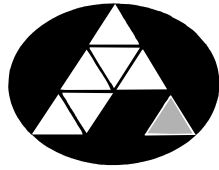


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Oskari Saramäki
LOGISTIIKKAKUSTANNUKSET JA NIIDEN SÄÄSTÖMAHDOLLI-
SUUDET RAKENNUSTUOTANNOSSA

Opinnäytetyö
Toukokuu 2012



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ

Toukokuu 2012

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3, 80200 Joensuu

Tekijä

Oskari Saramäki

Nimeke

Logistiikkakustannukset ja niiden säästömahdollisuudet rakennustuotannossa

Toimeksiantaja

NCC Rakennus Oy Joensuu

Tiivistelmä

Opinnäytetyön ensisijaisena tavoitteena oli tutkia logistiikkaa ja sen kustannuksia rakennustuotannossa. Lisäksi tavoitteena oli tarkastella kustannusten määräytymistä rakennustyömaan näkökulmasta ja verrata logististen kustannussäästöjen vaikutusta työvaiheiden kokonaiskustannuksiin. Myös mahdollisten kustannusriskien määrittäminen ja niihin varautuminen jatkossa oli tutkimuksen tavoitteena. Toimeksiantajana työssä toimi NCC Rakennus Oy:n Joensuun toimipiste.

Tutkimuksen taustatieto perustuu suurimmaksi osaksi kirjallisuuteen sekä kirjoittajan, että toimeksiantajalta saatuun kokemuspohjaiseen tietoon. Lisäksi tehtiin esimerkkilaskelmia, joiden tarkoituksena oli kuvata logistiikkakustannuksien määräytymistä sekä verrata niitä kokonaiskustannuksiin. Logistiikan kustannusriskien ja kehittämismahdollisuuksien kartoittamiseksi tehtiin kyselytutkimus NCC Rakennus Oy:n Joensuun toimipisteen toimihenkilöille.

Epäonnistuneiden informaatiovirtojen katsottiin aiheuttavan eniten turhia kustannuksia rakennushankkeissa. Myös logistiikan suunnittelun puute ja seurantatiedon vähäinen kerääminen rakennushankkeissa oli merkittävä kehittämisen kohde jatkossa.

Kieli

suomi

Sivuja

Liitteet

Liitesivumäärä

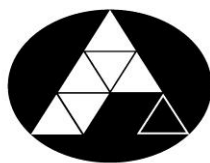
40

2

6

Asiasanat

Rakennustyömaa, logistiikka, logistiikkakustannukset, kustannustehokkuus



NORTH KARELIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS

May 2012

Degree Programme in Civil Engineering

Karjalankatu 3, 80200 Joensuu

Author

Oskari Saramäki

Title

Logistics Costs and Saving Possibilities in Construction Industry

Commissioned by

NCC Construction Ltd Joensuu

Abstract

The primary goal of this study was to examine the logistics and the logistic costs in construction production. The aim was also to examine determination of logistic costs from the view of construction site and to compare the effects of reducing logistic costs on total costs. To specify logistic cost risks and prepare for them in the future was also goal of this study. This thesis was commissioned by NCC Construction Ltd Joensuu.

The background information is based mostly on literature as well the writer`s and NCC Construction Ltd`s experience-based knowledge. Calculations were also made with the aim to describe the determination of the logistics costs and to compare them with the total costs. A survey was made for NCC Construction Ltd`s Joensuu regional office staff to find out logistics cost risks and development opportunities.

Unsuccessful information flow was viewed as the most significant producer of unnecessary costs in construction projects. Also, the lack of logistical planning and insufficient follow-up data collection in construction projects proved to be a major target of development in the future.

Language

Finnish

Pages

40

Appendices

2

Pages of Appendices

6

Keywords

Construction site, logistics, logistic expenses, cost efficiency

Sisältö

1	Johdanto.....	5
1.1	Tausta	5
1.2	Tavoitteet	5
1.3	Rajaus	5
2	Logistiikka	7
2.1	Mitä on logistiikka?	7
2.2	Logistiikka rakennustuotannossa.....	7
2.3	Logistiikan merkitys.....	10
2.4	Logistiikan hallinnan työkalut.....	12
3	Logistiikka ja työturvallisuus.....	15
3.1	Työturvallisuuden merkitys	15
3.2	Logistiikan vaikutus työturvallisuuteen.....	15
4	Logistiikan kustannukset	18
4.1	Kustannukset rakennustuotannossa	18
4.2	Vaikutusmahdollisuudet työmaalta.....	20
5	Aineisto ja menetelmät.....	22
5.1	Esimerkkilaskelma 1	22
5.2	Esimerkkilaskelma 2	23
5.3	Kyselytutkimus	25
6	Tulokset.....	26
6.1	Esimerkkilaskelma 1 tulokset	26
6.2	Esimerkkilaskelma 2 tulokset	28
6.3	Kyselytutkimuksen tulokset.....	31
7	Yhteenveto.....	35
8	Pohdinta	38
	Lähteet	40

Liitteet

Liite 1 Kyselytutkimuslomake

Liite 2 Kyselytutkimusvastaukset

1 Johdanto

1.1 Tausta

Kiinnostus rakentamisen logistiikkaan ja siihen liittyviin kustannuksiin syntyi viime kesänä, kun olin työnjohtoharjoittelussa NCC Rakennus Oy:llä. Huomasin, että logistiikan merkitys rakentamisessa on suuri ja sen kanssa joudutaan tekemään jatkuvasti työtä rakennusalalla, etenkin työmaatasolla. NCC Rakennus Oy:n Joensuun toimipisteeltä löytyi myös kiinnostusta aiheeseen, joten sovittiin, että he tulisivat opinnäytetyön teettäjäksi ja auttaisivat asian tutkimisessa.

Opinnäytetyön pohjana käytettiin paljon kirjallisuudesta saatua tietoa, sekä toimeksiantajalta saatua kustannuksiin liittyvää tietoa. Lisäksi tietoa kerättiin kyselytutkimuksella, johon vastasi neljä NCC Rakennus Oy:n Joensuun toimipisteen toimihenkilöä.

1.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli esitellä yleisesti logistiikkaa rakentamisessa sekä keskittyä kustannuksiin ja niihin liittyviin riskeihin. Tarkoitukseni oli esitellä myös sitä, mistä logistiikan kustannukset syntyvät ja millaista suuruusluokkaa ne ovat nykypäivän rakentamisteollisuudessa. Tärkeintä olisi löytää keinoja logistiikan tehostamiseen kustannusten osalta sekä pystyä välttämään turhia kustannuksia ja riskitekijöitä tulevaisuudessa. tarkoituksena on myös pohtia tutkimusten pohjalta parannusehdotuksia logistiikan ongelmakohtiin. Opinnäytetyössä käsitellään aihealuetta pääosin työmaan näkökulmasta. Lisäksi tarkoitukseni oli sivuta lyhyesti logistiikan vaikutusta työturvallisuuteen ja mahdollisia niistä aiheutuvia kustannusriskejä.

1.3 Rajaus

Koko opinnäytetyössä on tarkoituksena pääasiallisesti keskittyä logistiikkaan ja sen kustannuksiin rakennustyömaan näkökulmasta, joten logistiikkaketjua ei juurikaan tutkita niiltä osin, mitkä kuuluvat materiaalityöimittäjien tai muiden pal-

velujentarjoajien vastuulle. Pääomavirtojen tarkempi käsittely rajattiin pois tästä opinnäytetyöstä, vaikka se kuuluukin osana logistiikkaan. Pääomavirtojen käsittely olisi ollut haastavaa ja tehnyt työstä liian laajan.

2 Logistiikka

2.1 Mitä on logistiikka?

Markkinoilla oleva kova kilpailu ja kustannustehokkuuden parantaminen on tehnyt logistiikka-käsitteen tunnetuksi melkein joka alalla. Logistiikka liitetään nykyisin lähinnä materiaalien hyödykkeiden toimittamiseen liittyviin koordinoitaviin. Käsitteenä logistiikka on todella laaja ja pitää sisällään kaiken materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen kokonaisuuden hallinnan. Kaij E. Karrus(2005,13.) määrittelee logistiikka-käsitteen kirjassaan seuraavasti:

Logistiikka on materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen, hankinnan, tuotannon, jakelun ja kierrätyksen, huolto- ja tukipalvelujen, varastointi-, kuljetus- ja muiden lisäarvopalvelujen sekä asiakaspalvelun ja suhteiden kokonaisvaltaista johtamista ja kehittämistä.

Voidaan siis olettaa logistiikkaan kuuluvan kaiken tuottavaa työtä lukuun ottamatta. (Karrus Kaij 2005, 13.)

Vaikka logistiikka on todella iso osa nykypäivän yritystaloutta, on sen tarkastelu erillisenä kokonaisuutena vaikeaa, sillä se integroituu yrityksen jokaiseen toiminta-alueeseen. Ehkä juuri tästä syystä logistiikan tutkimiseen on kunnolla herätty vasta viime vuosina.

2.2 Logistiikka rakennustuotannossa

Rakennustuotannossa logistiikka-sana pysyttelee edelleen kummajaisena. Suurelta osin tämä on selitettävissä rakennusprojektien lyhytikäisyydellä ja monimuotoisuudella. Rakennusprojektiin kuuluu todella paljon toimijoita ja eri osapuolia sekä projektit suoritetaan nopealla aikataululla, joten kaikissa hankkeissa käytettävää yleistä toimintamallia on haastava toteuttaa.

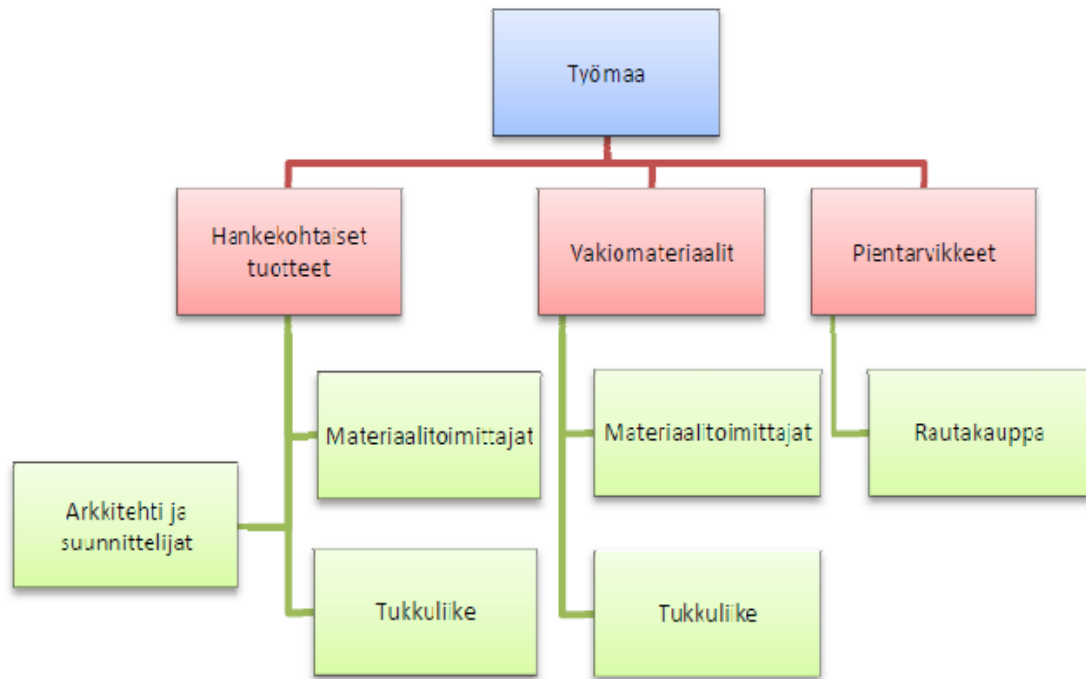
Rakennustuotannon logistiikassa tarkastellaan toimitusketjua suunnittelusta materiaalityöntekijöiden valmistusprosessiin ja siitä asennukseen työmaalla.

Haastavuutta tuo myös se, että koordinointi kaikissa näissä vaiheissa tapahtuu työmaalla usein samanaikaisesti. Logistinen prosessi voidaan jakaa osiin sen mukaan, kuka siitä vastaa. Tällaisessa jaossa osa-alueita voivat olla esim. rakennusliike, materiaalitoimittajat tai suunnittelutoimisto. Tämä johtaa kuitenkin yleensä siihen, että suurimmat ongelmat logistiikan tehokkuudessa syntyvät juuri näiden alueiden yhteensovituksessa. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikkien osa-alueiden toimiessa tehokkaasti voi kokonaisuudessa oli suuriakin puutteita. (Wegelius-Lehtonen, T., Pahkala, S., Nyman, H., Vuolio, H. & Tanskanen, K. 1996, 7.)

Tyypillisesti työmaalla logistiikka jaetaan tulo- ja lähtölogistiikkaan materiaalivirran suunnan mukaan. Tulologistiikkaan kuuluvat työmaalle saapuvien materiaalien ja tietovirtojen hallinta. Työmaan lähtölogistiikkaan kuuluvat jätteiden tai kierrätettävien tuotteiden toimittaminen uudelleen käytettäväksi tai kaatopaikalle. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 8.)

Kuvio 1 kuvaa tulologistiikkaan kuuluvia logistiikkaketjuja ja osapuolia rakennustyömaalla. Siinä työmaalle tulevat materiaalit on jaettu kolmeen pääryhmään:

- hankekohtaiset tuotteet
- vakiomateriaalit
- pientarvikkeet.



Kuvio 1. Logistiikkaketjut (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 8.)

Hankekohtaiset tuotteet ovat tuotteita, jotka valmistetaan työmaakohtaisten suunnitelmien ja piirustusten perusteella. Hankekohtaisia tuotteita ovat esimerkiksi julkisivuelementit, ikkunat, ovet sekä keittiökalusteet. Joskus hankekohtaiset tuotteet voivat olla myös yhdistelmä kahdesta hankekohtaisesta tuotteesta, tällöin tietovirtojen oikeellisuus ja tarpeellisuus korostuvat. Hankekohtaiset tuotteet hankitaan joko suoraan materiaalitoimittajalta tai tukkuliikkeen kautta työmaakohtaisten suunnitelmien sekä piirustusten mukaisesti. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 8.)

Vakiomateriaalit ovat hankkeesta riippumattomia standardituotteita. Vakiomateriaaleja ovat esimerkiksi levyt, puutavara, matot, eristeet ja kuiva-tuotteet. Vakiomateriaalit hankitaan joko työmaalla laskettujen tietojen mukaisesti tai kohteen laskennassa käytettyjen määrälaskelmien mukaisesti materiaalitoimittajilta suoraan tai tukkuliikkeen kautta. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 8.)

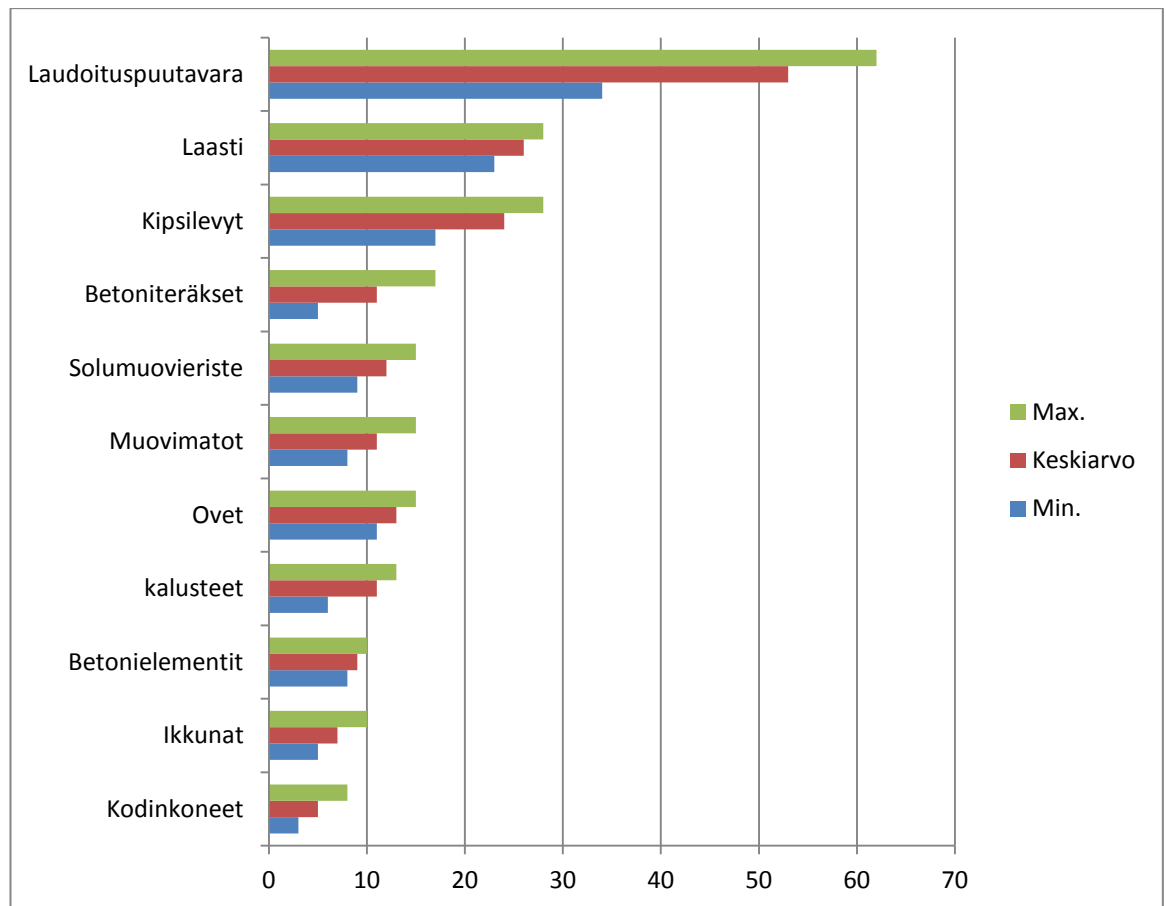
Pientarvikkeet eivät yleensä ole kalliita, mutta niitä kuluu työmaan aikana määrällisesti paljon. Pientarvikkeita ovat esimerkiksi naulat, ruuvit, helat ja

varusteet. Nämä tarvikkeet hankitaan yleensä rautakaupasta. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 8)

2.3 Logistiikan merkitys

Rakennusliikkeen kilpailukykyyn vaikuttavia tekijöitä ovat kustannus, laatu, aika ja täsmällisyys. Nämä kaikki asiat liittyvät tavalla tai toisella logistiikkaan. Kilpailun kiristyessä rakennusalalla kustannusten merkitys korostuu entisestään. Liikenne- ja viestintäviraston tilaaman logistiikkaselvityksen mukaan vuonna 2009 logistiikkakustannusten osuus suomalaisten yritysten liikevaihdosta oli 14,2 %, mikä tekee logistiikasta todella keskeisen osa-alueen kustannustehokkuuden kannalta. Kustannustehokkuus on nykyisin kaikista merkittävin kilpailukykyyn vaikuttava tekijä rakennusliikkeissä. (Hillo 2009, 38.)

Kustannustehokkuuden osalta keskeistä logistiikassa on turhien siirto- ja käsittelyvaiheiden karsiminen sekä kaikkien vaiheiden tehostaminen. Tällaisen tarkastelun lähtökohtana on tutkia hankinnoissa syntyviä välillisiä kustannuksia pelkän ostohinnan sijaan. Kuviossa 2 on eritelty logistiikassa syntyviä kustannuksia tuotteen kokonaishintaan nähden. On helppo havaita logistiikkakustannusten prosenttiosuuden kokonaishinnasta olevan sitä suurempi mitä pienempi tuotteen hinta on suhteessa sen tilavuuteen. Merkittävää on myös se, miten suuri ero minimin ja maksimin välillä on. Tämä tarkoittaa sitä, että kustannustehokkuuden kannalta päästään isoihin säästöihin, mikäli voidaan välttää maksimiarvot ja päästä aina alle keskiarvon. Kuvion 2 tulokset perustuvat tutkimukseen, joka on tehty vuonna 1998, joten niitä on syytä tarkastella vain suuntaa antavina. Voi kuitenkin olettaa, että logistiikkakustannuksien osuudet kokonaiskustannuksista eivät ole merkittävästi muuttuneet. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 7.)



Prosenttia kokonaishinnasta

Kuvio 2 Logistiikkakustannukset (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 8.)

Nykypäivänä rakentamisessa pyritään myös entistä lyhyempiin aikatauluihin, mikä lisää entisestään logistiikan merkitystä. Tiukka aikataulu aiheuttaa myös sen, että työvaiheita on yhtä aikaa käynnissä entistä enemmän, joten materiaalien varastoinnille ei ole työmailla tilaa. Tämä on puolestaan lisännyt niin sanotun JOT-periaatteen ”juuri oikeaan tarpeeseen” mukaista ajattelua. JOT-ajattelussa on keskeistä kokonaisuuden esteetön virtaus, jossa ei tarvita varastointia eikä tule katkoksia työvaiheisiin. Yleinen suuntaus rakennusosalalla onkin jo pitkään ollut työmaalla tehtävien toimenpiteiden karsiminen mahdollisimman vähäisiksi.

2.4 Logistiikan hallinnan työkalut

Logistiikan hallinnassa tärkeää on suunnitelmallisuus, joka alkaa jo hankesuunnitteluvaiheessa. Hankesuunnitteluvaiheessa tulisi määrittää logistiikan hoidon perusteet työmaalla. Logistiikan huolellinen suunnittelu on paras tapa vähentää logistiikan kustannuksia. Logistiikan hallinnan kannalta tärkeitä työkaluja ovat yleisaikataulu, piirustusaikataulu, kalustosuunnitelma, hankintasuunnitelma, aluesuunnitelma ja logistiikkasuunnitelma.

Yleisaikataulu on työmaan tärkeimpiä suunnitelmia. Yleisaikataulu toimii pohjana tarkemmalle aikataulusuunnittelulle, ja se on tehty työjärjestyksen määrittämisen ja työsuoritteiden kestojen laskennan pohjalta. Yleisaikataulun tarkoituksena on kuvata koko hankkeen suunniteltu kulku sekä ajalliset reunaehdot. Yleisaikatauluun voidaan liittää myös resursseja, kuten työntekijävahvuus tai työvaiheiden kustannukset. (Koski 1995, 44.)

Piirustusaikataulusta saadaan selville eri suunnitelmien tarpeet niin, että hankintojen valmistelu ja työvaiheet saadaan käyntiin riittävän aikaisin. Piirustusaikataulu laaditaan hankinta- ja asennusaikataulujen pohjalta, ja se on erittäin tärkeä työkalu projektin ajallaan valmistumisen kannalta. Mikäli piirustusaikataulu on rakennushankkeessa on laadittu, voidaan mahdollinen piirustusten myöhästyminen osoittaa, ja siitä aiheutuvat kustannukset tai myöhästyminen saadaan pois rakennusliikkeen vastuulta. (Koski 1995, 48.)

Kalustosuunnitelman tarkoituksena on ajoittaa koneiden käyttöä työmaalla siten, että hankkeen eteneminen yleisaikataulun mukaisesti on mahdollista. Tämän pohjalta tehdään kalustoluettelo, josta nähdään kaluston yleisaikatauluun perustuva tarveajankohta. Kalustosuunnitelma auttaa hahmottamaan kokonaisuuden kaluston käytössä, ja mahdollisesti keskittämään siirtoja ja toimituksia ajankohdille, jolloin työmaalla on tarvittava kalusto. (RATU S-1181 1998, 8.)

Hankintasuunnitelma pitää sisällään hankintaluettelon, jossa on koottuna hankintojen määrät, toimituserät, yksikkö, hukkaprocentti ja yhteystiedot. Hankintaluettelo on sidottu hankinta-aikatauluun, josta selviää se, milloin viimeistään sopimukset tulee olla tehtynä työmaan aikataulun mukaisen valmistumisen varmistamiseksi. Hankintasuunnitelma on tärkeä apuväline hankintojen ja ali-

urakoiden sopimisessa siten, että projektin eteneminen yleisaikataulun mukaisesti on mahdollista. (Koski 1995, 46.)

Aluesuunnitelma on rakennushankkeen päätoteuttajan tekemä suunnitelma työmaan toimintojen ja tehtävien alueellisesta järjestämisestä. Suunnittelu aloitetaan jo urakkalaskentavaiheessa, jolloin pääperiaatteet hankkeen toteutuksesta määritetään. Se tulee pitää ajan tasalla hankkeen edetessä, ja uudistaa vähintään maarakennus-, perustus-, runko- ja sisätyövaiheessa. Aluesuunnitelman tulee olla rakennustyömaalla keskeisellä paikalla niin, että se on toimii tiedonvälitysvälineenä rakennushankkeen kaikille osapuolille. Aluesuunnitelmasta käy ilmi vähintään seuraavat asiat:

- liikennejärjestelyt
- nostojärjestelyt
- työmaatilojen määrä ja sijainti
- rakennusaikaiset LVVST-järjestelmät
- rakennustarvikkeiden varastointipaikat
- työskentelytilat ja -alueet
- työmaan erottaminen ja suojaukset.

(RATU C2-0299 2007, 3.)

Logistiikkasuunnitelma on yhteenveto työmaan toimintatavoista ja resursseista. Se tehdään jo työmaan alkuvaiheessa, jolloin laaditaan työmaan aikataulu, päätetään nosto- ja siirtokalustosta sekä mahdollisten siirtoreittien rakentamisesta. Logistiikkasuunnitelmassa työmaata katsotaan kokonaisuutena, jossa hankinnat on hoidettu loppuun vasta, kun tuotteet on asennettu ja jätteet on siivottu. Tämä on lähtenyt tarpeesta etsiä vaihtoehto perinteisille kuljetustavoille, jotka hyödyttävät toimittajan kuljetusjärjestelijää. Logistiikkasuunnitelma tehdään erikseen runko- ja sisätyövaiheelle, sillä tarvittavat materiaalitoimitukset ovat hyvin erilaisia. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 66–67.)

Logistiikkasuunnitelma on juuri se työväline, millä logististen kustannusten suuruutta ja kustannustehokkaimpia ratkaisuja työmaille arvioidaan. Suunnitelmas-

sa siirrot, tuotteiden käsittely ja siivous hinnoitellaan käyttämällä jo olemassa olevia hinnastoja tai kokemuksen perusteella, ja sen pohjalta etsitään kustannustehokkain ratkaisu logistiikan hoitamiseksi. Ongelma tässä on se, ettei logistiikkasuunnitelmaa nykyisinkään aina tehdä eikä tarkkaa seurantatietoa ole käytettävissä. Tärkeintä olisi saada työmaan henkilöstö mukaan logistiikkasuunnitelman tekoon ja etenkin sen toteutumisen seuraamiseen, jolloin saataisiin arvokasta seurantatietoa tulevien kohteiden logistiikan suunnitteluun. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 66–67.)

3 Logistiikka ja työturvallisuus

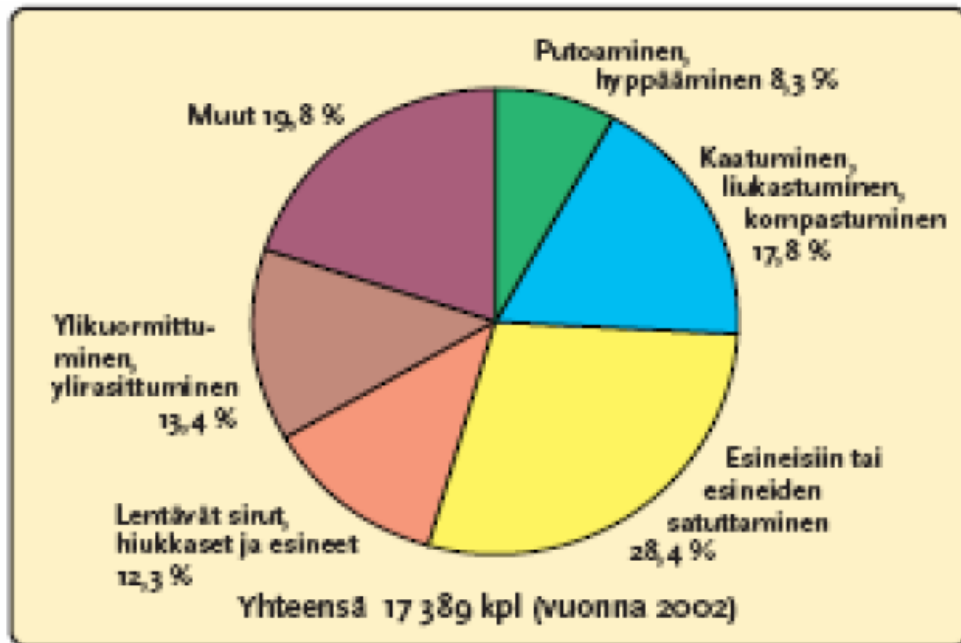
3.1 Työturvallisuuden merkitys

Kun puhutaan logistiikan kustannuksista, ei voida kokonaan poissulkea työturvallisuutta. Vaikka työturvallisuuden tärkeyttä ei edes voida kokonaan rahassa mitata, on sen epäonnistuminen myös suuri riskitekijä rakennusprojektien kannattavuudessa. Tampereen teknillisen yliopiston sekä Tapaturmavakuutuslaitosten liiton vuonna 2007 tekemän tutkimuksen mukaan keskimääräinen työtapaturma maksaa työnantajalle yli 6000 euroa. Vuonna 2010 tapaturmataajuus rakennusalalla oli noin 68 tapaturmaa miljoonaa työtuntia kohden, mikä on suurempi kuin millään muulla toimialalla. Tämä tarkoittaa sitä, että vuoden kestäväällä rakennushankkeella tapahtuu yksi työtapaturma kahdeksaa työntekijää kohden. Voidaan siis todeta, että jokaisella kahdeksan henkeä työllistävällä työmaalla on syytä varautua ainakin reilun 6000 euron tapaturmakustannuksiin. Todellisuudessa vaikutus voivat olla vielä edellä mainittua isompi, sillä sairauspoissaolot aiheuttavat monia välillisiä kustannuksia. Tällaisia välillisiä kustannuksia voivat olla esimerkiksi työnjohdon lisätyöt, ylisuuri väliaikainen työntekijäkapasiteetti tai työvaiheen viivästyminen. (Kaukopuro, H. 2008. Hellsten, J. 2011.)

Keskimääräinen työtapaturmataajuus Suomessa oli noin 30 työtapaturmaa miljoonaa työtuntia kohden. Myös kaikista vakavimpien työtapaturmien yleisyys on juuri rakennusalalla kaikista suurinta. (Kaukopuro, H. 2008, Hellsten, J. 2011.)

3.2 Logistiikan vaikutus työturvallisuuteen

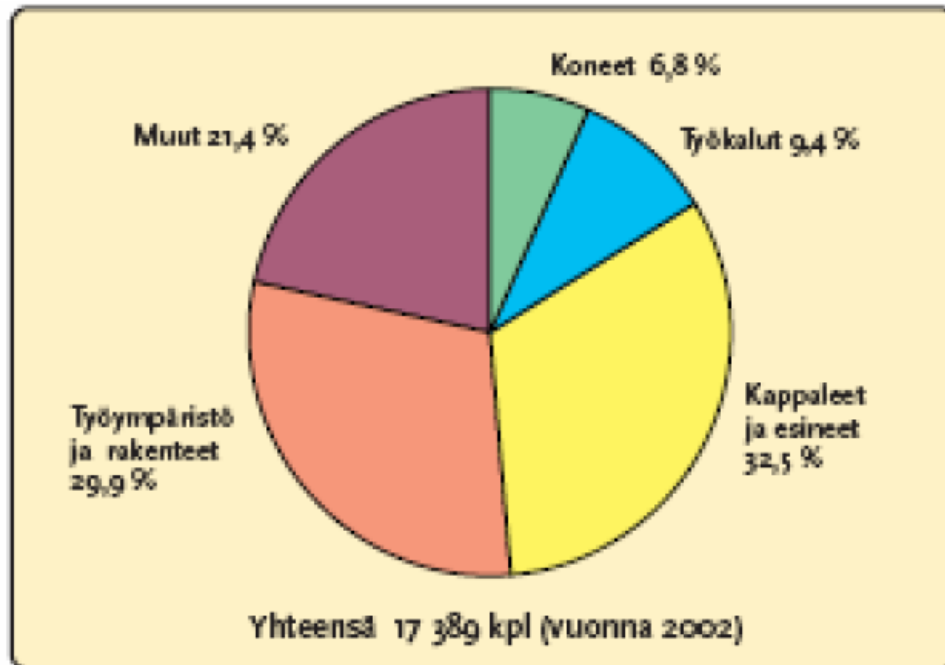
Kun ryhdytään tarkastelemaan logistiikan yhteyttä työturvallisuuteen, huomataan sen olevan todella merkittävä. Huomataan, että kaikki kolme yleisintä tapaturman aiheuttajaa rakennusalalla liittyvät tavalla tai toisella työmaalogistiikkaan.



Kuvio 3. Työtapa-tyypit (Rakennusteollisuus, 2003)

Kuvio 3 kuvaa työtapa-tyyppejä rakennusalalla. Yleisin tapaturmien aiheuttaja rakennusalalla ovat kappaleet ja esineet, mikä aiheuttaa noin joka kolmannen työtapa-tyypin rakennusalalla. Logistiikan vaikutusta näihin tapaturmiin on vaikea arvioida, mutta varmasti merkittävä osa näistä tapaturmista tapahtuu siirtojen yhteydessä tai kappaleiden ja esineiden virheellisten varastointialueiden takia. Logistiikan suunnittelussa onkin syytä huolehtia turvallisista siirtomenetelmistä ja selkeistä varastoalueista. Logistiikan yksi tärkeä osa-alue on myös jätteiden siivous ja järjestyksen pito työmaalla, minkä laiminlyönti aiheuttaakin suuren osan tapaturmista rakennusalalla. Työmaan järjestyksen ja siisteyden puute aiheuttaa kompastumisia, liukastumisia ja kaatumisia, joiden osuus kaikista tapaturmista on noin 18 %. Tähän on siis syytä kiinnittää erityistä huomiota rakennustyömailla. Kolmanneksi yleisin työtapa-tyypin aiheuttaja on ylikuormitus ja yllirasitus. Näistä suuri osa syntyy tavaroiden ja esineiden nostoissa sekä siirroissa. Paitsi, että käsintehty siirrot ovat suurin logistiikan kustannuksiin vaikuttava tekijä työmaan näkökulmasta, se aiheuttaa myös kolmanneksi suurimman osan työtapa-tyypin. Voidaan sanoa, että käsintehty siirrot ovat ehkä suurin yksittäinen tekijä, mihin kannattaa keskittyä logistiikan kustannuksissa.

Kuvio 4 kuvastaa työtaturmia niiden aiheuttajien mukaan rakennusalalla vuonna 2003.



Kuvio 4 Työtaturmat aiheuttajan mukaan (Rakennusteollisuus, 2003)

4 Logistiikan kustannukset

4.1 Kustannukset rakennustuotannossa

Rakennustyömaan logistiikkakustannukset syntyvät pääasiassa materiaalien kuljetuksista, siirroista ja varastoinnista. Kun tarkastellaan logistiikkakustannuksia työmaan näkökulmasta, kustannukset on syytä jakaa kahteen osa-alueeseen: toimittajalla ja työmaalla syntyviin kustannuksiin.

Toimittajalla syntyvät kustannukset voivat syntyä muun muassa seuraavanlaisista osa-alueista:

- niputus/pakkaus
- trukki siirrot
- varastointi
- vastaus
- kuljetus
- kuormien yhdistäminen (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 48, 111.)

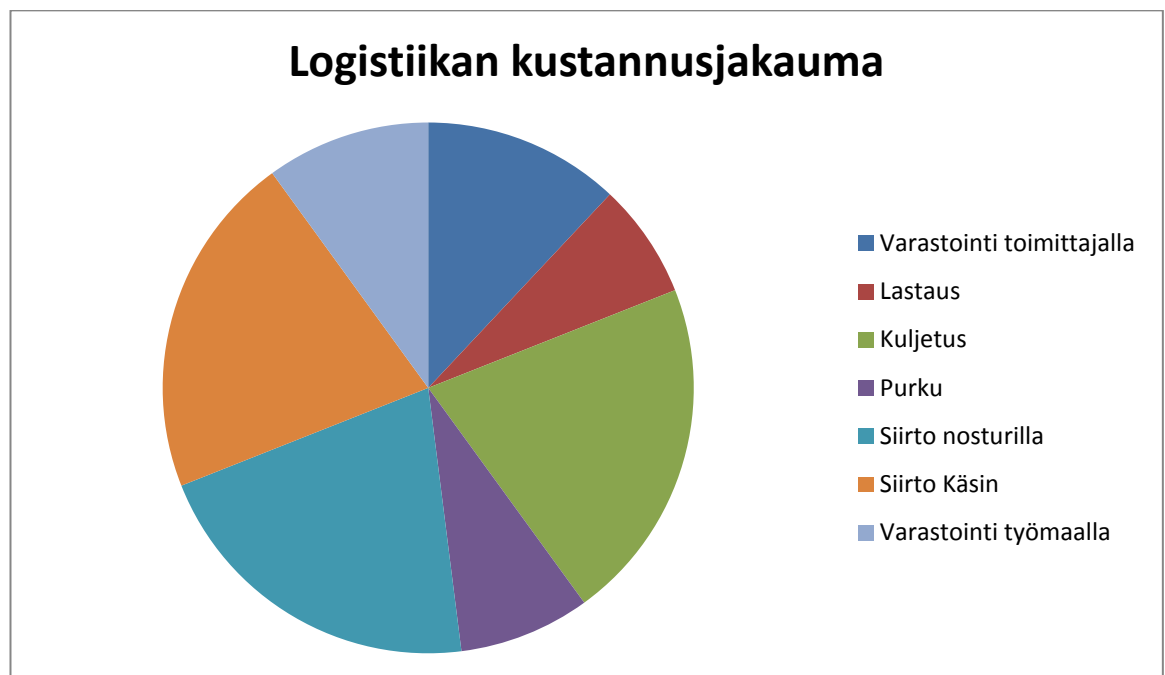
Nämä kustannukset sisältyvät pääasiallisesti tuotteiden hintaan ja rahtiin, joten niiden erittely ei ole työmaan näkökulmasta tarpeellista. Lopputuotteen kuljetus kohteeseen jää kuitenkin usein rakennusliikkeen maksettavaksi, joten siihen on syytä kiinnittää huomiota. Tuotteita on myös mahdollista säilyttää kuljetusliikkeiden varastoissa, mikäli niitä ei voida työmaalla ottaa vastaan. Tämä niin kutsuttu terminaalipalvelu tuottaa kuitenkin lisäkustannuksia rakennusliikkeelle. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 48, 111.)

Työmaalla syntyvät kustannukset koostuvat taas pääasiassa purkutöistä, siirroista, nostoista, varastoinnista ja jätehuollosta. Työmaalogistiikka jaetaan yleisesti pysty- ja vaakasiirtoihin. Kustannustehokkuuden tarkastelussa parempi tapa tutkia kustannusten muodostumista voisi kuitenkin olla esimerkiksi seuraavanlainen:

- purku
- siirrot

- varastointi
- jätehuolto.

Kuviossa 5 tarkastellaan kipsilevytoimituksen logististen kustannusten jakautumista toimitusketjun eri vaiheille. Kuviosta voi huomata suurimpien kustannusten olevan siirrot työmaalla sekä kuljetus. Mikäli ketjuun kuuluu turhia käsinsiirtotyövaiheita, voivat ne muodostaa jopa puolet koko logistiikkakustannuksista. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 11.)



Kuvio 5 Prosentuaalinen kustannusjakauma kipsilevytoimituksessa (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 49.)

4.2 Vaikutusmahdollisuudet työmaalta

Kun tarkastellaan logistiikan kustannuksia työmaan näkökulmasta olisi mielestäni selkeää jakaa ne viiteen pääryhmään:

- rahti
- purku
- siirrot
- varastointi
- jätehuolto.

Näin voidaan tarkastella kustannuksia pienempinä kokonaisuuksina, joten on helpompi hahmottaa mihin asioihin tulisi keskittyä kustannussäästöjen aikaan saamiseksi.

Rahtikustannusten pienentäminen on vaikeaa eikä yleensä tuota merkittäviä säästöjä. Nämä kustannukset saadaan yleensä selville materiaalin toimittajilta ja niitä voidaan siten vertailla. Helpoin ja merkittävin tapa näiden kustannusten pienentämiseksi on vähentää toimituseriä. Tämä kuitenkin yleensä lisää varastointi- ja siirtokustannuksia työmaalla, joten sillä ei välttämättä saavuteta säästöjä. Lisäksi ylimääräinen tavaroiden siirtely ja varastointi voivat vaurioittaa tuotteita ja tätä kautta lisätä materiaalihukkaa.

Purkukustannukset rahtikustannusten tapaan ovat monesti verrannollisia toimituserien määrään. Purku voidaan toteuttaa koneellisesti tai käsin. Mikäli tuotteet on mahdollista kokonsa ja painonsa puolesta purkaa käsin, tulee sen kustannuksia tarkastella erikseen. Esimerkiksi kuorma-autollisen purkamisen kurottajalla onnistuu yleensä noin puolessa tunnissa, jonka kustannus on 30-35 euroa. Tämä vastaa kustannuksiltaan noin 1,5 työntekijätuntia. Kun oletetaan että purkutyöhön tarvitaan yleensä ainakin yhtä työparia, voidaan olettaa, että suuret erät tulisi aina purkaa koneellisesti. Purku voi sisältyä myös rahtiin, mikäli kuorma-autosta löytyy purkamiseen soveltuvat laitteet.

Siirrot ovat logistisista kustannuksista eniten kokonaiskustannuksiin vaikuttava osa-alue. Siirrot jaetaan yleisesti vaakasiirtoihin ja pystysiirtoihin. Pystysiirrot koostuvat koneellisista nostoista, joita ovat monikerroksisissa rakennuksissa esimerkiksi torninosturilla, ajoneuvonostimella tai kurottajalla tehdyt nostot.

Vaakasiirtoihin kuuluvat vaakasuunnassa tehtävät siirrot, joita voivat olla käsin-siirrot ja koneelliset siirrot. Myös turha varastointi aiheuttaa ylimääräisiä siirtoja. Kustannussäästöjä voidaan saada aikaiseksi tehostamalla koneellisten ja käsin-tehtyjen siirtojen ajallista suoritusta tai pienentämällä tuntiveloitusta/keskituntiansiota.

Varastoinnista aiheutuvat kustannukset ovat pääasiallisesti työntekijäkustannuksia, mutta siihen voi liittyä myös suojaukseen tarvittavien peitteiden kustannuksia. Paras tapa varastointikustannusten tehostamiseen on lisätä toimituseriä ja varmistaa toimitusten saapuminen oikeaan aikaan, jolloin niille ei tarvitse tehdä väliaikaisia varastoja. Varastointiin käytetään myös vuokarattavia varastotiloja, joista aiheutuu kustannuksia.

Jätehuoltokustannukset muodostuvat rakennusmateriaaleista peräisin olevien jätteiden siivoamisesta, siirroista, kuljetuksista sekä jätemaksuista. Näitä kustannuksia voidaan vähentää lajittelemalla jätteet työmaalla ja pyrkimällä mahdollisimman pieneen materiaalihukkaan. Myös määrämittaisten tuotteiden käyttö vähentää jätehuoltoon liittyvien kustannusten määrää.

Vaikka säästötoimenpiteet ovat jokaiselle osa-alueelle selkeät, ongelmaksi muodostuu kuitenkin se, että toisessa osa-alueessa säästäminen lisää kustannuksia toisissa osa-alueissa. Esimerkiksi rahti- ja purkukuluissa säästäminen lisää monesti kustannuksia kaikissa muissa osa-alueissa, ja päinvastoin. Aina onkin pyrittävä tutkimaan kokonaiskustannuksia eikä edes pelkästään logistisia kustannuksia. Varmaa kuitenkin lienee se, että pieneen materiaalihukkaan ja korkeaan työtehokkuuteen pyrkimisellä on positiivisia vaikutuksia kokonaiskustannuksiin.

5 Aineisto ja menetelmät

Opinnäytetyössä käytetään esimerkkilaskelmia, joiden tarkoitus on havainnollistaa logistiikkakustannusten muodostumista todellisessa tilanteissa työmaan näkökulmasta. Laskelmat perustuvat työmaan tietoihin, jossa työskentelin viime kesänä. Kohde oli yksikerroksinen puurakenteinen rakennus. Todellista seurantatietoa ei kohteesta ollut saatavilla, joten tulokset ovat vain suuntaa-antavia. Tiedot perustuvat NCC Rakennus Oy:n tietokannasta saatuihin tietoihin, Ratu-käsikirjasta saatuihin menekkeihin sekä omiin että opinnäytetyön teettäjän edustajan arvioihin. Tuloksia ei voi verrata kuviossa 2 esitettyihin prosentiosuuksiin tuotteen kokonaishinnasta, sillä tutkimusten sisältö on erilainen. Esimerkkitapauksissa logistisia kustannuksia on kuvattu työmaan näkökulmasta eikä niissä ole huomioitu mahdollisesti tuotteiden hintaan sisältyviä logistisia kuluja.

Lisäksi opinnäytetyössä kartoitettiin logistiikan riskejä ja merkitystä kyselytutkimuksella, joka suunnattiin NCC Rakennus Oy:n Joensuun aluetoimiston toimihenkilöille.

5.1 Esimerkkilaskelma 1

Ensimmäisessä esimerkissä tarkastellaan alakattolevyn kustannusten muodostumista. Alakattolevyn valinta tarkastelun kohteeksi perustuu siihen, että haluttiin tutkia logististen kustannusten osuutta kalliin hintaluokan vakiomateriaaleissa. Tässä esimerkissä ei ole erikseen tarkasteltu varastointiin liittyviä kustannuksia, sillä tuotteet pystyttiin siirtämään suoraan rakennuksen sisälle lähelle asennusaluetta. Tässä kuvataan tilannetta, jossa alakattolevytyksen pinta-ala on 1000 m². Lisäksi tehdään samankaltaisesta tilanteesta toinen laskelma, jossa kuvataan kokonaiskustannusten muuttumista toimituserien lisääntyessä. Seuraavana on lyhyt kuvaus hintojen muodostumisesta:

Alakattolevyjen kustannukset perustuvat NCC Rakennus Oy:ltä saatuun tietoon heidän sopimushinnasta. Levytyyppiä ei voida julkistaa toimeksiantajan pyynnöstä, koska hintatiedot eivät ole julkisia. Levy on yleinen julkisissa tiloissa käy-

tettava alakattolevy. Hintaan on lisätty Ratu-käsikirjasta vuodelta 2010 saatu alakattotöiden materiaalihukka.

Asennustyön hinta perustuu myös Ratu-käsikirjasta vuodelta 2010 saatuihin menekkeihin. Lisäksi työhintaa laskettaessa on käytetty toimeksiantajalta saatua tietoa keskimääräisestä rakennustyöntekijän tuntiansiosta ja työnantajalle tulevista sosiaalikulusta. Laskelmassa työn suorittaa työpari, johon kuuluu yksi rakennusmies ja yksi kirvesmies.

Rahdin kustannukset perustuvat toimeksiantajalta saatuihin tietoihin. Laskelmassa alakattolevyt tuodaan työmaalle ensin yhdessä ja sitten kolmessa osassa. Rahdin kustannukset eivät ole suoraan verrannollisia toimituserien määrään, vaan perustuvat lisäksi etäisyyteen, tilavuuteen ja painoon.

Koneellisen purun kustannukset perustuvat toimeksiantajalta saatuu tietoon kurottajan hinnasta ja arvioon sen tarvitsemasta ajasta.

Käsintehtyjen siirtojen kustannukset perustuvat Ratu-käsikirjasta saatuihin menekkeihin sekä toimeksiantajalta saatuihin tietoihin rakennustyöntekijöiden kustannuksista. Laskelmassa työn on suorittanut työpari, johon kuuluu yksi rakennusmies ja yksi kirvesmies.

Jätehuollon hinta perustuu niin ikään Ratu -käsikirjasta arvioituihin menekkeihin sekä toimeksiantajalta saatuihin tietoihin rakennustyöntekijöiden kustannuksista. Hinta sisältää myös arvion tämän työvaiheen osuudesta jätteiden kuljetuksiin ja kaatopaikkamaksuihin liittyviin kustannuksiin. Laskelmassa työn on suorittanut työpari johon kuuluu yksi rakennusmies ja yksi kirvesmies.

Logistiset kustannukset ovat summa rahdin, koneellisen purun, käsin tehtyjen siirtojen ja jätehuollon aiheuttamista kustannuksista.

5.2 Esimerkilaskelma 2

Toisessa esimerkissä tarkastellaan väliseinän levytyksen kustannusten muodostumista. Tarkoituksena oli tutkia vakiomateriaaleihin kuuluvaa tuotetta, jossa

materiaalikustannukset ovat huomattavasti pienemmät kuin edellisessä esimerkissä. Esimerkissä ei ole erikseen tarkasteltu varastointiin liittyviä kustannuksia, sillä tuotteet pystyttiin siirtämään suoraan rakennuksen sisälle lähelle asennus- aluetta. Lisäksi tehdään samankaltaisesta tilanteesta toinen laskelma, jossa kuvataan kokonaiskustannusten muuttumista toimituserien lisääntyessä. Tässä esimerkissä kuvataan tilannetta, jossa levytettävä seinäpinta-ala on 500 m². Seuraavana on lyhyt kuvaus hintojen muodostumisesta:

Kipsilevyjen hinta perustuu NCC Rakennus Oy:ltä saatuun tietoon heidän sopimushinnasta. Levy tyyppiä ei voida julkistaa toimeksiantajan pyynnöstä, koska hintatiedot eivät ole julkisia. Levy on yleisesti käytetty kipsilevy. Hintaan on lisätty Ratu-käsikirjasta vuodelta 2010 saatu seinälevytyksen materiaalihukka.

Asennustyön hinta perustuu Ratu-käsikirjasta vuodelta 2010 saatuihin menekkeihin. Lisäksi työn hintaa laskettaessa on käytetty toimeksiantajalta saatua tietoa keskimääräisestä rakennustyöntekijän tuntiansiosta ja työnantajalle tulevista sosiaalikululuista. Laskelmassa työn suorittaa työpari, johon kuuluu yksi rakennusmies ja yksi kirvesmies.

Rahdin hinta perustuu toimeksiantajalta saatuihin tietoihin. Laskelmassa kipsilevyt tuodaan työmaalle ensin yhdessä ja sen jälkeen kahdessa toimituserässä. Rahdin kustannukset eivät ole suoraan verrannollisia toimituserien määrään, vaan perustuvat lisäksi etäisyyteen, tilavuuteen ja painoon.

Koneellisen purun kustannukset perustuvat toimeksiantajalta saatuun tietoon kurottajan tuntiveloituksesta ja arvioon sen tarvitsemasta ajasta. Laskelmassa kipsilevyt tuodaan työmaalle yhdessä toimituserässä.

Käsintehtyjen siirtojen kustannukset perustuvat Ratu-käsikirjasta arvioituihin menekkeihin sekä toimeksiantajalta saatuihin tietoihin rakennustyöntekijöiden kustannuksista. Laskelmassa työn on suorittanut työpari, johon kuuluu yksi rakennusmies ja yksi kirvesmies.

Jätehuollon kustannukset perustuvat Ratu-käsikirjasta arvioituihin menekkeihin sekä toimeksiantajalta saatuihin tietoihin rakennustyöntekijöiden kustannuksista. Hinta sisältää myös arvion tämän työvaiheen osuudesta jätteiden kuljetuksiin

ja kaatopaikkamaksuihin liittyviin kustannuksiin. Laskelmassa työn on suorittanut työpari, johon kuuluu yksi rakennusmies ja yksi kirvesmies.

Logistiset kustannukset ovat summa rahdin, koneellisen purun, käsintehtyjen siirtojen ja jätehuollon aiheuttamista kustannuksista.

5.3 Kyselytutkimus

Logistiikan kustannusten merkityksen ja ongelmakohtien kartoittamiseksi tein kyselytutkimuksen NCC Rakennus Oy Joensuun alueyksikön toimihenkilöille. Tarkoituksena on saada vahvaan kokemukseen pohjautuvaa tietoa työmaan näkökulmasta. Kysely lähetettiin kuudelle toimihenkilölle, mutta aikataulullisista syistä kyselyyn kerkesi vastata vain neljä henkilöä. Kysely lähetettiin 14. maaliskuuta 2012 ja vastausaikaa oli 20. huhtikuuta 2012 saakka. Kysely suunnattiin henkilöille, joilla on monen vuoden kokemus vastaavana työnjohtajana toimimisesta rakennusliikkeen palveluksessa. Vastaajista kolme toimii tällä hetkellä vastaavana työnjohtajana ja yksi työpäällikkönä.

Kyselyssä ensisijaisena tavoitteena oli saada täydentävää tietoa logistiikan suurimmista kustannusriskeistä sekä niihin johtaneista tekijöistä. Lisäksi logistiikan merkityksen ja kehittämismahdollisuuksien selvittäminen oli merkittäviä tavoitteita kyselytutkimuksessa. Kyselytutkimuksen alkuperäiset kootut vastaukset ovat liitteessä 2.

6 Tulokset

6.1 Esimerkkilaskelma 1 tulokset

Taulukko 1 kuvaa alakattolevyjien, asennustyön, rahdin, purkutyön, käsinsiirtojen ja jätehuollon kustannuksia. Taulukosta ilmenee myös jokaisen osa-alueen prosenttiosuus kokonaiskustannuksista. Alakattolevyjien asennustyön kokonaiskustannukset ja logistiikkakustannukset ovat eritelty taulukon alaosaan.

Taulukko 1. Alakattolevytyksen kustannusjakauma, yksi toimituserä.

Kustannuslaji	Kustannus(€)	%- kokonaiskustannuksista
Alakattolevyt	23900	86,04
Asennustyö	2285	8,23
Rahti	100	0,36
Purku	65	0,23
Käsin siirrot	1142	4,11
Jätehuolto	285	1,03
Yhteensä	27777	100,00
Logistiikkakustannukset	1592	5,73

Alakaton levytyksen kokonaiskustannuksiksi tuli 27 777 euroa. Tästä logististen kustannusten osuus oli 5,73 Prosenttia. Tässä tapauksessa logististen kustannusten osuus on melko pieni, johtuen suurelta osin suurista materiaalikustannuksista. Alakattolevyt ja arvioitu hukka tuottivat kokonaiskustannuksista noin 86 prosenttia, jolloin logistiset kustannukset olivat noin 41 prosenttia muista kuin

materiaalikustannuksesta. Erityisen suureksi osaksi logistisia kustannuksia tässäkin tapauksessa osoittautuivat käsintehdyt siirrot, jotka olivat noin 71 prosenttia kaikista logistisista kustannuksista. Tästä onkin helppo huomata käsinsiirtojen todella suuri vaikutus kokonaiskustannuksiin. Myös rahti ja koneellinen purku ovat oleellinen osa logistisia kustannuksia. On kuitenkin syytä huomata, että niiden osuus kokonaiskustannuksista on noin 0,6 prosenttia, mikä vastaa kustannuksiltaan alle yhtä paketilista (noin 10 m²) alakattolevyjä. Tästä voidaankin todeta, että tällaisessa tapauksessa on syytä keskittyä rahdin sijaan materiaalihukkaan ja käsinsiirtojen sekä siivouskustannusten minimointiin.

Taulukko 2 kuvaa tilannetta, jossa alakattolevyt on otettu työmaalle yhden sijaan kolmessa erässä. Tapauksessa on oletettu turhan varastoinnin ja siirtelyn poisjäännin seurauksena käsinsiirtojen työmenekin laskevan kymmenellä prosentilla ja materiaalihukan pienenevän kolmella prosenttiyksiköllä.

Taulukko 2. Alakattolevytyksen kustannusjakauma, kolme toimituserää.

Kustannuslaji	Kustannus(€)	%- kokonaiskustannuksista
Alakattolevytyt	23326	85,07
Asennustyö	2285	8,33
Rahti	300	1,09
Purku	195	0,71
Käsin siirrot	1028	3,75
Jätehuolto	285	1,04
Yhteensä	27419	100,00
Log. Kust.	1808	6,59

Taulukosta huomataan rahdin ja purkutyön kustannusten kolminkertaistuvan sekä logististen kustannusten osuuden nousevan 5,73 prosentista 6,59 prosenttiin. Kuitenkin kokonaiskustannukset laskevat 358 euroa. Tämä on hyvä esimerkki siitä, ettei logistiikkaa voida ikinä tutkia omana osa-alueenaan, vaan on muistettava huomioida sen vaikutukset myös muihin osa-alueisiin.

6.2 Esimerkilaskelma 2 tulokset

Taulukko 3 kuvaa kipsilevyjen, asennustyön, rahdin, purkutyön, käsinsiirtojen ja jätehuollon kustannuksia. Taulukosta ilmenee myös jokaisen osa-alueen prosenttiosuus kokonaiskustannuksista. Seinälevytyksen asennustyön kokonaiskustannus ja logistiikkakustannukset ovat eritelty taulukon alaosaan.

Taulukko 3. Väliseinälevytyksen kustannusjakauma, yksi toimituserä.

Kustannuslaji	Kustannus(€)	%- kokonaiskustannuksista
Kipsilevyt	2825	41,34
Asennustyö	2737	40,05
Rahti	250	3,66
Purku	65	0,95
Käsin siirrot	821	12,01
Jätehuolto	136	1,99
Yhteensä	6834	100,00
Log. Kust.	1272	18,61

Väliseinien levytyksen kokonaiskustannuksiksi tuli 6834 euroa. Tästä logististen kustannusten osuus oli 18,6 prosenttia. Tässä esimerkissä logististen kustannusten osuus on huomattavasti suurempi edelliseen esimerkkiin verrattuna, johon suurelta osin huomattavasti pienemmistä materiaalikustannuksista. Materiaalikustannukset olivat ensimmäisessä esimerkissä noin 41 prosenttia kokonaiskustannuksista. Esimerkkilaskelma 1 tavoin tässäkin esimerkissä suurimaksi logistiseksi kustannukseksi nousivat käsinsiirrot, joiden osuus oli noin 65 prosenttia logistisista kustannuksista. Huomion arvoista tässä on se, että rahdin ja koneellisen purun osuus kokonaiskustannuksista on selvästi suurempi kuin esimerkkilaskelmassa 1. Kun tähän tapaukseen lisätään toimituseriä yhdestä kahteen materiaalihukan ja käsinsiirtokulujen vähentämiseksi, ei kokonaiskustannuksiin saadakaan toivottua muutosta.

Taulukko 4 kuvastaa tilannetta, jossa kipsilevyn toimituseriä on kaksi, jolloin materiaalihukka vähenee kaksi prosenttia ja käsinsiirrot kymmenen prosenttia.

Taulukko 4. Väliseinälevytyksen kustannusjakauma, kaksi toimituserää.

Kustannuslaji	Kustannus(€)	%- kokonaiskustannuksista
Kipsilevyt	2740	39,24
Asennustyö	2737	39,20
Rahti	500	7,16
Purku	130	1,86
Käsin siirrot	739	10,58
Jätehuolto	136	1,95
Yhteensä	6982	100,00
Log. Kust.	1505	21,56

Tässä esimerkissä toimituserien lisääminen nosti logistiikkakustannuksia 320 eurolla, mutta vastaavasti kerrytti 172 euron säästöt. Kokonaiskustannukset nousivat tällöin 148 eurolla.

6.3 Kyselytutkimuksen tulokset

Kysyttäessä logistiikan merkityksestä rakennustyömaan kokonaiskustannuksissa antoivat kyselyyn vastaajat seuraavanlaisia vastauksia:

- *En usko että logistiikalla tehdään suuria tuloksia mutta sillä voidaan huonontaa tiukka tulos.*
- *Hyvin merkittävänä, puhutaan yleisesti useasta prosentista.*
- *Useita tuhansia euroja. Tämä korostuu myös työmaan pituudesta riippuen.*

Jokainen vastaajista piti logistiikkaa kokonaiskustannuksiltaan merkittävänä. Myös työmaan koon ja sijainnin arveltiin vaikuttavan logistiikan kustannusten merkitykseen:

- *Kohteen koko ja sijainti vaikuttaa huomattavasti kuljetuskustannuksiin. Isommissa hankkeissa tarvikkeet tulee tehdä rahtina.*
- *Riippuu tietenkin työmaan kokoluokasta, mutta huonosti hoidettu logistiikka voi tuoda kuluja.*

Kaikki kyselytutkimukseen vastanneet pitivät tavarantoimituksia merkittävimpinä kustannuksellisinä tekijöinä työmaan näkökulmasta. Vastanneet antoivat muun muassa seuraavanlaisia vastauksia:

- *Tavara toimituksien tarkkuus ja siihen liittyvät purut ja siirrot koneilla.*
- *Kun tavaran saapuminen ajoissa tiedossa ja sen oikea aikaisuus niin samalla koneella ja vaivalla oikealle paikalle!*

Eräs vastaajista piti myös muita logistiikan osa-alueita merkittävänä:

- *Rahti, pakkauskulut, työmaan logistiikka esim.työmaa liikenne / purkupaikat.*

Logistiikkakustannusten kannalta merkittävimpiä työvaiheita kysyttäessä, vastaukset poikkesivat toisistaan enemmän kuin tutkimuksen muissa kysymyksissä. Merkittävimpinä työvaiheina vastanneet pitivät runkotyötä, sisävalmistustyötä, täydentäviä rakenteita, tavarantoimituksia ja tuotteiden suojauksia:

- *Runkotyö, sisävalmistus*
- *Täydentävät rakenteet esim. ikkunat, kalusteet...*
- *Tavarantoimituksen viivästyminen, esim. elementtien toimitus*
- *Kun tavaraa tulee työajan ulkopuolella työmaalle. Usein ei ilmoiteta vaan jätetään vaan johonkin suojaamatta. Vaarana että tarvikkeet yms. Menee pilalle.*

Eniten vastanneiden uralla turhia logistiikkakustannuksia aiheuttaneita tekijöitä olivat aiheuttaneet tavaroiden toimitukset:

- *Toimituksien epätarkkuus ja puutteet, on jouduttu uudelleen tekemään samoja toimintoja.*
- *tulot työmaalle, vääränlaisia kalusteita, rikkoontuneita kalusteita, väärin pakattuja sekä elementtien tulot työmaalle > väärät elementit väärään aikaan työmaalle.*
- *Tarkempi aikataulutus toimitukselle*

Näiden turhia kustannuksia aiheuttaneiden tekijöiden välttämiseksi ehdotettiin tarkempaa aikataulua, palaverikäytäntöä ja toimituksen varmistamista etukäteen:

- *Palaveri käytäntö etukäteen...*
- *Olemalla riittävän ajoissa yhteydessä toimittajiin ,sopimusvaiheessa kirjattu tarkka aikataulu.*

Kysyttäessä logistiikkaketjun suurimpia kehitystarpeita löytyivät ne vastanneiden mukaan tavaran toimittajista. Kaikki vastaajat painottivat tavaran toimitusten tarkkuutta. Kyselyssä saatiin seuraavanlaisia vastauksia:

- *Työmaan ennakkoinnissa ja lähetysten saapumisen tiedottamisessa.*
- *Ajojärjestelyt > tavarat oikeaan aikaan työmaalle.*
- *Lähetysten lähetys päässä, osalla jo toimii ilmoitus milloin lastaus suoritettu, edelleen tulo ilmoituksen tarkennus paremmaksi.*

Kun kysyttiin, mitä käytännön toimenpiteitä logistiikan kehittämiseksi voidaan tehdä, eräs vastaajista painotti logistiikan suunnittelua:

- *Tilauksien yhteydessä ja suunnitelmia tehdessä huomioida myös nämä logistiikka asiat, johon kyllä jo enemmän kiinnittää huomiota.*

Eräs vastaajista ehdotti myös puskurivaraston käyttämistä ja palaveri käytäntöä:

- *Palaveri käytäntö asioista etukäteen...*
- *Ahtailla työmailla joskus tarvetta ns. puskurivarastolla ja on tuotteita vietykin jemmaan ja tuotu sieltä tarpeen mukaan.*

Kyselytutkimuksessa kysyttiin myös logistiikan kehittämisen tarpeellisuudesta jatkossa, mistä kaikki vastaajista olivat yksimielisiä. Logistiikan kehittämisen katsottiin olevan tarpeellista jatkossakin. Kyselyyn tuli muun muassa seuraavanlaisia vastauksia:

- *Mitä isompi työmaa sitä tärkeämpää on myös panostaa logistiikkaan ja varsinkin jos työmaan tontti on pieni tällöin kohoostuu toimituksien tarkkuus.*
- *Kyllä siinä on kehitettävää. Toimintamallit on olemassa, mutta ei ne vaan pelaa. Parannettavaa koko ketjussa.*

Kyselytutkimuksen viimeisessä kysymyksessä kysyttiin, että tuliko vastanneille mieleen jotakin muuta huomautettavaa logistiikan kustannuksista tai niihin liittyvistä riskeistä. Kaksi vastaajista halusivat vielä korostaa tavaroiden suojauksen merkitystä:

- *Kustannuksiin vaikuttaa monesti että tavarat on pakattu oikea oppisesti sekä tavarat suojamäärä on riittävä / oikeanlainen.*
- *Huonosti hoidettuna logistiikka voi aiheuttaa toimituksien purut väärään aikaan, tavarat jäävät pihalle tulee esim: kastumis vaurioita, näistä voi koitua huomattavia kustannuksia.*

7 Yhteenveto

Esimerkkilaskelmissa on tarkasteltu hyvin erihintaisten tuotteiden kokonaiskustannusten jakautumista työmaan näkökulmasta. Laskelmista huomataan, miten suuri merkitys materiaalien hinnalla on siihen, kuinka suuri on logististen kustannusten osuus kokonaiskustannuksista. Mikäli materiaalikustannukset ovat suuria suhteessa logistiikkakustannuksiin, on pienempään materiaalihukkaan pyrkiminen kannattavaa, jopa logistiikkakustannusten kasvaessa. Yhteistä molemmissa tapauksissa on se, että asennustyö on suurin yksittäinen meno materiaalikustannusten jälkeen. Myös siirrot ja jätehuolto, joiden kustannukset muodostuvat lähes täysin työntekijäpalkoista, ovat suuria yksittäisiä kustannuksia. Kustannussäästöjen kannalta onkin tärkeää keskittyä juuri työstä aiheutuviin kustannuksiin.

Logististen kustannusten pienentämisen kannalta olisi tärkeää joko saada tehostettua siirtotyötä ja/tai pienentää sen hintaa. Hyvä tapa tähän on teettää siirrot ja jätteiden siivous työntekijöillä, joiden keskituntiansio on mahdollisimman alhainen, sillä nämä työvaiheet eivät vaadi erityisosaamista. Tämä onkin jo yleisesti käytössä rakennustyömailla. Toinen tapa kustannusten minimointiin on tutkia, pystytäänkö toimituksien määrää lisäämällä tehostamaan siirtoihin käytettävää työaika, jota näissä esimerkeissä juuri tutkittiin. Yleistykseenä voitaisiin sanoa, että paljon tilaa vievät, huonosti liikuteltavat ja kalliit materiaalit, kuten villat, kannattaa ottaa työmaalle niin pienissä erissä, ettei turhia varastointikustannuksia, materiaalien vaurioitumisia tai paikasta toiseen siirtelyä pääse syntymään.

Kyselytutkimus auttoi hyvin havainnollistamaan logistiikkaan liittyviä ongelma-kohtia sekä riskejä työmaan näkökulmasta. Osittain tutkimus myös vahvisti aikaisemmin tehtyjä huomioita logistiikan merkittävimmistä kustannuksista. Kaikki vastanneet olivat kiinnittäneet huomiota lähes poikkeuksetta samoihin asioihin, mikä osoittaa tutkimuksessa esille nousseiden asioiden merkityksellisyyttä.

Käsitys siitä, että siirrot ovat suurin logistinen kustannus, johon työmaalla voidaan vaikuttaa, vahvistui kyselytutkimuksesta. Vaikka siirrot ovat kiistattomasti merkityksellisin logistinen kustannus työmaan näkökulmasta ei siinä juurikaan

kehittämismahdollisuuksia nähty olevan. Eräs vastaajista kuitenkin uskoi purkutyön ja siirtojen suorittamisen samanaikaisesti suoraan asennuspaikalle johtavan säästöihin. Tämä johtuu osittain myös siitä, että varastointi työmaalla ja etenkin ulkotiloissa lisää huomattavasti riskiä tuotteiden vaurioitumiselle. Varastointi työmaalla lisää myös yleensä siirtomatkoja, mikä taas johtaa kustannusten lisääntymiseen.

Suurimmaksi ongelmaksi kuitenkin nähtiin informaation kulku rakennushankkeissa. Jokainen kyselytutkimukseen vastaajista koki tämän suurimmaksi turhiin kustannuksien aiheuttajaksi ja toivoi tämän jatkokehittämistä. Nimenomaan huonon informaation kulun katsottiin vaikeuttavan toimitustenohjausta työmaalla. Toimitusten väärä sisältö ja ajoitus aiheuttaa todella paljon välittömiä ja välillisiä kustannuksia. Esimerkiksi liian aikaisin työmaalle saapuva toimitus voi keskeyttää muita työvaiheita, estää työmaalla liikkumista, kuormittaa työnjohtoa ja aiheuttaa turhia varastointikustannuksia. Vastaavasti liian myöhään työmaalle saapuva toimitus voi aiheuttaa työntekijöiden sekä työkoneiden turhia odotusajoja, estää työvaiheiden suunnitellun etenemisen, keskeyttää jo aloitettuja työvaiheita ja jopa viivästyttää työmaan valmistumista. Informaation kulun ongelmat liittyvät monesti suunnittelijoiden ja työmaan sekä työmaan, hankinnan ja tavarantoimittajien välisiin ongelmiin. Näitä tietovirtoja on jo osittain tuotu käytössä oleviin toiminnanohjausjärjestelmiin, mutta en usko niiden kokonaan syrjäyttävän puhelimitse tehtyä tiedonsiirtoa tai palavereja. Ongelmana työmailla nytkin on useat rinnakkaiset tietokoneohjelmistot, joiden toiminnot tunnetaan huonosti. Tehokkain keino väärin toimitusten ja toimitusaikojen välttämiseen on toimitusten saapumisen varmistaminen puhelimitse noin kahta viikkoa aikaisemmin, jolloin mahdolliseen muuttuneeseen tilanteeseen ehditään reagoida.

Suunnitelmallisuuden merkitys korostui kyselytutkimuksissa ja on mielestäni yksi tärkeimmistä kehittämisen kohteista jatkossa. Logistiikkasuunnitelman käyttöönotto rakennushankkeissa olisi mielestäni hyvä tapa ottaa asia esille hanketta toteuttamista suunniteltaessa. Myös Sundströmin, Kalliopään, Teriön, Tolosen ja Väisälän (2008, 22) ehdottama ideariihä käytäntö voisi johtaa hyvin tuloksiin, sillä kokemuspohjainen tieto on hyvin merkittävässä roolissa logistiikkaa suunniteltaessa. Tässä logistiikan ideariihessä voitaisiin suunnitella hankkeen logistiikan hoidon perusteita muidenkin toimihenkilöiden kuin kyseisen raken-

nushankkeen työnjohdon läsnä ollessa. Tämän ideariihen pohjalta mielestäni voitaisiin laatia logistiikkasuunnitelma. Suunnitelmien laadinnassa tärkeänä osana on seurantatieto, jonka keräämisellä voitaisiin parantaa suunnitelmien luotettavuutta. Logistiikan osalta seurantatietoa on hyvin vähän, joten se olisi selvä kehittämisen kohde jatkossa.

Vaikka entistä tarkempiin toimituksiin ja vähäisempään työmaalla varastointiin on koko ajan pyritty, sitä katsottiin voivan kehittää vielä jatkossakin. Entistä vähäisemmän työmaa varastoinnin tavoitteessa ongelmana on se, että materiaalin toimittajien pyrkimyksenä on niin ikään vähentää omia varastojaan. Mikäli molemmat osapuolet vähentävät varastojaan, vaikuttaa se oleellisesti toimitusaikojen pituuteen. Toimitusaikojen kasvu taas tekee suunnittelusta entistä tärkeämpää ja mahdolliset riskit saattavat kasvaa, jos virhetilanteissa korvaavien tuotteiden saanti viivästyttää työmaata. Huolellisen suunnittelun katsottiinkin pienentävän toimituksiin liittyviä riskejä. Uusia kehittämisideoita ei kyselytutkimuksessa tähän kuitenkaan keksitty. Ongelmakohta lieneekin se, että työ määrä työnjohdolla on todella suuri, eikä erilaisten lomakkeiden ja suunnitelmien tekoon ole aina riittävästi aikaa.

8 Pohdinta

Opinnäytetyön aiheena logistiikkakustannukset osoittautuivat melko haastavaksi, sillä tästä kerättyä seurantatietoa ei työmailla juurikaan ole. Tietotaito tästä oli suurimmaksi osaksi koulussa sekä työharjoitteluissa opittua, joten aihekokonaisuus tuntui ajoittain haastavalta. Tavoitteeni kustannussäästömahdollisuuksien ja riskien kartoittamisessa onnistui kuitenkin melko hyvin, vaikka osoittautuikin selväksi se, ettei mitään kaikissa tilanteissa toimivaa mallia edes ole mahdollista löytää. Logistiikka edellyttää tarkkaa suunnittelua etukäteen, mutta siinä tulee mielestäni aina huomioida sen vaikutus kokonaisuuteen. Tutkimuksen pohjalta suurimmiksi kehittämismahdollisuuksiksi osoittautuikin informaatiovirtojen hallinta, logistiikan huolellinen suunnittelu ja seurantatiedon lisääminen rakennushankkeiden logistiikasta. Suurimpia kustannusriskejä aiheuttivat tehottomat siirrot työmaalla, toimitusten väärät ajoitukset, vaurioituneet tuotteet ja työturvallisuus.

Tutkimuksessa esitetyt esimerkkilaskelmat auttavat ymmärtämään logistiikkakustannusten suuruusluokkaa ja vaikutuksia kokonaiskustannuksiin, mutta ne eivät ole kokonaisuudessaan toteutuneita tietoja, vaan sisältävät myös arvioita. Laskelmien luotettavuutta olisi voinut parantaa hankkimalla tarkempaa seurantatietoa työmaalta, mutta se ei ollut tässä tilanteessa mahdollista. Myös kyselytutkimuksen laajuutta ja kyselyyn vastanneiden määrää olisi voinut kasvattaa tulosten luotettavuuden parantamiseksi. Tutkimuksessa saatuja tietoja pitää tarkastella suuntaa antavina ja huomioida tutkimuksen laajuus. Myös on syytä huomioida, että jokainen rakennushanke on erilainen ja kustannusten muodostuminen hyvin erilaista.

Opinnäytetyön kokonaisuutena uskon olevan hyödyksi toimeksiantajalleni ja etenkin itselleni tulevaisuudessa. Työ auttoi ymmärtämään logistiikan merkityksen kustannustehokkuudessa ja rakennushankkeen sujuvassa läpiviennissä. Myös logistiikan epäonnistumisen merkitys rakennushankkeen tuottavuuteen voidaan opinnäytetyön pohjalta pitää merkittävänä.

Logistiikan kustannusten tutkiminen opinnäytetyönä aiheutti siihen rajoittavia tekijöitä muun muassa laajuuden ja tutkimusajan osalta. Tietoa jouduttiin esitte-

lemään osin pintapuolisesti ja tutkimusten luotettavuutta olisi voitu parantaa tutkimusajan lisäämisellä merkittävästi. Kuitenkin opinnäytetyö osoitti selkeästi, että logistiikan tutkimiseen kannattaa jatkossakin panostaa. Jatkotutkimuksen tarvetta ilmeni monestakin aihealueesta, sillä tutkimustietoa logistiikassa rakennusalalla oli verrattain vähän. Suurimpana jatkotutkimuksen tarpeena näkisin tietovirtojen hallinnan rakennushankkeissa ja niiden työkalujen kehittämisen. Tietovirtojen kehittämisellä voitaisiin parantaa rakennushankkeiden sujuvuutta ja logistiikan tehokkuutta merkittävästi sekä poistaa useita riskitekijöitä logistiikan hallinnasta.

Lähteet

- Hellsten, J. 2011. Työtaturmat lisääntyivät rakennusalalla 6 prosenttia vuonna 2010. Rakennuslehti.
<http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/rakentaminen/24284.html>
- Hillo, H. 2009. Logistisia kustannuksia käytävä alentamaan. Logistiikka
- Karrus, K. E. 2001. Logistiikka. 3. painos. Helsinki
- Kaukopuro, H. 2008. Työsuojelu lisää työpaikkojen tuottavuutta. Työsuojelurahasto.
<http://www.tsr.fi/tutkimustietoa/tata-tutkitaan/hanke?h=105089>
- Koski, H. 1995. Rakennushankkeen tuotannosuunnittelu- ja ohjaus. Saarijärvi: Rakennustieto.
- Ratu-kortisto C2-0299 2007. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Työmaatekniikka. Rakennustietosäätiö RTS ja talonrakennusteollisuus ry. Tampere: Rakennustieto Oy.
- Ratu-kortisto. S-1181 1998. Työturvallisuus tuotannosuunnittelussa. Rakennustietosäätiö RTS ja Talonrakennusteollisuus ry. Tampere: Rakennustieto Oy.
- Ratu-kortisto KI-6017. Rakennustöiden menekit 2010 Rakennustietosäätiö RTS ja talonrakennusteollisuus ry. Tampere: Rakennustieto Oy.
- Sundström, K., Kallionpää, E., Teriö, O., Tolonen, T. & Väisälä, P. 2008. Rakennustyömaan toimitusten ohjaus ja materiaalinhallinta (tiivistelmä). [pdf-tiedosto].
<http://www.rakennusteollisuus.fi/Talonrakennus/Rakentamisen+kehitys/Rakentamisen+toimitusketjun+hallinta+-+Ketju/Raportteja/>
- Wegelius-Lehtonen, T., Pahkala, S., Nyman, H., Vuolio, H. & Tanskanen, K. 1996. Tehokkaat materiaalityömitukset. Opas rakentamisen logistiikkaan. Helsinki.

Kyselytutkimus NCC Rakennus Oy Joensuun työnjohtajille 12.3.2012

1. Kuinka merkittävänä tekijänä näet logistiikan rakennustyömaan kokonaiskustannuksissa?
2. Mitkä tekijät aiheuttavat suurimmat logistiset kustannukset työmaan näkökulmasta?
3. Mihin työvaiheeseen liittyy logististen kustannusten osalta suurimmat riskit?
4. Mitkä tekijät ovat urallanne aiheuttaneet eniten turhia logistisia kustannuksia, ja miten ne olisi voitu välttää?

5. Missä logistiikkaketjun vaiheessa on mielestänne on eniten kehitettävää?

6. Mitä toimenpiteitä logistiikan parantamiseksi voitaisiin tehdä?

7. Kannattaako logistiikan kehittämiseen nykyisestään käyttää resursseja?

8. Muuta huomautettavaa logistiikka kustannuksista tai niihin liittyvistä riskeistä?

Kyselytutkimus vastaukset**20.4.2012****1. Kuinka merkittävänä tekijänä näet logistiikan rakennustyömaan kokonaiskustannuksissa?**

- Riippuu tietenkin työmaan kokoluokasta, mutta huonosti hoidettu logistiikka voi tuoda kuluja
- useita tuhansia euroja. Tämä korostuu myös työmaan pituudesta riippuen.
- En usko että logistiikalla tehdään suuria tuloksia mutta sillä voidaan huonontaa tiukka tulos.
- Hyvin merkittävänä, puhutaan yleisesti useasta prosentista.
- näen sen yhtenä tärkeänä osana kokonaisuutta, joka liittyy aikatauluun
- Kohteen koko ja sijainti vaikuttaa huomattavasti kuljetuskustannuksiin. Isommissa hankkeissa tarvikkeet tulee tehdasrahtina.
- Tarvikkeiden rahat menee ko. litteralle erillisenä koneet ja jätteet ehkä n. 1% kustannuksista

2. Mitkä tekijät aiheuttavat suurimmat logistiset kustannukset työmaan näkökulmasta?

- Tavara toimituksien tarkkuus ja siihen liittyvät purut ja siirrot koneilla. Pyrkimyksenä on tilauksissa ennakoida toimituksien tulo ja saada näistä myös ennakoilmoitus purkuajasta kuljettajalta. Tällä saadaan turhat ventat pois purukone töiltä jota muuten äkkiä tulee.
- Rahti, pakkauskulut, työmaan logistiikka esim. työmaa liikenne / purkupaikat
- Aikataulun pettäminen, tavaran toimituksen myöhästyminen, olosuhteet
- Ennakoinnin puute ja kuljetuksien aikataulut. Kuljettajat eivät ilmoita tulostaan ja sitten joudutaan tilamaan pyöräkonetta yms. Hätäisesti, lisäksi tarvikkeet yleensä puretaan johonkin ja sitten vielä myöhemmin siirretään asennuspaikalle=> tupla konekulu

- Kun tavaran saapuminen ajoissa tiedossa ja sen oikea aikaisuus niin samalla koneella ja vaivalla oikealle paikalle!

3. Mihin työvaiheeseen liittyy logististen kustannusten osalta suurimmat riskit?

- Runkotyö, sisävalmistus
- Täydentävät rakenteet esim. ikkunat, kalusteet...
- Tavaran toimituksen viivästyminen, esim. elementtien toimitus
- Kun tavaraa tulee työajan ulkopuolella työmaalle. Usein ei ilmoiteta vaan jätetään vaan johonkin suojaamatta. Vaarana että tarvikkeet yms. Menee pilalle.

4. Mitkä tekijät ovat urallanne aiheuttaneet eniten turhia logistisia kustannuksia, ja miten ne olisi voitu välttää?

- Toimituksien epätarkkuus ja puutteet, on jouduttu uudelleen tekemään samoja toimintoja.
- Tarkempi aikataulutus toimitukselle.
- Varmaankin kalusteiden tulot työmaalle, vääränlaisia kalusteita, rikkoon-tuneita kalusteita, väärin pakattuja sekä elementtien tulot työmaalle > väärät elementit väärään aikaan työmaalle.
- Voitu välttää ? Palaveri käytäntö etukäteen...
- Olemalla riittävän ajoissa yhteydessä toimittajiin ,sopimusvaiheessa kirjattu tarkka aikataulu
- Keittiökalustekuorma tuli aamulla klo 7 vaikka piti tulla klo 14. Hanki siihen kurottaja, jolla kova kiire muualle, särkyi kaappeja, aamupäivällä sa-toi vielä vettä ja komerot piti suojata ja silti osa meni pilalle. Talkooporuk-ka tuli klo 16 ja nosti kalusteet sisälle 3 tunnissa. Kuluja äkkiä ylimää-räistä n. 1000-2000€

5. Missä logistiikkaketjun vaiheessa on mielestänne on eniten kehitettävää?

- Lähetyksien lähetys päässä, osalla jo toimii ilmoitus milloin lastaus suoritettu, edelleen tulo ilmoituksen tarkennus paremmaksi.
- Resurssien valmius myös työmaalla oltava silloin kun sitä tarvitaan, saadaan tavarat heti sinne minne kuuluu jää välisiirrot pois.
- Ajojärjestelyt >tavarat oikeaan aikaan työmaalle.
- Sopimusvaiheessa oltava pitävä aikataulu johon toimitukset perustuu ja olemalla riittävän ajoissa yhteydessä toimittajiin enne toimitusta
- Työmaan ennakkoinnissa ja lähetysten saapumisen tiedottamisessa.

6. Mitä toimenpiteitä logistiikan parantamiseksi voitaisiin tehdä?

- Tilauksien yhteydessä ja suunnitelmia tehdessä huomioida myös nämä logistiikka asiat, johon kyllä jo enemmän kiinnitetään huomiota.
- Palaveri käytäntö asioista etukäteen...
- Ahtailla työmailla joskus tarvetta ns. puskurivarastolla ja on tuotteita vietäkin jemmaan ja tuotu sieltä tarpeen mukaan.

7. Kannattaako logistiikan kehittämiseen nykyisestään käyttää resursseja?

- Mitä isompi työmaa sitä tärkeämpää on myös panostaa logistiikkaan ja varsinkin jos työmaan tontti on pieni tällöin korostuu toimituksien tarkkuus.
- Kyllä siinä on kehitettävää. Toimintamallit on olemassa, mutta ei ne vaan pelaa. Parannettavaa koko ketjussa.

8. Muuta huomautettavaa logistiikka kustannuksista tai niihin liittyvistä riskeistä?

- Huonosti hoidettuna logistiikka voi aiheuttaa toimituksien purut väärään aikaan, tavarat jäävät pihalle tulee esim: kastumis vaurioita, näistä voi koitua huomattavia kustannuksia.
- Kustannuksiin vaikuttaa monesti että tavarat on pakattu oikea oppisesti sekä tavarat suojamäärä on riittävä / oikeanlainen.