



Joonas Hämäläinen

Logistiikan toimivuus ja kustannus- tehokkuus urakoinnissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

10.1.2025

Tiivistelmä

Tekijä(t):	Joonas Hämäläinen
Otsikko:	Logistiikan toimivuus ja kustannustehokkuus urakoinnissa
Sivumäärä:	34 sivua + 1 liite
Aika:	10.1.2025
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Talotekniikan insinööri
Suuntautumisvaihtoehto:	LVI-Urakointi
Ohjaaja(t):	Jarno Hatakka, Lehtori

Insinööriyössä tutkittiin logistiikan toimivuutta ja kustannustehokkuutta urakoinnissa, erityisesti LVIS-urakoinnin haasteita. Tavoitteena oli kehittää logistisia ratkaisuja työmailla tehostamalla toimintaa ja vähentämällä kustannuksia. Työ toteutettiin Amplit Oy:n toimeksiannosta ja kohdistettiin yrityksen omiin projekteihin.

Tutkimuksessa hyödynnettiin sekä asiantuntijahaastatteluja että työpajaa, jossa analysoitiin logistiikkaan liittyviä ongelmia ja etsittiin niihin ratkaisuja. Haastateltavina olivat logistiikasta vastaavat urakoitsijat, pääurakoitsijat, logistiikka-asiantuntijat ja logistiikkayrittäjät. Saatua aineistoa verrattiin Lean-rakentamisen teorioihin.

Tutkimuksessa tunnistettiin keskeisiksi haasteiksi epäselvät vastuunjaot, toimitusviiveet, varastointi- ja siirtovaikeudet, jotka aiheuttavat lisäkustannuksia ja haittaavat aikataulujen hallintaa. Ratkaisuehdotuksina esitettiin logistiikan suunnittelua jo projektin alkuvaiheessa, vastuiden selkeyttämistä, materiaalivirtojen hallinnan parantamista sekä osapuolten aktiivista osallistamista suunnitteluprosessiin. Logistiikkapalaverien ja ennakoivien toimenpiteiden merkitys korostui.

Tutkimuksen perusteella todettiin, että huolellinen logistiikkasuunnittelu ja vastuunjaon selkeyttäminen voivat merkittävästi parantaa työmaan tehokkuutta ja vähentää logistisia kustannuksia. Työn tavoitteet saavutettiin osittain, mutta jatkotutkimusta tarvitaan ratkaisujen käytännön toimivuuden arvioimiseksi.

Opinnäytetyöraportin jäsentelyssä sekä kieliasun muotoilussa ja tarkistamisessa on käytetty OpenAI:n ChatGPT:n versiota 4o.

Avainsanat: logistiikka, Lean-rakentaminen, kustannustehokkuus

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Joonas Hämäläinen
Title: Functionality and Cost-Efficiency of Logistics in Contracting
Number of Pages: 34 pages + 1 appendix
Date: 13 January 2025

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Building Services Engineering
Professional Major: HVAC Contracting
Instructor: Jarno Hatakka, Lecturer

The objective of the thesis was to develop logistical solutions for construction sites by enhancing efficiency and reducing costs by studying the functionality and cost efficiency of logistics in contracting, with a particular focus on the challenges of HVAC contracting. The focused on the commissioning company's own projects.

The final year project utilized both expert interviews and a workshop, where logistical issues were analyzed and solutions were sought. The interviewees included contractors responsible for logistics, general contractors, and logistics experts and entrepreneurs. The collected data was compared against theories of Lean construction.

The study identified key challenges, such as unclear division of responsibilities, delivery delays, storage and transfer difficulties, which result in additional costs and disrupt schedule management. Based on the data, solutions such as planning logistics from the early stages of the project, clarifying responsibilities, improving material flow management, and actively involving all stakeholders in the process, were proposed. The importance of logistics meetings and preventive measures was emphasized.

The thesis concluded that careful logistics planning and clear division of responsibilities can significantly improve site efficiency and reduce logistical costs. The study's objectives were partially achieved, but further research is needed to assess the effectiveness of the proposed solutions.

Keywords: logistics, Lean construction, cost efficiency.

OpenAI's ChatGPT version 4o was used for structuring the thesis report.

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Logistiikka urakoinnissa	2
3	Logistiikan muutokset lyhyellä aikavälillä	6
3.1	Digitalisaatio ja tietomallinnus (BIM)	6
3.2	Tehokkuus ja joustavuus rakentamisessa	7
3.2.1	Lean-rakentaminen	7
3.2.2	Just-in-time-toimitukset	9
3.3	Automaatio- ja älyteknologia	11
3.4	Globalisaatio ja hankintaketjun muutos	12
3.5	Kestävän kehityksen vaatimukset	12
3.6	Projektien monimutkaisuus ja urbaani rakentaminen	13
3.7	Työvoimapula ja osaamisen kehitys	14
3.8	Yhteenveto	15
4	Rakennusurakoitsijan ja LVIS-urakoitsijan välisten erojen tarkastelu	16
4.1	Aikataulutus ja projektinhallinta	17
4.2	Logistiikan ja materiaalien hallinta	18
4.3	Tehtävien koordinointi ja yhteistyö	19
4.4	Erytisosaamisen merkitys	20
4.5	Yhteenveto	21
5	Palveleva ja mahdollistava toimintamalli urakoinnissa	22
6	Haastattelut ja työpajat	23
6.1	Keskeiset ongelmakohdat	24
6.1.1	Tavarat tulevat väärään aikaan	24
6.1.2	Resurssipula	25
6.1.3	Epäselvät haalaus-apuvälineet ja -reitit	25
6.1.4	Työmaan sisäiset siirrot	25
6.1.5	Puutteelliset ja ahtaat varastointipaikat	25
6.1.6	Saapuvien tavaroiden tarkastaminen	26
6.1.7	Väärin tehdyt tilaukset	26

6.2	Ratkaisuehdotukset	26
6.2.1	Logistiikan suunnittelu jo projektin suunnitteluvaiheessa	26
6.2.2	Logistiikan vastuiden selkeyttäminen ennen urakan allekirjoitusta	26
6.2.3	Logistiikan mahdollistaminen	27
6.2.4	Hyvät suunnitelmat ja ennakointi	27
6.2.5	Kaikkien osapuolten osallistuminen suunnitteluvaiheessa	27
6.2.6	Säännölliset logistiikkapalaverit	27
6.2.7	Varkauksien ehkäisy	28
6.3	Yhteenveto	28
6.4	Työpajan tulokset	28
	Parhaat käytännöt ja onnistumiset	28
7	Kuluvertailu	29
8	Pohdinta	32
9	Yhteenveto	33
	Lähteet	35

Lyhenteet ja käsitteet

BIM	<i>Building Information Modeling</i> . Digitalisaation myötä rakennusten tietomallinnus.
JIT	<i>Just-in-time-toimitus</i> . Täsmätoimitus.
KVR	Kokonaisvastuurakentaminen.
LVIS	Lämpö, vesi, ilma, sähkö.
RFI	<i>Request for Information</i> . Tietopyyntö.
TFV	<i>Transformation-Flow-Value</i> . Muunnos-virtaus-arvo.

1 Johdanto

Tämän insinööriyön lähtökohtana oli Amplit Oy toimitusjohtaja Jussi Kuuselan esittämä pyyntö tutkia ja analysoida tehokkaita menetelmiä yhtiön logistiikan parantamiseksi sekä kustannustehokkuuden lisäämiseksi, erityisesti LVIS-urakoitsijan näkökulmasta. Työn tavoitteena oli selvittää, miten logistiikkaa voidaan kehittää kustannustehokkaaksi ja toimivaksi osaksi rakennusprojektien kokonaisuutta. LVIS-logistiikan merkitys on erityisen suuri, koska lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytys- ja sähköjärjestelmät ovat rakennusprojektin aikataulun kriittisiä osa-alueita ja niiden toimittaminen oikeaan aikaan ja paikkaan vaikuttaa merkittävästi projektin onnistumiseen.

Tämä opinnäytetyö tehtiin Amplit Oy:n projekteja varten. Amplit Oy on suomalainen, pääkaupunkiseudulla ja uudellamaalla toimiva LVIS-alan yritys, joka tarjoaa kattavia ratkaisuja rakennusprojektien teknisten järjestelmien toteutukseen. Amplit Oy haluaa olla Lean-rakentamisen edelläkävijä Suomessa. Siksi työ käsittelee Lean-rakentamista ja siihen liittyvää materiaalia erityisen paljon. Yritys tunnetaan laadukkaista palveluistaan ja kyvystään mukautua asiakkaiden yksilöllisiin tarpeisiin. Työaiheen valinta perustuu omaan kokemukseeni projekti-insinöörinä Amplit Oy:ssa, jossa olen huomannut logistiikan haastavuuden ja sen vaikutuksen projektien sujuvuuteen. Työ sisältää myös omien kokemuksieni ja toimintojen pohjalta muodostamiani näkemyksiä logistiikasta. Logistiikka on käytännön tasolla jatkuvasti läsnä työtehtävissäni, mikä tekee aiheesta minulle erityisen merkityksellisen ja konkreettisen.

Työ vastaa tarpeeseen, joka syntyy rakennusprojektien vaatimuksesta hallita resursseja tehokkaasti ja ennaltaehkäistä logistiikkaan liittyviä ongelmia. Työn avulla pyritään kehittämään ratkaisuja, jotka vähentävät seisokkiaikoja, optimoivat resurssien käyttöä ja parantavat projektien aikataulutusta. Lisäksi työn tarkoituksena on tarjota uusia näkökulmia ja työkaluja logistiikan suunnitteluun ja toteutukseen, mikä auttaa Amplit Oy:tä saavuttamaan kilpailuetua alallaan. Ti-

laajalle työn tarkoituksena on tuoda konkreettista hyötyä parantamalla logistiikan hallinnan prosesseja ja tarjoamalla kustannustehokkaita toimintamalleja, jotka ovat sovellettavissa käytännön työympäristössä.

Logistiikka itsessään viittaa prosessiin, jossa hallitaan tehokkaasti tavaroiden, materiaalien ja resurssien liikkumista projektin aikana. Se kattaa materiaalien hankinnan, kuljetuksen, varastoinnin ja jakelun, sekä jätteiden käsittelyn ja työmaan turvallisuuden varmistamisen. Tavoitteena on taata, että tarvittavat resurssit ovat oikeaan aikaan ja oikeassa paikassa, mikä edistää projektin sujuvuutta ja kustannustehokkuutta.

Jos logistiikkaa ei hoideta huolella, projektissa voi esiintyä viivästyksiä ja ylimääräisiä kuluja. LVIS-urakoitsijan osalta tehokas logistiikka on erityisen tärkeää, koska lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytys- ja sähköjärjestelmien asennukset ovat projektin aikataulun kriittisiä osia. LVIS-järjestelmien komponenttien, kuten putkien, kaapeleiden ja laitteistojen, on saavuttava ajoissa ja asennuspaikkaan koordinoitusti muiden urakoitsijoiden kanssa.

Työmailla voi olla tilarajoitteita ja fyysisiä haasteita, mikä korostaa logistiikan ennakoinnin merkitystä. Hyvin suunniteltu logistiikka vähentää materiaalihukkaa, parantaa resurssien käyttöä ja auttaa pitämään projektin aikataulussa. Tehokas LVIS-logistiikan hallinta parantaa toimintojen kustannustehokkuutta, vähentää seisokkiaikoja ja varmistaa, että projektin tekniset ja turvallisuusvaatimukset täyttyvät.

2 Logistiikka urakoinnissa

Logistiikka on kehittynyt merkittävästi eri aikakausina, kun rakennus- ja urakointiprojektit ovat muuttuneet monimutkaisemmiksi. Muinaiset rakennusprojektit, kuten pyramidit, temppelit ja linnat, perustuivat suurien työvoimien käyttöön, ja logistiikka keskittyi materiaalien kuljetukseen, kuten kivien siirtämiseen louhokista rakennuspaikoille. Näissä projekteissa vastuu infrastruktuurin ja resurssien hallinnasta oli kokonaan järjestäjien käsissä, mikä vaati järjestelmällistä suunnit-

telua ja koordinaatiota. Myöhemmin Rooman valtakunnassa kehitettiin edistyneempiä logistisia ratkaisuja suurille rakennusprojekteille, kuten akvedukteilteille ja amfiteattereille. Roomalaiset hyödynsivät tarkkaan organisoituja kuljetus- ja varastointimenetelmiä, jotka mahdollistivat resurssien tehokkaan käytön. Logistiikan kehittyminen ei rajoittunut vain historiallisten aikojen saavutuksiin, vaan se on jatkunut nykypäivään asti. Modernit järjestelmät, kuten konttiliikenne ja keskitetty seurantajärjestelmä, ilmentävät logistiikan jatkuvaa parantamista, jossa kustannusten ja riskien hallinta ovat keskiössä. Esimerkiksi Japanin nopea logistiikkainfrastruktuurin kehitys 1960-luvulla osoitti, kuinka tehokas suunnittelu ja hallitusvetoiset toimet voivat mahdollistaa merkittäviä edistysaskeleita. Japanin hallituksen vuonna 1966 tekemä päätös rakentaa konttiterminaliaaleja ja rationalisoida kuljetusverkosto loi perustan maan logistiikan uudistukselle. (1, s. 186 –187.)

Malcom McLeanin toimet Vietnamin sodan aikaisessa logistiikassa ovat esimerkki liiketoimintamahdollisuuksien tehokkaasta hyödyntämisestä. Sea-Lan-dilla oli kuusi laivaa, jotka kuljettivat lähes täysiä kuormia sotilaallista rahtia Yhdysvaltojen ja Vietnamin välillä, mutta paluumatkalla laivat olivat pääosin tyhjiä. McLean näki mahdollisuuden ja aloitti konttikuljetukset Japaniin, joka oli tuolloin maailman nopeimmin kasvava talous. Japanin hallitus oli jo vuonna 1966 suosittelut konttikuljetusten laajentamista, ja ensimmäiset konttiterminalit aloittivat toimintansa Tokiossa ja Kobessa vuoden 1967 lopulla. (1, s.186–189.)

Vaikka aikakaudet ja teknologiat ovat muuttuneet, logistiikan keskeinen tavoite – materiaalien ja resurssien hallinta mahdollisimman tehokkaasti – on säilynyt samana. Modernit ratkaisut, kuten intermodaalikuljetukset ja automatisoidut satamat, edustavat tämän kehityksen huippua. Intermodaalisilla kuljetuksilla tarkoitetaan useiden eri kuljetusmuotojen hyödyntämistä logistiikassa. (1, s. 2.)

Vrijhoefin ja Koskelan tutkimus keskittyy erityisesti 1900-luvun ja myöhemmän ajan logistiikan kehitykseen rakentamisessa, tarjoten samalla historiallista per-

spektiiviä nykyaikaisiin menetelmiin. Heidän työnsä korostaa logistiikan merkitystä toimitusketjun ja rakennustyömaan rajapinnan parantamisessa. Erityisesti "Improving the interface between site activities and the supply chain" -osiossa he keskittyvät siihen, miten toimittajien ja urakoitsijoiden yhteistyö voi parantaa materiaalivirtojen hallintaa. Perinteisesti rakennuslogistiikka on keskittynyt pääasiassa työmaalla tapahtuviin toimiin, mutta modernit käytännöt pyrkivät optimoimaan myös toimitusketjun ulkoisia näkökohtia. (5, s. 8 – 9.)

Teollisen vallankumouksen myötä logistiikka muuttui radikaalisti. Uudet kuljetusinfrastruktuurit, kuten rautatiet ja höyrylaivat, mahdollistivat suurten materiaalmäärien tehokkaamman siirtämisen pitkiäkin matkoja. Teräksen ja betonin yleistyminen rakenteissa toi mukanaan uusia logistisia vaatimuksia, ja materiaalien standardointi helpotti sekä kuljetusta että varastointia. Tämä kehitys loi pohjan modernille rakennusteollisuudelle, jossa logistiikka integroitiin osaksi suuria infrastruktuuriprojekteja. (1, s. 152–154.)

1900-luvun aikana kaupunkien nopea kasvu ja suurkaupunkien rakentaminen loivat uusia logistisia haasteita. Kaupunkialueilla liikenteen hallinta ja materiaalien siirtäminen vaativat entistä tarkempaa suunnittelua. Esimerkiksi rautatiet ja myöhemmin rekkaliikenne tarjosivat ratkaisuja, mm. "piggyback" materiaalivirtojen hallintaan erityisesti kaupunkialueiden infrastruktuurin kehittämisessä, kun ne valjastettiin toimimaan yhdessä. Junaan lastattiin kuorma-autoja tai rekkojen perävaunuja. (1, s. 152–154.)

Erityisesti satamien ympäristössä logistiikan merkitys korostui, sillä sujuva liikenne ja tavaravirtojen hallinta olivat keskeisiä tekijöitä tehokkuuden takaamisessa. Toisen maailmansodan jälkeinen jälleenrakentaminen toi mukanaan uusia vaatimuksia, sillä nopeus ja tehokkuus olivat ratkaisevassa asemassa laajojen infrastruktuuriprojektien onnistumisessa. Materiaalien kuljetus kaupunkialueilla ja niiden koordinointi edellyttivät uusia järjestelmiä, joita tukivat projektinhallinnan kehittyneet menetelmät. Nämä mahdollistivat resurssien tehokkaamman hallinnan ja aikataulujen optimoinnin suurissa hankkeissa. (1, s. 152–154.)

1900-luvun puolivälissä konttikuljetusten vallankumous mullisti logistiikan ja rakennusprojektien hallinnan. Malcom McLeanin visionäärinen ajattelu yhdisti modernit kuljetusvälineet, kuten konttialukset ja tehokkaasti organisoidut satama-terminaalit, jotka mahdollistivat materiaalien nopeamman ja kustannustehokkaamman siirron työmaille. Levinsonin mukaan logistiikka siirtyi tällöin merkittävässä määrin keskitetystä, paikallisesta hallinnasta globaaliin ulottuvuuteen, jossa materiaalit saatettiin siirtää mantereiden välillä yhtenäisillä järjestelmillä. Tämä kehitys tehosti työmaiden materiaalivirtoja, vähensi viiveitä ja paransi suurten rakennusprojektien hallintaa. (1, s. 152–154.)

Jarnbringin (1994) tutkimus rakennusmateriaalivirroista osoitti, että näiden virtojen arvoa lisäävä aika on vain 0,3–0,6 % koko prosessiajasta. Pääurakoitsijan ja toimittajan välisessä rajapinnassa voidaan kuitenkin saavuttaa keskimäärin 10 % kustannusvähennys materiaalikustannuksista logistisia menettelyjä parantamalla. Kun otetaan huomioon koko toimitusketju ja kaikki parannusmahdollisuudet, vältettävien kustannusten määrä on huomattavasti suurempi. (5, s. 8 – 9.)

Eryteisesti kaupunkialueilla, joissa infrastruktuuri on monimutkaista ja tila rajallista, konttikuljetusten yleistyminen ja niiden mukanaan tuomat useiden eri kuljetusmuotojen kuljetusratkaisut tarjosivat uusia mahdollisuuksia koordinoinnin ja resurssienhallinnan tehostamiseen. Satamien, rautateiden ja maantiekuljetusten sujuva yhdistäminen mahdollisti materiaalien täsmällisen toimituksen, mikä on kriittistä suurten ja monimutkaisten rakennusprojektien onnistumiselle. Levinson korostaa, että tämä kehitys ei ainoastaan nopeuttanut logistiikkaa, vaan muutti myös tapaa, jolla projektit suunniteltiin ja hallittiin, kun logistiikka integroitiin yhä tiiviimmin osaksi kokonaisvaltaista projektinhallintaa. (1, s. 155–157.)

2000-luvulla digitalisaatio on muuttanut perusteellisesti rakennuslogistiikkaa. Toimitusketjun hallintajärjestelmien reaaliaikainen seuranta parantaa materiaalivirtojen läpinäkyvyyttä ja mahdollistaa resurssien tehokkaamman käytön. Tämä vähentää hukkaa ja varastointikustannuksia sekä tukee rakennusprosessien in-

tegraatiota nykyaikaisiin suunnittelumenetelmiin, kuten tietomallinnukseen. Logistiikan painopisteenä on nykyisin myös ympäristöystävällisyys, mikä ilmenee esimerkiksi kuljetusten optimoinnissa ja kierrätysmateriaalien hyödyntämisessä. Toimijoiden tiivis yhteistyö on välttämätöntä, jotta logistiset järjestelmät toimivat sujuvasti ja kestävän kehityksen tavoitteet voidaan saavuttaa.

Tulevaisuudessa logistiikan automatisointi ja älykkäät järjestelmät tarjoavat uusia mahdollisuuksia urakoinnissa. Autonomiset koneet ja robotit yleistyvät työmailla, mikä vähentää manuaalisen työn tarvetta ja lisää tehokkuutta. IoT-laitteet (Internet of Things) eli esineiden internet, tekoäly ja digitaaliset kaksoiskappaleet mahdollistavat reaaliaikaisen seurannan ja resurssien hallinnan, mikä vähentää viivästyksiä ja optimoi materiaalivirrat. Näiden innovaatioiden avulla logistiikan rooli urakoinnissa kehittyy entisestään, mahdollistaen monimutkaisten projektien entistä tarkemman ja nopeamman toteutuksen. (5, s. 7 – 9; 2, s. 132 – 134.)

3 Logistiikan muutokset lyhyellä aikavälillä

Logistiikka LVIS-urakoinnissa on muuttunut merkittävästi viimeisen 20 vuoden aikana teknologian kehityksen, projektien monimutkaisuuden kasvun ja uusien rakentamisen metodologioiden myötä.

3.1 Digitalisaatio ja tietomallinnus (BIM)

Digitalisaation myötä rakennusten tietomallinnus (Building Information Modeling, BIM) on mullistanut logistiikan hallinnan erityisesti LVI- ja sähköurakoinnissa. BIM mahdollistaa tarkan suunnittelun ja aikataulutuksen, mikä vähentää virheitä ja materiaalien hallinnan haasteita. Sen avulla urakoitsijat voivat ennakoida asennusvaiheita ja tunnistaa yhteensopivuusongelmia jo suunnitteluvaiheessa. Kolmiulotteiset mallit parantavat tiedonjakamista eri osapuolten välillä ja mahdollistavat sujuvan integraation, mikä tehostaa projektien toteutusta ja vähentää viivästyksiä (2, s. 7–9, 12)

3.2 Tehokkuus ja joustavuus rakentamisessa

Lean-rakentaminen on muuttanut logistiikan hallintaa vähentämällä hukkaa ja varastoinnin tarvetta. Just-in-Time-toimitukset, joissa materiaalit saapuvat juuri ennen asennuksen alkamista, ovat keskeinen osa tätä lähestymistapaa. Ne tehostavat prosessia, parantavat työmaan järjestystä ja turvallisuutta, sekä minimoivat viivästyksiä. Tämä on erityisen tärkeää LVI- ja sähköurakoinnissa, joissa suuret komponentit ja laitteet voivat olla vaikeita käsitellä ja varastoida (2, s. 8 – 9; 6, s. 12 – 13.)

3.2.1 Lean-rakentaminen

Lean-rakentamisen ytimessä on tehokkuuden ja laadun parantaminen asiakkaalle tuotettavan arvon maksimoimiseksi. Tämä lähestymistapa tähtää hukkatyön vähentämiseen ja prosessien virtaviivaistamiseen siten, että vain asiakkaalle arvokas työ huomioidaan. Hukkatyyppejä, kuten materiaalihukkaa, ylimääräisiä varastoja ja odotusaikoja, pyritään poistamaan, mikä mahdollistaa projektien paremman hallinnan ja resurssien tehokkaamman käytön (2, s. 8 – 9; 6, s. 12 – 13.)

Lean-rakentamisen keskeinen periaate on jatkuva parantaminen eli Kaizen, joka korostaa prosessien systemaattista kehittämistä ja tiimien aktiivista osallistumista. Kaizenin tarkoituksena on edistää työskentelyn sujuvuutta ja vähentää hukkaa kaikissa projektin vaiheissa. Tämä saavutetaan säännöllisillä arviointikokouksilla, joissa tarkastellaan työvaiheiden tehokkuutta, tunnistetaan kehityskohteita ja määritetään konkreettiset parannustoimenpiteet. Työryhmät hyödynnevät näitä tapaamisia myös yhteisen päätöksenteon ja ongelmanratkaisun välineinä, mikä parantaa resurssien käyttöä ja vähentää odotusaikoja. (2, s.6 – 8; 6, s. 12 – 13.)

Päivittäiset palaverit ovat olennainen osa Lean-rakentamisen viestintää, ja niiden tavoitteena on varmistaa, että kaikki osapuolet ovat tietoisia projektin etenemisestä ja mahdollisista haasteista. Näissä tapaamisissa tiimit jakavat aktiivisesti palautetta ja pyrkivät löytämään ratkaisuja mahdollisiin ongelmiin ennen

niiden eskaloitumista. Tämä parantaa myös yhteistyötä eri toimijoiden, kuten urakoitsijoiden, suunnittelijoiden ja alihankkijoiden välillä, mikä on keskeistä monimutkaisissa projekteissa. (2, s. 6 – 8; 6, s. 12– 13.)

Tehokas tiedonkulku ja avoin kommunikaatio vähentävät viivästyksiä ja virheitä merkittävästi. Kun kaikki osapuolet toimivat saumattomasti yhdessä, projektin hallinta helpottuu ja kokonaisprosessin laatu paranee. Tämä ei pelkästään lisää projektin kustannustehokkuutta vaan varmistaa myös, että asiakkaan odotukset täyttyvät ja lopputulos vastaa asetettuja laatuvaatimuksia. Kaizenin periaatteet tekevät Lean-rakentamisesta joustavan ja sopeutumiskykyisen lähestymistavan, joka on erityisen hyödyllinen nopeasti muuttuvissa tai monimutkaisissa projekteissa. (2, s. 6 – 8; 6, s. 12 – 13.)

Just-in-Time-toimitukset eli täsmätoimitukset ovat keskeinen osa Lean-rakentamista. Materiaalit ja tarvikkeet toimitetaan työmaalle juuri silloin, kun niitä tarvitaan, mikä vähentää varastointikustannuksia ja parantaa työmaan järjestystä sekä hallintaa. Tätä täydentää vetävä tuotanto eli pull-periaate, jossa työvaiheet ja materiaalit toimitukset käynnistetään vasta, kun niille on todellinen tarve. Tämä estää ylituotantoa, optimoi resurssien käytön ja varmistaa, että työ etenee suunnitelmallisesti. Last Planner System -malli tukee tätä lähestymistapaa tarjoamalla tarkasti määritellyt lyhyet ajanjaksot suunnitteluun ja toteutukseen. Järjestelmä mahdollistaa tehokkaan reagoinnin muuttuviin olosuhteisiin ja parantaa projektien joustavuutta. Näiden menetelmien avulla Lean-rakentaminen minimoi viivästyksset ja parantaa sekä kustannustehokkuutta että projektien sujuvuutta (6, s. 12 – 14; 3, s. 10 – 11; 5, s. 26 – 27.)

Lean-rakentaminen tarjoaa rakennusprosessiin merkittäviä parannuksia sekä tehokkuuden että lopputuloksen laadun näkökulmasta. Sen keskeinen periaate, hukkatyön minimoiminen, perustuu ajatukseen, että vain asiakkaalle arvoa tuottavat tehtävät ovat perusteltuja. Horman ja Kenley (2005) osoittivat, että jopa 49,6 % rakennusalaalla käytetystä ajasta kuluu hukkaan, mikä avaa huomattavan potentiaalín prosessien tehostamiselle. Tämän hukan vähentäminen edel-

lyttää systemaattista analyysia työvaiheista ja resurssien käytöstä, mikä puolestaan mahdollistaa aikataulujen tarkemman hallinnan ja projektien parempaa enustettavuutta. (4, s. 1 – 4.)

Kustannustehokkuuden osalta Lean-rakentaminen keskittyy turhien toimintojen, kuten ylituotannon, virheiden ja ylimääräisen varastoinnin karsimiseen. Toyota Production System -malli (Ohno 1988) on ollut tämän ajattelutavan keskiössä, ja sen mukaan kustannusten hallinta saavutetaan poistamalla kaikki prosessit, jotka eivät lisää arvoa. Tämä sisältää esimerkiksi materiaalivirtojen ja aikataulujen optimoinnin sekä resurssien optimaalisen käytön. Ohno (1988) korosti, että tehokkuuden maksimointi edellyttää jatkuvaa parantamista ja hukkan vähentämistä kaikilla tuotannon tasoilla. (7, s. 17 – 22.)

Laatuun liittyvät hyödyt ovat erityisen huomattavia. TFV-teorian (Transformation-Flow-Value) mukaan rakentamisessa keskeistä on suunnitella ja toteuttaa prosessit siten, että ne minimoivat virheet ja varmistavat arvon tuotannon asiakkaalle. Tämä lähestymistapa auttaa vähentämään sekä suunnitteluvaiheen että toteutusvaiheen ongelmia ja siten parantaa lopputuloksen laatua. Koskela (2000) toi esiin, että TFV-malli yhdistää tuotannon keskeiset näkökulmat – muuntamisen, virtauksen ja arvon tuottamisen – kokonaisvaltaiseksi lähestymistavaksi, joka lisää tehokkuutta ja vähentää hukkaa merkittävästi (2, s. 135 – 136.)

Työmaan turvallisuus paranee myös huomattavasti tarkasti suunniteltujen prosessien ansiosta. Ballard ja Howell (2003) esittivät, että Lean Project Delivery System painottaa jokaisen työvaiheen järjestelmällistä suunnittelua ja arvon tuottamista asiakkaalle. Tämä lähestymistapa vähentää työmaan riskejä, ylimääräisiä liikkumisia ja mahdollisia vaaratilanteita, mikä johtaa turvallisempaan ja tuottavampaan työympäristöön. (6, s. 1 – 5.)

3.2.2 Just-in-time-toimitukset

Just-in-Time (JIT) -toimitukset ovat tehokkuutta korostava strategia, jossa materiaalit, komponentit ja tarvikkeet toimitetaan työmaalle täsmälleen silloin, kun

niitä tarvitaan – ei liian aikaisin eikä liian myöhään. Tämä vähentää merkittävästi varastointitarvetta, minimoi hukan ja tehostaa toimitusketjun hallintaa. JIT-ajattelun peruseriaatteet kehitettiin Toyotan tuotantomallissa, jossa Ohno (1988) korosti toimitusten synkronoinnin merkitystä tuotannon joustavuuden ja kustannustehokkuuden näkökulmasta (7, s. 17 – 22.)

Rakennusalalla JIT on erityisen keskeinen LVI- ja sähköurakoinnissa, joissa järjestelmällinen logistiikka ja tilankäyttö ovat ratkaisevassa roolissa. JIT-toimitukset parantavat työmaiden tehokkuutta vähentämällä materiaalihukkaa, ylimääräisiä työvaiheita ja varastointikustannuksia. Tämä on erityisen tärkeää kaupunkialueiden ahtailla työmailla, joissa tila on rajallista. JIT-toimitusten ansiosta työmaan yleinen järjestys paranee, mikä lisää myös työntekijöiden tuottavuutta ja turvallisuutta. Koskela (2000) tuo esiin, että JIT on tärkeä osa TFV-teoriaa, jossa keskiössä ovat virtauksen optimointi ja arvon tuottaminen asiakkaalle (2, s. 135 – 136.)

Strategian onnistuminen edellyttää tiivistä yhteistyötä toimitusketjun eri toimijoiden välillä. Materiaalien tilaaminen ja toimitusten aikataulutus on sovitettava tarkasti projektin muiden työvaiheiden kanssa. Ballard ja Howell (2003) korostavat, että JIT-toimitukset vaativat erityisen tarkkaa suunnittelua ja koordinoitua, jotta materiaalit saapuvat oikea-aikaisesti ja vältetään seisokit tai ylimääräiset kulut. Lisäksi toimittajien luotettavuus ja toimitusketjun joustavuus ovat avainasemassa, jotta toimitukset pysyvät ennakoitavina. (6, s. 1 – 5.)

Vaikka JIT-toimitukset tarjoavat monia etuja, niiden soveltaminen ei ole ilman haasteita. Suurimpia riskejä ovat toimitusketjun häiriöt, kuten viivästykset ja ulkoiset tekijät, jotka voivat johtaa seisokkeihin ja kustannusylityksiin. Ballard ja Howell (2003) huomauttavat, että varasuunnitelmat ja toimitusketjun tehokas hallinta ovat keskeisiä strategian onnistumiselle. (6, s. 1 – 5.)

JIT-toimitusten huolellinen toteutus mahdollistaa rakennusprojektien kustannustehokkuuden, aikataulujen hallinnan ja asiakasarvon maksimoinnin. Koskela (2000) toteaa, että JIT:n avulla voidaan paitsi optimoida materiaalivirtoja, myös varmistaa, että työmaa etenee suunnitelmien mukaisesti ilman turhia riskejä.

Näin JIT-toimitukset ovat kiinteä osa modernia rakennushankkeiden johtamista, jossa virtauksen hallinta ja yhteistyön koordinointi ovat avainasemassa. (2, s. 135 – 136.)

3.3 Automaatio- ja älyteknologia

Älyteknologiat ja automaatio ovat mullistaneet logistiikan hallinnan tarjoamalla uusia tapoja parantaa toimitusketjujen tehokkuutta ja tarkkuutta. Esimerkiksi sensortechnologia ja automaattiset järjestelmät mahdollistavat materiaalien reaaliaikaisen seurannan, mikä antaa tarkan näkyvyyden niiden liikkumiseen työmaalla. Tämä reaaliaikainen data auttaa projektin hallinnassa, koska sen avulla voidaan tunnistaa mahdolliset viivästykset tai poikkeamat toimitusaikatauluista ja reagoida niihin välittömästi. Toyota Production System -mallin mukaisesti reaaliaikainen seuranta ja toimitusten synkronointi vähentävät hukkaa ja parantavat toimitusketjun hallintaa. (7, s. 17–22.)

Reaaliaikainen seuranta lisää toimitusketjun ennakoitavuutta ja vähentää virheitä, koska materiaalien liikkeet ja varastointitarpeet voidaan optimoida dynaamisesti. Tämä vähentää myös hukkaa, kuten ylimääräistä varastointia ja tarpeettomia materiaalsiirtoja, jotka usein aiheuttavat lisäkustannuksia ja tehottomuutta työmaalla. Koskela (2000) korostaa, että TFV-teorian mukaan automaation ja teknologian hyödyntäminen logistiikassa tukee virtauksen optimointia ja arvon tuottamista asiakkaalle. (2, s. 135 – 136.)

Automaatiojärjestelmät, kuten robotiikka ja algoritmit, voivat hoitaa rutiinitehtäviä, kuten tilausten käsittelyä, varastonhallintaa ja kuljetusten koordinoitua, vapauttaen työvoimaa keskittymään arvokkaampiin tehtäviin. Lisäksi älyteknologiat, kuten IoT (esineiden internet) -ratkaisut, voivat yhdistää eri järjestelmät toisiinsa, mikä mahdollistaa kokonaisvaltaisen näkymän toimitusketjun kaikkiin vaiheisiin. Tämä yhteentoimivuus parantaa logistiikkaprosessien sujuvuutta ja varmistaa, että materiaalit saapuvat työmaalle juuri oikeaan aikaan. Ballard ja Howell (2003) osoittavat, että automaatio voi myös vähentää materiaalivirtojen epätarkkuutta ja lisätä työmaan turvallisuutta vähentämällä ylimääräisiä siirtoja. (6, s. 1 – 5.)

3.4 Globalisaatio ja hankintaketjun muutos

Rakennusmateriaalien ja laitteiden hankintaketjut ovat viime vuosikymmeninä globalisoituneet, mikä on vaikuttanut merkittävästi logistiikan hallintaan. Globalisaation myötä toimitusketjut ovat tulleet monimutkaisemmiksi, ja niiden hallinta vaatii entistä tarkempaa suunnittelua ja koordinoitua. Koskela (2000) korostaa, että TFV-teorian mukaisesti toimitusketjun hallinnan periaatteet ovat entistä tärkeämpiä, kun toimitusketjujen laajuus kasvaa ja ne sisältävät useita osapuolia eri puolilla maailmaa. Tämä edellyttää toimitusprosessien optimointia ja jatkuvaa yhteistyötä toimittajien kanssa, jotta häiriöitä voidaan minimoida. (2, s. 135 – 136.)

Toimitusketjujen globalisoituminen on myös lisännyt alttiutta ulkoisille häiriöille, kuten pandemioille, luonnonkatastrofeille ja geopoliittisille konflikteille. Esimerkiksi COVID-19-pandemia aiheutti maailmanlaajuisia toimitusketjuongelmia, kuten materiaalipulaa ja viivästyksiä, jotka vaikuttivat rakennushankkeisiin merkittävästi. Ohno (1988) painottaa, että toimitusketjun joustavuus ja varasuunnitelmat ovat välttämättömiä, jotta yritykset voivat reagoida nopeasti häiriöihin ja jatkaa toimintaansa myös poikkeustilanteissa. (7, s. 17–22.)

Näiden haasteiden vuoksi urakoitsijoiden on hallittava toimitusketjujaan entistä tarkemmin. Tämä sisältää riskien tunnistamisen, vaihtoehtoisten toimittajien kartoittamisen ja toimitusaikataulujen huolellisen suunnittelun. Ballard ja Howell (2003) tuovat esiin, että toimitusketjun tehokas hallinta ei pelkästään vähennä riskejä, vaan myös parantaa projektin kokonaiskoordinoitua ja tuottavuutta. Toimitusketjun parempi näkyvyys ja reaaliaikainen seuranta voivat auttaa urakoitsijoita varautumaan viivästyksiin ja optimoimaan resursseja tehokkaammin. (6, s. 1 – 5.)

3.5 Kestävän kehityksen vaatimukset

Ympäristöystävällisyys ja kestävä kehitys ovat nousseet keskeiseksi osaksi logistiikan hallintaa rakennusalalla. Urakoitsijat pyrkivät optimoi-

maan materiaalien kuljetuksia, vähentämään päästöjä ja valitsemaan ympäristöystävällisiä vaihtoehtoja, kuten kierrätettäviä materiaaleja ja uusiutuvia energialähteitä käyttävää kuljetuskalustoa. Tämä kehitys heijastaa laajempaa siirtymää kohti vastuullista rakentamista, jossa logistiset ratkaisut suunnitellaan vähentämään ympäristövaikutuksia ja tukemaan kestävästä kehitystä. Ohno (1988) korosti jo Toyota Production System -mallissa, että kuljetusten optimointi ja hukan minimointi ovat keskeisiä periaatteita paitsi taloudellisen myös ympäristöhokkuuden näkökulmasta. Kuljetusten optimoinnin avulla voidaan vähentää ylimääräisiä ajoja, kulutusta ja päästöjä, mikä tukee ympäristötavoitteiden saavuttamista. (7, s. 17 – 22.)

Lisäksi ympäristöystävällisyys asettaa uusia vaatimuksia logistiikkasuunnittelulle. Tämä tarkoittaa tarkempaa materiaalien käsittelyä ja kuljetusten suunnittelua, jotta esimerkiksi kierrätettävät ja uusiokäyttöön soveltuvat materiaalit voidaan ottaa huomioon. Koskela (2000) esittää, että TFV-teorian periaatteet tukevat tätä lähestymistapaa: virtauksen optimointi ja materiaalien arvon maksimointi ovat olennaisia kestävästä logistiikan kehittämisessä. Näin voidaan paitsi vähentää ympäristövaikutuksia myös tuottaa lisäarvoa asiakkaalle ja yhteiskunnalle. (2, s. 135 – 136.)

Urakoitsijat joutuvat myös integroimaan ympäristötavoitteet osaksi kokonaisvaltaista logistiikkahallintaa. Tämä edellyttää tiivistä yhteistyötä toimittajien ja alihankkijoiden kanssa, jotta kestävämmät ratkaisut voidaan toteuttaa käytännössä. Ballard ja Howell (2003) tuovat esiin, että toimitusketjun näkyvyys ja reaaliaikainen seuranta auttavat tunnistamaan logistiset ongelmat ja mahdollistavat niiden ratkaisemisen ympäristön kannalta optimaalisella tavalla. Tämä lisää projektien tehokkuutta ja auttaa vastaamaan yhä tiukempiin kestävästä kehityksen vaatimuksiin. (6, s. 1 – 5.)

3.6 Projektien monimutkaisuus ja urbaani rakentaminen

Rakennusprojektit ovat viime vuosina tulleet yhä monimutkaisemmiksi, erityisesti tiheästi asutuilla kaupunkialueilla, joissa logistiikan hallinta on huomatta-

van haastavaa. Ahtaiden työmaiden, liikenteen hallinnan ja tiukkojen aikataulujen yhdistelmä korostaa logistiikan suunnittelun merkitystä. Kaupunkiympäristöissä rajallinen tila asettaa urakoitsijoille paineita materiaalien tarkkaan ajoitukseen ja tehokkaaseen toimitusketjun hallintaan. Ohno (1988) korostaa, että toimitusten optimointi ja tarkka ajoitus ovat keskeisiä tekijöitä, jotka mahdollistavat sujuvan työnkulun ahtaissakin olosuhteissa. Näiden periaatteiden soveltaminen vähentää viivästyksiä ja minimoi hukkaa, kuten ylimääräistä odottelua tai varastointia. (7, s. 17 – 22.)

Eryisesti LVI- ja sähköurakoitsijat kohtaavat haasteita, koska heidän on usein tehtävä asennuksia ahtaissa tiloissa, rinnakkain muiden urakoitsijoiden kanssa. Tämä vaatii tarkkaa koordinoitua ja yhteistyötä eri toimijoiden välillä. Koskela (2000) tuo esiin, että TFV-teorian mukaisesti sujuva materiaalityö ja tehtävien tarkka synkronointi ovat ratkaisevia rakennusprojektien tehokkaassa toteutuksessa. Virtauksen optimointi mahdollistaa sen, että eri urakoitsijoiden työvaiheet tukevat toisiaan eikä konflikteja synny rajallisen tilan tai resurssien käytön vuoksi. (2, s. 135 – 136.)

Lisäksi kaupunkialueilla liikenteen hallinta on olennainen osa logistiikkasuunnittelua. Ballard ja Howell (2003) painottavat, että monimutkaisissa projekteissa reaaliaikainen seuranta ja joustava logistiikan hallinta voivat vähentää liikenteen aiheuttamia viivästyksiä ja parantaa toimitusten täsmällisyyttä. Tämä on erityisen tärkeää LVI- ja sähköurakoitsijoille, joiden työ riippuu usein muiden toimijoiden työn edistymisestä ja materiaalien oikea-aikaisesta saapumisesta. (6, s. 1 – 5.)

3.7 Työvoimapula ja osaamisen kehitys

Rakennusalalla työvoimapula on ollut merkittävä haaste, mikä on lisännyt tarvetta kehittää logistiikkaprosesseja entistä tehokkaammiksi. Työvoiman saatavuuden ongelmat ovat vaikuttaneet projektien aikatauluihin ja kustannuksiin, mikä on pakottanut urakoitsijat etsimään uusia ratkaisuja näiden vaikutusten lieventämiseksi. Yksi merkittävä keino on ollut teknologian hyödyntäminen logistiik-

kan hallinnassa. Teknologian, kuten robottien ja autonomisten kuljetusvälineiden, käyttö on yleistynyt erityisesti suurilla työmailla. Ohno (1988) korostaa, että automaation käyttöönotto voi vähentää työntekijöiden tarvetta toistuvissa ja rutiinimaisissa tehtävissä, kuten materiaalien kuljetuksessa ja käsittelyssä. Tämä vapauttaa työvoimaa keskittymään tehtäviin, jotka vaativat enemmän asiantuntemusta, ja samalla vähentää logistisia viiveitä ja ylimääräisiä kustannuksia. (7, s. 17 – 22.)

Robottiikka ja autonomiset kuljetusvälineet, kuten itseohjautuvat trukit ja kuljetusalustat, ovat osoittautuneet tehokkaiksi erityisesti työmailla, joilla materiaali-
virrat ovat suuria. Koskela (2000) tuo esiin, että TFV-teorian mukainen virtauksen optimointi teknologian avulla voi parantaa toimitusketjun tehokkuutta merkittävästi. Esimerkiksi robottien käyttö voi nopeuttaa materiaalien käsittelyä ja vähentää ihmisten tekemiä virheitä, mikä parantaa koko projektin tuottavuutta. (2, s. 135 – 136.)

Autonomisten kuljetusvälineiden yleistyminen on myös vähentänyt työvoimapulan vaikutuksia pienentämällä riippuvuutta manuaalisesta työstä. Ballard ja Howell (2003) huomauttavat, että teknologian käyttöönotto logistiikkaprosesseissa ei ainoastaan vähennä työvoiman tarvetta, vaan myös lisää logistiikan ennakoitavuutta ja turvallisuutta. Esimerkiksi autonomiset kuljetusjärjestelmät voivat toimia 24/7 ilman taukoja, mikä parantaa toimitusten täsmällisyyttä ja vähentää seisokkeja. (6, s. 1 – 5.)

3.8 Yhteenveto

Logistiikan merkitys LVI- ja sähköurakoinnissa on kasvanut merkittävästi teknologian kehityksen, globalisaation ja kestäväen kehityksen tavoitteiden myötä. Rakennusprojektien monimutkaistuminen ja tiukentuvat ympäristövaatimukset ovat johtaneet siihen, että urakoitsijat ovat alkaneet hyödyntää yhä enemmän digitaalisia työkaluja ja automaatiojärjestelmiä. Näiden avulla voidaan parantaa logistiikan tehokkuutta, vähentää kustannuksia ja edistää ympäristöystävällisyyttä. Ohno (1988) korostaa, että automaatio ja teknologian hyödyntäminen lo-

gistiikassa eivät ainoastaan tehosta toimitusketjun hallintaa, vaan myös minimoivat hukkaa ja ylimääräisiä resursseja kuluttavat vaiheet. Tämä johtaa sujuvampiin prosesseihin ja parempaan projektin hallintaan. (7, s. 17 – 22.)

Nykyaikaisessa rakentamisessa logistiikan hallinta edellyttää joustavaa ja tarkasti suunniteltua lähestymistapaa. Koskela (2000) tuo esiin, että TFV-teorian mukaisesti logistiikan suunnittelun keskiössä ovat virtauksen optimointi ja arvon tuottaminen asiakkaalle. LVI- ja sähköurakoinnissa tämä tarkoittaa esimerkiksi materiaalien tarkkaa ajoitusta, resurssien optimaalista käyttöä ja toimivan toimitusketjun varmistamista. Näillä toimenpiteillä voidaan vähentää viivästyksiä, parantaa työmaan turvallisuutta ja optimoida kokonaiskustannuksia. (2, s. 135 – 136.)

Kestävän kehityksen tavoitteet ovat asettaneet uusia vaatimuksia logistiikan hallinnalle. Urakoitsijoiden on pyrittävä vähentämään ympäristövaikutuksia optimoimalla kuljetuksia, hyödyntämällä kierrätettäviä materiaaleja ja vähentämällä varastointitarpeita. Ballard ja Howell (2003) painottavat, että digitaalisten työkalujen ja automaation integrointi logistiikkaprosesseihin mahdollistaa toimitusketjun entistä paremman näkyvyyden ja hallinnan. Tämä auttaa urakoitsijoita tekemään tietoon perustuvia päätöksiä, jotka tukevat kestävästä kehitystä ja projektien tehokasta etenemistä. (6, s. 1 – 5.)

4 Rakennusurakoitsijan ja LVIS-urakoitsijan välisten erojen tarkastelu

Rakennusurakoitsijoiden ja LVI- sekä sähköurakoitsijoiden (LVIS) logistiikan ja toimitusketjun hallinta eroaa merkittävästi heidän erilaisista rooleistaan rakennusprojekteissa. Rakennusurakoitsijat ovat vastuussa projektin laaja-alaisesta koordinoinnista ja kokonaisvaltaisesta hallinnasta, kun taas LVIS-urakoitsijat keskittyvät tarkkoihin teknisiin asennuksiin ja erikoistuneiden materiaalien sekä laitteiden käyttöön. Tämä roolien eroavaisuus vaikuttaa siihen, miten osapuolet suunnittelevat aikataulujaan, hallitsevat resurssejaan ja tekevät yhteistyötä muiden urakoitsijoiden kanssa. Rakennusurakoitsijan vastuulla on varmistaa, että työmaa etenee suunnitellun aikataulun mukaisesti ja että eri osapuolet pystyvät

suorittamaan työnsä tehokkaasti. Koskela (2000) korostaa, että TFV-teorian mukaisesti rakennusurakoitsijan rooli toimitusketjun hallinnassa on optimoida materiaalivirtoja ja koordinoita monimutkaisia työvaiheita, jotta projektin kokonaisuus pysyy hallinnassa. Tämä vaatii kattavaa suunnittelua ja yhteistyötä kaikkien osapuolten välillä. (2, s. 135 – 136.)

Toisaalta LVIS-urakoitsijat työskentelevät usein ahtaissa ja rajallisissa tiloissa, rinnakkain muiden urakoitsijoiden kanssa. Tämä asettaa erityisiä vaatimuksia heidän logistiikan hallinnalleen, sillä teknisten laitteiden ja materiaalien toimitusten on oltava täsmällisiä ja huolellisesti suunniteltuja. Ballard ja Howell (2003) painottavat, että LVIS-urakoitsijoiden kohdalla toimitusten tarkka ajoitus ja resurssien joustava käyttö ovat ratkaisevia tekijöitä, jotta työvaiheet eivät viivästyisi tai aiheuttaisi ristiriitoja muiden urakoitsijoiden kanssa. (6, s. 1 – 5.)

Näiden roolien erilaisuus voi kuitenkin aiheuttaa haasteita. Esimerkiksi rakennusurakoitsijan prioriteetit projektin yleisen aikataulun ylläpitämisessä saattavat olla ristiriidassa LVIS-urakoitsijan tarpeiden kanssa, jotka liittyvät yksityiskohtaisten asennusten valmisteluun. Ohno (1988) korostaa, että tehokas toimitusketjun hallinta edellyttää kaikkien osapuolten välistä tiivistä yhteistyötä ja kommunikaatiota, jotta ristiriidat ja viivästykset voidaan minimoida. (7, s. 17 – 22.)

4.1 Aikataulutusta ja projektinhallinta

Rakennusurakoitsijan tehtävä on koordinoita koko projektin aikataulutusta ja varmistaa, että eri työvaiheet etenevät suunnitelmallisesti ja saumattomasti. Yleisurakoitsijan rooli on erityisen tärkeä erikoisurakoitsijoiden, kuten LVIS-urakoitsijoiden, työn onnistumiselle, sillä heidän työnsä ajoittuu usein kriittisiin vaiheisiin, kuten projektin loppupuolelle. Viivästykset esimerkiksi runkotöissä, materiaalitöissä tai suunnittelutarkennuksissa voivat aiheuttaa merkittäviä ongelmia LVIS-töiden aloitukselle ja niiden sujuvalle etenemiselle. (3, s. 1 – 9.)

Erikoisurakoitsijat ovat riippuvaisia yleisurakoitsijan tehokkaasta koordinoimisesta, joka kattaa muun muassa suunnitelmien tarkistuksen, RFI-pyyntöjen (Re-

quest for Information) nopean käsittelyn ja muiden töiden etenemisen seurannan. Usein LVIS-urakoitsijoiden täytyy myös reagoida suunnittelumuutoksiin ja sopeuttaa oma aikataulunsa niiden mukaisesti, mikä korostaa hyvän ennakkosuunnittelun ja jatkuvan kommunikoinnin tärkeyttä. Yleisurakoitsijoiden taipumus keskittyä pelkästään sopimusten välittäjärooliin eikä aktiiviseen koordinointiin voi johtaa viivästyksiin, lisäkustannuksiin ja jopa ristiriitoihin työmaalla. (3, s. 1 – 9.)

Lean-tuotannon periaatteiden mukaan tehokas yhteistyö ja tuotannon hallinta voivat vähentää näitä ongelmia. Lean-ajattelun mukainen yksityiskohtainen suunnittelu, resurssien käytön optimointi ja viivästyksen ehkäisy auttavat kaikkia projektiosapuolia saavuttamaan parempia tuloksia kustannusten, aikataulujen ja laadun osalta. (3, s. 1 – 9.)

4.2 Logistiikan ja materiaalien hallinta

Rakennusurakoitsijat vastaavat suurten rakennusmateriaalien logistiikasta, ja heidän aikataulunsa on usein joustavampi, koska materiaaleja käytetään eri vaiheissa projektin edetessä. Yleisurakoitsijoiden käyttämät materiaalit, kuten betonit ja rakenteelliset elementit, voidaan yleensä varastoida helposti työmaalla, mutta tämä voi viedä tilaa, jota erikoisurakoitsijat, kuten LVIS-urakoitsijat, tarvitsevat omille komponenteilleen ja asennustöilleen. LVIS-urakoitsijoiden työ puolestaan edellyttää tarkasti ajoitettuja toimituksia, koska heidän materiaalinsa, kuten putket ja sähkökaapelit, ovat usein kalliita, tilaa vieviä ja kriittisiä työn etenemisen kannalta. (3, s. 1 – 9.)

Lähteiden mukaan LVIS-urakoitsijoiden logistiikan haasteet eivät rajoitu pelkästään toimituksiin. Viivästykset kolmansien osapuolten, kuten suunnittelijoiden, työn valmistumisessa tai ennakkotöiden edistymisessä voivat merkittävästi häiritä LVIS-urakoitsijoiden asennusaikatauluja. Esimerkiksi suunnittelumuutokset tai vastausten odottaminen RFIs-pyyntöihin (Request for Information) voi siirtää toimitusten ja asennusten ajoitusta, mikä lisää riskiä viivästyksille ja kustannusten kasvulle. (3, s. 1 – 9.)

Lean-tuotannon periaatteet tarjoavat ratkaisuja näihin haasteisiin. Täsmätoimitukset (just-in-time) ja tarkasti ajoitetut materiaalivirrat voivat vähentää varastointitarpeita ja ehkäistä toimitusketjujen häiriöitä. Lisäksi kolmansien osapuolten, kuten yleisurakoitsijoiden ja suunnittelijoiden, tulee aktiivisesti koordinoita materiaalilogistiikkaa ja työvaiheiden ajoitusta, jotta työmaalla vältetään resurssien ja tilan ylikuormitus. Näin voidaan varmistaa LVIS-urakoitsijoiden työn sujuvuus erityisesti projektin kriittisissä vaiheissa. (3, s. 1 – 9.)

4.3 Tehtävien koordinointi ja yhteistyö

Rakennusurakoitsija toimii projektin pääkoordinaattorina ja vastaa eri alihankkijoiden töiden yhteensovittamisesta, jotta työmaalla saavutetaan tehokkuus ja sujuvuus. Rakennusurakoitsijan tehtävä ei rajoitu ainoastaan aikataulutuksen hallintaan, vaan ulottuu myös eri osapuolten prosessien ja resurssien integrointiin. LVIS-urakoitsijoiden työ riippuu merkittävästi rakennusurakoitsijan asettamista aikatauluista sekä muiden osapuolten, kuten putkiasentajien ja rakennussuunnittelijoiden, töiden etenemisestä. Tämä riippuvuussuhde korostaa suunnitelmallisuuden ja yhteisen viestinnän merkitystä projektin onnistumiselle. (3, s. 1 – 9.)

LVIS-töiden onnistuminen vaatii erityistä huomiota tarkasti ajoitettujen työvaiheiden ja resurssien hallintaan. Suunnitelmien epäselvyydet, viivästyksiset suunnitteluvaiheessa tai RFIs-pyyntöjen käsittelyssä voivat johtaa aikataulujen venymiseen ja päällekkäisiin työvaiheisiin. Lisäksi työmaalla saattaa ilmetä tilanpuutetta, kun eri osapuolet kilpailevat samoista resursseista, kuten varastointialueista ja nostolaitteista. Tällaiset ongelmat voidaan ehkäistä tehokkaalla yhteistyöllä ja huolellisella tuotannosuunnittelulla. (3, s. 1 – 9.)

Lean-tuotannon periaatteet tarjoavat hyödyllisiä ratkaisuja tehtävien koordinoimisiin haasteisiin. Täsmätoimitukset (just-in-time) ja selkeä työnkulun suunnittelu voivat vähentää työmaan varastointitarpeita ja ehkäistä turhia odotusaikoja. Lisäksi jatkuva viestintä ja yhteistyö eri osapuolten kesken mahdollistavat mahdollisten ristiriitojen tunnistamisen ja ratkaisemisen ajoissa. Rakennusurakoitsijoiden rooli on varmistaa, että kaikki alihankkijat saavat tarvitsemansa tiedot ja

resurssit oikeaan aikaan, mikä edistää LVIS-urakoitsijoiden työn sujuvuutta erityisesti projektin kriittisissä vaiheissa. (3, s. 1 – 9.)

4.4 Erityisosaamisen merkitys

Rakennusurakoitsijat vastaavat koko rakennusprojektin hallinnasta, mutta heidän asiantuntemuksensa voi jäädä rajalliseksi teknisten järjestelmien, kuten LVIS-järjestelmien, erityispiirteiden ja tarpeiden suhteen. LVIS-urakoitsijat ovat erikoistuneet näiden järjestelmien suunnitteluun ja toteutukseen, mikä tekee heistä kriittisiä projektin onnistumisen kannalta. LVIS-järjestelmät ovat välttämättömiä rakennuksen toimivuuden, energiatehokkuuden ja turvallisuuden näkökulmasta. Niiden asennus edellyttää huolellista suunnittelua, tarkasti ajoitettuja työvaiheita ja erikoisosaamista, jotka voivat jäädä huomiotta ilman tiivistä yhteistyötä rakennusurakoitsijan ja LVIS-urakoitsijoiden välillä. (3, s. 1 – 9.)

Jos LVIS-järjestelmien erityistarpeita ei huomioida jo projektin suunnitteluvaiheessa, seurauksena voi olla merkittäviä ongelmia, kuten aikataulujen viivästyminen, resurssipula tai asennusvirheet. Lähteen mukaan yksi keskeinen ongelma on, että suunnitelmien puutteellisuus tai toimitusaikataulujen yhteensovittamisen epäonnistuminen voi häiritä LVIS-töiden sujuvuutta. Lisäksi työtilojen ja yhteisten resurssien, kuten nostolaitteiden, huono hallinta voi vaikeuttaa järjestelmien asennusta. (3, s. 1 – 9.)

Tämä korostaa tarvetta integroituun projektinhallintaan, jossa LVIS-urakoitsijoiden tekninen osaaminen otetaan huomioon alusta alkaen. Lean-tuotannon periaatteet, kuten täsmätoimitukset (just-in-time) ja jatkuva viestintä, voivat auttaa ehkäisemään viivästyksiä ja varmistamaan sujuvan työnkulun. Hyvin suunniteltu yhteistyö rakennusurakoitsijoiden ja LVIS-urakoitsijoiden välillä voi paitsi ehkäistä ongelmia myös parantaa projektin kokonaislaadun, energiatehokkuuden ja lopputuloksen toimivuutta. (3, s. 1 – 9.)

4.5 Yhteenveto

Rakennusurakoitsijoiden ja LVIS-urakoitsijoiden roolien eroavaisuudet aiheuttavat usein haasteita aikataulutuksessa, logistiikassa ja tehtävien yhteensovittamisessa. Rakennusurakoitsijan vastuulla on hallita koko projektin etenemistä, koordinoida eri osapuolia ja varmistaa, että työ etenee suunnitellusti. Tämä keskittyy usein laajempiin kokonaisuuksiin, kuten perustuksiin ja rakennuksen runkoon. LVIS-urakoitsijan työ sen sijaan on hyvin spesifistä ja liittyy teknisten järjestelmien, kuten ilmanvaihdon, sähköjärjestelmien ja putkistojen asennukseen, mikä vaatii tarkkaa ajoitusta ja yhteensovittamista muiden urakoitsijoiden kanssa. Näiden järjestelmien asennus on riippuvainen muista työvaiheista, kuten esimerkiksi rakennusrunkojen ja lattioiden valmistumisesta. Tämä tekee LVIS-urakoitsijan työstä erityisen haavoittuvan mahdollisille aikataulujen muutoksille tai viivästyksille.

Yksi suurimmista kompastuskivistä on aikataulujen yhteensovittaminen. Rakennusurakoitsijan joustavat aikataulut eivät aina huomioi LVIS-urakoitsijoiden tarkkaa aikataulutuksen tarvetta. Jos LVIS-urakoitsijoiden työt viivästyvät muiden osapuolten vuoksi, seurauksena voi olla kalliita viivästyksiä koko projektissa.

Logistiikan hallinta eroaa myös merkittävästi näiden kahden välillä. Rakennusurakoitsija saattaa hallinnoida suuria rakennusmateriaaleja, jotka voidaan varastoida työmaalla pitkiäkin aikoja. LVIS-urakoitsijat sen sijaan toimivat usein just-in-time-periaatteella, sillä heidän käyttämänsä komponentit, kuten putket, kanavat ja sähkökaapelit, ovat tilaa vieviä ja kalliita. Tämän vuoksi LVIS-urakoitsijat suosivat tarkasti ajoitettuja toimituksia, jotka saapuvat juuri ennen asennusta.

Tehtävien koordinoinnissa rakennusurakoitsijat vastaavat laajojen kokonaisuuksien hallinnasta ja alihankkijoiden yhteensovittamisesta, kun taas LVIS-urakoitsijat toimivat spesifien asennusvaiheiden parissa, jotka ovat usein riippuvaisia muiden töiden valmistumisesta. Tämä asettaa LVIS-urakoitsijat alttiiksi muiden töiden viivästyksille. Jos rakennusurakoitsija ei ota huomioon LVIS-urakoitsijoiden tarkkaa aikataulutusta ja erityisvaatimuksia, seurauksena voi olla aikataulun

venyminen ja työvaiheiden päällekkäisyys. Yhteenvetona voidaan todeta, että rakennusurakoitsijan ja LVIS-urakoitsijan välillä on merkittäviä eroja logistiikan ja toimitusketjun hallinnassa, ja näiden eroavaisuuksien huomioiminen on keskeistä projektin onnistumisen kannalta. Heikko yhteistyö tai väärinymmärrykset voivat aiheuttaa ongelmia, kuten viivästyksiä ja kustannusten kasvua. Näiden erojen tasapainottaminen ja yhteistyön tiivistäminen voivat parantaa projektin sujuvuutta ja varmistaa sen aikataulussa pysymisen. Rakennusurakoitsijoiden materiaalien varastointi voi häiritä LVIS-urakoitsijoiden tilaa, ja myöhästyneet toimitukset voivat vaikuttaa LVIS-asennuksiin.

5 Palveleva ja mahdollistava toimintamalli urakoinnissa

Yhteistoiminnalliset urakkamallit, kuten KVR-urakointi (kokonaisvastuurakentaminen, englanniksi Design and Build, D&B) ja allianssimalli, edustavat palvelevaa ja mahdollistavaa lähestymistapaa rakennusprojekteihin. Näissä malleissa pääurakoitsijan rooli on aktiivisesti tukea aliorakoitsijoiden onnistumista tarjoamalla resurssit, tiedot ja logistiikan, jotka mahdollistavat tehokkaan ja sujuvan työskentelyn. Pääurakoitsija vastaa kokonaisvaltaisesti projektin hallinnasta, mutta onnistuminen edellyttää tiivistä yhteistyötä ja avointa viestintää eri osapuolten välillä. (3, s. 1 – 9.)

LVIS-urakoitsijoiden tapauksessa palveleva malli tarkoittaa sitä, että pääurakoitsija huomioi heidän työnsä erityisvaatimukset, kuten täsmälliset toimitusaikataulut ja asennustöiden erityistarpeet, jo suunnitteluvaiheessa. Näin varmistetaan, että tekniset järjestelmät, jotka ovat kriittisiä rakennuksen toimivuuden ja energiatehokkuuden kannalta, voidaan toteuttaa ilman logistisia esteitä. Yhteistoiminnalliset mallit auttavat myös vähentämään virheitä, viivästyksiä ja kustannusten ylityksiä, koska eri osapuolten vastuut ja roolit määritellään selkeästi jo projektin alkuvaiheessa. (3, s. 1 – 9.)

Palveleva toimintamalli perustuu avoimeen palautekulttuuriin, jossa aliorakoitsijat voivat tuoda esiin kehitysehdotuksia ja ongelmakohtia reaaliaikaisesti. Tämä parantaa työn sujuvuutta ja auttaa mukauttamaan työympäristöä vastaamaan

projektin tarpeita. Yhteistyömallien, kuten KVR-urakoinnin, avulla pääurakoitsijat voivat tukea aliurakoitsijoiden ydinosaaamista, mikä parantaa projektin lopputuloksen laatua ja kustannustehokkuutta. (3, s. 1 – 9.)

6 Haastattelut ja työpajat

Tässä luvussa käsittelen keskeisiä ongelmakohtia, joita olen koonnut haastattelujen ja työpajan pohjalta. Olen keskustellut useiden logistiikan ja rakennusurakoinnin asiantuntijoiden kanssa, mukaan lukien rakennusurakoitsijoiden edustajia, logistiikkaurakoinnin työntekijöitä ja nokkamiehiä sekä Amplit Oy henkilöstöä. Lisäksi järjestin työpajan Amplit Oy:n kollegoiden kanssa, jossa tavoitteena oli kartoittaa työmaiden logistiikan haasteita ja löytää niihin ratkaisuja. Työpajaan osallistui Amplit Oy:n LVIS-asiantuntijoita LV-projektipäällikkö Tuomas Ahonen, Toimitilayksikön liiketoimintajohtaja Mikko Kaijalainen, IPT-yksikön liiketoimintajohtaja Tomi Alanen, LVI-asennuspäällikkö Mika Hartikainen, Sähkötekniikan projektipäällikkö Sami Siitonen, Sähkötekniikan projekti-insinööri Markus Anttila sekä IV-projektipäällikkö Jarkko Rajantaus. Työpajassa pyrittiin myös jakamaan parhaita käytäntöjä ja kokemuksia onnistuneesta logistiikasta. Kaikki esitetyt ajatukset eivät välttämättä vastaa yleisiä mielipiteitä, mutta olen tässä työssä pyrkinyt esittelemään haastatteluista ja työpajoista saadut tulokset niin, että enemmistön näkemykset ja ratkaisut ovat keskeisessä asemassa. Tällä tarkoitetaan, että tutkimuksen perusteella esiin tulleet ongelmakohtat ja ehdotetut ratkaisut ovat valtaosan haastateltujen näkökulmasta merkittäviä ja kannatettavia, mikä antaa tutkimukselle kattavamman ja yhteisöllisemmän näkökulman.

Työpaja järjestettiin lokakuussa 2024 Amplit Oy:n toimistorakennuksen neuvottelutilassa. Tilaisuuden valmistelu aloitettiin lähettämällä osallistujille ennakkokysymyksiä, joiden tarkoituksena oli kartoittaa heidän näkemyksiään ja kokemuksiaan logistisista aiheista ja haasteista. Näistä vastauksista analysoitiin keskeisimmät ja haastavimmat ongelmakohtat, jotka valittiin työpajan keskustelun ja analyysin perustaksi. Työpajassa osallistujat jaettiin pienryhmiin siten, että jokaisessa ryhmässä oli mukana eri asiantuntemusalueita edustavia henkilöitä. Ryhmille esitettiin ennakkokysymysten pohjalta laaditut kriittiset kysymykset, joihin

heidän tuli keskittyä. Keskustelun aikana ryhmät analysoivat kysymyksiä ja kirjassivat vastauksensa post-it-lapuille, minkä avulla laajemmat ongelmat hajotettiin pienemmiksi, konkreettisemmiksi ja paremmin hallittaviksi osakysymyksiksi.

Kun ryhmät olivat suorittaneet analyysinsä, osallistujat kokoontuivat yhteen ja esittelivät keskeisimmät havaintonsa. Eri ryhmien tuottama aineisto käytiin läpi yhteisesti keskustellen, minkä jälkeen osallistujat arvioivat kriittisimmät ja kiireellisimmät ongelmat. Priorisointia varten hyödynnettiin joko äänestysmenetelmää tai asiantuntija-arviointia. Seuraavaksi työpajassa keskityttiin ratkaisuvaihtoehtojen tunnistamiseen. Tärkeimmiksi tunnistetut ongelmat jaoteltiin kategorioihin, joissa pohdittiin niiden mahdollisia juurisyytä ja toimenpiteitä niiden ratkaisemiseksi. Osallistujat esittivät käytännönläheisiä ratkaisuehdotuksia, jotka kirjattiin ylös jatkokehitystä varten. Työpajan lopuksi laadittiin yhteenveto, joka sisälsi listauksen keskeisistä ongelmista, mahdollisista ratkaisumalleista sekä jatkotoimenpiteistä ja vastuutahoista. Työpajan tuotoksena syntyi rakenteellinen ongelma-analyysi, jossa tunnistettiin keskeisimmät haasteet, niiden osatekijät ja alustavat ratkaisut.

6.1 Keskeiset ongelmakohdat

Tässä käsitellään logistiikan keskeisiä ongelma-kohtia, jotka ovat nousseet esiin haastattelujen ja työpajan perusteella.

6.1.1 Tavarat tulevat väärään aikaan

Materiaalitoimitukset saapuvat usein väärään aikaan, mikä johtaa varastointiongelmiin tai viivästyksiin työmaalla. Kun materiaalit saapuvat liian aikaisin, ne täyttävät työmaan varastotilan, joka on jo valmiiksi rajallinen. Myöhästyneet toimitukset taas hidastavat työvaiheita, kun tavaroita joudutaan odottamaan. Monella työmaalla on käytössä pienet tilat ja resurssit, jonka takia just-in-time-toimitukset ovat tärkeässä roolissa. Mikäli kuormat saapuvat väärään aikaan tai paikkaan, aiheuttaa se välittömiä vaikeuksia ja lisäkustannuksia.

6.1.2 Resurssipula

Logistiikan ja materiaalien käsittelyyn tarvittavien resurssien, kuten henkilöstön ja kaluston puute aiheuttaa haasteita. Logistiikkatyöt voivat jäädä tekemättä oikeaan aikaan, mikä puolestaan viivästyttää seuraavia työvaiheita. Tämä on yleistä erityisesti silloin, kun työmaan kiiretilanteissa ei ole riittävästi resursseja varattu logistiikan tarpeisiin.

6.1.3 Epäselvät haalaus-apuvälineet ja -reitit

Logistiikkareitit ja niissä käytettävät haalausvälineet ovat usein epäselviä tai puutteellisia. Tämä voi aiheuttaa sen, että materiaalit jäävät väärään paikkaan tai niitä ei saada kuljetettua helposti työmaan eri osiin. Tämä lisää siirtokertoja ja hidastaa työskentelyä.

6.1.4 Työmaan sisäiset siirrot

Työmailla materiaalien sisäisiä siirtoja ei aina ole suunniteltu riittävän hyvin. Tavarointia siirretään useaan kertaan ennen niiden lopullista asennusta, mikä lisää työtä ja kustannuksia. Tavaroiden jatkuva siirtely voi myös johtaa niiden kaatoamiseen tai vaurioitumiseen.

6.1.5 Puutteelliset ja ahtaat varastointipaikat

Varastotilan puute on yksi yleisimmistä ongelmista, erityisesti kaupunkialueilla sijaitsevilla työmailla. Ahtaissa tiloissa materiaalien hallinta on vaikeaa, ja usein materiaalit varastoidaan väärin tai epäjärjestykseen, mikä hidastaa niiden käyttöönottoa ja lisää vahinkojen riskiä.

6.1.6 Saapuvien tavaroiden tarkastaminen

Kuormakirjojen tarkastaminen ja saapuvien tavaroiden varmistaminen ei yleensä kuulu logistiikkayrityksen vastuulle, mikä voi aiheuttaa haasteita työmaalla. Tavaroiden vastaanoton tarkkuus voi kärsiä, jos ei ole selkeää järjestelmää, joka varmistaa, että oikeat tuotteet ovat saapuneet oikeaan aikaan.

6.1.7 Väärin tehdyt tilaukset

Väärin tehtyjen tilausten taustalla on usein kiire, suunnitelmien puutteellisuus, epäonnistunut massoittelu tai huono varastonhallinta. Virheelliset tilaukset voivat johtaa ylimääräisiin toimituksiin ja lisäkustannuksiin, kun oikeita materiaaleja joudutaan tilaamaan uudestaan.

6.2 Ratkaisuehdotukset

Työpajan ja haastattelujen pohjalta on tunnistettu useita toimenpiteitä, joilla logistiikkaa voidaan parantaa rakennustyömailla. Näiden ratkaisujen avulla voidaan ehkäistä edellä mainittuja ongelmia ja parantaa projektien tehokkuutta.

6.2.1 Logistiikan suunnittelu jo projektin suunnitteluvaiheessa

Logistiikkasuunnitelman laatiminen jo projektin suunnitteluvaiheessa varmistaa, että logistiikan tarpeet ja haasteet otetaan huomioon aikaisessa vaiheessa. Tämä tarkoittaa, että kaikki osapuolet – urakoitsijat, alihankkijat ja logistiikkayritys – sitoutuvat yhdessä laadittuun suunnitelmaan ja sen aikatauluihin.

6.2.2 Logistiikan vastuiden selkeyttäminen ennen urakan allekirjoitusta

Logistiikan vastuut ja roolit on määriteltävä tarkasti jo ennen urakasopimusten allekirjoittamista. Tämä vähentää epäselvyyksiä siitä, kuka vastaa esimerkiksi materiaalien vastaanotosta, varastoinnista ja siirroista. Selkeät vastuut auttavat myös välttämään konfliktitilanteita työmaalla.

6.2.3 Logistiikan mahdollistaminen

Logistiikan sujuva toteutus vaatii riittäviä resursseja ja selkeitä suunnitelmia. Logistiikan mahdollistaminen tarkoittaa, että projektin alussa varmistetaan riittävät tilat, henkilöstö ja kalusto logistiikan toteuttamiseksi. Tämä vähentää logistisia pullonkauloja ja varmistaa, että materiaalit voidaan toimittaa ja siirtää tehokkaasti.

6.2.4 Hyvät suunnitelmat ja ennakointi

Hyvin laaditut logistiikkasuunnitelmat ja tarkka ennakointi ovat avainasemassa toimivassa logistiikassa. Hyvä suunnitelma sisältää selkeät aikataulut ja materiaalien hallintajärjestelmät, jotka varmistavat, että materiaalit toimitetaan oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan. Ennakoiva suunnittelu vähentää siirtojen ja varastoinnin tarvetta.

6.2.5 Kaikkien osapuolten osallistuminen suunnitteluvaiheessa

Kaikkien projektin osapuolten osallistuminen jo suunnitteluvaiheessa on tärkeää, jotta logistiikkasuunnitelma voidaan laatia kattavasti ja realistisesti. Kun urakoitsijat, alihankkijat ja logistiikkayritykset ovat mukana suunnittelussa, he voivat sitoutua yhdessä sovittuihin tavoitteisiin ja varmistaa, että logistiset toiminnot tukevat projektin etenemistä.

6.2.6 Säännölliset logistiikkapalaverit

Säännölliset logistiikkapalaverit, joihin osallistuvat kaikki projektin osapuolet, ovat olennainen keino parantaa viestintää ja koordinointia. Palavereissa voidaan käydä läpi logistiikan aikataulut, kuljetukset, varastointi ja muut keskeiset logistiset toiminnot, jolloin kaikki osapuolet pysyvät ajan tasalla ja ongelmat voidaan ennakoida.

6.2.7 Varkauksien ehkäisy

Työmailla tapahtuu usein varkauksia, erityisesti silloin, kun materiaalit ja työkalut on varastoitu suojaamattomasti. Tehokas logistiikan hallinta voi vähentää varkauksien riskiä. Selkeä materiaalien dokumentointi, varastointipaikkojen valvonta ja materiaalien toimitusten seuranta voivat auttaa ehkäisemään varkauksia ja varmistaa, että työkalut ja materiaalit ovat aina saatavilla, kun niitä tarvitaan.

6.3 Yhteenveto

Logistiikan hallinta rakennustyömailla on monivaiheinen ja haasteellinen prosessi, mutta oikeilla ratkaisuilla voidaan merkittävästi parantaa sen sujuvuutta ja tehokkuutta. Säännölliset logistiikkapalaverit, ennakoiva suunnittelu ja vastuiden selkeyttäminen ovat keskeisiä toimenpiteitä, joilla voidaan ehkäistä logistisia ongelmia. Lisäksi tehokas varkaussuojelu ja kaikkien osapuolten sitoutuminen suunnitteluvaiheessa auttavat varmistamaan, että logistiikka tukee projektin aikataulujen pitämistä ja kustannusten hallintaa

6.4 Työpajan tulokset

Parhaat käytännöt ja onnistumiset

Työpajan osallistujat nostivat esille useita hyviä käytäntöjä, jotka olivat parantaneet työmaiden logistiikkaa ja ehkäisseet yleisiä ongelmia. Erityisesti korostettiin keskitetyn logistiikkakumppanin käyttöä, digitaalisten työkalujen hyödyntämisestä sekä ennakkoinnin ja seurannan merkitystä. Keskitetty logistiikkakumppani osoittautui monissa projekteissa tehokkaaksi ratkaisuksi, jossa yksi toimija vastasi kuljetuksista, varastoinnista ja sisäisistä siirroista. Tämä mahdollisti toimitusten optimoinnin ja varmisti, että materiaalit saapuivat oikeaan aikaan ja paikkaan ilman päällekkäisyyksiä. Yhteisen logistiikkasuunnitelman laatiminen paransi toimitusaikojen tarkkuutta ja vähensi varastointiongelmia, kun toimitukset toteutettiin Just-in-Time-periaatteella.

Useissa projekteissa digitaalisten työkalujen käyttö oli auttanut parantamaan kommunikaatiota ja materiaalivirtojen hallintaa. Projektinhallintaohjelmistot, joissa oli reaaliaikainen näkyvyys toimituksista ja varastotilanteesta, auttoivat vähentämään virheitä ja viivästyksiä. Digitaaliset järjestelmät mahdollistivat paremman viestinnän eri osapuolten välillä ja auttoivat seuraamaan materiaalien liikkeitä, mikä puolestaan vähensi katoamisia ja ylimääräistä etsintätyötä. Näiden työkalujen avulla logistiikan hallinta oli muuttunut selkeämmäksi ja järjestelmällisemmäksi, mikä toi merkittäviä etuja projekteihin.

Ennakoinnin ja seurannan merkitys nousi esiin työmailla, joissa logistiikkaa oli seurattu säännöllisesti ja joissa oli vakiintunut jatkuva palautekulttuuri. Ennakoiivat toimenpiteet, kuten viikoittaiset logistiikkakatselmukset, vähensivät viivästyksiä ja paransivat aikataulujen pitävyyttä. Logistiikan säännöllinen seuranta varmistti, että toimitukset ja sisäiset siirrot tapahtuivat suunnitellusti, ja palautteen antaminen prosesseista auttoi kehittämään toimintaa projektin edetessä. Näin toimien logistiikka pysyi hallinnassa myös tilanteissa, joissa olosuhteet tai aikataulut muuttuivat.

Työpajassa käydyt ryhmätyökeskustelut osoittavat, että toimiva logistiikka perustuu vahvaan ennakkointiin, tehokkaaseen viestintään ja logistiikan keskittämiseen yhdelle kumppanille, joka hallinnoi koko prosessia. Lisäksi digitaalisten työkalujen hyödyntäminen ja logistiikan jatkuva seuranta ovat osoittautuneet ratkaisevan tärkeiksi toimenpiteiksi. Nämä käytännöt auttavat ehkäisemään yleisiä ongelmia, vähentämään kustannuksia ja parantamaan projektien aikataulujen sekä budjettien hallintaa, mikä tekee niistä olennaisia osia rakennusprojektien logistiikan kehittämisessä.

7 Kuluvertailu

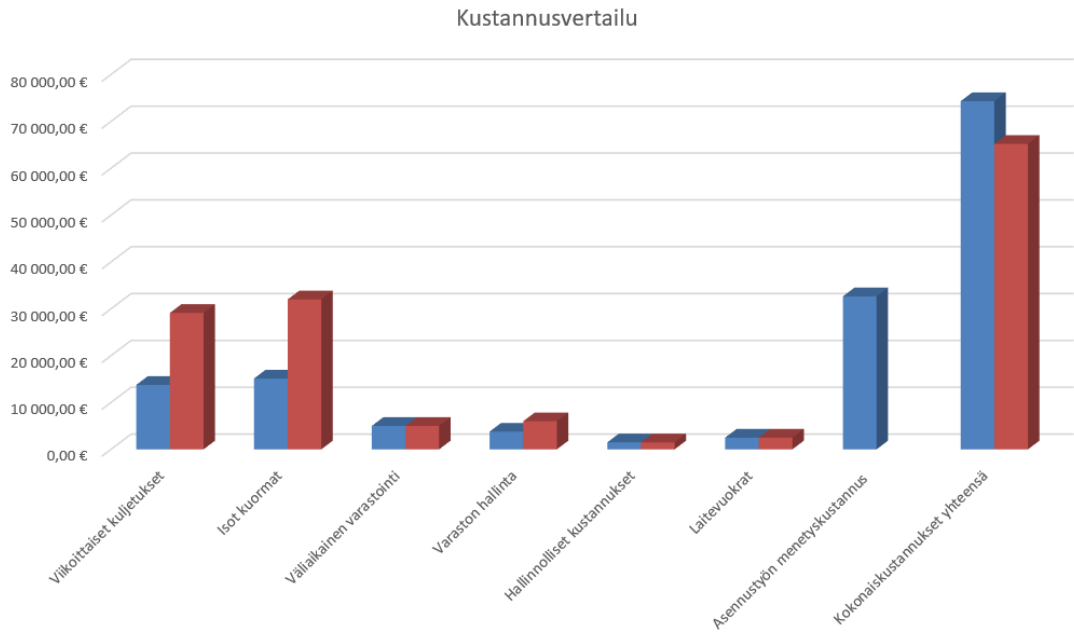
Tämä kustannusvertailu perustuu esimerkkitapaukseen keskisuuresta, mutta logistisesti erittäin haastavasta työmaasta Helsingin kantakaupungissa, 26-kerroksisesta T8-Horisontti-toimistorakennuksesta. Toimin itse kyseisellä työmaalla projekti-insinöörinä, joten työmaa on minulle erittäin tuttu. Haasteet johtuvat

muun muassa kaupungin ahtaudesta ja ruuhkaisuudesta, jotka rajoittavat merkittävästi varastointitiloja sekä vähentää tilaa lastauksille ja puruille. Lisäksi kyseessä on korkeassa rakennuksessa sijaitsevat ahtaat käytävät ja haalausreitit, mikä tuo logistiseen hallintaan erityisiä vaatimuksia, erityisesti suurten kuormien ja päivittäisten toimitusten hallinnassa.

Kuvassa 1 on kuvakaappaus Excel-tilusta, joka tarjoaa vertailupohjan logistiikkakustannusten arviointiin rakennusprojekteissa. Taulukossa vertaillaan kyseisen työmaan eri logistiikkavaihtoehtojen kustannuksia vuoden kestävä projektin aikana, urakoitsijan omien asentajien suorittamaa logistiikkaa ja ulkoistetun logistiikkayrityksen toteuttamaa logistiikkaa. Laskelmat perustuvat keskimääräisiin työmaan logistiikkakuluihin, jotka kattavat viikoittaiset materiaalikuljetukset, suurten kuormien käsittelyn, varastoinnin ja varastohallinnan kulut sekä hallinnolliset kustannukset ja laitteiden vuokran. Kuvan 2 Excel-tilussa on kuvattuna sama laskelma pylväskaavion muodossa.

Kustannuserä	KLA (t)	U tunti-hinta (€)	U kokonais-kustannukset (€)	LY tunti-hinta (€)	LY kokonais-kustannukset (€)	Erotus (€)
Viikoittaiset kuljetukset	364	37,80 €	13 759,20 €	80 €	29 120 €	15 360,80 €
Isot kuormat	400	37,80 €	15 120,00 €	80 €	32 000 €	16 880,00 €
Väliaikainen varastointi	-	-	5 000,00 €	-	5000,00	0,00 €
Varaston hallinta	100	37,8 €	3 780,00 €	-	6000,00	2 220,00 €
Hallinnolliset kustannukset	-	-	1 500,00 €	-	1500,00	0,00 €
Laittevuokrat	-	-	2 500,00 €	-	2500,00	0,00 €
Asennustyön menetyskustannus	864	37,8	32659,2			-32 659,20 €
Kokonaiskustannukset yhteensä	-	-	74 318,40 €	-	65200,00	-9 118,40 €
U = Urakoitsija						
LY = Logistiikkayritys						
KLA = Kokonaislogistiikka-aika						

Kuva 1 Kuvakaappaus Excel-vertailusta



Kuva 2 Kuvakaappaus pylväskaaviosta

Lisäksi taulukkoon sisältyy laskelmat asentajien menetetyt työajan kustannuksista rahallisena arviona, mikäli logistiikka hoidetaan yrityksen omilla resursseilla. Tässä on huomioitu työn keskimääräinen tuntipalkka, sosiaalikulut ja verot, jotta saadaan kattava kuva omien asentajien suorittaman logistiikan kokonaishinnasta suhteessa ulkoistettuun logistiikkaratkaisuun. Excel-taulukko toimii suoraan pohjana erilaisille logistiikkavertailuille ja mahdollistaa kustannusten analysoinnin useissa eri projekteissa, tukien päätöksentekoa logistiikan tehokkaimmasta toteutuksesta.

Kuluvertailun tuloksista ilmeni, että ulkoistamalla logistiikka logistiikkayritykselle säästetään merkittävästi kustannuksia. Urakoitsijan omien asentajien hoitamana logistiikan kokonaiskustannus, joka sisältää menetetyt asennusajan, olisi noin 74300 euroa vuodessa. Logistiikkayrityksen hoitamana vastaavat kustannukset olisivat 65 200 euroa. Näin ollen ulkoistettu logistiikka olisi noin 9100 euroa edullisempi vaihtoehto tässä esimerkkitapauksessa.

Tämä vertailu havainnollistaa, miten erityisen haastavissa työmaolosuhteissa ulkoistetun logistiikkapalvelun käyttäminen voi tuoda merkittäviä säästöjä sekä helpottaa työmaan yleistä sujuvuutta ja aikataulussa pysymistä. Laskelmassa

viikoittaisiin kuljetustunteihin, yhteensä 864 tuntia, on huomioitu muun muassa noin 800 säteilypaneelin kuljetukset eri kerroksiin. Näistä säteilypaneeleista suurimmat ovat kooltaan 1200x3600 mm. Lisäksi työmaalla kuljetettu kerroksiin yli sata puhallinkonvektoria ja radiaattoria sekä muutama oviverhokone. Kuljetusaikaa on käytetty myös merkittävä määrä konehuoneeseen menevien laitteiden, laitekokonaisuuksien ja komponenttien siirtoon sekä putkimassojen ja vesikalusteiden kuljetukseen eri kerroksiin. Yhteen kerrokseen asennetaan keskimäärin noin 400 metriä vesi- ja viemäriputkia sekä lämmitys- ja jäähdytysputkia, mukaan lukien kuiluissa tarvittavat tarvikkeet.

8 Pohdinta

Pääurakoitsijoiden sitoutuminen logistiikkaan ja heidän ymmärryksensä siitä, että logistiikkaan tulee suhtautua vakavasti on tärkeä osa kokonaisuutta. Pääurakoitsijoiden tulisi nähdä logistiikka kriittisenä tekijänä, joka vaikuttaa projektin kaikkiin osa-alueisiin aikataulutuksesta kustannuksiin ja työhyvinvointiin. Pääurakoitsijan sitoutuminen logistiikan suunnitteluun ja toteutukseen tukee LVIS-urakoitsijoiden työtä ja vähentää mahdollisia aikataulullisia ja resurssien hallintaan liittyviä haasteita, joita usein ilmenee, kun logistiikkaa ei koordinoita kattavasti.

Päätelmä on, että ulkoisen logistiikkaurakoitsijan käyttö ja heidän sitouttamisensa projektin logistiikkaan näyttää vahvasti hyödylliseltä ratkaisulta erityisesti suurissa ja monimutkaisissa projekteissa. Ulkoinen logistiikkaurakoitsija pystyy ottamaan vastuun logistiikan eri osa-alueista, kuten materiaalien toimituksesta, varastoinnista ja sisäisistä siirroista, mikä vähentää LVIS-urakoitsijoiden ja muiden alihankkijoiden logistista kuormitusta. Tämä tuo projektin toteutukseen suunnitelmallisuutta ja järjestelmällisyyttä, jotka lisäävät kaikkien osapuolten työtehoa ja auttavat heitä keskittymään omaan ydinosaamiseensa.

Ulkoisen logistiikkakumppanin käyttö vähentää myös kustannuksia, sillä logistiikkavirheet, viivästykset ja materiaalihukka saadaan minimoitua tarkasti ajoite-

tuilla toimituksilla ja ennakoivalla suunnittelulla. Lisäksi työntekijöiden työhyvinvointi paranee, kun työympäristö pysyy turvallisempana ja materiaalit ovat hallitusti järjestetty. Hyvin toteutettu logistiikka parantaa siten kokonaiskustannustehokkuutta, mikä hyödyttää niin pääurakoitsijoita, LVIS-urakoitsijoita kuin kaikkia muita osapuolia projektissa.

Pääurakoitsijoiden ja ulkoisten logistiikkaurakoitsijoiden tiivis yhteistyö sekä sitoutuminen järjestelmälliseen logistiikan hallintaan luovat edellytykset projektin kustannustehokkaalle ja aikataulun mukaiselle etenemiselle.

Voidaan väittää, että mikäli urakoitsijat ja pääurakoitsijat sitoutuisivat työmailla insinööriyössä esitettyihin toimenpiteisiin, rakennusprojektien sujuvuus ja tehokkuus paranisivat merkittävästi. Logistiikka on yksi suurimmista kustannuseristä rakennusalalla, ja pääurakoitsijoilla on keskeinen vastuu varmistaa, että logistiikasta muodostuu toimiva ja kustannustehokas ratkaisu.

9 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ja analysoida logistiikkaa LVIS-urakoitsijan näkökulmasta. Aihe osoittautui haastavaksi, mutta samalla äärimmäisen tärkeäksi kehityskohteeksi yrityksen toiminnan kannalta. Työssä tutkittiin, etsittiin ja tehtiin johtopäätöksiä siitä, miten logistiikka olisi järkevintä toteuttaa Amplit Oy:lle.

Suoraa ja yksiselitteistä ratkaisua logistiikan parantamiseen ei voitu tarjota sen muuttuvien hallintamekanismien ja yhteistyökumppaneiden vuoksi. Työssä kuitenkin tunnistettiin keskeisiä ongelmakohtia ja mahdollisia kehityssuuntia, jotka voisivat toimia pohjana jatkokehitykselle ja konkreettisille toimenpiteille.

Insinööriyön suurin anti oli siinä, että se avaa jatkuvasti keskustelua ja luo edellytyksiä yhtiön logistiikan kehittämiseksi. Logistiikka ja sen tuomat haasteet ovat jatkuvasti läsnä työmailla, ja niihin tarttuminen systemaattisesti voi tuoda merkittäviä parannuksia niin tehokkuuteen kuin kustannuksiin. Selvisi, että logistiikkaa

täytyy kehittää yrityksen sisällä ja toivon, että tämä insinööriyö toimii ponnahduslautana kohti parempia ratkaisuja.

Lähteet

- 1 Levinson, Marc. 2006. *The Box: How the Shipping Container Made the World Smaller and the World Economy Bigger*. Princeton University Press.
- 2 Koskela, Lauri. 2000. *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Espoo: VTT Building Technology
- 3 Tommelein, Iris; Ballard, Glenn. 1997. *Coordinating specialists: From Journal of Construction Engineering and Management*. Technical report No. 97-8, s. 1 – 9.
- 4 Horman, Michael & Kenley, Russel. 2005. *Quantifying levels of wasted time in construction with meta analysis*. *Journal of Construction Engineering and Management*. <[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2005\)131:1\(52\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:1(52))>. Luettu 27.8.2024.
- 5 Vrijhoef, Ruben & Koskela, Lauri. 2000. *The four roles of supply chain management in construction*. *European Journal of Purchasing & Supply Management*. <https://www.researchgate.net/publication/222524837_The_Four_Roles_of_Supply_Chain_Management_in_Construction>. Luettu 4.9.2024.
- 6 Ballard, Glenn & Howell, Gergory. 2003. *Lean project management*. From: *Building Research & Information*. Vol. 31, s. 1-15.
- 7 Ohno, Taicchi. 1978. *Toyota Production System*. English translation 1988. Portland: Productivity Press.