



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

RAKENNUSTYÖMAAN LOGISTIIKKA

Korjausrakentamisen erityispiirteet

TEKIJÄ:

Ville Koskinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Rakennusmestarin tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Ville Koskinen	
Työn nimi Rakennustyömaan logistiikka, korjausrakentamisen erityispiirteet	
Päiväys 20.11.2020	Sivumäärä/Liitteet 36
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Lujatalo Oy, Pasi Vornanen, työpäällikkö & Arto Ilmonen, projektipäällikkö	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyö käynnistettiin yhteistyökumppanin pyynnöstä kohdetyömaalle, johon tavoitteena oli laatia logistiikkasuunnitelma, joka käsittäisi työmaan aluesuunnitelmat eri rakennusvaiheiden aikana sekä lähtevän ja saapuvan materiaalivirran hallinnan. Opinnäytetyön kohdetyömaana toimi Lujatalon kohde As Oy Kuopion Lääninlääkäri.</p> <p>Työn tekeminen aloitettiin työmaakäynnillä yhteistyökumppanin edustajan kanssa, jolloin työmaata tarkasteltiin logistiikan näkökulmasta. Työn aikana tutustuttiin ja kerättiin tietoa rakennustyömaan logistiikasta ja sen suunnittelusta lähdeaineiston avulla. Opinnäytetyössä käsiteltiin logistiikkaa rakennustyömailla yleisellä tasolla, sekä syvennyttiin logistiikkaan korjausrakentamisen erityispiirteet huomioiden, kuten purkutyöt ja ahdas kaupunkiympäristö. Purkutyöt ja ahdas kaupunkiympäristö yhdessä aiheuttavat logistisia haasteita korjausrakennustyömaalle. Siksi oli tärkeää, että tähän panostettaisiin entistä enemmän jo suunnittelutasolla, jolloin voitaisiin saada aikaan hankkeen kannalta merkittäviä kustannussäästöjä sekä parantaa työmaan yleistä järjestystä ja siisteystasoa.</p> <p>Opinnäytetyön aikana havaittiin, että tärkeään rooliin logistiikan onnistumisen kannalta nousee niin ikään informaatiovirrat urakoitsijoiden kesken, käytännön toteutuksen yhteensovittaminen rakentamisen aikana, varhain aloitettu tuotannonsuunnittelu logistisista toiminnoista sekä työmaalla tehtävä täsmällinen logistiikan suunnittelu. Opinnäytetyön lopputuloksena laadittiin kohdetyömaalle logistiikkasuunnitelma, jossa keski-tyttiin työmaa-alueen suunnittelun näkökulmasta käytännön logistisiin toimintatapoihin eri rakennusvaiheiden aikana.</p>	
<p>Avainsanat</p> <p>logistiikka, suunnittelu, rakentaminen, korjausrakentaminen, materiaalivirta, purkutyöt</p>	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Construction Management	
Author(s) Ville Koskinen	
Title of Thesis Logistics on Construction Site, Special Features of Repair Construction	
Date 20 November 2020	Pages/Appendices 36
Client Organisation /Partners Lujatalo Oy, Pasi Vornanen, Construction Manager & Arto Ilmonen, Project Manager	
<p>Abstract</p> <p>This final project was commissioned by the partner company. The objective was to draw up a logistics plan for a site, comprising site area plans during different stages of construction and management of outbound and incoming material. The target was the construction site As Oy Kuopion Lääninlääkäri of Lujatalo Oy. The thesis was to discuss logistics on general level and more detailed from the point of view of renovation construction including demolition and tight urban environment.</p> <p>First, the site was visited with the partner's representative, and observed from a logistics perspective. During the work, information about the logistics of a construction site and its design was gathered using the source material. Demolition and tight urban environment together cause logistical challenges for a repair construction site. Therefore, it was important to pay more attention to this already at the planning stage, to achieve cost savings, as well as improve general order and tidiness levels on the site.</p> <p>During the project, it was found out that information exchange between contractors, coordination of practical implementation during construction, early production planning of logistical operations as well as precise logistics planning on the site play a very important role. The final result of the thesis was a logistics plan, which focused on the logistic practices during various stages of construction.</p>	
<p>Keywords</p> <p>logistics, planning, construction, repair construction, outbound, incoming material, demolition</p>	

ESIPUHE

Haluan osoittaa kiitokseni Lujatalo Oy:n työpäällikkö Pasi Vornaselle mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö käyttämällä työssäni kohdetyömaana As Oy Kuopion Lääninlääkäriä sekä erityiskiitokset ohjaavalle opettajalle Antti Kolarille ja Lujatalo Oy:n projektipäällikölle Arto Ilmoselle erinomaisesta ohjauksesta opinnäytetyön aikana. Opinnäytetyön aihe tarjosi oppia tärkeästä rakennushankkeisiin liittyvästä aiheesta kuin logistiikka, jolla voidaan vaikuttaa merkittävästi hankkeiden tehokkaaseen läpivientiin niin taloudellisesta kuin käytännöllisestä näkökulmasta.

Logistiikasta rakennushankkeissa puhutaan mielestäni vielä tänä päivänä kovin vähän. Syynä tähän voi olla esimerkiksi ajalliset haasteet ja panostukset muihin rakennushankkeiden läpiviennin kannalta tärkeisiin elementteihin. Opinnäytetyön tärkein anti oli oma kehittyminen prosessin aikana, jota voi mahdollisesti hyödyntää tulevaisuudessa työelämän haasteissa laaja-alaisesti logistiikan näkökulmasta ja sen tärkeydestä rakennushankkeissa.

Kuopiossa 25.11.2020

Ville Koskinen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	LOGISTIIKKA	8
2.1	Logistiikka käsitteenä	8
2.2	Logistiikan historia	9
2.3	Logistiikan merkitys	10
3	LOGISTIIKKA RAKENNUSTYÖMAILLA	11
3.1	Logistiikkasuunnittelu	11
3.2	Lähtevä materiaalivirta	12
3.3	Saapuva materiaalivirta	13
3.4	Materiaalin varastointi	14
3.5	Materiaalin siirtäminen	15
3.6	Rakennustyömaan aluesuunnitelma	16
3.7	Hankinta-aikataulu	17
4	KORJAUSRAKENNUSTYÖMAAN LOGISTIIKKA KAUPUNKIYMPÄRISTÖSSÄ	19
4.1	Kaupunki toimintaympäristönä	19
4.2	Purkutyöt	20
4.3	Materiaalivirtojen hallinta.....	22
4.4	Suunnitelmien ja käytännön yhteensovittaminen.....	24
5	LOGISTIIKKASUUNNITELMA KOHTEESSA AS OY KUOPION LÄÄNINLÄÄKÄRI	25
5.1	Kohde	25
5.2	Logistiikka työmaalla	26
5.2.1	Purkuvaihe	28
5.2.2	Sisävalmistusvaihe	29
5.2.3	Vesikatto ja julkisivut.....	29
5.3	Mahdolliset ongelmat ja häiriötilanteet	30
6	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	31
	LÄHTEET	33
	LIITTEET (SALATTU)	36
	LIITE 1: LOGISTIIKKASUUNNITELMA AS OY KUOPION LÄÄNINLÄÄKÄRI (SALATTU)	36

KUVALUETTELO

KUVA 1. Logistiikan materiaali-, tieto-, raha- ja paluuvirrat (Logistiikanmaailma julkaisuaika tuntematon).....	8
KUVA 2. Logistiikan integraation kehitys yksittäisistä toiminnoista toimitusketjun hallinnaksi (Solakivi ym. 2009, 31)	9
KUVA 3. Logistiikan taloudellinen merkitys yrityksissä (Logistiikanmaailma julkaisuaika tuntematon)	10
KUVA 4. Rakennusjätteen vaihtolava (Lassila & Tikanoja 2018).....	12
KUVA 5. Toimitusten jaottelu tuotetyypin, toimituskanavan ja toimitustavan mukaan (Koski ym. 2009, 5) ..	13
KUVA 6. Materiaalien tiheä varastointi välivarastointialueella (Koskinen 2020).....	15
KUVA 7. Materiaalin pystysiirto ajoneuvonosturilla (Koskinen 2020).....	16
KUVA 8. Työmaan aluesuunnitelma esimerkki (Ympäristöosaava julkaisuaika tuntematon).....	17
KUVA 9. Logistiikka-aikataulu (Koskinen 2020).....	18
KUVA 10. Katualueen vuokraus kaupunkiympäristössä (Koskinen 2020)	20
KUVA 11. Rakennus- ja purkujätteen synty vuodessa (Koskinen 2020, Lassila & Tikanoja 2016 mukaan)....	21
KUVA 12. Rakennustyömaan materiaali- ja tietovirrat (Koskinen 2020)	22
KUVA 13. Esimerkki väliseinätyön materiaalien toimituserät lohkoittain (Koskinen 2020).....	23
KUVA 14. Kuopion vanhan lääninsairaalan itä-sivu (Koskinen 2020).....	25
KUVA 15. Ilmakuva kohteesta As Oy Kuopion Lääninlääkäri (Google maps)	26
KUVA 16. As Oy Kuopion Lääninlääkäri työmaatie (Koskinen 2020)	27
KUVA 17. Esimerkki C-lohkon purkujen aikaisesta työmaa-alueen käytöstä (Koskinen 2020)	28
KUVA 18. Esimerkki A-Lohkon sisävalmistusvaiheen työmaa-alueen käytöstä (Koskinen 2020)	29

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on suomalainen rakennusliike Lujatalo Oy. Lujatalo on osa Luja-yhtiötä, joka kuuluu Suomen suurempiin rakennusalan konserneihin. Yritys toimii valtakunnallisesti lähes 800 ammattilaisen voimin. Luja on kestävä rakentamisen edelläkävijä niin betoni- ja kivi- tuotteiden valmistajana kuin uudis- ja korjausrakentajana. Lujatalo on asuin- ja toimitilarakentaja, jolla on myös kattavat palvelut kiinteistö- ja hankekehittämisen osalta sekä vahva kokemus elinkaarihankkeista. Digitaalisen rakentamisen menetelmien hyödyntämisessä Lujatalo on edelläkävijä. (Lujatalo.)

Opinnäytetyön aihe on lähtöisin omasta aloitteesta työnantajan suuntaan. Aihe valikoitui omasta kiinnostuksesta logistiikan vaikutuksiin työmaalla ja sen tehokkaaseen toimintaan rakentamisen aikana. Tässä käytännön läheisessä opinnäytetyössä keskitytään tuottamaan käytännön ratkaisuja kaupunkiympäristössä sijaitsevan korjausrakennuskohteen logistisesta toteuttamisesta eri rakennusvaiheiden aikana. Kohdetyömaan tontti on osaltaan ahdas, ja kohteen mittavien korjaustoimenpiteiden takia logistinen suunnittelu saattaa tuottaa hankaluutta. Työ rajataan logistiikan käytännön toteutusratkaisuihin työmaalla, johon kuuluvat mm. materiaalivirrat, varastointi, liikenne, vaihekohtainen työmaa-alueen käytön suunnittelu ja työmenetelmät. Työn tavoite on ennen kaikkea kehittää logistista ajattelua, koska näen, että sillä on suuri vaikutus työmaan etenemiseen ja sillä voidaan saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä rakennushankkeissa.

Opinnäytetyön teoria- ja käsittelyosassa syvennytään rakennustyömaiden käytännön logistiisiin toimintoihin ja kerrotaan, mitä ne tarkoittavat sekä pureudutaan tarkemmin logistiikkaan korjausrakennuskohteen näkökulmasta ja sen erityispiirteistä.

Työssä tuotettua materiaalia voidaan käyttää As Oy Kuopion Lääninlääkärin apuvälineenä tehokkaan logistiikan hallintaan ja toteuttamiseen rakentamisen aikana. Työn runkona käytetään pääosin omia kokemuksia logistiikan hallinnasta ja käytännön ratkaisuista rakennustyömaalla sekä laajaa lämpö- pohjaista teoretietoa kansainvälisistä lähteistä sekä suomalaisia lähteitä logistiikkasuunnittelusta ja logistiikka-ajattelusta.

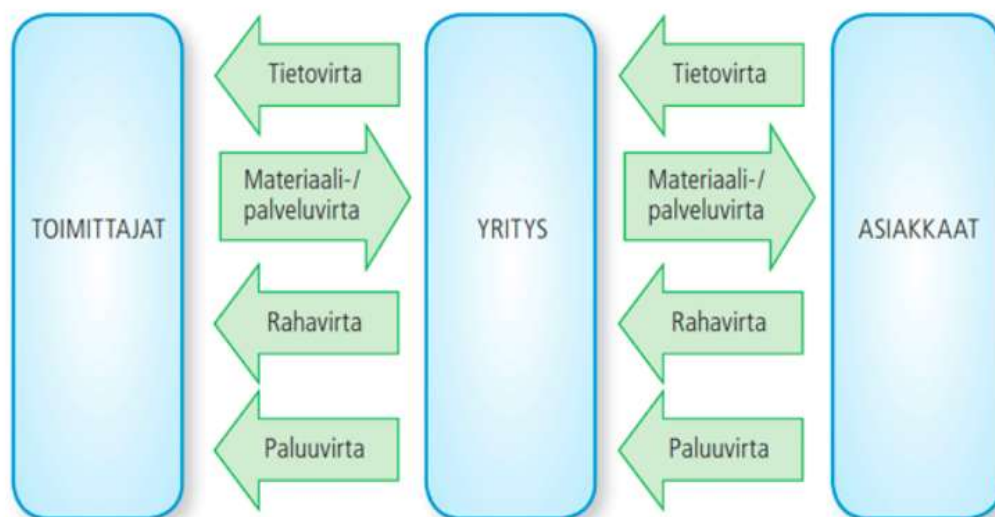
Opinnäytetyössä käsitellään käytännön logistisia ratkaisuja purkuvaiheesta sisävalmistusvaiheeseen sekä ulkopuolen töihin kuten vesikattoon, julkisivuihin ja maatöihin. Työn keskiössä on materiaalivirtojen hallinta niin lähtevän kuin saapuvan materiaalivirran osalta; tämä heijastuu suoraan rakennushankkeen tehokkaaseen etenemiseen sekä logistiikan kustannuksien hallintaan.

2 LOGISTIIKKA

Logistiikalla tarkoitetaan lähtökohtaisesti sitä, että ohjataan materiaalivirrat tuotantoprosesseissa, varastoinnissa, kuljettamisessa sekä tuotteissa ja palveluissa raaka-aineiden alkulähteiltä asti siten, että materiaalit tai palvelut ovat käytettävissä oikeaan aikaan, ja oikeassa paikassa. Kuitenkin toimitaan siten, että mahdollisimman tehokkaasti minimoidaan logistiikasta aiheutuvat kustannukset ja haitat, kuten ympäristöhaitat ja turvallisuusriskit. (Logistiikanmaailma julkaisuaika tuntematon.)

2.1 Logistiikka käsitteenä

Logistiikalla tarkoitetaan myös esimerkiksi sujuvaa materiaalitöimitysten hallintaa, eli materiaalivirtojen ja niihin liittyvien tieto-, raha- ja paluuvirtojen hallintaa läpi koko hankinta-toimitusprosessin (kuva 1). Yrityksen kilpailukykyyn vaikuttavat ratkaisevasti toiminnan kustannukset, laatu, aika ja täsmällisyys. Logistiikan tavoitteena on vaikuttaa kaikkiin näihin osatekijöihin. (Pahkala ym. 677.)



KUVA 1. Logistiikan materiaali-, tieto-, raha- ja paluuvirrat (Logistiikanmaailma julkaisuaika tuntematon)

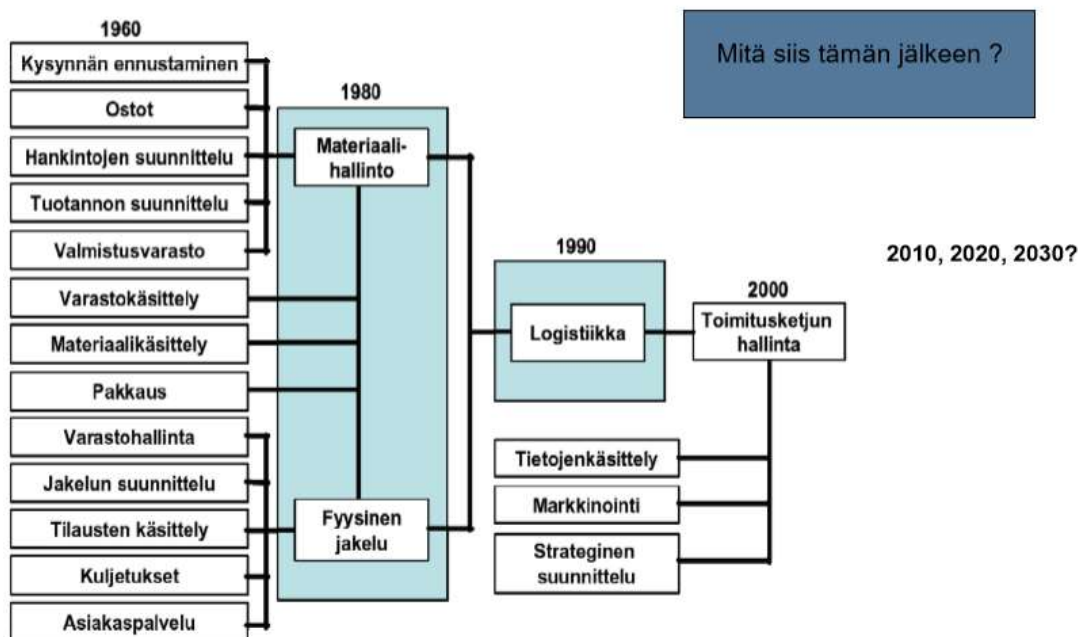
Logistisia toimintoja on ollut siitä lähtien, kun tavaroiden ja palveluiden vaihdantaa on ollut kautta aikojen. Myöhemmin logistiikassa huomio kiinnittyi logistiikan kokonaiskustannuksiin, niiden vähentämiseen, kuljetukseen ja varastointiin. Vasta 2000-luvulla on alettu keskittymään tilaus-toimitusketjun hallintaan ja kustannustehokkuuteen. (Logistiikanmaailma julkaisuaika tuntematon.)

Logistiikan käsitteessä asiakastarpeet nousevat avainrooliin. Niiden ennakoiminen ja tunnistaminen on ratkaisevassa roolissa, jotta yritysten liiketoiminta on terveellä pohjalla. Menestyksellisen liiketoimintojen perusta on olla lähellä asiakasta. (Logistiikanmaailma julkaisuaika tuntematon.)

2.2 Logistiikan historia

Logistikos on sana muinaisesta Kreikasta, joka merkitsee nykyajan logistiikka sanaa. Sana tarkoitti silloin lähinnä symbolista eli matemaattista logiikkaa. Lähinnä sillä tarkoitettiin laskutaitoa. Mielenkiintoista on, että nykyaikaisessa logistiikan häiriötilanteissa laskelmilla on suuri merkitys, jotta oikeat tavarat toimitetaan oikeaan paikkaan ja oikeaan aikaan. Nykyaikaisen logistiikkasanana katsotaan muotoutuneen nykyaikaiseen tarkoitukseensa globalisaation ja kasvavan maailmankaupan vaikutuksesta. (Ttsliftec 2019.)

Logistiikka sana ilmestyi tiedotusvälineisiin vasta 1970-luvulla, josta se vakiintui 1980-luvulla. Käsitettä käytetään nykypäivänä sujuvasti, vaikka sen merkitys ja sisältö eivät olekaan yleisesti vielä tuttuja. Logistinen toiminta on menettelytapana vanha, ikivanhassa metsästys- ja keräilykulttuurissa tuhansia vuosia sitten, ratkottiin jo logistiikan aiheuttamia ongelmia. Se missä toimeentulon kannalta tärkeät alueet, kuten vedensaanti-, suoja-, ja metsästyspaikat sijaitsivat toisiinsa verraten, oli ihmisille hyvin tärkeää, ja kuinka paljon heiltä aikaa kului liikkumiseen näiden paikkojen välillä. (Logistiikanmaailma julkaisuaika tuntematon.)



KUVA 2. Logistiikan integraation kehitys yksittäisistä toiminnoista toimitusketjun hallinnaksi (Solakivi ym. 2009, 31)

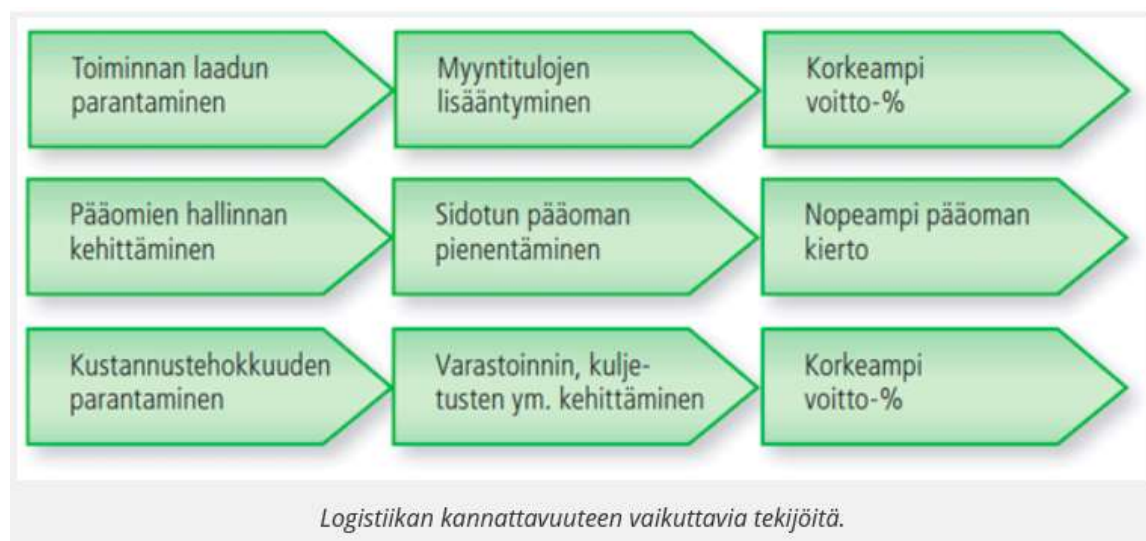
Nykyaikaisessa logistiikassa osa-alueet jakautuvat toiminnanohjaukseen, ostotoimintaa, jakeluun, organisaatioiden toimintaan, kuljetuksiin ja toimitusketjujen hallintaan. Nykyaajassa yrityksillä on käytössään erilaisia moderneja varastointijärjestelmiä sekä järjestelmiä, joilla hallitaan materiaalien käsittelyä. (Ttsliftec 2019.)

Kuvasta 2 voi havaita, miten logistiikka maailmalla on kehittynyt historiasta nykypäivään vuosivuodelta eteenpäin ja nähtäväksi jää mihin kehitys, globaali digitalisaatio ja megatrendit kuten kaupungistuminen logistiikkaa tulevaisuudessa vie.

2.3 Logistiikan merkitys

Logistiikan merkitystä ei voi liikaa korostaa, kun puhutaan yrityselämästä. Toimiva ja tehokas logistiikan harjoittaminen on yritysten toiminnan elinehto. EU-tasollakin logistiikka on kirjattu yhdeksi keskeisimmistä toimialoista, jonka avulla jäsenmaiden kilpailukykyä voidaan parantaa. Logistiikan ongelmista voi olla merkittäviä seurauksia maailmantaloudelle. Tämä huomattiin vuonna 2010 keväällä kun Islannin tulivuorenpurkauksen tuhkapilvi vaikutti Euroopan lentoliikenteeseen ja tätä kautta myös monen organisaation toimitaan ja liike-elämään. (Logistiikanmaailma julkaisuaika tuntematon.)

Suomessa logistiikalla on ehdottoman tärkeä merkitys. Suomi on vienti painotteinen maa ja viennin päämarkkinat sijaitsevat suhteellisen kaukana, joten logistiikalla on tässä suhteessa suuri merkitys liiketoiminnan kannalta. Ja tästä syystä Suomessa on tärkeää keskittyä koko logistiikkaprosessin onnistumiseen ja ennen kaikkea kustannustehokkaaseen ja ympäristöystävälliseen toimintaan.



KUVA 3. Logistiikan taloudellinen merkitys yrityksissä (Logistiikanmaailma julkaisuaika tuntematon)

Kuten kuvasta 3 voidaan huomata, logistiikalla on myös taloudellisia vaikutuksia yritysten toimintaan ja niitä kehittämällä voidaan saada aikaan kustannussäästöjä ja tavoitella parempaa tulosta.

3 LOGISTIIKKA RAKENNUSTYÖMAILLA

Logistiikka rakennustyömailla mielletään usein ainoastaan saapuvan materiaalin kutsumanimenä tai ajoneuvoihin liittyvänä asiana. Logistiikka rakennustyömailla on paljon muutakin kuin saapuvaa materiaalivirtaa ja sen suunnitteluun ja toteutukseen on panostettava hankesuunnitteluvaiheesta aina kohteen luovutukseen saakka. Logistiikan epäonnistumisella voi olla hankkeiden kannalta mittavat negatiiviset vaikutukset niin aikataulullisesti kuin taloudellisesti.

Logistiikassa rakennustyömailla on esimerkkinä työvaihe, johon tarvitaan nosturiautoa, materiaali ja työntekijät. Logistiikan tarkoitus on saada nämä kaikki kolme komponenttia samaan paikkaan samaan aikaan ilman häiriöitä näiden kolmen komponentin kohdalla ja tästä on logistiikassa rakennustyömailla pohjimmiltaan kyse ja sen suunnittelussa. (Brisse 2017.)

3.1 Logistiikkasuunnittelu

Rakennustyömaan alkuvaiheessa tehdään usein päätökset työmaalla käytettävistä resursseista, laaditaan aikataulu ja taloudellisuustarkastelut eri vaihtoehtoista, päätetään työmaan nosto- ja siirtokalustosta sekä mahdollisten kulkuaukkojen ja siirtoreittien rakentamisesta. Logistiikkasuunnitelman yhteenvedossa tarkastellaan työmaakohtaisesti valittuja toimintatapoja, ratkaisuja ja tarvittavia resursseja logistiikan toimintojen suorittamiseen. (Pahkala ym. 678.)

Logistiikkasuunnittelussa tarkastellaan työmaata kokonaisuutena. Sanotaan, että hankinta on hoidettu loppuun asti vasta silloin, kun tuotteet on asennettu ja jätteet on siivottu. Logistiikkasuunnittelussa tuotteiden käsittely, siirrot ja siivous minimoidaan. Käsittely ja siirrot hinnoitellaan käyttämällä joko olemassa olevaa hinnastoa tai kokemuksen avulla. Hinnoittelun jälkeen mietitään, löytyykö vaihtoehtoisia toimintatapoja, jotka yksinkertaistavat rakennustyömaan toimintaa. (Pahkala ym. 678.)

Yksi tärkein asia logistiikkasuunnittelussa on saada työmaan työntekijöitä mukaan suunnitteluun. Kesken rakentamisen työmaalle tulevan henkilön on mahdotonta olla heti selvillä työmaan erityispiirteistä logististen toimintojen ja toteutusmahdollisuuksien suhteen. Työmaalla tilanne elää jatkuvasti ja muutoksia voi ilmaantua esimerkiksi materiaalitoimituksissa. Siksi on tärkeää, että logistiikkasuunnittelussa huomioidaan mahdolliset muutokset ja miten ne vaikuttavat työmaan toimintatapoihin ja toimintoihin.

Jo hyvissä ajoin alkava hankkeiden karkea tuotannonsuunnittelu pitää sisällään myös logistiikkasuunnittelua, jolla voidaan esimerkiksi vähentää jätteenkäsittelyyn menevän materiaalin määriä ja materiaalit ohjata oikeaan paikkaan oikeaan aikaan, jotta työt eivät keskeydy. Tällä toiminnalla on myös mahdollista päästä merkittäviin kustannussäästöihin hankkeissa ja toisaalta tämä auttaa ylläpitämään työmaan yleistä järjestystä ja siisteyttä. (Brisse 2017.)

Logistiikkasuunnitteluun täytyy työmaalla panostaa jatkuvasti ja suunnitelmia tulee päivittää tilanteeseen sopivalla tavalla rakentamisen aikana, sillä kaikki työmaata yksinkertaistava toiminta helpottaa työmaalla toimivien työnjohtajien johtamista. Jos työmaan logistiikkaa on suunniteltu huonosti,

se johtaa hyvin usein siihen, että materiaaleja toimitetaan hallitsemattomasti ja yllättäen, joka johtaa siihen, että syntyy materiaalien ylivarastointia, josta aiheutuu materiaalihukkaa, materiaalihävikkiä ja ylimääräisiä kustannuksia.

Suunnittelussa tulee huomioida, että suunniteltava kohde on aina ainutlaatuinen ja yhden kohteen suunnitelmaa ei voi käyttää toisessa kohteessa. Lopullinen logistiikkasuunnitelma käsittelee työmaata kokonaisvaltaisesti sekä sisältää työmaan kannalta tärkeimmät logistiset toiminnot eri rakennusvaiheiden aikana. Logistiikkasuunnittelun keskeisin tavoite on materiaalivirtojen hallinta niin saapuvan kuin lähtevän materiaalin osalta, sekä työmaan logististen toimintatapojen tehokkuus eri rakennusvaiheiden aikana.

3.2 Lähtevä materiaalivirta

Lähtevät materiaalivirrat rakennustyömailla koostuvat pääsääntöisesti työmaan jätehuollosta sekä vuokraamojen kalustopalautuksista. Uudistuotannossa tämä osa-alue logistiikkasuunnittelussa ei ole niinkään merkille pantava kuin korjausrakentamisessa, jossa jätemäärät voivat olla hyvinkin suuria purku toimenpiteiden takia, joten lähtölogistiikan toteutuksen suunnitteluun on panostettava, jotta työmaan jätehuollosta saadaan tehokasta.

Jätehuollossa usein käytetään vaihtolava menetelmää (kuva 4), jolloin yleensä alihankkija toimittaa vaihtolavan määrättyyn paikkaan työmaalla ja käy sen tilauksesta vaihtamassa tyhjään lavaan. Jätehuollossa tärkeää on työmaan näkökulmasta, että jätelavat ovat hyvin sijoiteltu työmaalle ja niille päästään helposti tyhjentämään pois lähtevä jäte. Jätelavojen on myös hyvä sijaita sellaisissa paikoissa, mistä jätelavan pääsee ajamaan pois ongelmitta.



KUVA 4. Rakennusjätteen vaihtolava (Lassila & Tikanoja 2018)

Jätehuolto lähtevänä materiaalivirtana on aiheuttanut paljon työtä rakennustyömailla ”Tavoitteena on, että 1 ja 2 momentissa tarkoitettu toimin vuonna 2020 hyödynnetään muutoin kuin energiana tai polttoaineeksi valmistamisessa vähintään 70 painoprosenttia rakennus- ja purkujätteestä, kalliota maaperästä irrotettuja maa- ja kiviaineksia sekä vaarallisia jätteitä lukuun ottamatta” (Valtioneuvoston asetus jätteistä 2012/179, 16 §).

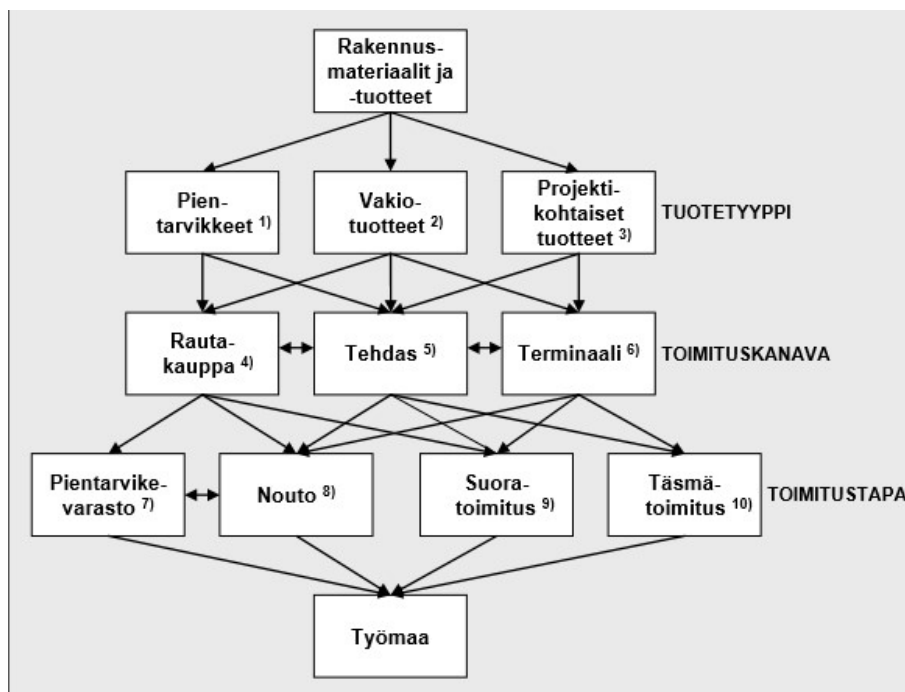
Vastuullisen toiminnan ja kiertotalouden nostaessa maailmalla päätään, on todennäköistä, että materiaalien ja jätteiden kierrättämiselle asetetaan tiukempia vaatimuksia ja asetuksia tulevaisuudessa, jotka pakottavat myös rakennustyömaat mukaan vastuulliseen ja kestäväan toimintaan.

3.3 Saapuva materiaalivirta

Saapuvilla materiaalivirroilla tarkoitetaan rakennushankkeessa yleisesti toimituksia (kuva 5), jotka koostuvat niin uusista rakennusmateriaaleista, kalustosta tai esimerkiksi väliaikaisista rakennustelineistä.

Onnistuneen rakennushankkeen yksi tärkeä edellytys on toimivat työmaan toimitukset, jotka on aikataulutettu ja koordinoitu kalusto ja henkilöresurssit huomioiden. Jäsennelty työmaalogistiikan kontrollointi, perehdytys työmaalla ja viestintä yhtenäisesti takaavat sujuvan ja turvallisen prosessin. Materiaalivirtojen yhdistäminen ja keskitys vähentää huomattavasti työmaalle saapuvien kuljetusten määrää ja pienentää siten myös ympäristökuormitusta. (Cramo 2020.)

Saapuvasta materiaalivirrasta puhuttaessa merkittävään rooliin nousee toimitusten ohjaus. Toimitusten ohjaus koostuu hankinta- ja toimitusvaiheista. Sillä pyritään siihen, että työmaalla on oikeaan aikaan ja oikeassa paikassa saatavissa tarvittavaa materiaalia, jotta työt voivat edetä suunnitellun aikataulun mukaisesti. Rakennustyömaan toimituksia ohjataan esimerkiksi ajoittamalla toimituksia ja seuraamalla työmaan materiaalimenekkiä. Hyvän toimitusten ohjauksen ansiosta häiriökustannukset vähentyvät, siirto- ja varastointikustannukset vähentyvät, materiaalihukka vähenee ja tuotannon aikataulu paranee. (Koski ym. 2009, 3.)



KUVA 5. Toimitusten jaottelu tuotetyypin, toimituskanavan ja toimitustavan mukaan (Koski ym. 2009, 5)

Yrityksien toimintatavoista riippuu, missä suhteessa työmaalle tehtävät hankinnat tehdään hankintaosastolla ja työmaalla. Rakennusvaiheessa työmaalle tulevia toimituksia ohjaa kuitenkin aina työmaaorganisaatio joka työmaalle työskentelee, joten hankintaosaston on oltava tiiviissä yhteistyössä työmaaorganisaatioiden kanssa. (Palolahti ym. 2010, 459.)

3.4 Materiaalin varastointi

Materiaalien varastointi on työmaanlogistiikan kannalta avain roolissa. Materiaaleja voidaan väliaikaisesti varastoida työmaan varastointialueille, jota kutsutaan silloin välivarastoinniseksi, tai varastoida suoraan työkohteelle, jota kutsutaan työaikaiseksi varastoinniseksi.

Työmaalogistiikan kannalta on tärkeää, että materiaalien toimittajilla on esteetön pääsy työmaan varastointialueille. Ihannetilanteessa materiaali saadaan varastoitua suoraan työkohteelle, jolloin välivarastointia ei tarvita ja vältetään materiaalien siirroilta, mutta yleensä työmaalle otetaan suuren menekin omaavaa materiaalia välivarastoon jokapäiväistä käyttöä varten.

Varastoinnissa olennaista on, että työmaalle tuodut materiaalit suojataan tuote kohtaisten ohjeiden mukaan aina, jos niitä ei saada heti sisälle tai sateelta suojaan. Rakennusmateriaalien pakkaukset eivät suojaa tarpeeksi. Yleisenä ohjeena pidetään, että materiaalien varastointiolosuhteet tulisi olla hyvin lähellä käytönaikaisia olosuhteita. (Sahlsted ym. 160.)

Materiaalien varastoinnin kannalta on mietittävä, kuinka paljon työmaalla materiaalien varastoinnille on tilaa. Ihannetilanteessa materiaalit välivarastoinnissa saadaan varastoitua asennusjärjestykseen, jolloin materiaalin siirtäminen työkohteelle tapahtuu luontevasti. Ahtaalla tontilla materiaalien tiheä varastointi lisää ahtaan työmaan varastointi kapasiteettia (kuva 6).



KUVA 6. Materiaalien tiheä varastointi välivarastointialueella (Koskinen 2020)

Uuden materiaalin saapuessa työmaalle on syytä selvittää, millä menetelmillä kyseinen materiaali tulisi suojata ja mitä olosuhteita se kestää. Oikeaoppinen materiaalin suojaaminen vähentää materiaalihävikkiä merkittävästi. On syytä myös huomioida esimerkiksi talviolosuhteissa, pystyykö työmaalle saapunutta materiaalia varastoida yön yli ulkona, jos sitä käytetään seuraavana päivänä.

3.5 Materiaalin siirtäminen

Vaikka työmaalle saapuva materiaali pyritään aina varastoimaan suoraan työkohteelle työaikaiseen varastointiin, se ei ole aina mahdollista, jolloin materiaalia joudutaan työmaalla siirtämään esimerkiksi nosturiautolla, kurottajalla, trukilla tai esimerkiksi henkilövoimin. Materiaalien käsittely työmaalla on se logistiikan vaihe, jonka tehokkaaseen sujumiseen kaikki muut vaiheet tähtäävät (Pahkala ym. 682).

Rakennushankkeissa materiaalien liikuttelua varten voidaan laatia nosto- ja siirtokalusto suunnitelmalla työmaalle. Nosto- ja siirtokaluston suunnittelulla pyritään oikeantyyppisen nosto- ja siirtokaluston valitsemiseen sekä kaluston määrän taloudelliseen mitoittamiseen ja tehokkaaseen käyttöön rakennushankkeessa. Suunnittelun keskeisin tavoite on valita hankkeeseen taloudellisesti edullisin kalusto, joka mahdollistaa rakennushankkeen etenemisen suunnitelmien mukaisesti. (RatuTT 06-00063 Nosto- ja siirtokalusto, suunnitteluohje 2000, 1.)

Työmaalla tehtävät materiaalien siirrot voidaan jaotella pysty- ja vaakasiirtoihin (RatuTT 06-00063 Nosto- ja siirtokalusto, suunnitteluohje 2000, 1). Pystysiirtoihin työmaalla voidaan käyttää esimerkiksi ajoneuvonosturia, kurottajaa, torninosturia tai rakennushissiä. Kun puhutaan vaakasiirroista, ollaan yleensä jo rakennettavan kohteen sisällä, jolloin materiaalien siirtely joudutaan toteuttamaan

henkilövoimin. Vaakasiirtoihin on olemassa myös sisätiloissa erilaisia materiaalin siirtämiseen tarkoitettuja välineitä esimerkiksi levynkuljetusvaunu, kottikärryt ja haarukkavaunu, joita voidaan käyttää hyväksi materiaalien siirtelyssä.



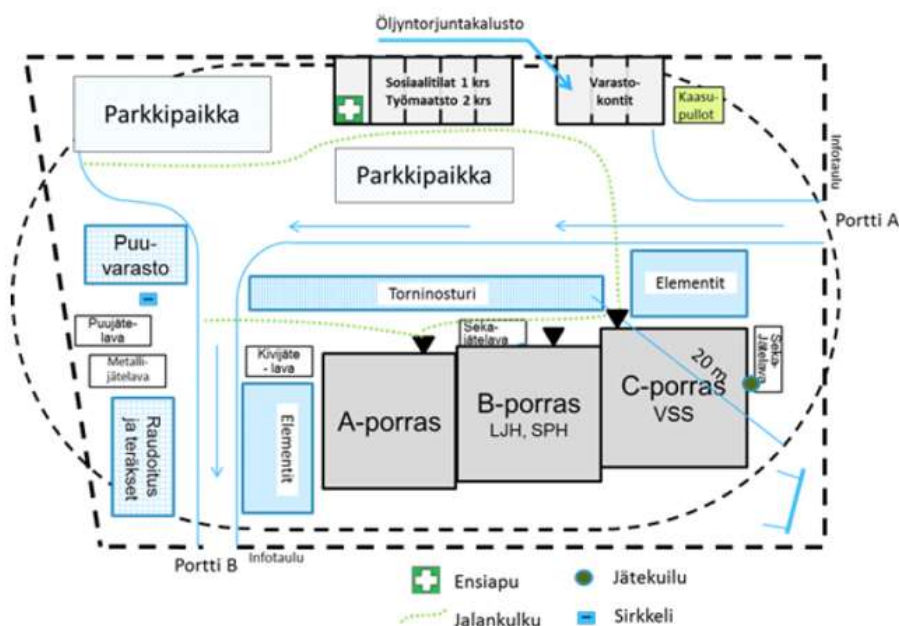
KUVA 7. Materiaalin pystysiirto ajoneuvonosturilla (Koskinen 2020)

3.6 Rakennustyömaan aluesuunnitelma

Rakennustyömaan aluesuunnitelma on työmaalogistiikan kannalta tärkeä. Aluesuunnitelma on kirjallinen dokumentti siitä, miten eri työmaatoiminnot työmaalla sijoittuvat. Aluesuunnitelmaa päivitetään hankkeen edetessä vastaamaan reaaliaikaista tilannetta työmaalla. Rakennustyömaan aluesuunnittelu on koko rakennushankkeen läpiviemisen ajan jatkuva toimintasarja, joka on myös osa hankkeen toteutuksen tuotannonsuunnittelua. (Ratu C2-0454 Rakennustyömaan aluesuunnittelu 2017, 1.)

Rakennustyömaan aluesuunnittelu alkaa yleensä urakkatarjousvaiheessa, jolloin työmaa-alueen käyttö ja järjestelyt suunnitellaan. Hankesuunnittelu- ja urakkatarjousvaiheessa suunniteltavia järjestelyjä ja järjestelmiä ovat työmaan liikennejärjestelyt, työmaan nostojärjestelyt, työmaatilojen määrä ja sijoittelu, materiaalien varastointi, työtilat, työmaan aitaus ja suojaukset. (Ratu C2-0454 Rakennustyömaan aluesuunnittelu 2017, 3.)

Työmaalogistiikan suunnittelun kannalta aluesuunnittelu on tärkeä osa-alue. Aluesuunnitelmaa tehtäessä huomioon on otettava liikennejärjestelyt mistä työmaalla voidaan materiaalia tai kalustoa tuoda ja mihin se voidaan varastoida. Nämä osa-alueet ovat logistisesti tärkeitä aluesuunnitelman laadinnassa.



KUVA 8. Työmaan aluesuunnitelma esimerkki (Ympäristöosaava julkaisuaika tuntematon)

Aluesuunnitelman yksi keskeinen tavoite on myös lisätä työturvallisuutta, sillä suunnitelmalla voidaan havaita mahdolliset järjestelyn, toteutuksen tai käyttöön liittyvät vaaratekijät rakennustyömaalla. Päätoteuttajan vastuulle kuuluu kirjallisen aluesuunnitelman laadinta. (Ympäristöosaava julkaisuaika tuntematon.)

3.7 Hankinta-aikataulu

Hankinta-aikataulu voidaan mieltää myös logistiikka-aikatauluna, koska se kertoo mitä, miten paljon ja milloin materiaalia työmaalle saapuu. Hankinta-aikatauluun liittyvät yleisesti työmaan kriittiset hankinnat, jotka ovat yleensä suuria sekä sisältävät mahdollisesti pitkiäkin toimitusaikoja. Työmaalla hankinta-aikataulu on hyvä työkalu logistiseen suunnitteluun ja varautumiseen.

Haarasan opetusmateriaalin (2019) mukaan hankintatoimi ja työmaan logistiikka ovat tärkeässä roolissa rakennushankkeen laadukkaassa toteutuksessa. Näin ollen työmaan talous sakkaa, tai sitä voidaan parantaa hyvällä hankinta- ja logistiikkaosaamisella.

Hankinta-aikataulun tarkoitus on sitoa hankinnat rakennushankkeen yleisaikatauluun ja siten varmistaa rakennusosien ja materiaalien oikea-aikainen saanti. Työmaalla työskentelevät eri urakoitsijat tulee pitää ajan tasalla siitä, mitä työmaalla tehdään ja milloin. Kun nämä asiat ovat eri urakoitsijoilla tiedossa, on mahdollista ohjata työmaalle saapuvia materiaaleja siten, että materiaali saapuu oikeaan paikkaan ja oikea-aikaisesti. Tämä on rakennustyömaan sujuvan logistiikkaprosessin tärkeimpiä asioita. (Ratu S-1227 Työmaan toimitusten suunnittelu ja ohjaus 2010, 7.)

Vko 10 Logistiikka-aikataulu		Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai
Klo 07.00 - 12.00	Valu (Kantavat seinät) Lohko B			Routaeristeet 500m ²		
Klo 12.00 - 15.30	Ikkuna toimitus 50kpl Lohko A					Kalustopalautus

KUVA 9. Logistiikka-aikataulu (Koskinen 2020)

Työmaan hankinta-aikatauluun pohjautuen voidaan työmaalla laatia viikoittain erillinen logistiikka-aikataulu (kuva 9), joka kertoo tarkalleen, milloin materiaalia työmaalle saapuu tai lähtee. Tämä helpottaa työmaalla toimivien työntekijöiden toimintaa ja jakaa informaatio tulevista toimituksista.

4 KORJAUSRAKENNUSTYÖMAAN LOGISTIIKKA KAUPUNKIYMPÄRISTÖSSÄ

Korjaushankkeiden ominaispiirteisiin kuuluu, että suunnitelmat eivät välttämättä aina vastaa todellista tilannetta työmaalla ja suuriakin muutoksia voi ilmetä hankkeiden aikana. Ominaista on myös se, että suunnitelmia päivitetään jatkuvasti hankkeiden edetessä, joten se voi vaikuttaa myös käytännön toteutukseen ja mahdollisesti aikatauluihin. Suunnitelmamuutokset voivat vaikuttaa myös logistiikkaan merkittävästi ja kun siihen lisätään vielä kaupunkiympäristö, jossa tilat voivat olla rajallisia, on logistiikka-ajatteluun panostettava entistä enemmän työmaalla.

Kaupunkirakennushankkeet ovat välttämättömiä ihmisten muuttaessa kasvukeskuksiin. Nämä vähentävät asuntovajetta kaupungeissa. Rakennustyöt kaupungissa tuottavat osittain myös kielteisiä vaikutuksia ympäröivään yhteisöön, kuten esimerkiksi sosiaaliset- ja ympäristövaikutukset. (Citylogistics 2020.)

4.1 Kaupunki toimintaympäristönä

Nopea väestön kaupungistuminen on yksi seuraavien vuosikymmenien suurimmista megatrendeistä globaalisti mitattuna. Maailman väestöstä yhä suurempi osuus ihmisistä asuu kaupungeissa. (Toimintaympäristö 2018.)

Kaupunki eroaa logistisena toimintaympäristönä suuresti runkokuljetusten toimintaympäristöstä. Etäisyydet ovat kaupungeissa lyhyitä, mutta rakennuksien tiivis sijainti ja oleva infrastruktuuri asettavat rajoituksia esimerkiksi kalustolle ja reittisuunnittelulle. Tämä aiheuttaa logistisia haasteita muun liikenteen ja rajallisten tilojen vuoksi. (Kallionpää 2013.)

Ahtaalla tontilla kaupunkialueella rakentaminen tuottaa erilaisia haasteita logistiikan näkökulmasta. Haasteita tuottavat esimerkiksi rajalliset toimintaympäristöt, jotka heijastuvat tavarantoimituksiin ja muihin logistiikkatoimintoihin työmaalla. Kaupunkialueella tavarantoimituksien tarkemman suunnittelun merkitys korostuu. Tämä johtuu siitä, että isoja tavarantoimituksia voidaan joutua purkamaan esimerkiksi yleiseltä liikennöidyltä tieltä, jolloin tiealue on suljettava väliaikaisesti, josta on ajoissa ilmoitettava asianomaisille viranomaisilla. Kaupunkiympäristössä tulee ottaa muu liikenne huomioon toiminnassa ja aiheuttaa mahdollisimman vähän häiriöitä muulle liikenteelle. Toimituksien suunnittelussa tulee ajoissa pohtia mistä, millä, miten ja minne tuleva materiaali puretaan. Kun materiaalien toimitusmäärät ovat suuria, hyvin suunniteltu materiaalin purku antaa mahdollisuuden toiminnan ongelmattomaan sujuvuuteen ja täten vähentää työturvallisuusriskejä ja aikatauluviiveitä.

Kaupunkialueella tilojen ollessa todella rajallisia, on mahdollista vuokrata kaupungilta kokonaisia tai vain osittaisia katualueita vuokratäyttöön varastointitarkoitukseen tai työkoneita varten (kuva 10). Tämä kuitenkin usein on melko suuri kustannus työmaan budjetille, joten tähän yleensä turvautaan ainoastaan pakon edessä, kun tilaa ei ole riittävästi kattamaan työmaan tarpeita.



KUVA 10. Katualueen vuokraus kaupunkiympäristössä (Koskinen 2020)

Kaupunkialueella työskennellessä tulee muistaa, että rakennustyömaan ympärillä on paljon mahdollista siviili liikennettä, joten tämä täytyy ottaa huomioon kaikessa työskentelyssä rakennustyömaalla.

4.2 Purkutyöt

Purkutyöt ovat yksi korjausrakentamista koskeva erityispiirre. Purkutyössä korjauskohteesta muodostuu monia eri jätelajin omaavia jätteitä. Tavoitteet maailmalla vastuullisuuden suhteen heijastuvat suoraan myös rakennustyömaille ja purkujätteiden kierrätykseen, käsittelyyn, kiertoon sekä uudelleen käyttöön. Vielä nykypäivänä, monesti törmää siihen, että rakennustyömailla ei jätteitä lajitella riittävällä laajuudella, vaan sen sijaan eri jätelajit sekoitetaan yhdeksi jätteeksi. Jätteiden lajittelulla on myös onnistuessaan merkittävät positiiviset kustannusvaikutukset työmaan jätehuoltoon.

”Jätelainsäädännön uudistus on käynnissä. Se liittyy EU:ssa kesällä 2018 hyväksytyn jättesäädöspaketin toimeenpanoon Suomessa. EU:n jättesäädöspaketin keskeisinä tavoitteina on vähentää jätteen määrää ja lisätä uudelleenkäyttöä ja kierrätystä”. (Ympäristöministeriö 2020.)

Korjausrakentamisessa työmaan alkuvaiheessa on aina enemmän ja vähemmän purkutöitä, jotka hallitsevat työmaan logistiikkaa. Purut työmaalla alkavat kevyistä puruista, jonka jälkeen suoritetaan raskaat purut. Jätelainsäädäntöjen uudistuessa rakennusjätteen kierrätysvaatimukset tiukentuvat ja

aiheuttavat täten myös logistisia haasteita työmaille etenkin kaupunkiympäristössä, jossa tilaa ei välttämättä paljon ole käytettävissä. Tämä tarkoittaa sitä, että jätelavoja voidaan tarvita entistä enemmän ahtaille työmaille, jossa on mittavat purkutoimenpiteet. Jos tilaa ei yksinkertaisesti ole, on purkutoimenpiteet suunniteltava siten, että jätteiden lajittelu ei aiheuta tilahaasteita työmaalla, esimerkiksi jaksottamalla purkutöitä rakennusosittain purkumateriaalit eriteltyinä. Logistiikan näkökulmasta olennaista on, että purkumateriaali saadaan tehokkaasti lajiteltua omille lavoilleen ja kuorma-autolla on riittävästi tilaa operoida jätelavojen kanssa.

Purkujätteen haltijan on järjestettävä jätteiden erilliskeräys niin, että suurin osa jätteistä voidaan jätelain 8 §:n mukaan valmistella uudelleenkäytettäväksi tai muutoin kierrättää tai hyödyntää. Työmaalla järjestetään erilliskeräys seuraaville jätteille (Valtioneuvoston asetus jätteistä 2012/179, 16 §):

- betoni-, tiili-, kivennäislaatta- ja keramiikkajätteet
- kipsipohjaiset jätteet
- metallijätteet
- paperi- ja kartonkijätteet
- maa- ja kiviainesjätteet
- muovijätteet
- lasijätteet
- kyllästämättömät puujätteet.

Tyypillisimpien jätteiden lisäksi (kuva 11), kun puhutaan korjausrakennuskohteesta, usein törmätään asbestiin. Asbesti kuuluu vaarallisiin jätteisiin ja täten sille on järjestettävä asianmukainen jätehuolto työmaille. ”Jätteen haltijan on huolehdittava siitä, että toiminnassa syntyvä asbestijäte kerätään ja kuljetetaan viivytyksettä käsittelyyn erillään muusta jätteestä. Asbestijätteen säilyttämisessä ja kuljettamisessa on käytettävä tiiviisti suljettavia kestäviä pakkauksia, joiden merkinnöistä käy ilmi, että ne sisältävät asbestia. Niitä on rikkoontumisen ehkäisemiseksi käsiteltävä varovasti ja huolellisesti”. (Valtioneuvoston asetus jätteistä 2012/179, 19 §.)

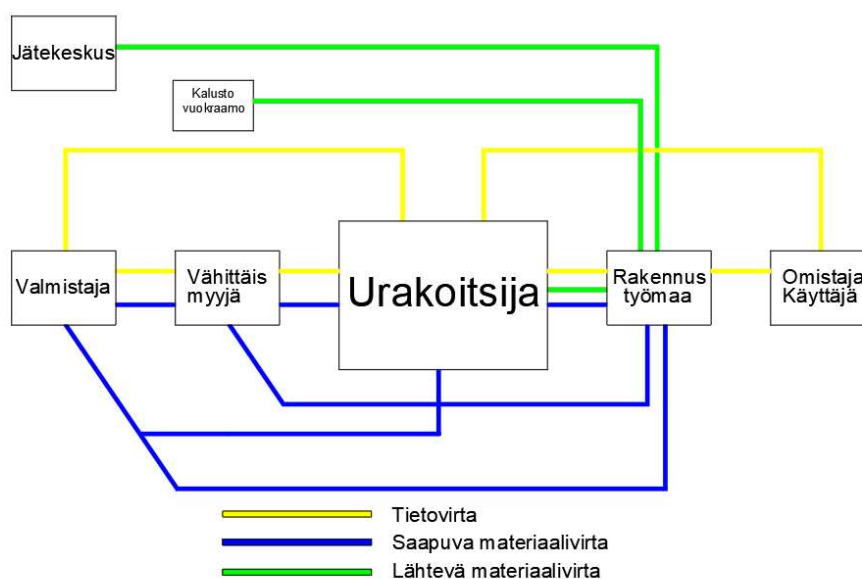


KUVA 11. Rakennus- ja purkujätteen synty vuodessa (Koskinen 2020, Lassila & Tikanoja 2016 mukaan)

Korjaushankkeen purkutöiden onnistumisen kannalta tärkeää on logistiikan näkökulmasta, että menetelmät ja resurssit valitaan oikein. Purkujätteen siirtoon on olemassa lukuisia menetelmiä kuten jätekuilut, tavarahissi, hihnakuilut, imuautot, murskaimet, kurottaja tai nosturiauto. Menetelmät tulee kohdistaa aina kohdehankkeeseen ominaisella tavalla.

4.3 Materiaalivirtojen hallinta

Materiaalivirta tarkoittaa työmaalle saapuvaa tai työmaalta lähtevää materiaalia (kuva 12). Korjauskohteissa usein on, että purkumateriaalia lähtee saman aikaisesti työmaalta, kun uutta materiaalia työmaalle saapuu. Näiden kahden materiaalivirran törmäminen työmaalla aiheuttaa haasteita ja siten materiaalivirtojen suunnitteluun on panostettava.



KUVA 12. Rakennustyömaan materiaali- ja tietovirrat (Koskinen 2020)

Rakennushankkeessa eri urakoitsijat ovat perinteisesti vastanneet oman urakkansa logistiikasta, johon kuuluvat materiaalitoimitukset ja erilaiset palvelut. Tämä huomioiden jokaisen hankkeen osapuolen tulee ymmärtää, että tietovirtojen merkitys suuremmissa hankkeissa kasvaa. Kaikkien hankkeen osapuolten tulee olla perillä siitä, mitä työmaalle on tulossa, kuinka paljon ja milloin. Tietovirta hankkeen osapuolten välillä on logistiikkaa samalla tavalla kuin esimerkiksi materiaalin työmaalle saapuminen. Materiaalivirtojen hallinnan näkökulmasta on ensisijaisen tärkeää, että tietovirrat osapuolten välillä ovat kunnossa. Pääurakoitsijan on myös huolehdittava siitä, että jokainen osapuoli tämän ymmärtää ja sitä noudattaa.

Materiaalitoimitusten tarkalla suunnittelulla vältetään liian suuren varastointitarpeen ja materiaali-putteiden viivästymisen aiheuttamista kustannuksista. Lähtötiedot ovat yleensä alussa tulkinnanvaraisia, joten toimituksia ei kannata suunnitella heti tarkasti. Materiaalihankinnat on hyvä suunnitella ensin karkeasti lohkoittain useisiin eri toimituseriin hankkeen aikataulun mukaisesti. Tarkemmassa materiaalitoimitusten suunnittelussa sovitaan tavarantoimittajan kanssa karkeista toimitusaikatauluista ja siitä, että tavarantoimittajalle ilmoitetaan toimituserien tarkat tiedot tiettyyn aikaan mennessä ennen varsinaista toimitusta. (Pahkala ym. 680.)

Toimituserät täytyy suunnitella siten, että se vastaa työmaan todellista tarvetta. Materiaalihankinnat voidaan suunnitella työkohdekohtaisesti, kerroksittain tai lohkoittain (kuva 13). On myös syytä muistaa, että työkohdekohtainen materiaalihankinta voi vähentää laskentavirheitä, joita suurissa materiaalmäärissä voi esiintyä. Lisäksi työkohdekohtainen hankinta antaa myös näkemystä halutusta toimitusajasta paremmin, kuin suuremmat hankinnat. (Pahkala ym. 680). Tämä voi osittain helpottaa materiaalien hankintaa, mutta useimmilla materiaalivalmistajilla ja rautakaupoilla on rahtimaksut, joten liikaa materiaalin kohdennettua työkohdekohtaista hankintaa on syytä pohtia. Pienemmät erät työmaalle toimitettuina on tietysti logistiikan kannalta hyvä vaihtoehto, jos varastointitilaa on niukasti.

Materiaali	Määrä	Kohde	Toimitusviikko
Runkotavara	500 m ²	Lohko A	12
Villat	500 m ²	Lohko A	12
Kipsilevyt	1000 m ²	Lohko A	12
Runkotavara	400 m ²	Lohko B	20
Villat	400 m ²	Lohko B	20
Kipsilevyt	800 m ²	Lohko B	20
Runkotavara	200 m ²	Lohko C	28
Villat	200 m ²	Lohko C	28
Kipsilevyt	400 m ²	Lohko C	28

KUVA 13. Esimerkki väliseinätyön materiaalien toimituserät lohkoittain (Koskinen 2020)

Materiaalien toimitusajat tulisi suunnitella siten, että se on juuri ennen materiaalin todellista tarvetta. Tämä vähentää työmaan varastointitarvetta ja mahdollistaa materiaalin siirron kuljetuksesta työpis-
teelle, jolloin materiaalin myöhempi käsittely jää pois. Materiaalin vastaanottajan työmaalla on kiinnitettävä huomiota siihen, missä materiaalia käytetään. Varastointipaikka tulisi valita mahdollisimman läheltä lopullista materiaalin käyttökohdetta.

Rakennushankkeen tuotantovaiheessa on syytä jokaisen osapuolen noudattaa logistiikan kokonaisratkaisuja. Logististen toimintojen onnistumista ja tilannetta voidaan viikoittaisissa päivityspalaverissa päivittää tilanteiden mukaan. Tavoite on, että jokaisella hankkeen osapuolella on reaaliaikainen tieto materiaalitoimituksien tilasta. (Peltokorpi ym. 2019, 11.) Tämän onnistumiseksi voidaan käyttää esimerkiksi digitaalisia ratkaisuja osapuolten välillä. Logistiikka-kalenteri voi olla perinteinen sähköpostin kalenteri, johon osapuolet voivat päivittää kalenterikutsuilla tietoja hankkeen osapuolille työmaalle tulevista materiaaleista, jolloin jokaisella on tieto siitä, mitä työmaalle saapuu ja tähän osataan varautua.

On oleellista, että hankkeissa otetaan logistiikan näkökulma riittävällä tavalla huomioon hankkeiden tuotannonsuunnitteluvaiheissa. Toimitusketjun hallinnan ja logistisen näkökulman kehitys vaatii yhteistyötä niin aliurakoitsijoiden kuin tavarantoimittajien kanssa. Toimitusketjun kehittämisen lisäksi tulee kehittää myös materiaalivirtojen työmaalla tapahtuvaa käsittelyä, koska sillä on suuri vaikutus

tarvittavaan työmäärään, työturvallisuuteen, ergonomiaan, kaluston tarpeeseen, materiaalihävikkiin sekä tuotevaurioihin. Jokaiselle materiaaliryhmälle ei välttämättä voida soveltaa samoja käsittelymenetelmiä vaan ne ovat tuoteryhmillä ominaisia, ja niitä tulee kokemusten, mahdollisuuksien ja tarpeiden mukaan pyrkiä jatkuvasti kehittämään. (Rakennusteollisuus 2009, 36.)

Kaupunkiympäristössä sijaitsevassa korjauskohteessa loppujen lopuksi korostuu aikaisemmin mainitut toimituserien ja toimituksen ajoituksen tarkka suunnittelu, joka vähentää mahdollisia häiriöitä varastoinnissa tai materiaalin turhaa jatkokäsittelyä työmaalla. Kiteytettynä materiaalivirran hallinnan tärkeimmät piirteet ovat työmaalla käytävä selkeä kommunikointi hankkeen eri osapuolten kanssa, täsmällinen suunnittelu ja ennen kaikkea ajoitus.

4.4 Suunnitelmien ja käytännön yhteensovittaminen

Rakentaminen on yleensäkin erilaisten työsuoritteiden ja urakoiden yhteensovittamista. Puhuttaessa suuremmista korjaushankkeista, on itsestään selvää, että työmaalla toimii useita eri osapuolia eri ammattikunnista ja täten yhteisen sävelen löytäminen vaatii tarkkaa aikataulusuunnittelua ja loogista rakentamisjärjestystä. Hankkeen eri osapuolten siirreltävät materiaalit, työkoneet ja laitteet yhdessä altistavat hankkeelle logistisia riskejä työmaan häiriöttömälle etenemiselle. Tässä tapauksessa suunnitelmien ja käytännön työn yhteensovittaminen rakentamisen aikana on ensisijaisen tärkeää ja tähän on jokaisen hankkeen osapuolen sitouduttava. Logistiikan näkökulmasta pohjimmiltaan kyse on yhteistyöstä, jota jokaisen täytyy noudattaa omissa urakkasuorituksissaan huomioiden muut urakoitsijat, mutta loppukädessä pääurakoitsija on aina vastuussa logistiikan hallinnasta.

Loppujen lopuksi suunnitelmien ja käytännön yhteensovittamisessa on kyse myös johtamisesta työturvallisuus huomioon ottaen ja hyvästä kommunikoinnista osapuolten välillä. Lakitekstiin viitaten ”Päätoteuttajan on huolehdittava turvallisuuden ja terveyden kannalta tarpeellisista työmaan yleisjohdosta ja osapuolten välisen yhteistoiminnan ja tiedonkulun järjestämisestä, toimintojen yhteensovittamisesta sekä työmaa-alueen siisteydestä ja järjestyksestä” (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 12 §).

Yhteensovittamisen ensisijainen tavoite logistisessa mielessä on työmaan eteneminen kannattavasti ja aikataulussa ilman turhia materiaalien käsittelykertoja työmaalla. Pahimmassa tapauksessa yhteensovittamisen häiriöt voivat johtaa jonkun työvaiheen keskeytymiseen. Tämä voi johtua esimerkiksi siitä, että materiaalia on jonkun urakoitsijan edessä, jolloin materiaalille on järjestettävä jokin muu varastointipaikka, josta syntyy niin ikään ylimääräisiä materiaalin käsittelykertoja. Tätä voidaan ehkäistä niin ikään hyvällä kommunikaatiolla urakoitsijoiden kesken.

5 LOGISTIIKKASUUNNITELMA KOHTEESSA AS OY KUOPION LÄÄNINLÄÄKÄRI

Opinnäytetyön kohdetyömaana toimii tuleva Asunto Oy Kuopion Lääninlääkäri. Kohteeseen Lujatalo rakentaa 42 erikokoista asuntoa. Kohde tuli ennakkomarkkinointiin lokakuussa ja työt alkaa marraskuussa 2020.

Opinnäytetyössäni on laadittu kohteeseen logistiikkasuunnitelma, joka käsittää hankkeen purkuvaiheen, sisävalmistusvaiheen ja ulkopuolen työt, kuten vesikatto-, julkisivu- ja maatyöt. Suunnitelmassa on keskitytty käytännön ratkaisuihin rakennusvaiheittain logistiikan näkökulmasta ja toteutuksesta. Suunnitelman keskiössä ovat materiaalivirrat lähtevän ja saapuvan osalta, sekä niiden hallinta ja liikuttelu työmaalla.

5.1 Kohde

Kuopion entinen lääninsairaalan alue sijaitsee Valkeisenlammen rannalla ja on osa valtion rakennusperintöä. Samalla se kuuluu historiallisten lääninkeskusten tärkeään julkiseen rakennuskantaan. (Museovirasto 2009). Vuonna 1906 kirurgiseksi osastoksi valmistunut rakennus on tunnelmallinen ja linnamainen, ja se on vuosisadan seisonut Kauppakadun päässä maamerkkinä (kuva 14).



KUVA 14. Kuopion vanhan lääninsairaalan itä-sivu (Koskinen 2020)



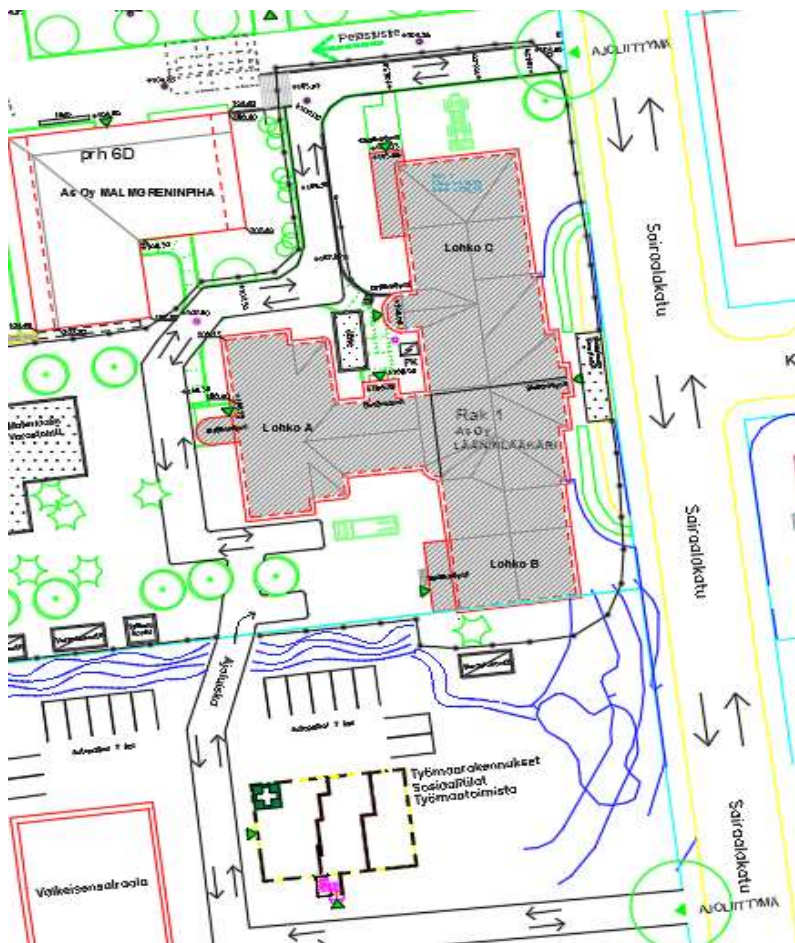
KUVA 15. Ilmakuva kohteesta As Oy Kuopion Lääninlääkäri (Google maps)

Kohde sijaitsee vain kiven heiton päässä Kuopion torilta Sairaalakadun ja Kauppakadun risteyskohdassa (kuva 15). Rakennuksen pääsiipi on neljäkerroksinen ja länsisiipi kolmekerroksinen. Koko rakennus käsittää tilavuudeltaan noin $12\,200\text{ m}^3$. Kuvaan 15 huomiona, että se ei vastaa tämän päivän tilannetta. Tulevan Lääninlääkärin takapihalle on valmistunut vuonna 2020 syksyllä As Oy Malmgreninpiha, joten tilaa takapihalla ei ole niin paljon, kuin kuvassa 15 esitetään (kuva 16).

5.2 Logistiikka työmaalla

Työmaalla logistiikkaa suunnitellaan ja hallitaan työmaan toimihenkilöiden voimin rakentamisen aikana. Työnjohtajan vastuulle kuuluu työmaan logistiikan tehokas toiminta jokaisessa vaiheessa. Työmaa on jaettu kolmeen lohkoksi a-, b-, ja c-lohkoksi. Lähtökohtana on, että työvaiheet alkavat aina a-lohkolta ja päättyvät c-lohkolle rakennuksen pohjoispäättyyn. Tämä logistiikan näkökulmasta siksi, että kohteen mittavien purkutoimenpiteiden takia purkumateriaali ja uusi materiaali pyritään pitämään koko hankkeen ajan erillään toisistaan, jotta uusi materiaali ja purkumateriaali eivät joutuisi ”törmäyskurssille” missään vaiheessa. Tämä auttaa ylläpitämään työmaan yleistä järjestystä ja siisteystasoa.

Suunnitelmassa työmaalla rakentamisen aikana kiertää työmaatie ympäri rakennettavan kohteen (kuva 16), joka ei ole yksisuuntainen, mutta yhtä aikaa molempiin suuntiin sitä ei pysty ajamaan. Työmaatie ympäri rakennuksen mahdollistaa tavarantoimitukset työmaan varastointialueille sekä nosturiautojen, kurottajien, betonautojen ja jäteautojen operoinnin tontilla.



KUVA 16. As Oy Kuopion Lääninlääkäri työmaatie (Koskinen 2020)

Työmaatietä (kuva 16) ei välttämättä pystytä toteuttamaan työmaan ympäri kiertävänä tienä, mutta se ei vaikuta merkittävästi työmaan liikennöintiin ja siellä operointiin raskaammilla ajoneuvoilla. Syynä tähän on vasta valmistunut As Oy Malmgreninpiha, joka osaltaan vähentää työmaalla olevaa toimintatilaa lähinnä raskaan liikenteen osalta.

Lujatalolla on oma kalustokeskus, joka tilauksesta toimittaa yhteistyökumppanin kuljetuksella työmaalle pienkoneet ja tarvikkeet sekä muut vuokrakaluston tarjoajat toimittavat tarvittavia henkilönostimia esimerkiksi saksilavanostin ja kuukulkija. Jätehuollon työmaalla hoitaa Lassila & Tikanoja, mutta jätelavojen tyhjennyksestä ja vaihtolavojen toimittamisesta huolehtiminen jää pääurakoitsijan vastuulle. Purkuvaiheessa jätelavojen ajaminen on aikataulullisesti tiheää ja vaaditaan runsaasti ajoja, joten on tärkeää, että ajoreitit pidetään kuorma-autoille vapaina, jotta jätelavat eivät jää täytenä mottiin työmaalle.

Logistiikkasuunnitelmassa tavarantoimituksia varten on merkitty vakio varastointialueita, jotka ei pääosin rakentamisen aikana muutu. Työmaan logistiikka koostuu pääosin tavarantoimituksista rautakaupoista, terminaaleista tai valmistajien tehtailta suoraan. Työmaatien ansiosta materiaalitoimitukset on mahdollista toimittaa suoraan varastointialueille ilman turhia käsittelykertoja. Ihannetilanteessa materiaali saadaan suoraan kuormasta rakennuksen sisälle työnaikaiseen varastointiin materiaalin haalausaukkojen kautta, jolloin myös materiaalin käsittelykertoja saadaan vähennettyä. Herkästi vaurioituvat materiaalit, kuten kalusteet ja ovet toimitetaan täsmätoimituksina siten, että ne saadaan mahdollisimman lähelle sisäänkäyntejä, josta ne viedään rakennuksen sisätiloihin ennalta

suunnitelluille paikoille. Työmaalla pidetään rakentamisen aikana logistiikka-aikataulua työmaan toimihenkilöiden kesken, jotta jokainen on tietoinen siitä, mitä työmaalle on tulossa ja milloin. Logistiikka-aikataulua päivitetään viikoittain ja pidetään jokainen ajan tasalla, jotta yllätyksiä ei pääse syntymään.

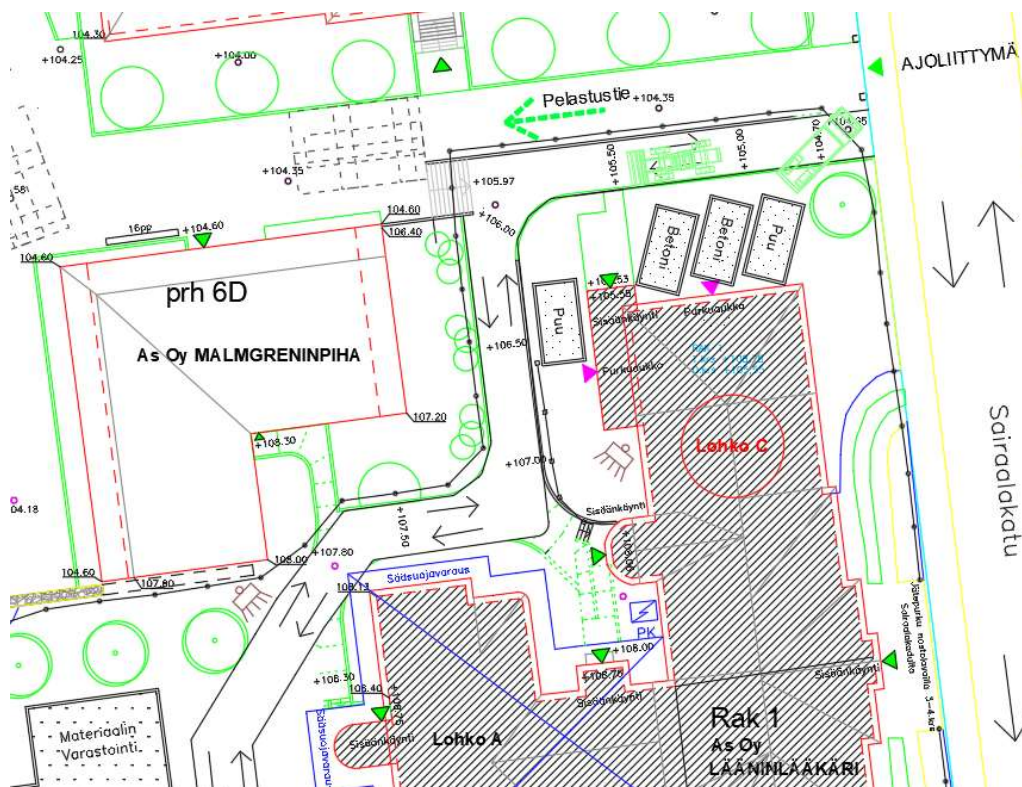
Rakennuksen sisätiloissa on vaihtoehtona käyttää erilaisia materiaalin vaakasiirtoihin tarkoitettuja välineitä, kuten levykärri, haarukkavaunu ja kuljetusvaunu. Kohdetyömaan rakennuksessa on pitkiä käytäviä, joten siirtokalustosta saataisiin merkittävä hyöty irti ajallisesti ja resurssien tarve materiaalin siirtoon saataisiin minimoitua. Tässä on kuitenkin huomioitava, että käytävien kulkuväylät on pidettävä avoimina ja esteettöminä.

5.2.1 Purkuvaihe

Kohteessa on mittavat purkutoimenpiteet, jotka työmaan alkuvaiheessa hallitsevat työmaan logistiikkaa. Purettavia rakennusosia on niin tiiliseinistä, vesikaton peltikatteeseen. Purut tehdään kohteessa lohkoittain, jossa pätee järjestys A-lohko, B-lohko, C-lohko.

Kohteen purkujärjestys:

- kevyet purut
- raskaat purut
- roilot, varaukset, reiät.



KUVA 17. Esimerkki C-lohkon purkujen aikaisesta työmaa-alueen käytöstä (Koskinen 2020)

5.3 Mahdolliset ongelmat ja häiriötilanteet

Mahdollisia häiriöitä hankkeen aikana voi esiintyä niin materiaalitoimitusten, yhteensovittamisen, varastoinnin ja päällekkäisyyksien suhteen. Tontti on alaltaan suhteellisen iso, mutta se on vaikea-kulkuinen suojeltavien puiden ja maan muotojen takia. Työmaan suurin varastointiin tarkoitettu alue sijaitsee rakennuksen Länsi-sivulla takapihalla Valkeisenrannan puolelle, joten materiaalitoimitusten esteetön pääsy varastointialueille on varmistettava hankkeen aikana.

Hankkeen alkuvaiheessa olevat raskaat purut myös ryhmittävät työmaa-alueen vaihtolavoilla, jotka vievät suuren tilan muulta toiminnalta ja materiaalilta tontilla. Purkujen aikana on tärkeää sijoitella jätelavat niin, että ne eivät ole työmaaliikenteen edessä. Purkumateriaalin poisto rakennuksesta jätelavoille on tehokkain suorittaa kurottajan tavarakorin kautta jätelavoille. Tämä tarkoittaa, että purkumateriaalia tulee kerätä haalausaukoille runsaasti ennen kurottaja tyhjennystä. Yksi vaihtoehto purkumassan pois saantiin oli jätekuilu, mutta todettiin, että se ei tässä tapauksessa sovellu kohde-työmaalle. On tärkeää, että purkuvaihe etenee suunnitellusti, jos purut viivästyvät ongelmien tai korjausrakentamiseen kuuluvan yllätysmomentin suhteen, on riskinä, että purkumateriaali ja uusimateriaali törmäävät työmaalla, jolloin siisteyden ja järjestyksen hallinnasta tulee hankalampaa. Suunnitelma muutokset voivat aiheuttaa häiriöitä hankkeen aikana ja niihin tulee reagoida aina tapauskohtaisesti.

6 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön ensisijaisena tavoitteena oli tuottaa kohdetyömaan kannalta mahdollisimman hyödyllistä ja käyttökelpoista aineistoa, jota voi mahdollisuuksien mukaan käyttää hankkeen aikana, mutta tavoite oli myös ennen kaikkea itse oppia rakennustyömaan logistiikasta ja sen erityispiirteistä korjausrakentamisen näkökulmasta, peilaten aikaisempiin omiin kokemuksiini työmailta. Työn aikana tutustuin lukuisiin eri tietolähteisiin logistiikasta ja tein huomion, että rakennushankkeen logistinen onnistuminen on monen eri asian summa ja tähän täytyy panostaa jo varhaisessa vaiheessa ennen rakennushankkeen aloitusta. Niin kuin yleisesti sanotaan ”hyvin suunniteltu on puoliksi tehty” pätee myös logistiikan käsitteessä rakennustyömailla.

Kaiken kaikkiaan mielestäni logistisen prosessin tärkein elementti riippumatta asiasta, on tietovirtojen merkitys osapuolten välillä. Jos osapuolet eivät tiedä toistensa tekemisistä, voi syntyä päällekkäisyyksiä työmaalla, joka johtaa usein turhiin häiriöihin, tai esimerkiksi yllättäen työmaalle saapuva materiaalityö, johon ei olla varauduttu. Tärkeää on myös työmaalla rakentamisen aikana tehtävä tarkempi logistinen suunnittelu ja toteutus, johon sisältyy siirtokaluston valintaa tapauskohtaisesti materiaalien haalaukseen tai siirtämiseen, materiaalien varastointia, hankkeen osapuolten välistä töiden yhteensovittamista, logistiikka-aikataulun ylläpitämistä ja tiedon jakamista eri osapuolten kesken. Rakennushankkeissa toimii usein monta eri osapuolta ja logistisessa mielessä yhteistyön on oltava laadukasta ja toiset huomioon ottavaa, jotta häiriöitä ei syntyisi.

Kuten työssä on korostettu, jokainen suunniteltava kohde on erilainen, eikä yhteen kohteeseen laadittua logistiikkasuunnitelmaa voida täysimääräisesti käyttää toisella työmaalla. Jokaisella työmaalla on omat erityispiirteet ja etenkin korjauskohteissa niitä esiintyy. Merkittävät purkumassat, joita korjauskohteissa usein on, hallitsevat työmaan alkuvaiheessa logistiikkaa ja vievät rakennuksen tontilta huomattavan tilan jätelavoille. Jätteen lajitteluvaatimusten noustessa tämä voi ahtailla tonteilla aiheuttaa logistisia ongelmia, kun lavoja tarvitaan enemmän tontille eri jätelajin jätteille kuin todellisuudessa tilaa niille olisi.

Logistiikassa, kuten muissakin työmaan etenemisen kannalta tärkeissä elementeissä on tärkeää, että logistiikasta vastuussa olevat henkilöt, pystyvät ajattelemaan asioita viikkotasolla eteenpäin. Jokainen työvaihe vaatii lähes aina jonkinlaista logistista suoritetta. Tämä voi olla esimerkiksi materiaalin nostaminen varastointialueelta työkohteelle, materiaalin siirtäminen sisätiloissa, suuren materiaalityömuksen vastaanotto tai purkumateriaalin poistaminen rakennettavasta kohteesta. Jo varhaisessa vaiheessa aloitettu suunnittelu vähentää riskejä epäonnistua, ja ennen kaikkea vähentää myös työturvallisuusriskejä. Työmaan yleisen siisteyden ja järjestyksen kannalta, ennakkosuunnittelu nousee avainrooliin myös logistiikan näkökulmasta.

Opinnäytetyön rajausta olisi voinut kohdentua esimerkiksi purkutöihin kiertotalouden näkökulmasta, mutta näen tutustumisen jokaiseen logistiikan kannalta tärkeään piirteeseen hyvänä asiana työssäni. Tärkeimpänä oppina opinnäytetyö tarjosi laajan katsauksen rakennustyömaiden logistiikan hallintaan liittyviin asioihin, niiden karkeaan suunnitteluun ennen rakentamista ja tarkempaan suunnitteluun rakentamisen aikana. Mielestäni tavoitteeseen opinnäytetyössä päästiin ja lopputuloksena syntyi työ-

maalle As Oy Kuopion Lääninlääkäri logistiikkasuunnitelma, joka sisältää käytännön ratkaisuja logistiikassa mielessä eri rakennusvaiheiden aikana. Työtä voi mahdollisuuksien mukaan kehittää syventymällä johonkin tiettyyn logistiikan kannalta tärkeään asiaan esimerkiksi purkuvaiheen jätteet, työmaan sisäiset siirrot tai materiaalitoimitukset. Opinnäytetyön tekeminen tarjosi laajan katsauksen rakennustyömaiden logistiikkaan monesta eri näkökulmasta, ja uskon että nämä asiat antavat opin lisäksi, myös työkaluja tulevaisuudessa työelämän haasteisiin.

LÄHTEET

- Brise, Rick 2017. The importance of logistics on construction sites. Verkkojulkaisu. <https://www.assignar.com/au/construction/importance-logistics-construction-sites/>. Viitattu 7.11.2020.
- Citylogistics 2020. Methodologies for impact assessment of on-site and off-site construction logistics. Verkkojulkaisu. <http://www.citylogistics.info/research/research-methodologies-for-impact-assessment-of-on-site-and-off-site-construction-logistics/#more-3258>. Viitattu 7.11.2020.
- Cramo 2020. Työmaalogistiikkapalveluilla tehokkuutta ja säästöjä. Verkkojulkaisu. <https://www.cramo.fi/fi/yritys/ajankohtaista/uutiset/tyomaalogistiikkapalveluilla-tehokkuutta-ja-saastoja>. Viitattu 11.10.2020.
- Google Maps julkaisuaika tuntematon. Kuopio. Sairaalakatu 6-8. <https://www.google.fi/maps/place/Sairaalakatu+6,+70110+Kuopio/@62.891429,27.6645818,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x4684b08f5c9afc23:0xc048455ae65817b3!8m2!3d62.891429!4d27.6667705>. Viitattu 1.11.2020.
- Haaranen, Hannu 2019. Hankintatoimi ja logistiikka. Opetusmateriaali. Rakentamistalous 2. Savonia-ammattikorkeakoulu. Viitattu 14.10.2020.
- Kallionpää, Erika 2013. Toimintamalleja kaupunkilogistiikan kehittämiseen. Verkkojulkaisu. Verne liikenteen tutkimuskeskus. <https://www.tut.fi/verne/toimintamalleja-kaupunkilogistiikan-kehittamiseen/#more-4989>. Viitattu 15.10.2020.
- Koski, Hannu, Kiviniemi, Markku, Palolahti, Tuomas, & Sahlsted, Satu 2009. Rakennustyömaan toimitusten ohjaus. Pdf-tiedosto. Julkaistu 16.11.2009. Helsinki: Rakennusteollisuus. https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2009/Rakennustyomaan_toimitusten_ohjaus_091116.pdf. Viitattu 11.10.2020.
- Lassila&Tikanoja 2018. Heitätkö kaikki rakennusjätteet samaan laariin? Ei kannattaisi. Verkkojulkaisu. <https://lassikko.lt.fi/heitatko-kaikki-rakennusjatteet-samaan-laariin-ei-kannattaisi>. Viitattu 6.10.2020.
- Logistiikanmaailma julkaisuaika tuntematon. Tieto- raha ja materiaalivirrat. Verkkojulkaisu. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimitusketju/tieto-raha-ja-materiaalivirrat/>. Viitattu 6.11.2020.
- Logistiikanmaailma julkaisuaika tuntematon. Logistiikan tavoitteita ja toimintamalleja. Verkkojulkaisu. <http://www.logistiikanmaailma.fi/aineistot/logistiikan-aidot/tavoitteita-ja-toimintamalleja/>. Viitattu 13.10.2020.
- Logistiikanmaailma julkaisuaika tuntematon. Logistiikan historiaa. Verkkojulkaisu. <http://www.logistiikanmaailma.fi/aineistot/logistiikka-lukiolaisille/mita-on-logistiikka/>. Viitattu 2.10.2020.

Logistiikanmaailma julkaisuaika tuntematon. Logistiikka. Verkkojulkaisu.

<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/>. Viitattu 9.10.2020.

Lujatalo julkaisuaika tuntematon. Suomalainen rakentaja Lujatalo. <https://www.lujatalo.fi/>. Viitattu 20.9.2020.

Museovirasto 2009. Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt. Verkkojulkaisu.

http://www.rky.fi/read/asp/r_kohde_det.aspx?KOHDE_ID=4677. Viitattu 26.10.2020.

Pahkala, Samuli, Wegelius-Lehtonen, Tutu, & Tanninen-Ahonen, Tiina julkaisuaika tuntematon.

Logistiikka on sujuvaa materiaalitoimitusten hallintaa. Pdf-tiedosto. Helsinki: Rakennustieto Oy.

<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK98s677.pdf>. Viitattu 1.9.2020.

Palolahti, Tuomas & Sahlsted, Satu 2010. Toimitusten ohjaaminen työmaalla. Pdf-tiedosto. Julkaistu

2010. Helsinki: Rakennustieto Oy. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100503.pdf>.

Viitattu 11.10.2020.

Peltokorpi, Antti, Lavikka, Rita, & Muge, Tetik 2019. Rakentamisen logistiikkaratkaisut. Pdf-tiedosto.

Julkaistu 23.10.2019. Aalto-yliopisto. [https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2019-](https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2019-10/loppuraportti_rakentamisen_logistiikkaratkaisut_23.10.2019.pdf)

[10/loppuraportti_rakentamisen_logistiikkaratkaisut_23.10.2019.pdf](https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2019-10/loppuraportti_rakentamisen_logistiikkaratkaisut_23.10.2019.pdf). Viitattu 30.10.2020.

Rakennusteollisuus 2009. Toimitusketjun hallinta talonrakentamisessa. Pdf-tiedosto. Julkaistu

25.11.2009. [https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/rakentamisen-kehittaminen/ketju-](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/rakentamisen-kehittaminen/ketju-yhteenvetoraportti.pdf)

[yhteenvetoraportti.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/rakentamisen-kehittaminen/ketju-yhteenvetoraportti.pdf). Viitattu 30.10.2020.

Ratu C2-0454 Rakennustyömaan aluesuunnittelu 2017. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakennustietosäätiö RTS. <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu>. Viitattu 12.10.2020.

Ratu S-1227 Työmaan toimitusten suunnittelu ja ohjaus 2010. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakennustietosäätiö RTS. <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu>. Viitattu 14.10.2020.

RatuTT 06-00063 Nosto- ja siirtokalusto. suunnitteluohje. Kone-Ratu 04-3009 2000. Helsinki:

Rakennustieto Oy. Rakennustietosäätiö RTS. <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu>. Viitattu 10.10.2020.

Sahlsted , Satu & Lindberg, Rita julkaisuaika tuntematon. Materiaalien suojaus työmaalla. Pdf-

tiedosto. Helsinki: Rakennustieto Oy. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK140507.pdf>.

Viitattu 12.10.2020.

Toimintaympäristö 2018. Megatrendit 2030. Verkkojulkaisu.

https://toimintaymparisto.hel.fi/megatrendit_2030. Viitattu 15.10.2020.

Solakivi, Tomi 2009. Logistiikkaselvitys 2009. Liikenne- ja viestintäministeriö. Liikenne- ja

viestintäministeriön julkaisu 2009/11.

[https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78281/Julkaisu_11-](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78281/Julkaisu_11-2009.pdf?sequence=1)

[2009.pdf?sequence=1](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78281/Julkaisu_11-2009.pdf?sequence=1). Viitattu 21.10.2020.

Ttsliftec 2019. Logistiikan lyhyt oppimäärä. Verkkojulkaisu. [https://ttsliftec.com/logistiikan-historian-](https://ttsliftec.com/logistiikan-historian-lyhyt-oppimaara/)

[lyhyt-oppimaara/](https://ttsliftec.com/logistiikan-historian-lyhyt-oppimaara/). Viitattu 7.10.2020.

Valtioneuvoston asetus jätteistä 2012/179. <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2012/20120179>. Viitattu 6.11.2020.

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>. Viitattu 2.10.2020.

Ympäristöministeriö 2020. Jätesäädöspaketti. Verkkojulkaisu. <https://ym.fi/jatesaadospaketti>. Viitattu 26.10.2020.

Ympäristöosaava julkaisuaika tuntematon. Työmaan hallinta. Verkkojulkaisu. <https://www.ymparistoosaava.fi/rakennusala/index.php?k=22799>. Viitattu 12.10.2020.

LIITTEET (SALATTU)

LIITE 1: LOGISTIIKKASUUNNITELMA AS OY KUOPION LÄÄNINLÄÄKÄRI (SALATTU)