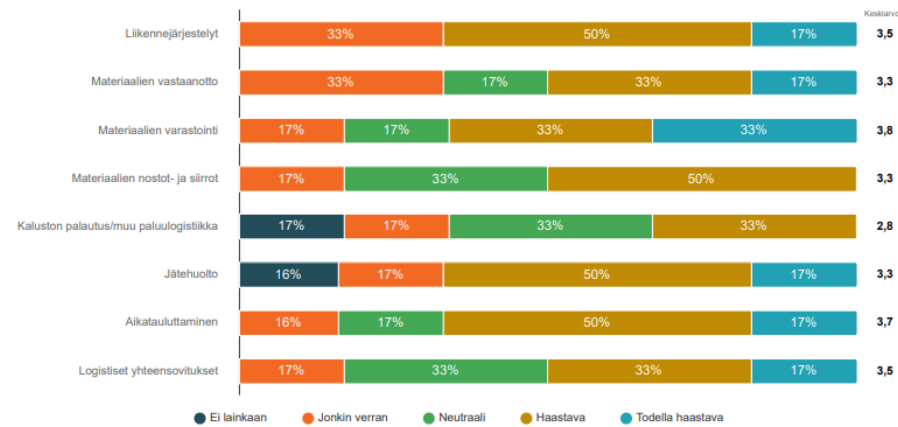
	n	Prosentti
Maanrakennusvaihe	0	0,0%
Perustusvaihe	0	0,0%
Runkovaihe	5	83,3%
Sisätyövaihe	1	16,7%
Jokin muu?	0	0,0%

Kuvio 11. Kysymys 4.

Runkovaihe osoittautui työmaan logistiikan näkökulmalle haasteellisimmaksi rakennusvaiheeksi, joka ei sinänsä ole yllättävä vastaus. Tulos käy ilmi kuviosta 11. Viisi vastaajaa antoi äänensä runkovaiheelle ja yksi sisävaiheelle. Haasteellisimman rakennusvaiheen kysymykseen hyvänä jatkokysymyksenä toimi kaksi seuraavaa kysymystä, mitkä esitetty kuviossa 12. Kysymykset viisi ja kuusi kartoittivat eri logististen toimenpiteiden haasteellisuutta työmaalla, joiden avulla myöhemmin johtopäätöksissä voitiin olettaa, mitä haasteita rakennusvaihe loi logistiikalle. Monivalintamatriisista ilmeni, että vastausvaihtoehdoista prosentuaalisesti eniten valittiin ”haastava” -vaihtoehtoa, jopa 41,7 %. Vähiten valittiin ”Ei lainkaan” -vaihtoehtoa ja 14,6 % valinnasta meni ”Todella haastava” vaihtoehdolle. Matriisista selvästi erottui liikennejärjestelyt, materiaalien varastointi, kaluston palautus/muu paluulogistiikka, jätehuolto sekä aikataulutttaminen, jotka saivat jollakin tasolla haastavan leiman. Heti seuraavassa kysymyksessä vastaajilta kysyttiin heidän mielestään haasteellisinta matriisissa esiintynyttä toimenpidettä ja kuudesta vastaajasta viisi piti materiaalien varastointia kaikkein haasteellisimpana.

5. Kuinka haasteellisia ovat seuraavat toimenpiteet logistiikan kannalta työmaalla?

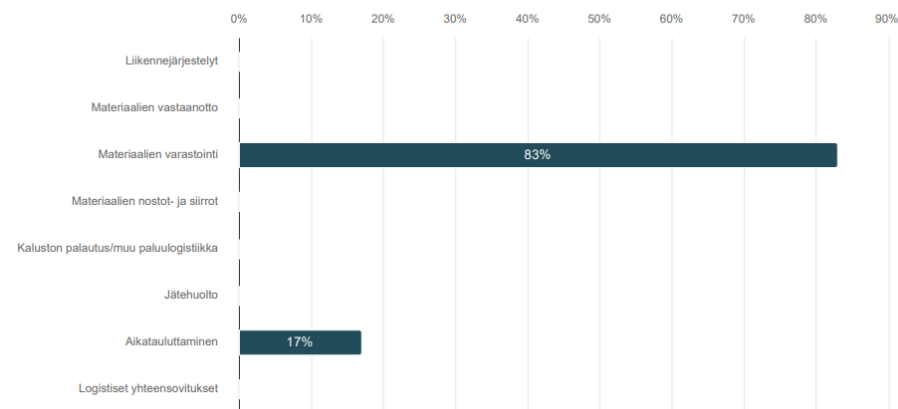
Vastaajien määrä: 6



	Ei lainkaan	Jonkin verran	Neutraali	Haastava	Todella haastava	Keskiarvo	Mediaani
Liikennejärjestelyt	0,0%	33,3%	0,0%	50,0%	16,7%	3,5	4,0
Materiaalien vastaanotto	0,0%	33,3%	16,7%	33,3%	16,7%	3,3	3,5
Materiaalien varastointi	0,0%	16,7%	16,7%	33,3%	33,3%	3,8	4,0
Materiaalien nostot- ja siirrot	0,0%	16,7%	33,3%	50,0%	0,0%	3,3	3,5
Kaluston palautus/muu paluulogistiikka	16,7%	16,7%	33,3%	33,3%	0,0%	2,8	3,0
Jätehuolto	16,6%	16,7%	0,0%	50,0%	16,7%	3,3	4,0
Aikatauluttaminen	0,0%	16,6%	16,7%	50,0%	16,7%	3,7	4,0
Logistiset yhteensovitukset	0,0%	16,7%	33,3%	33,3%	16,7%	3,5	3,5
Yhteensä	4,2%	20,8%	18,8%	41,7%	14,6%	3,4	4,0

6. Mikä edellisen kysymyksen toimenpiteistä on haasteellisin?

Vastaajien määrä: 6



	n	Prosentti
Liikennejärjestelyt	0	0,0%
Materiaalien vastaanotto	0	0,0%
Materiaalien varastointi	5	83,3%
Materiaalien nostot- ja siirrot	0	0,0%
Kaluston palautus/muu paluulogistiikka	0	0,0%
Jätehuolto	0	0,0%
Aikatauluttaminen	1	16,7%
Logistiset yhteensovitukset	0	0,0%

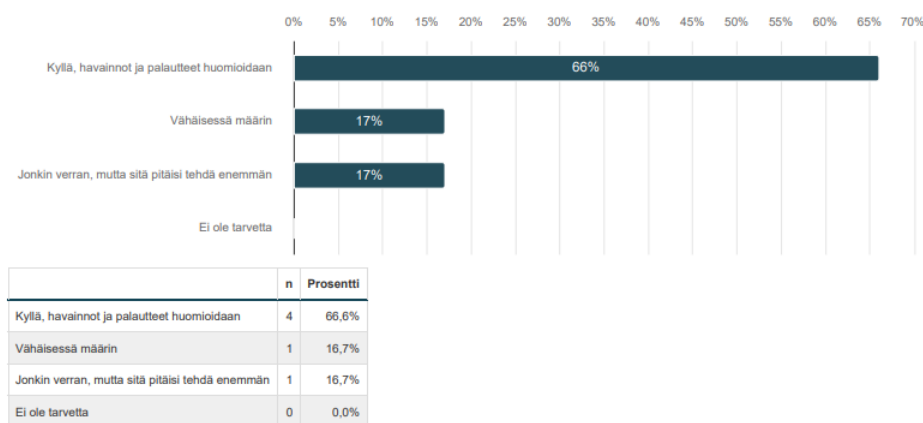
Kuvio 12. Kysymykset 5 ja 6

Kysymykset 7–8

Seuraavat kysymykset liittyivät enemmän logistiikan suunnitteluun työmaalla ja niiden vastausjakaumat on esitetty kuvioissa 13 ja 14. Kysymyksellä seitsemän selvitettiin havaintojen ja palautteen huomioimista logistiikan suunnittelussa, kun kyse oli logistiikan toimivuudesta. Neljän vastaajan mukaan havainnot ja palautteet huomioitiin suunnittelussa. Kahden vastaajan mukaan havainnot ja palautteet huomioitiin pienemmällä panoksella, mutta vain toisen mielestä niiden huomioimista olisi pitänyt tehdä enemmän. Kysymyksellä haluttiin tavoitella edellisen kaltaisia eroavaisuuksia ja saada vastaaja pohtimaan palautteen sekä havaintojen merkittävyyttä suunnittelussa.

7. Otetaanko työmaan edetessä logistiikan suunnittelussa huomioon havainnot ja palautteet logistiikan toimivuudesta työmaalla?

Vastaajien määrä: 6

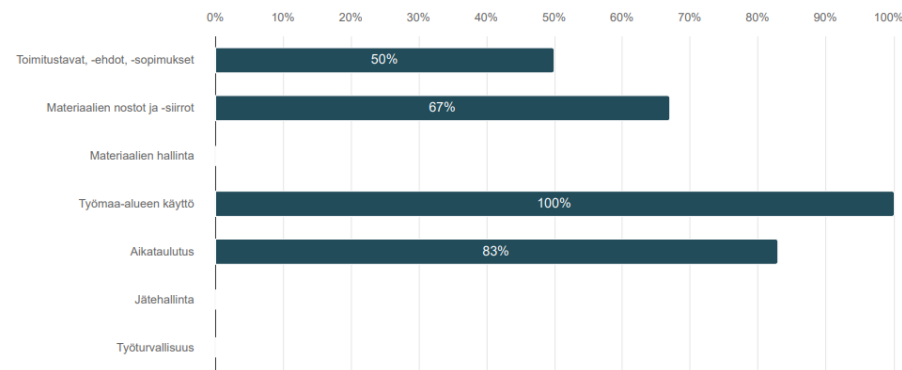


Kuvio 13. Kysymys 7

Vastaajien mielestä ylivoimaisesti merkittävin asia logistiikan suunnittelussa oli 100 prosentin vastausvalinnalla työmaa-alueen käyttäminen. Toisena merkittävän tekijänä korostui aikatauluttaminen, jolle 83,3 % vastaajista antoi äänensä. Neljä vastaajista piti materiaalien nostojen ja -siirtojen suunnittelua tärkeänä ja puolet kyselyyn vastanneista pitivät toimitustapoja, -ehtoja sekä -sopimuksia tärkeinä. Jokaisen vastaajan tehtävä oli antaa kolme vastausta kysymyksessä ja vastauksia tuli yhteensä 18 kappaletta, joista johdettiin ylemmät vastausmäärät. Tulos oli mielenkiintoinen, sillä työturvallisuus tai materiaalien hallinta eivät saaneet yhtään ääntä.

8. Mitkä ovat mielestäsi 3 merkittävintä asiaa logistiikan suunnittelussa?

Vastaajien määrä: 6 , valittujen vastausten lukumäärä: 18



	n	Prosentti
Toimitustavat, -ehdot, -sopimukset	3	50,0%
Materiaalien nostot ja -siirrot	4	66,7%
Materiaalien hallinta	0	0,0%
Työmaa-alueen käyttö	6	100,0%
Aikataulutus	5	83,3%
Jätehallinta	0	0,0%
Työturvallisuus	0	0,0%

Kuvio 14. Kysymys 8

Asteikkokysymykset

Kyselyssä oli kaksi asteikkokysymystä kysymystä, joilla haluttiin selvittää kysymysten aiheiden merkitystä vastaajien mielestä. Kysymyksessä 10 kysyttiin vastaajien mielipidettä logistiikan ennakkosuunnittelun merkityksestä rakentamisessa ja vastauksen keskiarvo oli 9, kun asteikko oli 0–10. Tulos osoittautui erinomaiseksi ja logistiikan suunnittelua voidaan pitää merkittävänä tekijänä tuotannon onnistumisen kannalta. Toisessa asteikkokysymyksessä vastausten yhteenlaskettu keskiarvo oli lähes sama, vastaukseksi syntyi 8,7. Kysymyksessä 12 selvitettiin vastaajien näkemystä logistiikan merkityksen korostuksesta tulevaisuudessa. Molemmissa kysymyksissä minimiarvoksi oli annettu 7, joka sekään ei ole itsessään huono tulos. Asteikkokysymysten tulokset voidaan havaita kuviosta 15.

10. Kuinka merkittävänä pidät logistiikan ennakkosuunnittelua rakentamisen kannalta, asteikolla 0-10?

Vastaajien määrä: 6

Minimiarvo	Maksimiarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
7,0	10,0	9,0	9,5	54,0	1,3

12. Tuleeko mielestäsi logistiikan merkitystä korostaa rakentamisessa tulevaisuudessa, asteikolla 0-10?

Vastaajien määrä: 6

Minimiarvo	Maksimiarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
7,0	10,0	8,7	9,0	52,0	1,0

Kuvio 15. Asteikkokysymykset

Keskusta-alueen erikoisjärjestelyt logistiikan suunnittelussa

Ensimmäisessä avoimessa kysymyksessä vastaaja ohjattiin pohtimaan keskusta-alueiden luomia omia erikoisjärjestelyitä. Kaikkien vastaajien vastauksissa oli hyvin yhtäläisyyksiä toisiinsa nähden sekä muita eri näkemyksiä. Avoin kysymys oli tulosten kannalta merkittävä, sillä vastauksista ilmeni 15 toisistaan poikkeavaa erikoisjärjestelyä, joilla toisinaan oli yhtäläisyyksiä tiettyihin samoihin teemoihin. Tulokset voitiin jakaa selkeästi viiteen eri teemaan, liikennejärjestelyihin, toimitusjärjestelyihin, aikataulu- ja muu tuotannonsuunnittelu, materiaalien hallinta ja viimeisenä turvallisuus.

Liikennejärjestelyistä lähes jokaisesta vastauksesta ilmeni liikenteen ohjauksen tarve ja siihen varattavien resurssien merkitys. Liikennejärjestelyistä myös katualueiden vuokraus, naapuruston ja paikallisliikenteen tiedottaminen hetkellisistä haitoista nousivat vastauksista erikoisjärjestelyiden toimenpiteiksi logistiikan suunnittelussa. Toimitusjärjestelyiden nostot vastauksissa painottuivat materiaalien toimittajien, kuljetusyritysten ja pääurakoitsijan työnjohtajien väliseen kommunikointiin toimituskalustosta, täysistä kuormista, toimitusajoista ja ajoreiteistä.

Aikataulun- ja muun tuotannonsuunnittelun osalta vastauksista ilmeni muutama asia. Keskusta-alue toi oman aikataulusuunnitelman ja nimetyn vastuuhenkilön logistiikalle erikoisjärjestelyinä. Lisäksi Muuhun tuotannonsuunnitteluun liittyi vastauksista ilmi käynyt työaikajärjestely ja yhteensovittelun järjestäminen joidenkin työvaiheiden välille.

Logistiikan suunnittelussa keskusta-alue loi erikoisjärjestelyitä materiaalien hallintaan ja turvallisuutta varten. Materiaalien hallinnan järjestelyt ilmenivät kahdessa vastauksessa. Vastauksissa oli mainittu toimenpiteinä materiaalien saapuminen, saapumisen aikataulu ja materiaalien purkaminen. Yhden vastaajan toimesta oli kannanotto turvallisuuden näkökulmaan erikoisjärjestelynä, jossa sivullisten turvallisuus piti huomioida logistiikan suunnittelussa. Toisaalta turvallisuus voitiin ajatella huomioiduksi myös kaikissa vastauksissa, jotka liittyivät liikenteenjärjestelyihin. Liikennejärjestelyiden suunnittelulla luodaan tuotannon toiminnan kannalta merkittäviä toimenpiteitä, mutta samalla niillä voidaan luoda työmaan ympäristöstä turvallinen, oli sitten kyseessä työntekijä tai ulkopuolinen henkilö.

Ratkaisut logistiikan ongelmien ehkäisyyn

Toisessa avoimessa kysymyksessä jäljitettiin vastaajien mielteitä logistiikan ongelmien ratkaisemiseksi. Vastaajien keskuudessa merkittävin toiminta oli selkeästi ennakkosuunnittelu, joka löytyi neljästä vastauksesta. Ennakkosuunnittelu on todella laaja käsite ja käytännössä monet ongelmat voidaan ratkaista riittävän hyvällä tasolla tehdyillä ennakkosuunnitelmilla. Muut vastauksissa ilmentyneet asiat voitiin vahvasti liittää ennakkosuunnittelun toimenpiteisiin. Nämä muut esiintyneet ratkaisut olivat hyvin pitkälti kysymyksessä 8 nousseet merkittävimmät asiat, kuten toimitustapoihin liittyvät asiat, työmaa-alueen tehokas käyttämisen suunnittelu ja aikatauluttaminen. Kysymyksen vastauksissa oli myös joitakin yhtäläisyyksiä kysymyksen 9 vastauksiin, joilla ongelmia voitiin ratkaista. Ratkaisuina pidettiin logistiikalle laadittua omaa aikataulusuunnitelmaa, logistiikkavastaavaa, eri työvaiheiden yhteensovittamisia ja liikennejärjestelyiden suunnittelua. Yhdestä vastauksesta erottui materiaalien varastoinnin vähentäminen. Vastauksessa idea materiaalien varastoinnin vähentämisestä painottui täsmätoimitus-ideologian käyttämiseen, jossa materiaalit saapuvat sovitussa ajassa työmaalle ja ne menevät välittömästi asennukseen tai ne siirretään paikakkoodattuun asennuspaikkaan. Ideologian myötä koettiin varastoinnin ja suojaustarpeen työmailla vähentyvän.

7 Johtopäätökset

Rakennustyömaan logistiikan merkitys ja sen onnistuminen ovat isossa roolissa rakennushankkeen toteuttamisessa. Lähtökohtana tutkimuksessa oli tutkia toimeksiantajalle työmaan logististen toimintojen ongelmia sekä pulmia ja niiden pohjalta luotiin logistiikkasuunnitelmapohja. Johtopäätösten luomisessa hyödynnettiin tutkimushaastattelun ja kyselytutkimuksen tuloksia sekä niiden vertailua aikaisemmin tehtyihin tutkimuksiin ja tietoperustaan.

7.1 Tutkimuskysymyksiin vastaaminen

Jokaisessa rakennushankkeessa on aina omat haasteensa logistiikan suhteen. Tutkimustulokset puhuvat väitteen puolesta, sillä haasteita oli esiintynyt kysely- ja haastattelututkimuksen mukaan. Työmaalla voi olla tehty hyvät ratkaisut esimerkiksi liikennejärjestelyiden suhteen ja taas toisessa hankkeessa niitä ei ole pohdittu juuri lainkaan tai liikennejärjestelyitä ei kerta kaikkiaan voida järjestää järkevästi. Suoritetut tutkimukset kuitenkin osoittavat tyypillisten logistiikan haasteiden liittyvän toimitusmuutoksiin, työmaan järjestyksen ylläpidon puutteellisuuteen, materiaalien varastointiin, työmaan liikennejärjestelyihin ja aikatauluttamiseen.

Toimitusmuutokset voivat sekoittaa työmaan aikataulun päivä-, viikko- tai suuremman mittakaavan tasolla. Työmaan huono järjestys luo mittavan haasteellisen ongelman eteenkin ahtailla työmailla, joissa on muutenkin rajoitettu alueen käyttöä. Materiaalien varastoinnin heikolla organisoinnilla luodaan haasteita työmaa-alueen käyttöön, rakentamisen tehokkuuteen sekä työturvallisuuden toteutumiseen. Työmaalle tuleva materiaalivirta on todella suurta, joten on ehdotonta luoda työmaaliikenteelle ja materiaalien varastoinnille ratkaisut, joiden avulla haasteita ei synny. Aikaisemmat tutkimukset sekä työn tietoperusta tukevat edellä mainittujen tyypillisten haasteiden luokittelua, sillä myös niissä oli viitteitä samoista havainnoista. Kiviniemi ja muut (2009, 13–15) korostivat työnjohtajien ennakoivia toimenpiteitä toimitusten varmistuksista ja materiaalivirran valvonnasta sekä -ohjauksesta työmaalla. Mainittujen tyypillisten haasteiden pohjalta voidaan uuden hankkeen logistiikan suunnittelussa ottaa huomioon tutkimuksissa havaitut asiat, tunnistaa hankkeen haasteet ja suunnitella toimenpiteen niiden ehkäisemiseksi.

Logistiikan suunnittelu on keskeinen osa työmaan toiminnan tehostamista. Tutkimustulosten ja aikaisempien kirjallisuuslähteiden perusteella aluesuunnitelma osoittautui tärkeimmäksi suunnitelmaksi työmaan toiminnan kannalta. Aluesuunnitelma ohjaa työmaan kaikkia logistisia toimintoja toteutettavaksi suunnitellulla tavalla. Aluesuunnitelmassa mahdollistetaan työmaan kaikki logistiset toiminnot, jotka toteutetaan aikataulu- ja kustannustehokkaasti. Ratu C2-0454 (2017, 5–7) sisältää pitkän listauksen kaikista aluesuunnittelulle asetetuista tehtävistä ja tehtävissä kuvataan työmaan järjestelyitä, mitkä ratkaisevat myös logistisia toimintoja. Logistiikan suunnittelulla voidaan vähentää turhia materiaalien nostojen ja -siirtojen tekemistä, jotka eivät ole rakentamisen lopputuloksen kannalta oleellisia. Materiaalien ylimääräinen siirtely on rakentamisessa hukkaa. Rakennusosien ja -materiaalien kannalta on tuottoisampaa siirtää ne välittömästi asennuspaikan läheisyyteen tai suoraan asennukseen.

Edellisen kappaleen lisäksi tutkimustuloksissa ja kirjallisuuslähteissä korostui aikataulun merkitys tehostavana tekijänä. Mäkelän (2023, 53–62) tutkimuksessa ahtaalle keskustarakentamiselle ratkaisuna oli toimitusten tahdistus ja tahtituotanto rajallisen tilan takia. Kysely- sekä haastattelututkimuksissa aikataulutamisella koettiin olevan merkitystä toiminnan tehostamiseen, kun kyse oli keskustarakentamisesta ja myös esimerkkityömaalla toimitusten tahdistamista pidettiin tehokkaana keinona. Aikataulu ja logistiikka kulkevat työmaalla käsikädessä. Logistiikka tulee suunnitella laaditun yleisaikataulun pohjalta ja siten tahdistaa toimitukset osaksi työmaan tuotantoa. Toimitukset voidaan ajoittaa viikkoaikataulujen luontien yhteydessä ja tällöin saadaan jokaiselle arkipäivälle useita toimituksia rytmitettyä työmaan resurssien mukaan, jotta käytettävissä olevat resurssit ovat käytössä koko ajan. Viikkoaikatauluilla voidaan pitää esimerkiksi työmaan päänostokoneen käyttökapasiteetti korkealla ja tällöin se ei ole käyttämättömänä työmaalla. Koskenvesan ja Sahlstedtin (2017, 58–60) mukaan viikkoaikatauluilla varmistetaan töiden eteneminen tavoitteiden mukaisesti ja huolehditaan resurssien tehokas käyttö.

Tuotannon ennakkosuunnittelulla varaudutaan käynnistyvään toteutukseen, tunnistettuihin riskeihin sekä haasteisiin, joiden ansiosta toteutuksesta saadaan poistettua ennalta-arvaamattomuutta. Kannanotot ennalta-arvaamattomuuteen ja toteutuksen kannalta kriittisiin tehtäviin vähentävät toteutuksessa riskejä työkeskeytyksiin. Työkeskeytykset viivästyttävät aikataulua ja pienentävät työtoteumaa. Varsinkin kyselytutkimuksessa korostettiin ennakkosuunnittelun merkitystä, minkä

avulla voitiin ongelmia ehkäistä. Myös Junnonen (2022, 4) toteaa kirjassaan samalla tavalla ennakkosuunnittelusta. Logistiikan toteutumisesta kuuluu ehdottomasti kerätä palautetta niin työn aikana kuin hankkeen valmistumisen jälkeen. Palautteet logistiikan toiminnasta voidaan huomioida logistiikan suunnittelussa ja arvokkaan palautetiedon avulla voidaan välttää pullonkauloja myöhemmin toteutuksessa tai uuden hankkeen suunnittelussa. Parhaina palautteen antajina toimivat työntekijät, jotka näkevät työmaan toimintaa parhaiten. Logistiikan suunnittelussa kannattaa myös hyödyntää työntekijöiden ajatuksia, sillä loppupeleissä he sitä toteuttavat.

Logistiikan hallintaan tulee työmaalla määrittää siihen käytettävä menetelmät. Logistiikkakalenterin tai vastaavanlaisen sähköisen järjestelmän avulla työnjohtajat hallitsevat toimitusten ajoitusta ja varausjärjestelmää. Toinen hyvä menetelmä logistiikan hallintaan on tuotannon suunnittelu esimerkiksi Last Plannerin avulla, jonka idea on lähes sama kuin logistiikkakalenterinkin. Last Planner suunnitellaan vähintään noin kuukauden tarkkuudella ja sen suunnittelussa pitää olla varmoja, että tarvittavat materiaalit ovat käytettävissä työmaalla tehtävän ajoituksen edellyttämänä ajankohtana. Logistiikan hallintaa varten työmaalla kannattaa tehdä selkeä vastuunjako logistiikan toteutuksesta. Vastuunjaon avulla voidaan määrittää logistiikan suunnittelusta ja toteutuksesta vastaava työnjohtaja ja toimitusten vastaanottajat työmaalla. Myös viestinnällä on vahva merkitys logistiikan hallintaan. Viestinnän avulla kaikki ovat tietoisia työmaalla tapahtuvista asioista. Sopimusteknisillä määräyksillä ja ohjeilla voidaan asettaa materiaalitoimittajat ja aliurakoitsijat noudattamaan työmaalla käytössä olevia ohjeita, kuinka logistiikkaa toteutetaan. Tällä varmistetaan, että ohjeistuksesta ei poiketa ja hallitaan materiaalitoimittajien sekä aliurakoitsijoiden toimintaa.

Normaaleista olosuhteista ja ympäristöstä poikkeavan työmaan logistiikan suunnittelu on välttämätöntä. Lähes aina keskustassa sijaitsevan työmaan tila ja resurssit ovat rajalliset ja tällöin logistiikka edellyttää tarkkaa suunnittelua. Rajoitetun tilan ansiosta tulee työmaalla tilan käyttö optimoida tehokkaasti, hyödyntää kaikki käytettävissä olevat neliöt ja suunnitella tarpeiden mukaan koneiden ja kaluston soveltuvuus työmaalla. Kaupunkien keskustoissa liikenne on yleensä vilkasta, mikä voi vaikeuttaa toimituksien saapumisia. Logistiikan suunnittelussa tulisi pyrkiä ottaa huomioon keskusta-alueen liikenne haitat ja suunnitella työmaan kannalta parhain kuljetusreitti sekä liittymiset työmaalle. Työmaaliittymien suunnittelun yhteydessä on tarkasteltava myös liikenteenohjauksen tarvetta.

Keskusta-alueilla rakennettaessa on huomioitava työmaan ulkopuolinen ympäristö, kuten viereiset rakennukset ja ulkopuoliset ihmiset. Työmaalogistiikka voi aiheuttaa lyhyesti haittaa myös heille ja sitä tulisi välttää parhaimmalla tavalla. Ahtaat työmaat ovat turvallisuusherkeempiä, sillä eteenkin nostotöissä rajoitusepäisyyksien luominen voi olla haasteellista ja nostoja voidaan joutua tekemään aivan työmaan rajan tuntumassa. Ympärillä asuvia tulisi informoida nostotöiden vaarallisuudesta ja työmaalla on suunniteltava nostotyöt niin, että niistä ei aiheudu haittaa muille. Hyvin suunnitellulla logistiikalla voidaan minimoida aikatauluviivästyksiä, varmistaa suunniteltujen kustannusten toteutuminen ja ylläpitää hankkeen hyvää toteutustahtia, kun kyseessä on keskustassa sijaitseva ahdas työmaa.

7.2 Logistiikkasuunnitelma ja jatkotutkimukset

Tehdyn tutkimuksen ja tietoperustan pohjalta laadittiin toimeksiantajalle logistiikkasuunnitelma pohja, joka esitetty liitteessä 3. Pohja laadittiin Microsoft Word tekstinkäsittelyohjelmalla, josta laadittu suunnitelma voidaan tulostaa pdf-muotoon ja yhdeksi hankedokumentiksi. Logistiikkasuunnitelmapohja voidaan ottaa käyttöön toimeksiantajan työmailla, mutta suunnitelma pitää laatia jokaiselle kohteelle erikseen, kohteen ominaispiirteiden mukaan. Toimeksiantaja voi muokata logistiikkasuunnitelmapohjan sisältöä haluamallaan tavalla. Opinnäytetyössä kuvailtu logistiikkasuunnitelmapohja toimii esimerkkipohjana ja sisältää asioita, joita on oleellista käsitellä logistiikkasuunnitelmassa.

Logistiikkasuunnitelmapohjasta luotiin yksinkertainen, joka ottaa kantaa moniin työmaalla tapahtuviin logistisiin toimenpiteisiin. Logistiikkasuunnitelmapohjan tehtävänä on toimia logistiikan hallinnan dokumenttina, jonka laaditaan pääurakoitsijan työnjohtajien toimesta. Dokumentin voi laatia logistiikasta vastaava työnjohtaja tai työmaan vastaava työnjohtaja. Logistiikkasuunnitelmasta saadaan erinomainen, jos kaikki työmaan pääurakoitsijan työnjohtajat osallistuvat sen laadintaan, sillä jokaisella työnjohtajalla voi olla monia eri toteutusehdotuksia. Logistiikkasuunnitelma laaditaan muiden hankedokumenttien laadinnan yhteydessä ennen työmaan perustamista.

Rakennustyömaan logistiikkasuunnitelman avulla voidaan yhtenäistää työmaan logistisia toimintoja ja menetelmiä, jotta vältetään ristiriitoja ja suunnitelmista poikkeamisia. Suunnitelma ohjaa logistiikkaa toteutettavaksi halutulla tavalla. Suunnitelmasta poikkeamiset voivat aiheuttaa tar-

peettomia toimenpiteitä, kuten ylimääräisiä materiaalien siirtoja, jotka voivat aiheuttaa ylimääräistä kustannuserää. Logistiikkasuunnitelma voidaan liittää osaksi aliurakoitsijoiden ja materiaali-toimittajien sopimuksia ja tällä tavoin varmistetaan myös heidän toimintansa työmaan pääurakoitsijan laatiman suunnitelman mukaan.

Dokumentti koostuu seitsemästä osa-alueesta. Osa-alueita ovat yleiskatsaus, logistiikan organisointi, työmaan aluesuunnitelma, logistiikkasuunnitelma, logistiikan aikataulu, turvallisuus ja viestintä. Suunnitelman lopussa on laatijan allekirjoitus sekä vastaavan työnjohtajan hyväksyntä. Liite 3 sisältää jokaisessa osa-alueessa lyhyen kuvauksen, mitä osa-alueen tulisi sisältää. Alussa kuvataan työmaata yleisesti, millainen työmaa on kyseessä ja mitä ominaispiirteitä sillä on. Alussa voidaan korostaa myös logistiikkasuunnitelman merkitystä ja sen noudattamatta jättämisen ongelmia. Logistiikan organisoinnissa määritetään logistiikan vastuuhenkilö ja vastuunjako. Lisäksi kappale sisältää tarvittavat yhteystiedot logistiikan osalta. Yhteystiedot listataan dokumenttiin ja listaa täydennetään aina, kun on tarvetta esimerkiksi uuden aliurakka- tai materiaali-toimittajasopimuksen jälkeen.

Aluesuunnitelman osalta selostetaan lyhyesti aluesuunnitelman merkitys ja käyttö työmaalla. Aluesuunnitelman osalta tuodaan ilmi materiaalien käsittelyn kannalta oleelliset asiat kappaleessa. Logistiikkasuunnitelman osiossa kuvataan kuusi logistiikan liittyvää työvaihetta, eli toimitukset, vastaanotto, varastointi, liikennejärjestelyt, materiaalien nostot ja -siirrot sekä jätehuolto. Toimituksien osalta kuvataan toimitustavat, tilausmenettelyt ja saapuminen työmaalle. Vastaanotossa selostetaan menettelyt toimitusten saapumisesta. Varastoinnin osalta tulee dokumentissa kertoa varastointikäytännöt ja ohjeet, jotka työmaalla ovat voimassa. Varastointialueista mainitaan niiden sijainti, jos työmaalla on ylipäättään mahdollista varastoida materiaaleja. Liikennejärjestelyihin kirjataan yleiset menettelytavat ja erikoispiirteet, jotka rakennuspaikka luo. Materiaalien nostoissa- ja siirroissa tuodaan esille päämenetelmät nosto- ja siirtotyötehtäviin. Päämenetelmillä tarkoitetaan nostokalustoa ja muuta siirtoon käytettävää kalustoa. Oleellisena asiana on tuoda logistiikkasuunnitelmassa ilmi myös jätehuollon toimenpiteet, joiden mukaan toimitaan työmaalla. Jätehuolto käsitellään viimeisenä aiheena ja siihen sisällytetään lyhyt kannanotto työmaan jätelajitteluista.

Logistiikan aikataulussa käsitellään logistiikan aikatauluttamista. Kappaleessa tuodaan ilmi keskeiset toimintatavat, joilla logistiikkaa hallitaan aikataulullisesti esimerkiksi logistiikkakalenteri tai kokonaan oma aikataulusuunnitelma. Osiossa kerrotaan logistiikan ennakkosuunnittelun aikajänne ja menettely toimitusajankohdan varaamisen suhteen.

Logistiikkasuunnitelmassa tuodaan ilmi, kuinka logistiikkaa voidaan toteuttaa turvallisesti. Tärkeä huomioida työmaan ominaispiirteet sekä yhtenäisyys pääurakoitsijan omassa turvallisuussuunnitelmassa. Turvallisuutta käsitellään omassa kappaleessa logistiikkasuunnitelmapohjassa. Viestintä on logistiikassa tärkeää, jotta ei synny päällekkäisyyksiä ja logistiikka toimii työmaan ohella sulavasti. Viestinnän kappaleessa mainitaan viestintätoimet esimerkiksi viestintätyökalut ja tavat, joiden mukaan viestintää suoritetaan.

Jatkotutkimukset

Jatkotutkimukset logistiikasta tulisi ehdottomasti kohdistaa digitalisaation hyödyntämisen mahdollisuuksiin työmaalogistiikassa. Digitalisaatio kehittyy jatkuvasti ja nykyään on olemassa erilaisia sovelluksia seurantaan tai varaamiseen. Digitaalisesta logistiikan varausjärjestelmästä jokainen käyttööikeuden omaava näkisi varaustilanteen ilman puhelinsoittoa ja logistiikkakalenteri olisi aina työnjohtajan mukana. Toinen jatkotutkimus liittyy logistiikkaurakoitsijan ja logistiikkaterminaalien käyttämiseen, mikä olisi niiden potentiaali logistiikan tehostamiseen. Logistiikkaurakoitsijan avulla työmaalla ei muiden tarvitsisi keskittyä materiaalien siirtelyyn. Logistiikkaterminaalin kautta saapuisi kaikki työmaan materiaalit, joka tiivistäisi laajan toimitusketjun yhteen toimitustapaan. Varsinkin ahtaalla työmaalla yhden materiaalityöntekijän käyttäminen voisi toimia etuna, sillä toimitajaorganisaatio tuntisi työmaan ja myös kommunikointi toimitusten suhteen tiivistyisi.

8 Pohdinta

8.1 Pohdintaa tutkimuksesta

Päätavoite tutkimuksessa oli tutkia logistiikkaa toimeksiantajan työmaatoiminnassa ja kartoittaa sen suunnittelun kannalta oleellisia huomioitavia asioita. Päätavoitteen pohjalta luotiin toinen tavoite, logistiikkasuunnitelma pohjan kasaaminen. Tutkimuksessa havaittujen asioiden pohjalta syntyi toimeksiantajalle logistiikkasuunnitelmapohja, jonka osioissa otetaan kantaa työmaalogistiikan

kannalta oleellisiin asioihin, kuten esimerkiksi vastuunjakoon tai logistiisiin toimenpiteisiin. Pääta-voitteen saavuttamista varten opinnäytetyöprosessin alkuvaiheessa luotiin tutkimuskysymykset, joihin vastausten etsiminen mahdollisti päätavoitteen täyttymisen ja myöhemmin logistiikkasuunnitelmapohjan syntyminen. Tutkimuskysymykset ratkaistiin tutkimushaastattelun ja -kyselyn avulla, joita tukivat työssä käytetyt kirjallisuuslähteet.

Logistiikan tutkiminen vaatii tutkijan tekemään empiiristä tutkimusta, sillä sen avulla saadaan logistiikasta tutkittua kokemusperäisesti aidot havainnot, joita voidaan hyödyntää tuloksissa. Tutkimushaastattelun avulla saatiin kerättyä tietoa logistiikan toimivuudesta työmaalla. Myös tutkimuskyselyn tulokset olivat tutkimuksen kannalta oleellisia, sillä ne tukivat määrällisesti haastattelua ja tarjosivat arvokasta tietoa logistisista toiminnoista, joita varten tarvittiin selkeitä suunnitelmia. Kirjallisuuslähteissä esiintyi yhtäläisyyksiä tutkimustuloksiin, eteenkin diplomitöissä oli samoja keskeisiä havaintoja kuin suoritetuissa tutkimuksissa, esimerkiksi ennakkosuunnittelun merkitys, hankkeen ympäristön tunnistaminen tai yhteisten pelisääntöjen luonti. Monet muutkin tutkimustulosten huomiot voitiin yhdistää tietoperustaan, esimerkiksi haastattelussa ilmeni, että työmaalla suoritettiin toimitusten yhteensovituksia runkovaiheessa ja tietoperustan kirjallisuuslähteissä yhteensovitukset ovat välttämättömiä, kun rakentaminen halutaan pitää tehokkaana.

Esitetty esimerkkityömaa toimi tutkimuksen suolana, sillä sen avulla voitiin tuoda esille työmaalogistiikkaa ahtaassa keskustarakentamisessa hankkeen ollessa kohtuullisen iso. Lisäksi tutkimuksen aikana suoritettiin useita työmaavierailuita esimerkkityömaalle, mitkä auttoivat ymmärtämään haastatteluiden ja kyselyiden vastauksia sekä korostivat logistiikkasuunnitelman tarpeellisuutta. Opinnäytetyön tekemisen ajankohtaa voidaan siis pitää onnistuneena. Kokonaisuudessaan tuloksena saatiin kattava katsaus toimeksiantajan työmaalogistiikkaan Jyväskylässä ja mitä on keskusta-alueella rakentaminen ahtaassa ympäristössä.

Opinnäytetyössä onnistuttiin saavuttamaan päätavoite ja sen alatavoite, logistiikkasuunnitelmapohjan luominen. Onnistumiset johtuivat hyvin arkisen aiheen tutkimisesta ja työelämälähtöisestä otteesta, jolla haettiin selkeää työelämää kehittävää ratkaisua. Opinnäytetyön tietoperustasta onnistuttiin laatimaan sellainen, jonka aiheet liittyvät vahvasti logistiikkaan. Logistiikkasuunnitelmapohja on onnistunut, sillä se pyrkii vakioimaan logistiset toimenpiteet, sitomaan työmaan organisaation noudattamaan sitä ja pakottaa käyttöönottamisen jälkeen suunnittelemaan toimintoja

etukäteen. Suunnitelmaa ei ole kuitenkaan kokeiltu työmaalla käytännössä, sillä suunnitelman kokeilu vaatii käynnistyvän rakennushankkeen, jossa sitä testataan. Kokeilun jälkeen siitä voidaan tehdä jatkotutkimus esimerkiksi sen toimivuudesta ja hyödyistä.

Tutkimuksen rajauksessa onnistuttiin. Tutkimus keskitettiin työmaan logistiikan toimintaan uudisrakentamisessa, jossa käsiteltiin koko rakennushanketta aina maanrakentamisesta sisätyövaiheisiin asti. Rajauksen onnistuneisuus johtui osittain siitä, että toimeksiantaja keskittyy pääsääntöisesti uudistuotantoon ja eteenkin haastattelun- sekä kyselyn vastauksissa tämän huomasi, sillä niissä pääpaino pysyi uudistuotannossa. Aiheen rajausta tuskin olisi voitu tehdä toisella tapaa, sillä puhuttaessa työmaan logistiikasta pitää sitä tarkastella kokonaisuutena eikä osissa. Tietysti joku saattaisi nähdä rakentamisen sisätyövaiheen omana aiheenaan monen eri työtehtävän ansiosta, mutta sisätyövaihe alkaa yleensä jo runkovaiheen yhteydessä ja tällöin käynnissä on kaksi eri vaihetta. Myöskään materiaalien toimittajien toiminnan kehittäminen ei sovellu työmaan näkökulmasta tarkasteltavaksi, koska työmaalla ei periaatteessa ole vaikutusta toimittajien ideologiaan logistiikasta. Työmaa tekee vain ajoitetut tilaukset toimittajilta ja asettavat toimitusehdot sekä ohjeistukset materiaalien toimittajille.

Jälkeenpäin ajateltuna tutkimuksen toteutuksessa haastattelun laajuutta olisi voitu kasvattaa. Tutkimushaastattelu olisi voitu suorittaa myös toimeksiantajan muille alkaville tai käynnissä oleville työmaille. Haastatteluiden avulla olisi voitu vertailla eri työmaiden näkemyksiä tutkimuksen aiheesta. Haastattelututkimusten lisääntyessä kyselytutkimus olisi jätetty pois. Vaikka kyselytutkimuksen vastausprosentti oli hyvä, haastattelututkimuksen painotus oli merkittävämpi. Avoimista vastauksista saa tutkija enemmän tietoa irti kuin määrällisistä, kun kyse on logistiikan tutkimisesta. Kuitenkin idea haastatteluiden kasvattamisesta tuli työn loppuvaiheessa ja täten se jäi toteuttamatta.

Toimeksiantaja saa tehdyn tutkimuksen johdosta katsauksen logistiikan suunnittelun merkitykseen työmaalla. Kaikkia työn tuloksia ja johtopäätöksiä ei varsinaisesti voida suoraan hyödyntää käynnissä olevalla työmaalla, sillä urakkasopimuksissa sovituista asioista on vaikea poiketa ilman lisäkustannuksia tai mahdollista riitauttamista. Kuitenkin työmaalla voidaan tunnistaa tutkimuksen tuloksia ja niitä voidaan soveltaa käyttöön, esimerkiksi tuomalla ilmi tyypillisimpiä haasteita logistiikassa urakoitsijapalavereissa ja muissa palavereissa. Lisäksi työmaalla voidaan pohtia kehittäviä

ja tehostavia toimenpiteitä logistiikan toimivuuden parantamiseen, joista käydään keskustelua työmaatoimihenkilöiden ja muiden hankkeen osapuolien välillä tämän tutkimuksen pohjalta. Logistiikkasuunnitelmapohja voidaan ottaa käyttöön työmailla, mutta se pitää muokata jokaiselle työmaalle erikseen ja siinä otetaan huomioon työmaiden tämänhetkiset suunnitelmat.

Rakentamiselle logistiikka on elintärkeä toiminto. Työmailla suoritettavien muiden kehittämistoimintojen ohella ei tule unohtaa logistiikkaa. Rakentamisessa tulee aina olemaan materiaalien toimituksia ja siirtoja. Rakentamisen voisi kiteyttää olevan onnistunutta aikataulutusta ja logistiikkaa. Samalla aikataulutusta on rakentamista ja logistiikkaa ja logistiikka on rakentamista ja aikataulutusta. Saman kiteytyksen voi muotoilla kaikille edellisille kolmelle avainasialle, joissa yksi niistä on aina kolmion kärki. Rakentamisen menestyksen avaimet ovat tarkka aikataulutusta ja tehokas logistiikka.

8.2 Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys

Tutkimuksessa käytetyiksi lähteiksi valikoitiin aihekeskeisiä ja alan kirjallisuutta varten tehtyjä lähteitä. Suurin osa aihekeskeisistä lähteistä on tavalla tai toisella kytköksissä yritykseen Rakennustieto Oy, sillä moni lähteistä oli Rakennustieto Oy:n julkaisemia tai lähteissä oli viittauksia yrityksen julkaisuihin. Rakennustieto Oy toimii rakennusalalla yhtenä merkittävänä tiedontuottajana. Lähteinä käytettiin myös voimassa olevia lakeja ja asetuksia, mitä voidaan pitää luotettavina lähteinä, sillä lait ovat eduskunnan säätämiä ja asetukset täydentävät lakeja.

Opinnäytetyössä noudatettiin hyvää tieteellistä käytäntöä ja eettisiä periaatteita. Kananen (2015, 125–126) kirjassa on listattuna tärkeimpiä asioita hyvälle tieteelliselle käytännölle. Listauksessa mainitaan aikaisemmin tehtyjen tutkimusten ja tutkijoiden työn arvostaminen, jota tulee kunnioittaa. Listauksen muita tärkeitä asioita ovat mm. tiedeyhteisön toimintatapojen noudattaminen, kuten rehellisyys, tarkkuus tutkimustyössä, huolellisuus ja tulosten esitys sekä arviointi. Hyvän tieteellisen käytännön noudattaminen varmistaa tutkimuksen laadun sekä eettisyyden, edistää tieteellistä yhteisöä ja takaa tutkimusten tulosten luotettavuuden. (Kananen 2015, 119–126.)

Jokaisten lähteiden tekijöiden tekemiä töitä kunnioitetaan ja arvostetaan, kuten tiedeyhteisö ohjeistaa ja tämä näkyy erilaisissa viittaustavoissa ja lähdeluettelossa. Viittaustavoilla ja lähdemerkin-

nöillä haluttiin tuoda teosten tekijät julki ja osoittaa heitä kohtaan kunnioitusta. Lisäksi heidän teoksensa osoittautuivat jokseenkin luotettaviksi lähteiksi, sillä ennen teosten käyttöä tarkastettiin niissä käytetyt lähteet ja arvioitiin niiden luotettavuutta.

Tutkimuskysely opinnäytetyössä toteutettiin nimettömästi, ilman henkilötietojen luovuttamista, jolloin kenenkään henkilötietoja ei tutkimuksessa selviä. Tutkimuskyselyn toteuttamisesta keskusteltiin toimeksiantajan kanssa ja kysely toteutettiin yhteistyössä toimeksiantajan edustajan kanssa. Myös menettely tutkimushaastattelun kanssa oli sama. Haastateltavien henkilöllisyyksiä ei kerätty eikä mainittu opinnäytetyössä ja heiltä kysyttiin halukkuus tutkimushaastatteluun osallistumisesta. Lisäksi haastateltaville kerrottiin mihin tarkoitukseen haastattelumateriaalia käytetään. Opinnäytetyötä varten saatu aineisto oli julkista materiaalia. Aineisto oli opinnäytetyön tekemisen aikana hallussa työn tekijällä, jonka jälkeen se hävitettiin toimeksiantajan vaatimusten ja aineistohallintasuunnitelman mukaan.

Lähteet

A 205/2009. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. Viitattu 1.2.2024.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090205#L3>

A 978/2021. Jäteasetus. Viitattu 10.1.2024. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2021/20210978>

Accidents at work. 2023. Eurostat. Viitattu 1.2.2024. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Accidents at work - statistics by economic activity](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Accidents_at_work_-_statistics_by_economic_activity)

Hirsimäki, S. & Hurme, H. 2022. Tutkimushaastattelu – Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Gaudamus. Viitattu 5.3.2024. <https://janet.finna.fi/>

Historia. N.d. Rakennusliike Lapti. Viitattu 29.2.2024 <https://lapti.fi/lapti-group/historia/>

Junnonen, J. 2022. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. Rakennustieto Oy. E-kirja. Viitattu 6.1.2024. <https://janet.finna.fi/>

Jyväskylän kaupungin rakennusjärjestys. 2017. Jyväskylän kaupunginkanslia. Viitattu 22.1.2024. https://www.jyvaskyla.fi/sites/default/files/atoms/files/rakennusjarjestys_2017_0.pdf

Jänis, M. 2020. Rakennustuotannon logistiikkaprosessi. Diplomityö. Tampereen yliopisto. Viitattu 24.3.2024. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202004093174>

Kallinen, T., Kinnunen, T. & Vuori, J. 2021. Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 4.1.2024. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/>

Kananen, J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas: näin kirjoitan opinnäytetyön tai pro gradun alusta loppuun. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 3.1.2024. <https://janet.finna.fi/>

Kivimäki, C. & Koski, H. 2012. Rakentamisen tuotantotekniikka. Ratu KI-6020. Rakennustieto Oy. Viitattu 10.1.2024. <https://janet.finna.fi/>, RT-kortisto

Kiviniemi, M., Koski, H., Palolahti, T. & Sahlstedt, S. 2009. Rakennustyömaan toimitusten ohjaus. Rakennusteollisuus RT ry. Viitattu 5.1.2024. <https://cris.vtt.fi/en/publications/?search=Rakennusty%C3%B6maan+toimitusten+ohjaus&originalSearch=Rakennusty%C3%B6maan+toimitusten+ohjaus&pageSize=50&ordering=rating&descending=true&showAdvanced=false&allConcepts=true&inferConcepts=true&searchBy=PartOfNameOrTitle>

Kone-Ratu 04-3009. 1990. Nosto- ja siirtokalusto. Suunnitteluohje. Rakennustieto. Viitattu 3.2.2024. <https://janet.finna.fi/>, RT-kortisto

Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 2017. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS sr.

Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 2023. Aikataulukirja 2024. Rakennustieto Oy. Viitattu 23.1.2024. <https://janet.finna.fi/> , RT-kortisto

Mitä on logistiikka?. N.d. Logistiikan maailma – Reijo Rautauoman säätiö. Viitattu 5.12.2024. <https://www.logistiikanmaailma.fi/aineistot/logistiikka-lukiolaisille/mita-on-logistiikka/>

Mäkelä, T. 2023. Logistiikka keskusta-alueen korkea rakentamisessa. Diplomityö. Tampereen Yliopisto. Viitattu 24.3.2024. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-2023120810559>

L 132/1999. Maankäyttö- ja rakennuslaki (Alueidenkäyttölaki). Viitattu 6.12.2024 <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/1999/19990132#Pidm46434448350496>

L 738/2002. Työturvallisuuslaki. Viitattu 1.2.2024. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>

Lehtinen, R. 2019. Rakennushankkeen työturvallisuus. Rakennustieto. Viitattu 1.2.2024. <https://janet.finna.fi/> , RT-kortisto

Leino, A. & Pinomäki, T. 2019. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Työturvallisuuskeskus, rakennusalojen työalatoimikunta. Viitattu 16.1.2024. <https://ttk.fi/julkaisu/rakennustyomaan-alesuunnittelu/>

Location based scheduling method. N.d. Turbo-Chart. Viitattu 30.1.2024. <https://turbochart.com/location-based-schedule>

Logistics Meaning and definition. N.d. Logistics Management. AIMS – Academy for International Modern Studies. Viitattu 7.12.2023 <https://aims.education/study-online/what-is-logistics-management/>

Logistiikka. N.d. Logistiikan maailma – Reijo Rautauoman säätiö. Viitattu 5.12.2024. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/>

Lyhyesti. N.d. Rakennusliike Lapti. Viitattu 29.2.2024 <https://lapti.fi/lapti-group/lyhyesti/>

Rantanen, T. & Toikko, T. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta. Tampereen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print. Viitattu 29.12.2023. https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/100802/Toikko_Rantanen_Tutkimuksellinen_kehittamistoiminta.pdf

Ratu C2-0454. 2017. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Suunnitteluohje. Rakennustieto. Viitattu 21.1.2024. <https://janet.finna.fi/> , RT-kortisto

Ratu S-1214. 2005. Työmaatekniikka - Työmaan aputyöt ja huolto. Rakennustieto. Viitattu 4.2.2024. <https://janet.finna.fi/> , RT-kortisto

Ratu S-1227. 2010. Työmaan toimitusten suunnittelu ja ohjaus. Suunnitteluohje. Rakennustieto. Viitattu 6.1.2024. <https://janet.finna.fi/> , RT-kortisto

Tulo- ja lähtölogistiikka. N.d. Logistiikan maailma – Reijo Rautauoman säätiö. Viitattu 9.1.2024.
<https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimitusketju/tulo-sisa-ja-lahtologis-tiikka/>

Liitteet

Liite 1. Tutkimushaastattelun kysymykset


Rakennustyömaan logistiikka
Tutkimushaastattelu

1. Miten logistiikka on toiminut työmaalla?
2. Millaisia ongelmia tai haasteita olette kohdanneet?

Jatkokysymys: Olisiko ongelmia tai haasteita voitu välttää jotenkin?
3. Millaisia erikoisjärjestelyitä työmaan sijainti on tuonut tulo-, sisä-, ja paluulogistiikkaan?
4. Käytättekö erillistä kirjallista logistiikkasuunnitelmaa työmaalla?
5. Miten suunnittelette työmaan logistiikkaa? Mitä otatte huomioon sitä suunniteltaessa?
6. Miten hallitsette logistiikkaa?
7. Kuinka pitkille ajan jaksoille suunnittelette logistiikkaa etukäteen?
8. Millaiseksi koette kirjallisen logistiikkasuunnitelman käyttämisen työmaalla? Voisiko se auttaa logistiikan hallintaa?
9. Mitä kirjallinen logistiikkasuunnitelma mielestänne voisi sisältää?
10. Mitä mieltä olette logistiikan tahdistuksesta, esimerkiksi Just-in-time ajattelutavasta rakennustyömaalla?
Just-in-time = toimitus saapuu työmaalle ja se asennetaan heti välittömästi tai seuraavana päivänä.
11. Minkälainen merkitys on logistiikan onnistumisella rakennushankkeelle?
12. Koetteko rakennustyömaan logistiikan kehittyvän merkittävästi kestäväen kehityksen ansiosta tulevaisuudessa?

Liite 2. Tutkimuskysely

Opinnäytetyön tutkimuskysely rakennustyömaan logistiikasta

 Pakolliset kysymykset merkitty tähdellä (*)

Tutkimuskysely käsittelee rakennustyömaan logistiikkaa. Kyselyssä on kysymyksiä liittyen työmaan logistiikan toteutukseen ja suunnitteluun. Kysymyksiä on yhteensä 13 kappaletta.

OHJE: Vastaessasi kysymyksiin, pohdi nykyistä ja menneitä työmaita. Tutkimuskyselyssä on oletuksena, että työskentelet rakennustyömaalla tai olet tekemisissä työmaan kanssa. Kyselyyn voit vastata, vaikka et juuri nyt työskentelisikään työmaalla, mutta tunnet työmaan logistiikan peruseriaatteet.

Kyselyyn vastatessasi työmaalla tarkoitetaan sitä työmaata, jota käsittelet pohdinnoissasi.

1. Onko tämän hetkiselte työmaalle tehty logistiikasuunnitelmaa, jossa työskentelet? *

- On tehty
- Ei ole tehty

2. Miten koet logistiikan toimivan työmaalla? *

- Hyvin
- Ei haasteita, mutta toimii
- Haastavasti
- Heikosti

3. Onko työmaa ahdas? *

- Todella ahdas
- Melko ahdas
- Väljä
- Tilava

4. Mikä rakennusvaihe on yleisesti haasteellisin logistikalle? *

- Maanrakennusvaihe
 Perustusvaihe
 Runkovaihe
 Sisätyövaihe
 Jokin muu?

5. Kuinka haasteellisia ovat seuraavat toimenpiteet logistiikan kannalta työmaalla? *


	Ei lainkaan	Jonkin verran	Neutraali	Haastava	Todella haastava
Liikennejärjestelyt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaalien vastaanotto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaalien varastointi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaalien nostot- ja siirrot	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaluston palautus/muu paluulogistiikka	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jätehuolto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aikataulutaminen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Logistiset yhteensovitukset	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Mikä edellisen kysymyksen toimenpiteistä on haasteellisin? *

Valitse ▼

Seuraava

Opinnäytetyön tutkimuskysely rakennustyömaan logistiikasta

 Pakolliset kysymykset merkitty tähdellä (*)

7. Otetaanko työmaan edetessä logistiikan suunnittelussa huomioon havainnot ja palautteet logistiikan toimivuudesta työmaalla? *

- Kyllä, havainnot ja palautteet huomioidaan
- Vähäisessä määrin
- Jonkin verran, mutta sitä pitäisi tehdä enemmän
- Ei ole tarvetta

8. Mitkä ovat mielestäsi 3 merkittävintä asiaa logistiikan suunnittelussa? *

- Toimitustavat, -ehdot, -sopimukset
- Materiaalien nostot ja -siirrot
- Materiaalien hallinta
- Työmaa-alueen käyttö
- Aikataulutus
- Jätehallinta
- Työturvallisuus

Voit valita 1 ja 3 vaihtoehdon väliä
Valitut vaihtoehdot: 0

9. Millaisia erikoisjärjestelyitä keskusta-alue tuo logistiikan suunnitteluun? *

10. Kuinka merkittävänä pidät logistiikan ennakkosuunnittelua rakentamisen kannalta, asteikolla 0-10? *



11. Mitä toimenpiteitä pidät merkittävinä ratkaisuinä logistiikan ongelmien ehkäisemiseksi? *

12. Tuleeko mielestäsi logistiikan merkitystä korostaa rakentamisessa tulevaisuudessa, asteikolla 0-10? *



13. Jotain muuta huomioitavaa logistiikan ja sen suunnittelun osalta, mitä?

Edellinen

Lähetä

Liite 3. Logistiikkasuunnitelmapohja

Logistiikkasuunnitelma_pohja

14.4.2024

Projektin nimi

Työnumero

Laatija:

1 Yleiskatsaus

Tarkoitus (Hankkeen yleistiedot, Yleiskuvaus työmaasta ja kuvaus työmaan tavoitteista sekä vaatimuksista.

Huom. logistiikan tavoitteet ja vaatimukset. Kuvataan logistiikkasuunnitelman merkitys ja kerrotaan mitä ongelmatilanteita voi syntyä, jos suunnitelmaa ei noudateta esim. puutteellinen järjestys, alueen käytön tehottomuus, varastoinnin haasteet, työturvallisuus yms.)

2 Logistiikan organisointi

Vastuuhenkilöt: (Kappaleessa nimetään logistiikasta vastaava ja kerrotaan vastuunjako logistiikan osalta.

Listataan tärkeimmät logistiikkaan liittyvät henkilöt + nimi ja yhteystiedot)

3 Työmaan aluesuunnitelma

xxx (Lyhyt aluesuunnitelmaseloste ja liite aluesuunnitelmasta. Huomioituna kappaleen 4. sisältö siltä osin kuin oleellista)

4 Logistiikkasuunnitelma

4.1 Toimitukset

xxx (Selostetaan työmaan vaatimat toimitustavat, toimituksen ajankohdan varaamisen tilausmenettelyt ja materiaalien saapumisen ohjeistus. Saapumisen ohjeistus sisältää esim. saapumisilmoituksen tekemisen, saapumisohjeet/reitin ja yms.)

4.2 Vastaanotto

xxx (Selostetaan vastaanottamisen toiminta, vastaanottajan määrittäminen, toimituksen oikeellisuuden varmistus, toimituksen tarkastus, oikean purkukaluston varmistus, purkaminen ja materiaalien siirto määritettyyn paikkaan. Tässä voidaan nimetä jo vastuulliset materiaalien vastaanottajat)

4.3 Varastointi

xxx (Selostetaan työmaan toimintatapa varastoinnin suhteen sekä varastointi paikat. Hetkellisen varastoinnin mahdollisuus/menettelyt. Ohjeistus myös materiaalien suojaamisesta)

4.4 Liikennejärjestelyt

xxx (Kerrotaan työmaan liikennejärjestelyistä. Tuodaan suunnitelmassa ilmi mahdolliset poikkeusjärjestelyt, joita kyseinen työmaa luo. Jos liikennejärjestelyille tarvetta kerrotaan myös mahdollisen liikenteenohjauksen tarve ja siihen vaadittava kalusto)

4.5 Materiaalien nostot ja-siirrot

xxx (Kuvataan työmaan päänostokoneet ja niiden käyttökohteet. Käyttökohteiden osalta kerrotaan koneiden yhteensovitusten menettelyt esim. torninosturi runkourakassa → yhteensovitukset muihin nostoihin. Lyhyt selostus myös muista yhteensovituksista. Kerrotaan vastuunjako materiaalien siirroissa esim. pääurakoitsija ja muut aliurakoitsijat. Suunnitelmaan voidaan mainita myös aliurakoitsijoiden omat kalustokäytöt, jos ovat tiedossa.)

4.6 Jätehuolto

xxx (Työmaalla käytössä olevat jätehuollon toimenpiteet ja ohjeistukset. Mainittuna myös jätteiden lajittelu)

5. Logistiikan aikataulu

xxx (Logistiikan aikataulutuksen selostus, toimenpiteet logistiikan aikataulutukseen (suunnittelun aikajänne), käytettävä aikataulujärjestelmä logistiikalle, Huomiona yhtenäisyys yleisaikataulun kanssa. Määritetään logistiikan aikataulun valvonnan periaatteet ja vastuut)

6. Turvallisuus

xxx (Kuvaus logistiikan toteuttamisesta turvallisesti ja selostus hätätilanteisiin varautumisesta.)

xxx (Kuvaus liikenteenohjauksesta ja toimenpiteistä, liikenteenohjauksen kalusto ja mahdollinen listaus tieturvakorttien haltijoista)

7. Viestintä

xxx (Viestinnän menetelmät kirjoitetaan tähän kappaleeseen. Esimerkiksi viestintäkanavat, palaverit, viestintä yhteensovituksissa, ilmoitustaulu logistiikalle ja yms.)

Hyväksyntä

(Laatijan allekirjoitus)

(Hyväksyjän allekirjoitus)