

LOGISTIIKKAPROSESSIN AJANHALLINTA RAKENNUSTYÖMAALLA



Rakennusinsinööri opinnäytetyö

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Kevät 2022

Tero Kyttänen

Koulutuksen nimi Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri Tiivistelmä
Tekijä Tero Kyttänen Vuosi 2022
Työn nimi Logistiikkaprosessin ajanhallinta rakennustyömaalla
Ohjaaja Juha Mara

Tämä tutkielma on osa YIT Suomi Oy:n työmaiden logistiikkaprosessin kehitystä. Tämä kehitys alkoi vuonna 2021 ja jatkuu jalkautuksella muutamilla työmailla vuoden 2022 kesän aikana. Työssä tutkitaan logistiikan teoriaa, keskittyen lean-ajatteluun ja Just-In-Time toimintamalliin.

Tutkimuksessa esitellään kysely, joka on toimitettu YIT Suomi Oy:n Uudenmaan työmaiden toimihenkilöille. Tällä kyselyllä tutkittiin työmaatoimihenkilöiden kuluttamaa työaikaa logistiikkaan liittyviin tehtäviin viikon aikana. Tarkoitus oli tunnistaa tehtäväkokonaisuuksia, jotka voitaisiin vastuuttaa työmaatoimihenkilölle ja vapauttaa työmaan vastaavalta työnjohtajalta aikaa muihin työnjohdollisiin tehtäviin.

Tutkimuksessa havaittiin, että tietyistä logistiikkaprosessin tehtävistä saataisiin koottua tehtäväkokonaisuus erillisen materiaalivastaavan roolin alle. Tälle roolille kuuluvien tehtävien havaittiin kuluttavan paljon aikaa kaikilta työmaatoimihenkilöiltä kohteesta ja rakennusvaiheesta riippumatta. Tutkimuksessa siis tultiin siihen tulokseen, että materiaalivastaavan roolin perustaminen olisi perusteltua ja keventäisi työmaiden vastaavien työnjohtajien työtaakkaa. Tätä tulosta tukee myös YIT Suomi Oy:n suorittamat haastattelut Helsingissä sijaitsevien työmaiden vastaavilta työnjohtajilta. Tilaaja tulee jalkauttamaan materiaalivastaavan roolin muutamille pioneerityömaille kesän 2022 aikana ja tämän uuden roolin vaikutusta logistiikkaprosessin tehokkuuteen seurataan, ennen suunnitelmia sen laajemmasta jalkautuksesta tilaajan muille työmaille.

Tämän tutkimuksen toimeksiantajat olivat YIT Suomi Oy, sekä Carinafour konsulttipalvelut.

Avainsanat Logistiikka, kyselytutkimus, rakennustyömaat, rakennusmestarit, ajanhallinta
Sivut 31 sivua

Sisällys

1	Johdanto	4
1.1	YIT Suomi Oy ja Carina Solutions Oy	4
1.2	Tutkimusmenetelmät.....	5
2	Logistiikka ja materiaalihallinta	5
2.1	Lean-ajattelu	5
2.2	JIT ja imuohjaus.....	8
2.3	Agile toimitusketju	10
2.4	Läpäisyajan lyhentäminen	12
2.5	Massaräätälöinti	13
3	Logistiikkaprosessi työmaalla	14
3.1	Tulologistiikka	14
3.2	Sisälogistiikka	15
3.3	Lähtölogistiikka	15
4	Logistiikkaprosessin tehtävät	17
4.1	Logistiikkaprosessin roolit.....	18
5	Logistiikan ja materiaalihallinnan seuranta työmailla.....	19
5.1	Pohjustus.....	19
5.2	Tulokset.....	21
5.3	Analysointi.....	29
6	Johtopäätökset ja kehitysajatukset.....	29
	Lähteet.....	31

1

Johdanto

Opinnäytetyön aiheena on tutkimus rakennustyömaan toimihenkilöiden kuluttamasta ajasta logistiikan ja materiaalihallinnan eri tehtäviin. Lisäksi tutkitaan mahdollisuutta muodostaa näistä tehtävistä kokonaisuuksia eri roolinimikkeiden alle, jolla pyrittäisiin tehostamaan työmaatoimintaa ajallisesti ja kustannustehokkaasti.

Tutkimuksen tavoitteena on kehittää logistiikkaprosessia avaamalla lean-ajattelun rakennustyömaille soveltuvia osia, sekä logistiikkaprosessin eri kokonaisuuksia.

Työ on rajattu työmaalla vakituisesti työskentelevien toimihenkilöiden ajan seurantaan, eikä se ota kantaa projektin muiden osapuolten, esimerkiksi hankintainsinöörien tai linjajohdon kuluttamaan aikaan logistiikkaprosessin tehtävissä. Näin pyritään löytämään selkeä kuva siitä kuinka paljon rakennustyömaan työnjohdolla logistiikan ja materiaalihallinnan tehtäviin kuluu aikaa ja onko mahdollista siirtää rakennustyömaan vastaavalta työnjohtajalta tehtäväkokonaisuuksia muulle työnjohdolle.

Työn tilaajana ovat YIT Suomi Oy ja Carina Solutions Oy.

1.1 YIT Suomi Oy ja Carina Solutions Oy

YIT Suomi Oy on 110 vuotta vanha rakennusliike, joka työllistää 7000 ammattilaista kymmenessä maassa Suomessa, Venäjällä, Ruotsissa, Norjassa, Virossa, Latviassa, Liettuassa, Tšekissä, Slovakiassa ja Puolassa. YIT Vuosikatsaus 2021-esitteen mukaan YIT Suomi Oy pyrkii parantamaan projektihallintaa jatkuvasti ja on ottanut tuotannossa käyttöön läpimenoaikojen lyhentäviä menetelmiä. Yksi näistä menetelmistä on logistiikan prosessien kehittäminen ja tehostaminen. (YIT Oyj, n.d.)

Carina Solutions Oy perustettiin vuonna 2012 Kaarinaan ja nykyään yritys käyttää nimeä Carinafour. Carinafour etsii ratkaisuja asiakasyrityksen ongelmiin ja saamaan tämän prosessit

toimimaan suunnitelmallisemmin. Carinafour aloitti toimintansa meriteollisuudessa ja tällä hetkellä yrityksessä työskentelee 49 henkilöä. Carinafour tekee yhteistyötä asiakasyritystensä kanssa ja tähtää projektien merkittäviin parannuksiin, kuten logistiikka- ja tuotantoprosesseihin. (Carinafour, 2022)

1.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa ensimmäinen osio keskittyy tiedon hankintaan logistiikkaa ja materiaalihallintaa koskevasta kirjallisuudesta. Tutkimuksen toinen osio keskittyy tilaajan työmailta hankittavaan tutkimustietoon, eli aikamääriin, joita eri tehtäviin kuluu. Näitä aikamääriä kerätään yhteen, analysoidaan ja jaetaan rooleille. Tilaajana toimivat yritykset ovat muodostaneet tehtävät ja roolit logistiikkaprosessille, joten uusien tehtävien luontia tai roolitusta ei tässä tutkielmassa tule aiheelliseksi.

2 Logistiikka ja materiaalihallinta

Logistiikka käsitteenä tarkoittaa monia erilaisia aineellisia tai aineettomia virtoja, joissa materiaali ohjautuu alkulähteiltä tuotantoon ja valmistetun tuotteen ostamista, myymistä, kuljettamista ja varastointia. Logistiikassa tavaran liikkuminen kulkee käsikädessä tiedon liikkumisen kanssa. Logistiikka tähtää siihen, että tuote on käytettävissä oikeassa paikassa oikeaan aikaan kustannustehokkaasti, eikä kuljettamisesta aiheudu ympäristöhaittoja tai turvallisuusriskejä. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

2.1 Lean-ajattelu

Lean-ajattelu on alun perin Toyotan työntekijöiden kehitetty tuotantoketju toisen maailmansodan jälkeen, jonka tarkoitus oli olla tehokas ja prosessimaisempi kuin edeltäjänsä. Toyotan työntekijät aloittivat pyrkimyksen kohti hukatonta tuotantoketjua, joka myöhemmin kehittyi lean-ajattelumalliksi. Se on kokonaisvaltainen kehittämisfilosofia, joka on ollut suuressa roolissa menestyvien yritysten kehittäessä toimintaansa, mutta sitä voidaan käyttää myös suppeammassa mittakaavassa kuvaamaan kustannustehokasta toimitusketjua. (Womack & Jones, 2003, s. 15; Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

Lean-ajattelun ytimessä on pyrkimys tuottamaan yrityksen asiakkaalle arvoa. Kun on määritelty tarkasti mitä arvoa asiakkaalle tuotetaan, voidaan jokainen tuotantoketjun osa jakaa arvoa tuottaviin aktiviteetteihin, tukitoimintoihin tai hukkaan. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

Tilaus-toimitusprosessissa lean-ajattelun mukaisesti tulisi poistaa kaikki arvoa tuottamaton aktiviteetti ja järjestämään arvoa tuottavat aktiviteetit mahdollisimman tehokkaiksi virtauksiksi. Nämä virtaukset toimivat vieläkin tehokkaammin, mikäli niiden toimintatapa on yhtenäistetty koko yrityksen laajuisesti ja niitä ylläpidetään ja kehitetään jatkuvasti. Näin minimoidaan toimintaan liittyvän vaihtelun aiheuttamat ongelmat virtaukselle. Yksi lean-ajattelun tärkeimmistä asioista onkin jatkuva parantaminen. Kehityksen jatkuminen ja hukan eliminointi jatkuvasti ovat lean-ajattelun kulmakiviä. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

Toiminnan mittaaminen ja mittaustulosten analysoinnin tulee olla osa päivittäistä johtamista, jolla tuetaan toiminnan jatkuvaa parantamista. Tällaisella johtamistavalla poikkeamat havaitaan heti ja niihin voidaan reagoida ajoissa. Nämä havaitut poikkeamat auttavat järjestelmän jatkuvaan parantumiseen, kun ongelmien juurisyytä päästään tarkastelemaan lähemmin. Parannustoimenpiteitä tulee myös seurata ja toimivat ratkaisut viedään laajempaan käyttöön. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

Lean-ajattelu rakennusteollisuudessa pyrkii myös hukan minimoimiseen ja asiakkaan tarpeiden tyydyttämiseen ja rakennusprosessin tehokkuuteen, vaikkakin lean-ajattelu rakennusteollisuudessa eroaa tuotantoteollisuudesta siitä, että rakennushankkeet nähdään yksittäisinä projekteina, kun taas tuotantoteollisuus on jatkuvaa prosessia.

Rakennusteollisuuden kehittyminen lean-ajattelumallin tapaisen hukan poistamisessa vaatii erityisesti pitkän aikavälin ajattelutapaa ja kommunikaatiota asiakkaiden, suunnittelijoiden, urakoitsijoiden ja toimittajien välillä. (Designing Buildings Ltd, 2022)

Lean-rakentamisen peruseriaatteet ovat seuraavat:

Kommunikaation parantaminen

Hukan ja virheiden vähentäminen

Muutosten tehokas jalkauttaminen.

Työsuunnittelun ja aikatauluttamisen kehittäminen.

Arvon määrittäminen asiakkaan näkökulmasta.

Purkaa projektin vaiheet, jotka eivät tuota arvoa.

Työympäristön turvallisuuden ja siisteyden varmistaminen.

Jatkuva toimintatapojen kehittäminen, joka jatkuu projektista toiseen.

Tietomallin ja muiden visuaalisten esitysmallien hyödyntäminen suunnittelussa ja kommunikaatiossa.

Aikainen suunnittelu.

Ennakoiva aikataulusuunnittelu.

Moduulirakenteinen tuotanto.

Just-in-time toimitukset.

Arvon hallinta.

Tavarantoimitusten ketjun varmistaminen yhteistyöllä toimittajien kanssa.

Eri toimintatapojen arvottaminen ja näiden jatkuva seuranta

Last Planner menetelmä tuotannonohjauksessa

Kriittisten askelten tunnistaminen tuotannossa ja niiden hallinta

Erilaiset riskienhallintatavat

Kuten näkyy niin lean-rakentamisen periaatteetkin ovat laajat ja niitä pystytään hyödyntämään alati muuttuvassa tuotantoympäristössä. Loppujen lopuksi lean-rakentamisen periaatteet ovat ryhmä ideoita, joita tulee käyttää eri tavalla erilaisissa tilanteissa. (Designing Buildings Ltd, 2022)



KUVA 1. Ajalliset hukat esitettynä taulukossa. (MFLOW Oy. 2021)

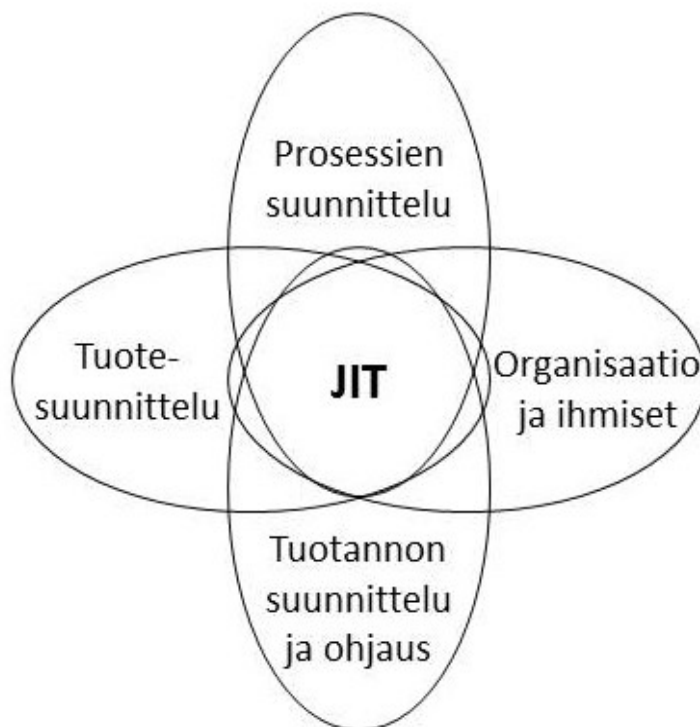
2.2 JIT ja imuohjaus

JIT eli just-in-time, joka kääntyy suomeksi JOT eli juuri oikeaan tarpeeseen, tarkoittaa materiaalin valmistusta, siirtämistä ja kuljetusta vain todellisen tarpeen mukaan. Niin, että se tulee kohteelle juuri silloin, kun sitä tarvitaan. Tarpeen määrittelee asiakas. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

Sille on kuitenkin myös laajempikin merkitys. JIT tavoittelee myös kysynnän nopeaa tyydyttämistä täydellisellä laadulla ja ilman hukkaa. Tavoitteina on nollavarastoja, mahdollisimman nopeaa läpäisyä, virheettömyyttä, virtaustettua tuotantoa, joustavaa tuotantoa ja tuhlaavan toiminnan eliminointia. Nämä tavoitteet ovat kuitenkin JIT-ajattelutavassa visioita, eikä niiden saavuttaminen lyhyellä tähtäimellä ole todennäköistä. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

JIT vaikuttaa moneen tuotannon osa-alueeseen ja koko yrityksen toiminnan osa-alueisiin. Tuotannosuunnittelussa keskitytään standardiosien ja modulaaristen tuoterakenteiden käyttöön ja prosessisuunnittelussa pilkkotaan eräkojoja, vähennetään asennusaikoja ja vähennetään keskeneräistä tuotantoa. Pyritään ihmisten moniosaamiseen ja tehokkaaseen, mutta joustavaan työnkiertoon. Tuotannonohjauksessa niin kutsuttu imuohjaus varmistaa vähäisen varastoinnin ja tämän tuomat kustannukset. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

Yksinkertaisimmillaan JIT on nimenomaan imuohjausta, asiakkaan tarpeen ohjaamaa tuotantoa, jolloin tarvittu materiaali saapuu kohteeseen juuri oikeaan tarpeeseen. Tämä on lean-ajattelun mukainen tasainen ja tarkoituksenmukainen materiaalivirta. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)



KUVA 2. Juuri oikeaan tarpeeseen-mallin osa-alueet. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

Imuohjauksen taustalla on ajatus, että varastointi aiheuttaa kustannuksia ja piilottavat prosessin ongelmia, joten se tulee minimoida. Ideaalitalanteessa tuote valmistetaan äärimmäisen nopeasti asiakkaan tarpeen mukaan ja toimitettaisiin se kohteeseen. Varsinkaan rakennusteollisuudessa tämä ei kuitenkaan ole realistista monien materiaalien

pitkän valmistusajan syystä. Tästä syystä lean-ajattelun mukainen tahdistettu tuotanto on tarpeen, jolloin tiedetään jo pitkän aikaa etukäteen, milloin tuotteen tulee olla kohteessa ja näin saadaan varastointia ja hukkaa minimoitua. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

On tärkeätä ymmärtää, että suuri osa rakennusteollisuuden prosesseista vaatii paljon tuotteita ja materiaaleja. On laskettu, että tehokas logistiikka voi alentaa hukan määrää rakentamisessa 35 %. Monet tuotteet saavat suurta hyötyä JIT toimituksista ja tästä hyvä esimerkki on valmisbetoni. Valmisbetoni ei ole käyttökelpoista pitkään valmistumisen jälkeen, joten se pitää toimittaa juuri oikeaan aikaan, oikealla määrällä ja oikealla tilaajan haluamilla ominaisuuksilla, jotta sitä voidaan rakennustyömaalla käyttää. Toinen hyvä esimerkki on ikkunat ja muut lasituotteet, joiden pakkaukset ovat suuria ja tarvitsisivat näin suuret varastoalueet työmaalla. Tämä aiheuttaisi vielä ylimääräisen riskin materiaalin vaurioitumiselle. (Designing Buildings Ltd, 2022)

JIT rakennustuotannossa onkin yksi tärkeistä lean-rakentamisen osa-alueista, koska sillä on suuret mahdollisuudet eliminoida rakennustuotannon hukkaa. (Designing Buildings Ltd, 2022)

2.3 Agile toimitusketju

Agile-käsite tarkoittaa ketterää tuotantoa ja toimitusketjua. Mikäli asiakastarpeet muuttuvat siihen suuntaan, että tuotteiden kysyntä ja erilaisten tuotteiden yhdistelmien määrä kasvaa tarvitaan joustavuutta ja ketteryyttä. Tällainen joustavuus tarvitsee toimiakseen erilaisia puskureita, kuten ylimääräisiä tuotteita varastoissa tai lyhyitä toimitusaikoja. Tämä taas aiheuttaa kysynnän heilahdellessa ylimääräistä kapasiteettia. Lean-ajattelumallin tapainen kustannustehokkuus pyrkii minimoimaan ylimääräiset varastot ja keskittymään tasaiseen materiaalivirtaan, joten voidaan ajatella, että joustava Agile-toimitusketju on ainakin osittain Lean-vastainen. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

Nämä toimintatavat eivät ole kuitenkaan toisiaan poissulkevia. Mikäli toimintaa kehitetään oikealla tavalla, voidaan saavuttaa kustannustehokkuuden lisäksi myös joustavuutta. Esimerkiksi jos läpäisyajoja lyhennetään, lisää tämä ketteryyttä ja kustannustehokkuutta.

Saman tekee henkilöstön moniosaamisen lisääminen. Tulevaisuudessa tietotekniikan kehitymisellä, digitalisaatiolla ja uusilla tuotantotekniikoilla on vaikutusta ketteryteen, kun varastotilannetta ja keskeneräistä tuotantoa voidaan seurata reaali-aikaisesti, varaosia voidaan valmistaa 3D-tulostuksella ja lisäksi isoja tietomassoja voidaan käyttää kysynnän ennustamiseen. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

Agile projektihallinta on käsite, joka tunnetaan myös nimellä Agile rakentaminen. Sen ytimessä on idea jakaa projektin tehtävät pieniksi hallittaviksi osiksi, jolloin niiden mittaaminen ja parantaminen ovat myös mahdollisia. Agile rakentamiseen kuuluu myös tuotteiden ennakkoon valmistaminen ja toimitusketjun hallinta. (Designing Buildings Ltd, 2022)

Agile rakentaminen hyödyntää työstä reaaliaikaisesti saatavan tiedon seuraavissa samankaltaisissa työvaiheissa. Kun isompi kokonaisuus on jaettu useaan pieneen samankaltaiseen työvaiheeseen, saadaan toimintaa kehitettyä useaan otteeseen yhden työkokonaisuuden aikana. Tavoitteena on suuremman arvon tuottaminen asiakkaalle. (Designing Buildings Ltd, 2022)

Agile ajattelu on innovatiivista, reaktiivista, joustavaa ja keskittyy arvon tuottamiseen. Se ei tuomitse virheiden tekemisestä vaan pyrkii saamaan virheistä mahdollisimman paljon tietoa, jota voidaan hyödyntää tulevissa vaiheissa. (Designing Buildings Ltd, 2022)

Leanin ja Agilen voi myös tarpeen mukaan yhdistää osaksi yhtenäistä toimitusketjua, jolloin esimerkiksi Lean-ajattelumallia käytetään ennen asiakastilausta, jolloin suuret volyymit toimitetaan tällä tapaa ja Agile otetaan käyttöön pienemmissä asiakaslähtöisten tuotteiden volyymeissä. . (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

Loppujen lopuksi voidaan todeta, että sama toimitusketju ja malli ei sovi kaikkiin tilanteisiin. Tästä syystä niitä tulee yhdistellä ja hyödyntää erilaisten tuotteiden toimituksessa eri tavalla. Tuotteet voidaan jakaa funktionaalisiin ja innovatiivisiin tuotteisiin. Funktionaalisten tuotteiden kysyntä on hyvin ennustettavissa ja elinkaari pitkä. Innovatiivisilla tuotteilla on tyypillisesti vaihteleva kysyntä ja elinkaari on lyhyt. Funktionaalisia tuotteita ovat vaikkapa ontelolaatat ja innovatiivisia taas kodin elektroniikka. Funktionaalille tuotteille soveltuu

parhaiten kustannustehokas toimitusketju ja innovatiivisille reaktiivinen toimitusketju. Näitä toimitusketjutyyppisiä kutsutaan myös Lean- ja Agile-ketjutyypeiksi. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

2.4 Läpäisyajan lyhentäminen

Läpäisy aika on tärkeä osa prosessia sillä vain pieni osa prosessin kokonaisajasta tuottaa arvoa liiketoiminnalle. Kokonaisajasta usein <10% tai jopa <1%. Läpäisy aikaa on siis järkevää tarkastella, sillä se johtaa kysymyksiin, kuinka poistaa hukkaa ja turhaa tekemistä.

Kehitystoimilla voidaan pyrkiä löytämään ratkaisuja näihin kysymyksiin. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

Kun läpäisy aikaa lyhennetään hukkaa tai varastointia vähentämällä tarkoittaa se vääjäämättömästi myös sitä, että itse prosessi on paremmin hallinnassa. Tällöin läpäisy aikojen heilahtelusta tulee myös harvinaisempaa. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

Läpäisy aikaa voidaan tarkastella kolmen eri prosessin kannalta

- 1) Tilaus-toimitusprosessi eli asiakkaan tilauksesta siihen, kun tuote on toimitettu asiakkaalle.
- 2) Materiaalivirta koko toimitusketjun läpi. Eli esimerkiksi keittiökalusteiden osien valmistus tehtaalla, näiden siirto työmaalle kontissa, haalaus kontista asuntoihin ja asennus. Nopeus on tässä valttia sillä, sillä saadaan nopeat toimitusajat asiakkaalle, pystytään reagoimaan muutoksiin nopeasti ja laatuvirheiden ja muiden ongelmien nopea havaitseminen.
- 3) Tuotekehitysprosessi. Sitä nopeuttamalla saadaan uudenlainen tuote nopeammin markkinoilla tai vaihtoehtoisesti kehittyneempi tuote samaan aikaan kilpailijoiden kanssa.

Läpäisy ajan pituutta tulee ensin tarkastella, ennen sen lyhentämistä. Lisäksi pitää tuntea kuinka suuri hajonta siinä on ja miten se jakautuu eri prosessin vaiheiden kesken. Tämän

jälkeen voidaan etsiä vastauksia kysymyksiin, voiko prosessin osia tai tehtäviä poistaa, yhdistää, nopeuttaa tai tehdä rinnakkain. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

2.5 Massaräätälöinti

Massaräätälöinnillä tarkoitetaan tapaa, jolla tehdään asiakkaalle tämän haluama tuote ja samalla hyödynnetään massatuotannon etuja. Tästä hyvänä esimerkkinä maalipurkki, joka sävytetään asiakkaan toivomaan väriin. Maalitehtaissa siis tehdään suuria määriä sävyttämätöntä maalia, joka toimitetaan maaliliikkeisiin. Näissä maaliliikkeissä asiakas voi pyytää maalia sävytettäväksi haluamaansa väriin. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

Etua asiakkaalle on suuri tuotevalikoima ja hinta, joka on todennäköisesti huomattavasti halvempi, kuin tuotteen, joka on alusta lähtien tehty asiakkaan toivomusten mukaan. Toimitusaika on myös lyhyempi. Valmistajan ja toimitusketjun näkökulmasta hyöty tulee siitä, että tuotannon alkupää on erittäin tehokas ja massatuotantomainen ja loppupää asiakasta houkutteleva räätälöinti. Näin saadaan suuri variaatiomäärä sekä suuret tuotanto- ja myyntimäärät, jotka on perinteisin tuotantotyyppien pidetty mahdottomina toteuttaa. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

Modulaarinen rakentaminen on myös massaräätälöintiä. Modulaarinen rakentaminen tarkoittaa, että rakennus on jaettu moduleihin, joilla on standardirajapinnat. Näille moduleille on erilaisia vaihtoehtoja ja eri modulikombinaatioilla saadaan aikaan erilainen tuote, eli rakennus. Pienestä määrästä erilaisia moduleita saadaan suuri määrä erilaisia rakennuksia moduleita yhdistelemällä. Modulaarinen tuote voi kuitenkin olla haastava tuotekehittäjä ja tämä on yksi syy, miksi Suomessa moduli-rakentaminen ei ole kovinkaan yleistä. Se on kuitenkin yleistä maissa, jotka kärsivät rakennusalan työvoimapulasta ja sitä kehitetään Suomessakin hyvää vauhtia. (Tiusanen, 2018)

Massaräätälöinti vaatii koko toimitusketjulta huomattavasti enemmän kuin puhdas massatuotanto. Myyntirajapinnan tulee ottaa huomioon asiakkaan toivomukset tuotteesta, tietojärjestelmän pitää pystyä ohjaamaan tilausta aina variointipisteeseen asti. Monesti materiaalit, osa tuotannosta, kuljetukset ja itse toimitus ohjautuvat asiakastilauksen

mukaisesti. Näin koko toimitusketju pitää pystyä palvelemaan yksilöllistä tilausta. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

3 Logistiikkaprosessi työmaalla

3.1 Tulologistiikka

Rakennustyömaan logistiikkaprosessi lähtee käyntiin hankintatoimesta. Tarvittavien materiaalitietojen hankinnasta, toimitusaikataulujen suunnittelusta, sekä sopimuksien ja tilausten tekemisestä. Nämä ovat osa tulologistiikkaa, johon kuuluu myös tavaran vastaanotto, tarkastus, purkaminen ja varastoon sijoittaminen. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

Hankintatoimessa pyritään ennakoivuuteen, jolloin yrityksen ei tarvitsisi jatkuvasti reagoida ongelmiin. Hankinnan kehittäminen ja suunnittelu ovat tärkeässä osassa ja niin ovat myös toiminnan ennustaminen ja eri toimittajien valinnat. Näillä toimilla voidaan vähentää varastoinnin ja toimittajien määrää, jolloin toiminta on ennakoitavampaa. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

Ostotoiminta on taas päivittäisten tilausten tekemistä, laskujen tarkastamista ja toimitusvalvontaa. Nämä tehtävät ovat arkipäiväisiä työmaiden toimihenkilöillä ja oikein toteutettuina ne toimivat riskienhallinnan keinoina. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

Tavaran saapuessa työmaalle sen kunto ja määrä tarkastetaan ja se kuitataan saapuneeksi. Vastaanotto saadaan tehokkaaksi, jos se on hyvin suunniteltu. Tiedetään mitä työmaalle pitäisi olla tulossa ja jos erien saapumiseen voidaan itse vaikuttaa. Tavarantoimittajilta voidaan mahdollisuuksien mukaan saada saapumisilmoitus, joka kertoo tarkkaan mitä on tulossa ja milloin. Vastaanotot läpimenoaika kertoo yleensä laajemman kuvan prosessin toimivuudesta. Tämän jälkeen se siirretään varastopaikalle tai mahdollisuuksien mukaan suoraan kohteeseen, jossa se asennetaan. Tehokkuuden kannalta on tärkeää, että tuote tulisi kohteeseen juuri oikeaan aikaan, kun se olisi suoraan asennettavissa eli Just-In-Time. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

3.2 Sisälogistiikka

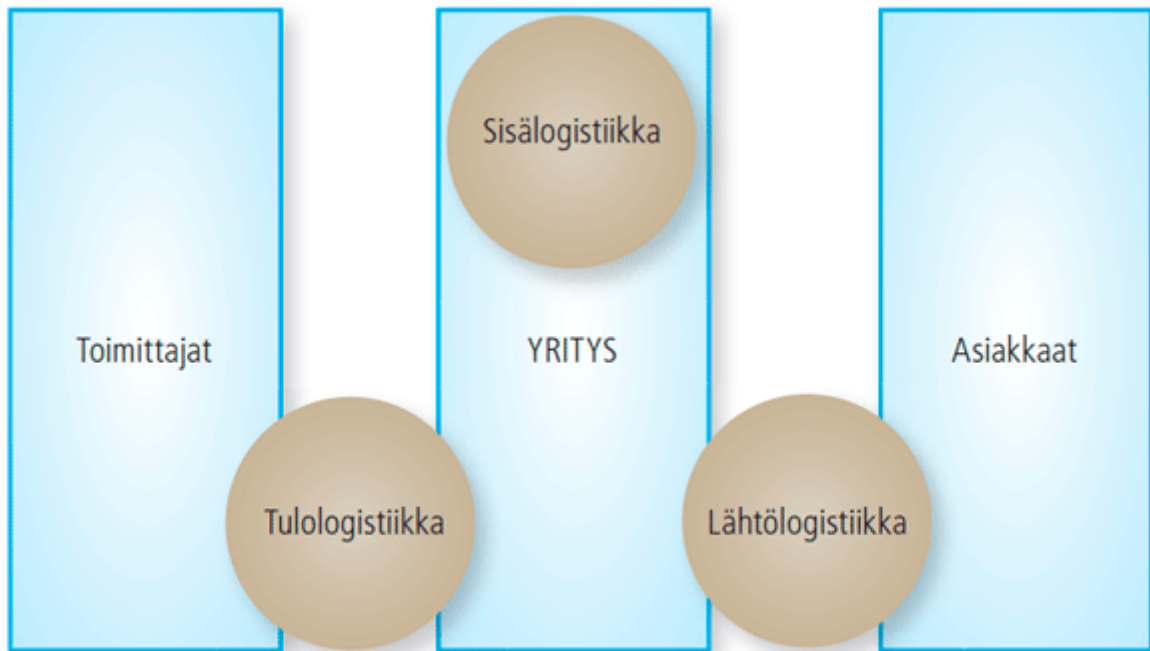
Tavaran vastaanoton jälkeen tavara toimitetaan joko suoraan kohteeseen, jossa se asennetaan tai varastoon. Varastoitu tavara ei tuota minkäänlaista arvoa ja on näin hukkaa, jota tulisi välttää. Toisinaan välivarastot kuitenkin toimivat prosessin puskureina, joten niiden käyttöä tulee arvioida tapauskohtaisesti. Ne voivat toimia esimerkiksi riskienhallinnan työkaluna, jos ennakoimaton tilanne johtaa siihen, että työtehtävien aikataulu muuttuu.

Varastoitujen tuotteiden siirrot tulisi olla hyvin suunniteltuja niin, että välimatkat olisivat mahdollisimman lyhyitä ja tavara saavuttaisi asennuskohteensa juuri oikeaan aikaan, jolloin se ei olisi muun työskentelyn tiellä. Huolellinen suunnittelu takaa siirtojen oikea-aikaisuuden ja onnistumisen.

Siirrettävä tavara ja siirtoreitit tulee olla hyvin suojattuja ja siirtohenkilökunta perehdytettyjä työmaan toimintatapoihin. Näin vältetään työmaasiirroista johtuvia ongelmia, virheitä ja laatuongelmia.

3.3 Lähtölogistiikka

Lähtölogistiikan suurin tekijä rakennustyömaalla on kierrätykseen liittyvät toiminnot. Asiakkaan tuotteen, eli asunnossa ei saa olla rakennusjätettä tämän valmistuttaessa. Rakentamisessa syntyvä jätteen ja esimerkiksi keittiökalusteiden pakkausjätteen poisto asunnosta ja työmaalta tulee olla suunniteltuna tehokkaasti. Näin rakennustyömaalle tai yksittäiseen asuntoon ei jää muita työtehtäviä hidastavia ja haittaavia jätteitä. (Reijo Rautauoman säätio sr, 2022)



KUVA 3. Logistiikan eri vaiheet. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2022)

Onnistuakseen logistiikkaprosessissa tulisi kiinnittää huomiota viiteen asiaan:

Suunnitteluun

Toteutukseen

Vuorovaikutukseen

Toimitusketjun hallintaan

Kuljetukseen

Suunnittelulla pyritään saamaan mahdollisimman paljon laadukasta työtä tehtyä mahdollisimman pienessä ajassa. Henkilöt, joilla on vastuu logistiikkaprosessista, tulee tehdä suunnitelma, miten seurata logistiikan onnistumista koko projektin ajan ja miten virheisiin tulisi puuttua.

Toteutus seuraa suunnittelua ja vaikka logistiikkaprosessi olisi suunniteltu hyvin, ei se onnistuisi, jos sen toteutukseen ei kiinnitetä huomiota. Toteutus ei ole vain logistiikkaprosessin aloitus vaan koko prosessin läpikäynti vaihe vaiheelta.

Vuorovaikutus asiakkaan kanssa ja avoin keskustelukulttuuri on tärkeää, jotta voidaan varmistaa asiakkaan tyytyväisyys lopputuotteeseen.

Hyvällä toimitusketjun hallinnalla, toimittajan ja kuljetusyritysten kanssa on tärkeää, jotta juuri oikea materiaali saadaan työmaille juuri oikeaan aikaan.

Kuljetuksessa on hyvä keskittyä löytämään optimaalisia kuljetustapoja materiaalille ja keskittämään kuljetuksia niin, että näistä ei synny lisäkustannuksia yritykselle. (Smith, 2021)

4 Logistiikkaprosessin tehtävät

Tilaaaja on vuonna 2021 luonut YIT Suomi Oy:lle yhtenäisen logistiikkaprosessin, joka pitää sisällään 60 eri tehtävää. Näiden tehtävien tarkoitus on ohjata logistiikkaprosessin jokaista vaihetta niin, että kaikkiin tarvittaviin toimiin ryhdytään hyvissä ajoin, näin varmistuen tuotteen valmistumisen ajallaan ja laadukkaana.

Logistiikkaprosessi on jaettu yhdeksään eri vaiheeseen, jotka tapahtuvat tiettyinä aikoina ennen tai jälkeen materiaalin saapumista. Nämä vaiheet ovat suunnittelu, impulssi, materiaalikohtaiset lähtötiedot, tilaus, toimitusaika, kotiinkutsu/aikataulut, pihalogistiikka, sisälogistiikka ja asennus.

Suunnitteluvaiheessa tehtävät keskittyvät hankintasuunnitelmien ja alustavien toimitusaikataulujen tekoon, asiakkaiden toivomien muutostöiden aikataulun suunnitteluun, välivarastoinnin tarpeen kartoittamiseen ja aluesuunnitelman läpikäyntiin.

Impulssivaiheessa varmistetaan, että materiaalikohtaiset hankintojen aikataulut ovat kunnossa ja mikäli niin ei ole niin niihin reagoidaan.

Materiaalikohtaisten lähtötietojen vaiheessa tarkastetaan materiaalien tyyppi ja määrätiedot ja lasketaan hukka.

Tilausvaiheessa alustavat tilaukset tehdään viikon tarkkuudella materiaalikohtaisten toimitusmallien mukaisesti. Aikaisempia tilauksia valvotaan ja materiaalitietoja täsmennetään.

Toimitusaika-vaiheessa keskitytään toimitusvalvontaan, poikkeamahallintaan ja materiaalien riskienhallintaan.

Kotiinkutsu/aikataulutuvaiheessa suoritetaan viikkopalaverit vakioituilla menetelmillä, viikkoaikataulu päivitetään, kotiinkutsut vahvistetaan ja logistiikan tilannekuvaa päivitetään.

Pihalogistiikkavaiheessa materiaali viimein saapuu työmaalle. Varmennetaan purkutapa, kuorma tarkastetaan ja poikkeamat kirjataan ylös. Suoritetaan haalustyöntekijöiden perehdytys ja varmistetaan materiaalin sääsuojaus tarvittaessa.

Sisälogistiikkavaihe seuraa välittömästi pihalogistiikkavaihetta. Suoritetaan edellisen työvaiheen vastaanotto, suojataan haalausreitit ja suoritetaan haalaus suunnitelman mukaisesti. Pakkausjäte poistetaan kohteesta.

Asennusvaiheessa suoritetaan asentajien työmaaperehdytys, varmistetaan työneteneminen ja seurataan kustannuksia. Asennuksesta syntynyt jäte poistetaan kohteesta.

4.1 Logistiikkaprosessin roolit

Logistiikkaprosessin tehtävät on jaettu neljälle eri roolille; työnjohtaja, materiaalivastaava, logistiikkavastaava ja hankinta. Nämä roolit eivät välttämättä ole yksittäisiä henkilöitä työmaalla vaan ne kuvaavat tehtäväkokonaisuuksia, joiden osia on annettu esimerkiksi vastaavalle työnjohtajalle tai työmaainsinöörille.

Yksi logistiikkaprosessin kehittämisen tavoitteista on ollut luoda työmaille uusi vakiorooli, kuten työnjohtaja ja työmaainsinööri, jonka tehtäviin kuuluisi sellaisia tehtäviä, jotka

selkeästi kuuluvat logistiikkaprosessiin ja joihin työmaan vastaavalla työnjohtajalla menee nykyisessä tilanteessa paljon työaikaa.

Logistiikkaprosessin mukaisesti työnjohtajarooli keskittyy suunnitelmien, aikataulujen, palaverien, työturvallisuuden ja työmaatoiminnan kannalta tärkeisiin tehtäviin.

Hankintaroolille kuuluu ainoastaan tilausten tekeminen, joka tosin itsessään on suuri kokonaisuus.

Materiaalivastaavan roolille kuuluu toimitusaikataulujen teko, aluesuunnitelmien hienosäätö, logistiikkaprosessiin liittyvien tietojen keräys, täsmennys ja ylläpito.

Logistiikkavastaavan rooliin kuuluu kuljetuskaluston, purkutavan ja materiaalin tarkastus, kuorman vastaanotto, materiaalin siirtäminen suunnitelluilla reiteillä ja haalaustyöntekijöiden perehdyttäminen.

5 Logistiikan ja materiaalihallinnan seuranta työmailla

5.1 Pohjustus

Tässä työssä on tutkittu työmaiden toimihenkilöiden kuluttamaa aikaa logistiikkaprosessin tehtäviin. Tutkiminen on tehty haastattelemalla ja tekemällä tuntiseurantaa työmailla. Tuntiseuranta suoritettiin kyselylomakkeella, johon oli kerätty 19 logistiikkaprosessin tehtävää. Nämä tehtävät valittiin tasaisesti kaikista logistiikkaprosessin vaiheista ja niin, että jokainen logistiikkaprosessin rooli olisi myös tasaisesti edustettuna.

Kyselyssä pyydettiin vastaajaa kertomaan työtehtävänsä, työmaansa vaihe ja kuinka paljon kuhunkin logistiikkaprosessin tehtävään henkilöllä kuluu aikaa viikon aikana. Aika pyydettiin ilmoittamaan tunteina.

5.2 Tulokset

YIT Suomi Oy:n Asuminen Suomi, Uusimaa ja Häme yksikön työmaatoimihenkilöille toimitettiin kysely ja vastaukset saatiin tammi-helmikuun 2022 aikana.

Ensin tulokset jaoteltiin vastanneet henkilön työkuvaan mukaan, vastaajat olivat vastaavia työnjohtajia, työnjohtajia ja vastuukorjaustyönjohtajia. Toiseksi tulokset jaoteltiin työmaan mukaan, jossa vastaaja oli töissä. Nämä työmaat olivat kerrostalotyömaa, pientalotyömaa ja vastuukorjaus. Viimeiseksi jaoteltiin rakennusvaihe, jossa kyseinen työmaa oli. Näitä vaiheita oli maanrakennus, perustukset, runkovaie, sisävalmistusvaihe, viimeistelyvaihe, vuosikorjaus.

Työtunnit	Vastaavat mestarit kerrostalotyömailla				Keskiarvo
	Maanrakennus	Perustukset	Sisävalmistusvaihe	Viimeistelyvaihe	
I	4	1	1	8	3,5
II	1	1	1	1	1
III	1	0	2	1	1
IV	5	2	5	2	3,5
V	2	1	1	1	1,25
VI	5	3	4	3	3,75
VII	1	1	4	3	2,25
VIII	1	2	4	2	2,25
IX	3	4	1	3	2,75
X	1	1	1	1	1
XI	1	1	1	1	1
XII	2	2	1	2	1,75
XIII	2	1	1	0	1
XIV	2	2	2	2	2
XV	1	1	1	2	1,25
XVI	1	1	1	1	1
XVII	1	2	1	2	1,5
XVIII	2	2	1	4	2,25
XIX	1	1	0	1	0,75
Yhteen:	37	29	33	40	34,75

TAULUKKO 1. Tulokset vastaavien työnjohtajien kuluttamasta ajasta kerrostalotyömailla.

Työtunnit	Vastaavat mestarit pientalotyömailla
	Viimeistelyvaihe
I	8
II	6
III	8
IV	9
V	9
VI	
VII	7
VIII	7
IX	8
X	8
XI	5
XII	5
XIII	5
XIV	8
XV	8
XVI	8
XVII	10
XVIII	6
XIX	8
Yhteen:	133

TAULUKKO 2. Tulokset vastaavan työnjohtajan kuluttamasta ajasta pientalotyömailla.

Työtunnit	Työnjohtajat kerrostalotyömailla				
	Perustukset	Runko	Sisävalmistusvaihe	Viimeistelyvaihe	Keskiarvo
I	0	2,5	1,4	1	0,6
II	0	2	3,2	2	1,3
III	0	2,5	2,4	1	0,9
IV	4	2,5	3,8	2	1,5
V	1	2,5	2,4	1	0,9
VI	4	3	3,6	4	1,9
VII	3	3	2,4	5	1,9
VIII	1	3	2,8	5	2,0
IX	2	2,5	2,8	4	1,7
X	0	2,5	2,0	2	1,0
XI	1	2,5	2,2	3	1,3
XII	1	2,5	2,2	2	1,1
XIII	1	2,5	2,4	2	1,1
XIV	2	3	3,6	7	2,7
XV	3	3	2,4	6	2,1
XVI	1	2,5	2,0	0	0,5
XVII	1	3	2,6	5	1,9
XVIII	1	2,5	2,0	8	2,5
XIX	1	2,5	3,0	8	2,8
Yhteen:	27	50	49,2	68	48,6

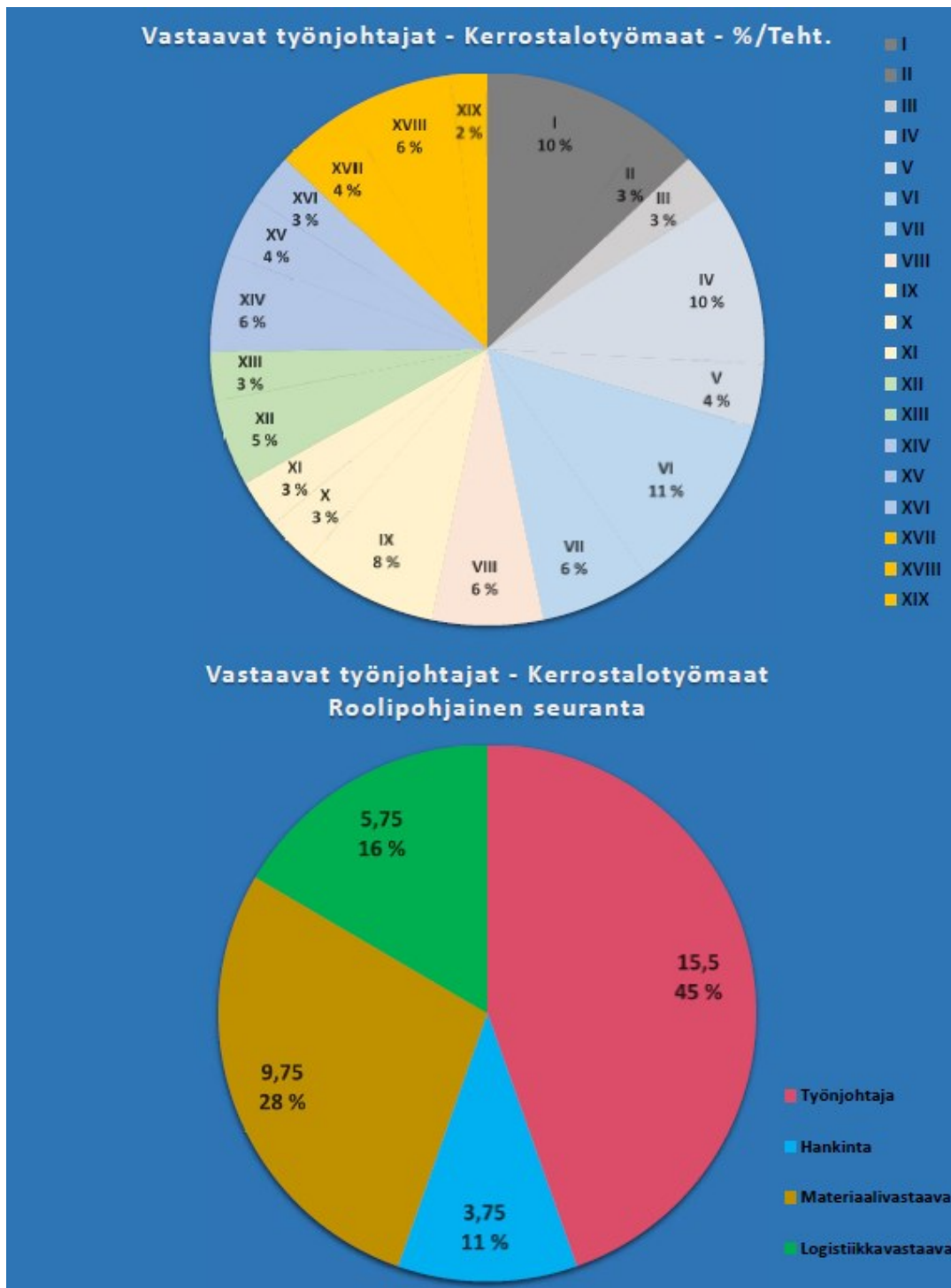
TAULUKKO 3. tulokset vastaavien työnjohtajien kuluttamasta ajasta kerrostalotyömailla.

Työtunnit	Vastuukorjaus
I	2
II	3,5
III	2,5
IV	1,5
V	3
VI	4
VII	1,5
VIII	2
IX	4
X	1,5
XI	1,5
XII	2
XIII	1
XIV	1,5
XV	1,5
XVI	1
XVII	5
XVIII	1
XIX	2
Yhteen:	42

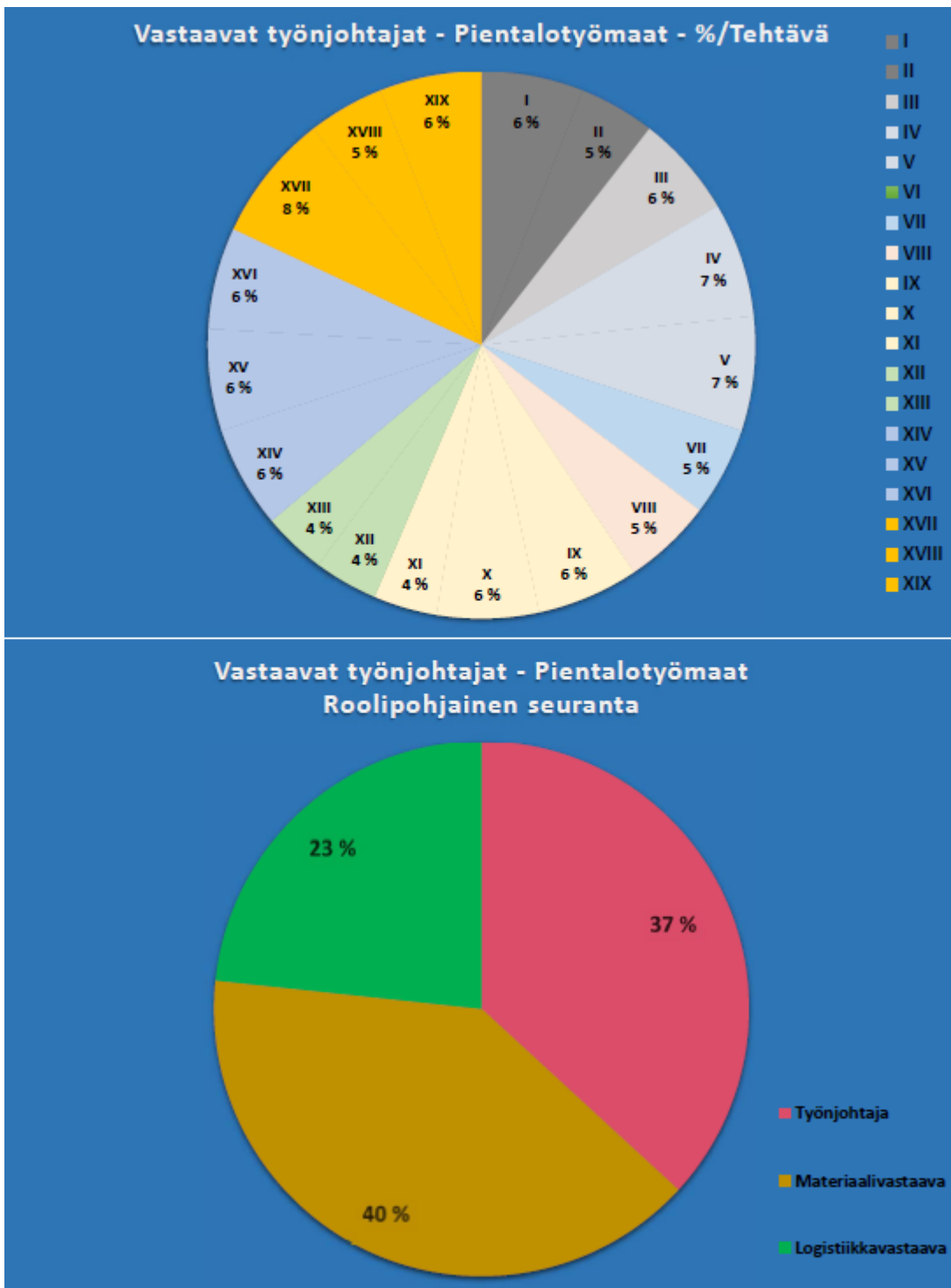
TAULUKKO 4. Tulokset vastaavien työnjohtajien kuluttamasta ajasta kerrostalotyömailla.

Vastauksien keskiarvoista on luotu kuvaajat, joilla esitetään kuinka suuri osa siitä ajasta, jonka toimihenkilö kuluttaa logistiikkaprosessin tehtäviin kuluu kyseiseen tehtävään. Ja kuinka paljon kokonaisuudessaan kuluu kunkin logistiikkaprosessin roolin tehtäviin.

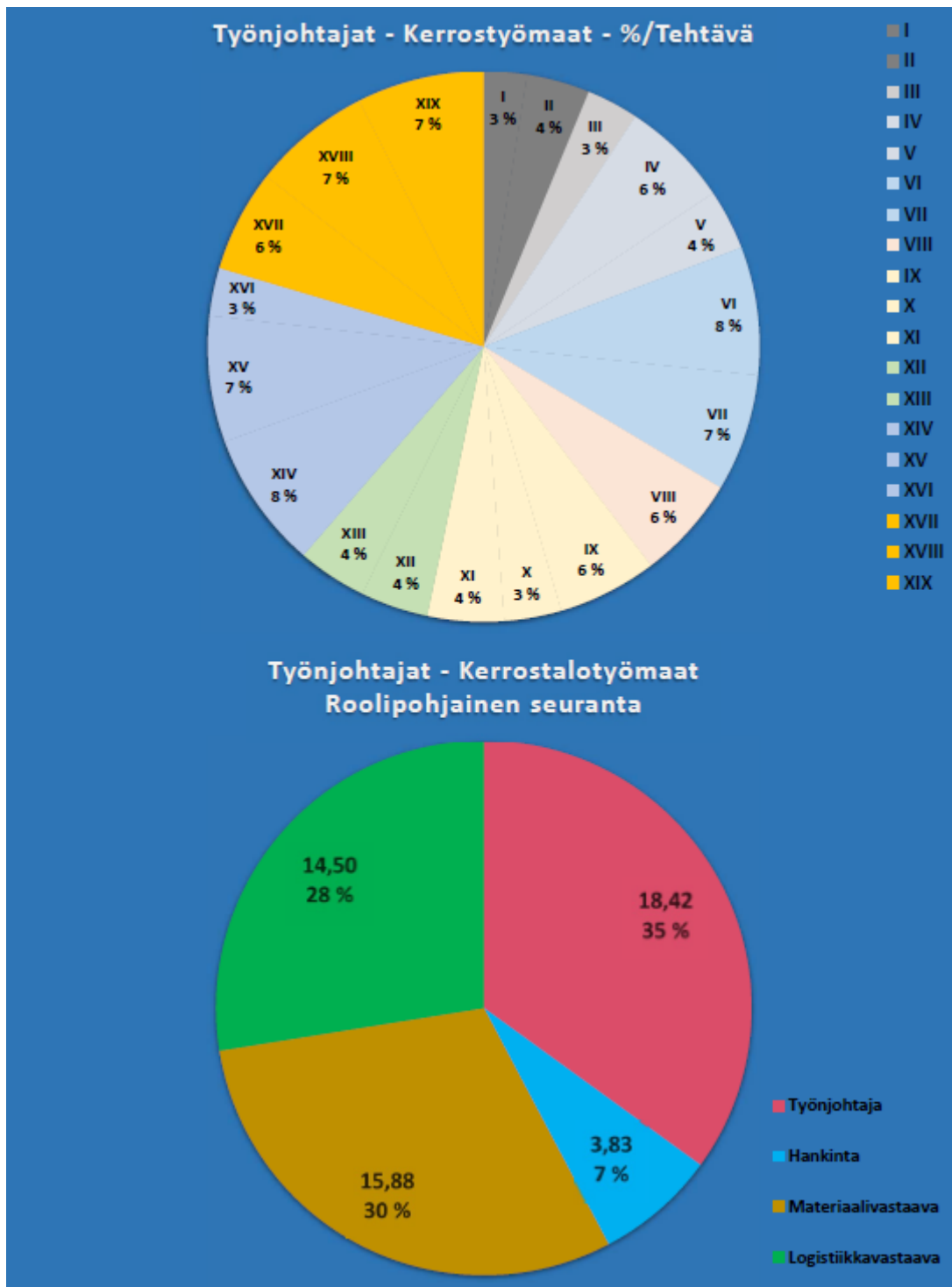
Tulokset on kerätty neljältä vastaavalta työnjohtajalta kerrostyömailta, yhdeltä vastaavalta työnjohtajalta pientalotyömaalla, kymmeneltä työnjohtajalta kerrostalotyömaalta, sekä kahdelta vastuukorjaustyönjohtajalta.



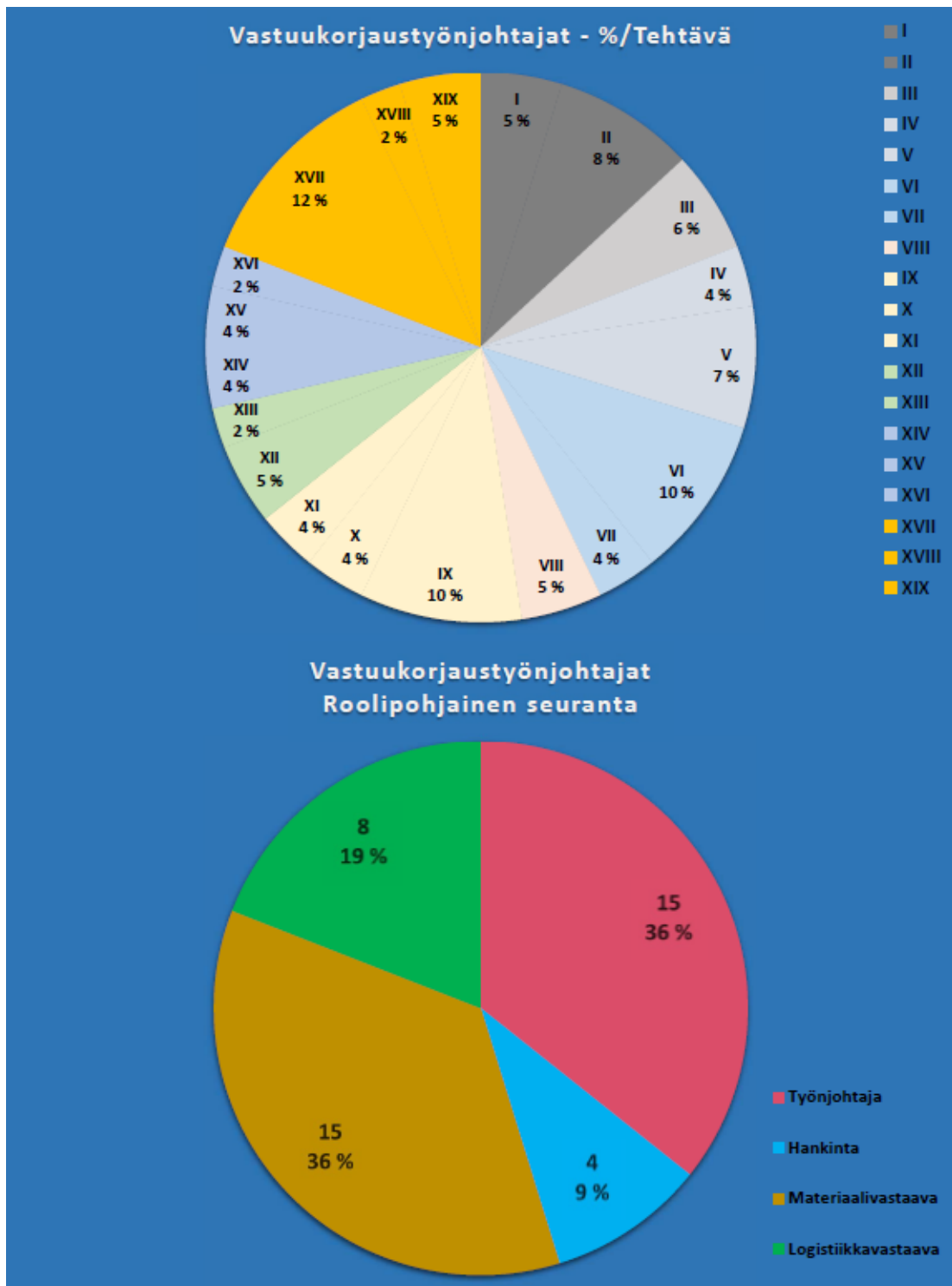
KUVA 6. Vastaavan työnjohtajan kuluttama työaika logistiikkaprosessin tehtäviin kerrostalotyömailla.



KUVA 7. Vastaavan työnjohtajan kuluttama työaika logistiikkaprosessin tehtäviin pientalotyömaalla.



KUVA 8. Työnjohtajan kuluttama työaika logistiikkaprosessin tehtäviin kerrostalotyömailla.



KUVA 9. Vastuukorjaustyönjohtajan kuluttama työaika logistiikkaprosessin tehtäviin vastuukorjauksissa

5.3 Analysointi

Osa tuloksista voidaan nähdä vain suuntaa antavina, sillä osa vastaajista toimi ohjeiden vastaisesti ja ilmoitti huomattavasti korkeampia lukuja kuluvalle työajalle kuin on mahdollista. Näistäkin tuloksista pystytään kuitenkin havaitsemaan ne tehtävät, joihin kuluu enemmän aikaa kuin muihin.

Tuloksista havaittiin, että tilausten tekeminen, suunnitelmien ja aikataulujen laatiminen ja rakennusmateriaalien tietojen hankinta ja suojaustarpeen selvitys olivat vastaavia työnjohtajia eniten kuormittavat logistiikkaprosessin tehtävät. Työnjohtajia kuormitti eniten työvaiheiden jätteiden poisvienti ja työmaaperehdytyksien pitäminen työntekijöille. Vastuukorjauksen työnjohtajilla eniten aikaa kului tilausten tekemiseen, palaverihin ja materiaali kohtaisten poikkeamien jatkokäsittelyyn.

Tilausten tekeminen oli kaikista tehtävistä aikaa kuluttavin. Siihen kuluu huomattava määrä aikaa kaikilta työmaatoimihenkilöiltä, myös vastuukorjaustyönjohtajilta.

Roolipohjaisesti tarkasteltaessa tuloksia havaitaan, että ne tehtävät, jotka ovat logistiikkaprosessi merkitty työnjohtajalle kuluttavat eniten aikaa työmaatoimihenkilöiltä. Tämä on odotettavaa, sillä yksikössä, jossa kysely suoritettiin ei ole muita työmaatoimihenkilöitä kuin vastaavat työnjohtajat ja työnjohtajat.

Materiaalivastaavan roolin tehtäviin kului myös huomattava osa työmaatoimihenkilöiden työajasta.

6 Johtopäätökset ja kehitysajatukset

Tutkimuksen perusteella voidaan sanoa, että vastaavien mestarien työkuorman vähentämiseksi materiaalivastaavan roolin perustaminen työmaille olisi perusteltua. Tämä keskittäisi useita keskeisiä ja aikaa vieviä tehtäviä yhdelle henkilölle ja vapauttaisi vastaavalle työnjohtajalle aikaa muihin tehtäviin.

Tutkimuksen tuloksia tukee YIT Suomi Oy:n tekemät haastattelut Helsingin työmaatoimihenkilöille. Näissä haastatteluissa vastaavat työnjohtajat arvioivat materiaalivastaavan tehtäviin kuluvan aikaa 25 % - 40 % työajastaan.

Näistä tuloksista johtuen tilaaja tulee kesän 2022 aikana testaamaan uuden materiaalivastaavan roolin perustamista muutamilla valikoiduilla työmailla Helsingissä ja seuraamaan sen vaikutusta työmaan toimintaan.

Myös logistiikkaprosessi tullaan jalkauttamaan vuoden 2022 aikana. Lean-ajattelumallin näkökulmasta logistiikkaprosessin jalkauttamisessa ja kehityksessä tulisi keskittyä ennakkosuunnitteluun ja hukan minimoimiseen. Logistiikkaprosessi antaa oivan työkalun tähän, kun koko prosessi on pilkottu pieniin tehtäviin, jotka jokainen voidaan aikatauluttaa tarkasti. Kun kaikki on ennakkosuunniteltu ja aikataulutettu, työmaan logistiikka toimii sulavasti. Rakennusmateriaalit saapuvat juuri oikeaan aikaan työmaalle ja niiden vastaanotto ja mahdollinen välivarastointi on sulavaa. Työmaan sisäiset siirrot voidaan suorittaa välittömästi ja kohde pysyy siistinä, jolla on myös välillinen vaikutus työturvallisuuteen.

Tämä tutkimus on onnistunut tunnistamaan tavan kehittää tilaajan toimintaa työmailla, joten sitä voidaan pitää onnistuneena.

Lähteet

YIT Oyj. (n.d.). Tietoa YIT:stä. Haettu 31.01.2022 osoitteesta

<https://www.yitgroup.com/fi/tietoa-yitsta>

Carinafour. (2022). Haettu 31.01.2022 osoitteesta <https://c4.fi/>

Reijo Rautauoma säätiö sr. (2022) Haettu 28.02.2022 osoitteesta

<https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/>

Womack, J. & Jones, D. (2003) *Lean thinking*. Free Press.

Designing Buildings Ltd. (2022) Haettu 28.02.2022 osoitteesta

<https://www.designingbuildings.co.uk/>

Tiusanen, P. 24.8.2018. Modulaarinen rakentaminen nyt ja tulevaisuudessa. *Fira Blogi*.

<https://www.fira.fi/blog/modulaarinen-rakentaminen/>

Smith, E. 12.3.2021. What are the keys to a successful inbound and outbound logistics

process?. *ExploreSCM*. <https://explorescm.com/what-are-the-keys-to-a-successful-inbound-and-outbound-logistic-process/>

MFLOW Oy. (2021) *Kahdeksan hukkaa*. <https://mflow.fi/kahdeksan-hukkaa/>

