

RAKENNUSTYÖMAAN LOGISTIIKAN SUUNNITTELU

Jarkko Tähtinen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2010

Rakennustekniikka
Tekniikka ja liikenne





Tekijä TÄHTINEN, Jarkko	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 19.04.2010
	Sivumäärä 40	Julkaisun kieli suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi RAKENNUSTYÖMAAN LOGISTIIKAN SUUNNITTELU		
Koulutusohjelma Rakennustekniikka		
Työn ohjaaja PITKÄNEN, Seppo, lehtori		
Toimeksiantaja NCC Rakennus OY		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön aiheena oli rakennustyömaan logistiikka. Opinnäytetyössä on pohdittu kokonaisvaltaisen suunnittelun merkitystä logistiikan onnistumiseksi koko rakennushankkeen ajan. Esiin on nostettu erilaisia riskejä ahtaan työmaan logistiikan järjestämisestä erityisesti rakennusliikkeen kannalta. Toimeksiantajana toimi NCC Rakennus Oy:n Lahden aluetoimisto. Tavoitteena oli laatia työmaille logistinen toimintamalli, jolla pyritään hallitsemaan työmaan materiaalivirtaa ja helpottamaan logistiikan suunnittelua.</p> <p>Opinnäytetyössä on esitelty logistiikan perusteet sekä logistiikan merkitys rakentamisessa. Työssä on käsitelty yrityksen projektitason logistiikasuunnittelua sekä nostettu esiin riskejä logistiikan toteuttamisessa ahtaalla työmaalla. Toteutuksessa on hyödynnetty NCC Rakennus Oy:n työmaata Paavolan Älykoti, joka on esitelty opinnäytetyön esimerkkityömaana. Koko opinnäytetyöprojektin ajan olen päässyt tutustumaan toimeksiantajan organisaation sekä työmaan toimintaan. Työmaalla olen keskustellut työnjohdon kanssa logistisista ratkaisuista ja päässyt soveltamaan omia huomioitani käytäntöön. Työssä on lisäksi otettu kantaa työmaan logistiikan järjestämisessä huomioitaviin seikkoihin, joita ovat siirto- ja kuljetuskalusto sekä työturvallisuus.</p> <p>Opinnäytetyön lopputuloksena on syntynyt logistinen toimintamalli työmaiden käyttöön. Toimintamallissa on tiivistetty opinnäytetyön aikana esiin nousseet logistiikan järjestämisen riskit ja ongelmakohdat. Toimintamallin tarkoitus on toimia työmaan muistilistana logistiikan järjestämisessä.</p> <p>Opinnäytetyöprojektin aikana nousi esiin paljon mielenkiintoisia huomioita ja rakennuslogistiikka antaa paljon aihetta jatkotutkimukselle. Erityisesti työmaan lähtölogistiikka ja työmaan sisäisten siirtojen järjestäminen olisivat hyviä aiheita tuleville opinnäytetöille.</p>		
Avainsanat (asiasanat) logistiikka, rakentaminen		
Muut tiedot		



Author TÄHTINEN, Jarkko	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 19042010
	Pages 40	Language Finnish
	Confidential () Until	Permission for web publication (X)
Title PLANNING OF THE LOGISTICS ON A CONSTRUCTION SITE		
Degree Programme Civil Engineering		
Tutor(s) PITKÄNEN, Seppo		
Assigned by NCC Rakennus Ltd.		
Abstract <p>The subject of the bachelor's thesis was the logistics of a construction site. In the thesis the significance of comprehensive planning was considered for the success of the logistics during the whole building project. Different risks in arranging the logistics on a narrow site were highlighted especially from the point of view of the construction company. The thesis was commissioned by NCC Rakennus Ltd. based in Lahti. The objective was to create a logistics operations model with which an attempt was made to control the material flow on the site and to facilitate the planning of the logistics.</p> <p>In the thesis the fundamentals of logistics and the significance of logistics in building were presented. In the work the logistics planning on the project level of the company was dealt with and risks in carrying out the logistics on a narrow site were highlighted. In the realization, a site of NCC, Älykoti of Paavola, was utilised and demonstrated as an example site of the thesis. On the site the logistics solutions were discussed with the supervisors and the author's own observations could be adapted in practice. In the work the points to be observed in arranging logistics on the site were discussed further, like the transfer and transport equipment and safety at work.</p> <p>A logistics operations model to be used on sites was created as a final result of the thesis. The risks and problem areas in arranging the logistics arisen during the work were summarized in the operations model. The purpose of the operations model is to function as a check list on the site in arranging the logistics.</p> <p>During the thesis project, many interesting observations arose, and construction logistics gives much occasion to further study. Especially the start logistics of the site and the arranging of transfers inside the site would be good subjects for future bachelor's theses.</p>		
Keywords logistics, construction		
Miscellaneous		

Sisältö

1	OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT	3
1.1	Tausta ja tavoitteet.....	3
1.2	Toimeksiantaja	4
2	LOGISTIIKKA RAKENTAMISESSA	5
2.1	Kehitystarve.....	5
2.2	Logistiikka-ajattelu	6
2.3	Logistiikan johtaminen	8
3	PROJEKTITASON LOGISTIIKKASUUNNITTELU	9
3.1	Hankesuunnittelu	9
3.2	Aikataulu- ja resurssisuunnitelmat.....	10
3.3	Hankintasuunnitelma	11
3.4	Aluesuunnitelma	11
3.5	Logistiikkasuunnitelma	12
4	LOGISTIIKAN RISKIT AHTAALLA TYÖMAALLA	13
4.1	Suunnitelmallisuus.....	13
4.2	Sopimusten rajapinnat	14
4.3	Toimitusten varmistaminen ja materiaalien käsittely työmaalla	14
4.4	Informaatiovirta	16
4.5	Varastointi.....	17
4.6	Toimitusten tarkastaminen ja reklamointi.....	17
5	SIIRTO- JA KULJETUSKALUSTO	18
5.1	Suunnittelu	18
5.2	Pystysirrot.....	19
5.3	Vaakasiirrot	20
6	JÄTEHUOLTO	22
6.1	Jätehuoltokustannukset	22
6.2	Lähtölogistiikka	23
6.3	Väliavarastointi.....	24
7	TYÖTURVALLISUUS	26
7.1	Työmaa-alueen käytön suunnittelu	26

7.2	Nostot	26
7.3	Työmaan sisäinen liikenne	27
7.4	Fyysinen kuormitus ja ergonomia.....	27
8	ESIMERKKITYÖMAA.....	28
8.1	Paavolan Älykoti	28
8.2	Logistisia ratkaisuja.....	29
8.3	Hankkeen logistiikkaketjut	30
9	LOGISTINEN TOIMINTAMALLI AHTAILLE TYÖMAILLE	31
10	POHDINTA.....	35
	LÄHTEET.....	37

LIITTEET

Liite 1.	Paavolan Älykodin tontti.	38
Liite 2.	Paavolan Älykodin sisätyövaiheen aluesuunnitelma.....	39
Liite 3.	Kellarikerroksen pohjakuva.....	40

KUVIOT

KUVIO 1.	Logistiikkaketjut, muokattu.	7
KUVIO 2.	Levynsiirtovaunu.....	21
KUVIO 3.	Työmaan jätehuoltokustannukset, muokattu.....	22
KUVIO 4.	Kuljetusvaunu.	25
KUVIO 5.	Nostoastia.....	25
KUVIO 6.	Seinäkannattimet.....	28
KUVIO 7.	Työmaakeskeinen informaatiovirran kulku.	32

1 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT

1.1 Tausta ja tavoitteet

Logistiikalle on annettu monia eri määritelmiä, vaikka periaate on aina sama, sisältö vaihtelee laatijan käyttötarkoituksen mukaan. Logistiikalle ei ole olemassa yksiselitteistä määritelmää. Historiassa logistiikka on mainittu ensimmäisen kerran 1670-luvulla Ranskan armeijan yhteydessä, jolloin se käsitti huoltotoiminnan. 1970-luvun Suomessa logistiikka käsitti lähinnä kuljetuksen ja varastoinnin, vasta 1980-luvulla logistiikka alettiin mieltää kokonaisvaltaiseksi materiaalitoimintojen hallinnaksi. (Reinikainen, Mäntynen, Rantala & Viitanen 2002, 4.)

Suomen rakennusteollisuudessa logistiikasta on aloitettu puhumaan jo tuolloin 1980-luvulla, mutta vieläkin sen merkitystä ja vaikutusmahdollisuuksia ei täysin ole ymmärretty. Wegelius-Lehtosen, Pakkalan, Nymanin, Vuolion & Tanskasen (1996, 5.) mukaan ”logistiikka on materiaalivirtojen ja niihin liittyvien tietovirtojen hallintaa läpi koko tuotesuunnittelu- ja tilaustoimitusprosessin.”

Logistiikassa onnistuminen heijastuu suoraan työmaan optimaaliseen läpivientiin. Logistiikka toimii työnjohdon työkaluna, jolla voidaan vielä rakennusaikanakin vaikuttaa suoraan rakentamisen kustannuksiin. Jokaisen työmaan työnjohtajan on tärkeä ymmärtää logistiikan vaikutukset ja mahdollisuudet sekä niiden merkitys työmaan onnistuneeseen läpivientiin.

Ajankohtaisuuden ja merkityksensä vuoksi opinnäytetyöni aihe on rakennuslogistiikka. Aihe nousi esiin syksyllä 2009 keskustellessani NCC:n työpäällikön Jarmo Savirannan kanssa. NCC:llä oli juuri käynnissä työmaa, joka oli

erittäin ahtaalla tontilla, ja näin logistiikan onnistuminen rakentamisen aikana oli ensiarvoisen tärkeää niin aikataulullisten kuin taloudellistenkin tavoitteiden saavuttamiseksi. Olen käyttänyt tätä NCC:n työmaata opinnäytetyössäni esimerkkityömaana.

Rakennuslogistiikka, kuten logistiikka ylipäänsä, on erittäin laaja ja monitaiteellinen aihe. Nykyään tehdään paljon täydennysrakentamista kaupunkien keskustoihin, missä tilaa on hyvin vähän, ja logistiikan merkitys sekä suunnittelu korostuvat. Käsittelen opinnäytetyössäni koko rakentamisen logistiikkaketjun, mutta pääpaino on logistiikan merkityksessä ahtaalla työmaalla, sisätyövaiheessa ja uudisrakennuskohteessa. Opinnäytetyö on hyvin teoreettinen, ja siinä on otettu kantaa suunnittelun merkitykseen logistiikan onnistumisessa ja pohdittu logistiikan riskejä ahtailla työmailla, erityisesti rakennusliikkeen eli pääurakoitsijan kannalta. Tavoitteena oli laatia ahtaalle työmaille logistinen toimintamalli, jolla pyritään helpottamaan materiaalivirran hallintaa ja logistiikan kokonaisvaltaista suunnittelua työmaalla.

1.2 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantaja on NCC Rakennus Oy:n Lahden aluetoimisto. NCC Rakennus Oy:n toimialoja ovat asunto- ja talonrakentaminen. Yksikkö on Suomessa jaettu viiteen eri maantieteelliseen alueeseen, joilla on kaiken kaikkiaan kymmenen eri aluetoimistoa. Lahden aluetoimisto kuuluu Itä-Suomen alueeseen ja rakentaa Lahden, Porvoon, Heinolan ja Loviisan alueella. NCC on rakentanut mm. Lahden Sibeliustalon. (Tietoa NCC:stä 2010.)

NCC on Suomessa rakennusliike Puolimatkan rakennustoiminnan jatkaja. Historia alkaa vuodesta 1996, kun Tukholman pörssiin noteerattu emoyhtiö NCC AB osti Puolimatkan rakennustoiminnan. NCC:n historia ulottuu kui-

tenkin jo 1800-luvun lopun Ruotsiin. NCC tulee sanoista Nordic Construction Company. (Tietoa NCC:stä 2010.)

Muita NCC:n yksiköitä Suomessa ovat NCC Property Development: kiinteistö kehitys ja rakennuttamispalvelut sekä NCC Roads: tienrakennus- ja ylläpito-palvelut. Suomen lähialueilla toimintaa on Baltiassa ja Venäjällä. (Tietoa NCC:stä 2010.)

2 LOGISTIikka RAKENTAMISESSA

2.1 Kehitystarve

Liikenne- ja viestintäministeriön tilaaman vuoden 2009 logistiikkaselvityksen tulos on selkeä: suomalaisten yritysten logistiikkakustannukset ovat maailman kärkitasoa. Selvitykseen osallistui yhteensä 2705 yritystä, joista 37 % edusti valmistusta ja rakentamista. Logistiikkakustannusten osuus yritysten liikevaihdosta on tällä hetkellä 14,2 prosenttia. Suomen logistiikkakustannukset BKT:n suhteen ovat 19 %, kun maailmalla vastaava luku on 10–17 %. (Hillo 2009, 38.)

Selvityksen mukaan logistiikka on yritysten keskeinen kilpailutekijä ja sen merkitys yrityksen kilpailukykyyn on jatkuvasti kasvanut, mikä korostuu erityisesti kansainvälisillä markkinoilla. Teollisuudessa tärkeimpinä kehityskohteina pidetään asiakaspalvelua ja logististen kustannusten alentamista, joista eniten on kasvanut kuljetusten osuus. (Mts. 38.)

Selvityksessä mainittu kehitystarve asiakaspalvelu, voitaisiin rakentamisessa mieltää yrityksen luotettavaksi toimitusverkoksi. Pitkäaikaiset yhteistyökumppanit luovat perustan logistiikan toiminnalle ja helpottavat informaation kulkua toimittajalta tilaajalle ja päinvastoin. Informaationvirran katkeamattomuus luo pohjan logistiikkaketjujen toiminnalle, sillä muutoksiin pystytään sopeutumaan, jos niistä saadaan tietoa ajoissa. Rakentamisessa pyritään aina tyytyväiseen loppuasiakkaaseen, ja näin tulisi tavarantoimittajankin toimia suhteessa tilaajaan eli rakennusliikkeeseen.

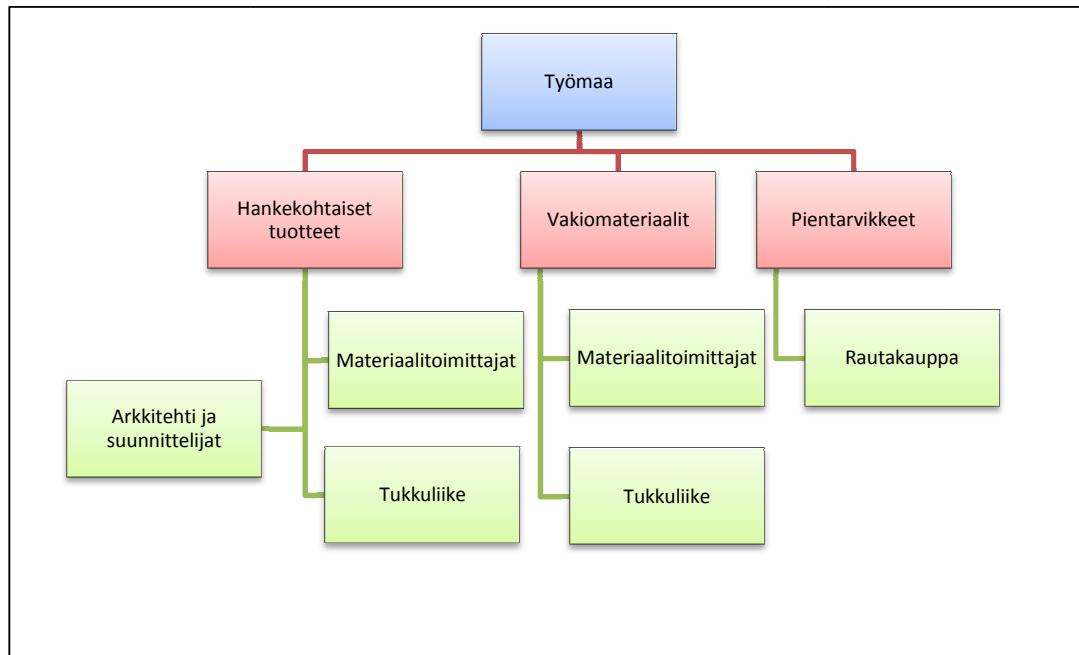
2.2 Logistiikka-ajattelu

Rakentamisen logistiikassa tarkastellaan kokonaisia toimintaketjuja, alkaen suunnittelusta toimittajan valmistusprosessiin ja päättyen asennukseen työmaalla. Kaikkien vaiheiden tavoitteena on tyytyväinen loppuasiakas ja prosessi nähdään asiakkaalta–asiakkaalle -ketjuna. Kun kokonaisuus toimii hyvin, niin kaikki osa-alueet hyötyvät. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 7.)

Työmaa toimii kaikkien logistiikkaketjujen keskipisteenä. Työmaan logistiikka koostuu tulologistiikasta eli saapuvien rakennustuotteiden materiaalivirroista ja lähtölogistiikasta, jossa jätteet ja kierrätettävät materiaalit päätyvät loppusijoituspaikkoihinsa. Työmaa toimii myös informaatiovirran jakajana yrityksen hankintatoimelle ja materiaalintoimittajille. Logistiikkaketjujen hankinnat eroavat selvästi toisistaan kuvion 1 osoittamalla tavalla.

Logistiikkaketjut voidaan jakaa kolmeen eri osaan:

- hankekohtaiset tuotteet
- vakiomateriaalit
- pientarvikkeet. (Mts. 8.)



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

Logistiikkapalvelut ovat materiaalitoimittajien tarjoamia lisäpalveluja, joilla pyritään helpottamaan työmaa-aikaista materiaalin käsittelyä. Mikäli tarjottu palvelu tulee edullisemmaksi, kun sen tekeminen työmaalla, kannattaa palvelua käyttää. Erilaisia logistiikkapalveluita ovat Wegelius-Lehtosen ja muiden (1996, 9.) mukaan:

- pakkausten merkitseminen työmaan haluamalla tavalla
- materiaalien setitys tarpeen mukaan
- ajoneuvon lastaaminen käyttöjärjestyksen mukaan
- kuljetusten järjestäminen siten, että useampia eri materiaaleja saadaan toimitettua samalla kerralla.

2.3 Logistiikan johtaminen

Tehokkaan logistiikan edellytyksenä on, että sen johtaminen on keskitetty. Logistiikan johtaminen on varsin haasteellista, sillä tehokkuus- ja laatuavoitteet kasvavat jatkuvasti. Vastaavasti resurssit henkilöstön, tietojärjestelmien ja organisaation suhteen ovat puutteellisia ja jatkuvasti vaihtuvia. Useasti logistiikan organisointi yrityksissä on hajautettu useiden henkilöiden vastuulle. Logistiikan johtaminen pitäisi toteuttaa kokonaisuutena, jolloin vältytään haitalliselta osaoptimoinnilta ja kustannukset pystytään minimoimaan koko logistiikkaketjussa. (Reinikainen ym. 2002, 163–164.)

Prosessilähtöisessä johtamisessa suoritustavoitteet, avoin kommunikointi ja tiivis yhteistyö ovat kaiken perusta. Logistiikkaketjun tilaus - toimitusprosessilla hallitaan materiaali- ja informaatiovirrat koko ketjussa ja huolehditaan tilausten, toimitusten ja laskutuksen onnistumisesta. (Mts. 165.)

Rakennusprojektin logistiikan onnistumisesta on vastuu kaikilla toimijoilla. Logistiikan toteuttaminen on kaikkien urakoitsijoiden ja heidän toimittajiensa välistä yhteistyötä. Pääurakoitsijalla on kuitenkin koordinointi vastuu työmaan kokonaislogistiikasta. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 13–14.)

Tehokkaan toiminnan kannalta kaiken materiaalin pitäisi tulla työmaalle JOT-periaatteella eli juuri oikeaan tarpeeseen. Tuotannonohjauksen tehostamiseksi pääurakoitsijan tulee ottaa kantaa myös aliurakoitsijoiden materiaalivirtaan, materiaalin työmaakäsittelyyn ja ajoitukseen. Jätehuollon järjestäminen kuuluu myös pääurakoitsijan vastuuseen. (Mts. 14.)

3 PROJEKTITASON LOGISTIIKKASUUNNITTELU

Projektitasolla suunnitelmallisuus, informaatiovirran kasvattaminen eri osapuolten kesken ja ajoituksen täsmällisyys korostuvat. Hankinta-toimitusketjua tarkasteltaessa alun suunnittelemattomuus kostautuu tuotteen käsittely- ja asentamisvaiheessa työmaalla. Resurssien ja aikataulun yhteen liittäminen on haasteellista, sillä seisovista rakennusmiehistä ja koneista tulee aina lisäkustannuksia työmaalle. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 34.)

3.1 Hankesuunnittelu

Hankintojen valmistelu on kriittinen vaihe logistiikan kannalta. Hankekohtaisista tuotteista ensimmäisenä tilataan ns. kiire hankinnat, jotka ovat kriittisiä rakentamisen aloituksen kannalta. Hankintatoimi ei aina kykene ottamaan huomioon tilauksesta toimitukseen kuluvaan aikaan. Ongelmia voi aiheutua lupien saannista tai riittävien suunnitelmien saannista, jolloin toimittaja ei pysty riittävän ajoissa aloittamaan tuotantoa ja toimitukset myöhästyvät alun perin suunnitelluista. Vakiomateriaalien hankinnassa ei aina osata huomioida sitä, mikä ero on toimittajan varastossa olevien tavaroiden ja tilaustuotteiden toimitusajoissa. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 34–35.)

Hankesuunnitteluvaiheessa ei kiinnitetä yleensä tarpeeksi huomiota logistiikan suunnitteluun työmaan kannalta. Mietitään ainoastaan kuinka materiaali tuodaan työmaalle, mutta ei riittävässä määrin sitä, kuinka se siirretään työmaalla välivarastoon tai paikoilleen. Hankintasopimuksissa määritetään alustavasti toimituserien koot sekä logistiikkapalveluiden tarpeet ja kuljetustavat. Tämä edellyttää, että hankintatoimi on tietoinen työmaan resursseista. (Mts. 35.)

Hankesuunnitteluvaiheessa luodaan perusta logistiikan onnistumiselle työmaalla. Ennen hankintojen tekoa työpäällikön ja vastaavanmestarin tulee suunnitella työmaan yleisaikataulu ja resurssit olemassa olevilla tiedoilla niin tarkkaan kuin suinkin on mahdollista.

Ennen sopimusten tekoa tulisi miettiä, mikä on kannattavin suhde eräkokojen ja kuljetuskertojen välillä. Voidaanko työmaalle hetkellisesti varastoida pieni määrä tuotetta siten, että se säilyy vahingoittumattomana ja välttyään yhdeltä kuljetuskerralta? Vai otetaanko toimitus kahdessa erässä ja olisiko mahdollista puoliksi tyhjään rekkaan lastata jotain muuta työmaalle tulevaa materiaalia toisella käyntikerralla? Nämä toimenpiteet vaativat hyvää etukäteissuunnittelua, mutta suunnittelulla päästään parhaaseen ja taloudellisimpaan lopputulokseen.

3.2 Aikataulu- ja resurssisuunnitelmat

Yleisaikataulu ja resurssisuunnitelma

Yleisaikataulu toimii koko rakennusprojektin toteutusmallina sekä antaa puitteet tarkemmalle, eri rakennusvaiheet käsittävälle aikataulusuunnittelulle. Laadinnassa perehdytään tarkkaan kohteen ominaisuuksiin ja reunaehtoihin. Siinä suunnitellaan tehtävien työjärjestys ja mahdollinen kytkeytyminen toisiinsa sekä lasketaan suoritteiden kestot ja määritetään tahdistavat työryhmät. (Koski 1995, 44.)

Piirustusaikataulu

Piirustusaikataulu määrittää suunnitelmien tarpeen siten, että hankinnat ja työt saadaan käyntiin ja projekti valmiiksi sovitussa ajassa. Aikatauluun merkitään kunkin piirustuksen ja suunnitelman tarvepäivämäärä, jotta voidaan

selvittää milloin suunnitelmien teko tulee aloittaa. Hankinta- ja asennusaikataulut määrittävät suunnitelmien kiireellisyyden. (Koski 1995, 48.)

Kalustosuunnitelma

Kalustosuunnitelma ajoittaa työmaan koneiden käytön siten, että projekti valmistuu yleisaikataulun mukaisesti. Kalusto- ja menetelmävalintojen perusteella laaditaan kalustoluettelo, johon merkitään yleisaikatauluun perustuva tarveajankohta. Työvoimasuunnitelmalla mitoitetaan työvoiman tarve projektissa, jotta se saadaan vietyä läpi yleisaikataulun mukaisesti. (Mts. 50.)

3.3 Hankintasuunnitelma

Hankintasuunnitelma toimii apuvälineenä hankinnoista ja aliurakoista sopimisessa siten, että yleisaikataulun mukainen projektin eteneminen on mahdollista. Suunnitelma koostuu hankintaluettelosta, johon kootaan hankintojen määrät, toimituserät, yksikkö, hukkaprocentti ja yhteystiedot. Hankintaluettelo on sidottu hankinta-aikatauluun, josta selviää milloin sopimusten tulee olla tehtynä työmaan etenemisen varmistamiseksi. (Koski 1995, 46.)

3.4 Aluesuunnitelma

Aluesuunnittelu on osa rakennustyömaan tuotannosuunnittelua, ja se jatkuu läpi koko hankkeen toteutuksen ajan sisältäen jokaisen rakentamisvaiheen. Aluesuunnittelu alkaa jo urakkalaskentavaiheessa, jolloin alustavasti päätehtään hankkeen toteutustapa ja rungon rakennustapa sekä käytettävät työmenetelmät. Rakentamispäätöksen jälkeen tuotannosuunnitteluvaiheessa kiin-

nitetään erityistä huomiota järjestelyihin, jotka palvelevat koko rakentamisen ajan ja joista syntyy suoritesidonnaisia kustannuksia. (RATU C2-0299 2007, 1.)

Pääurakoitsija laatii suunnitelman työmaatoimintojen sijoittamisesta ja tehtävien järjestämisestä rakennettavalla tontilla. Suunnitelma toimii työmaan ulkoisten- ja sisäisten logistiikkajärjestelyjen sekä työ- ja turvallisuusjärjestelyjen välineenä. Aluesuunnitelma laaditaan kirjallisena kaikissa eri rakennusvaiheissa ja kopio siitä tulee olla esillä työmaan keskeisellä paikalla. Aluesuunnitelmasta tulee selvitä ainakin:

- liikennejärjestelyt
- nostojärjestelyt
- työmaatilojen määrä ja sijainti
- rakennusaikaiset LVVST – järjestelmät
- rakennustarvikkeiden varastointipaikat
- työskentelytilat ja – alueet
- työmaan erottaminen ja suojaukset. (RATU C2-0299 2007, 3.)

3.5 Logistiikkasuunnitelma

Logistiikkasuunnitelma laaditaan työmaan alkuvaiheessa, kun on tiedossa käytettävät resurssit ja nostokalusto sekä kulkuaukot ja siirtoreitit. Suunnitelma on yhteenveto valituista menetelmistä ja resursseista. Suunnitelmalla haetaan uusia, parempia menetelmiä logistiikan optimointiin työmaalla. Logistiikkasuunnitelma on lähtenyt tarpeesta, missä hankinta katsottiin onnistuneeksi tuotteen ollessa ajoissa työmaalla, eikä siirtoja työmaalla otettu huomioon. Hankinta tulisi kuitenkin nähdä kokonaisuutena. Hankinta on toteutunut vasta silloin, kun tuote on asennettu ja jätteet on siivottu, koska kaikki työvaiheet maksavat. Mikäli logistiikkasuunnitelma tehdään riittävän aikaisessa vaiheessa, ehditään kaikki hankintasopimukset tekemään sellaisiksi, että ne ottavat huomioon kokonaisuuden. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 66–67.)

Logistiikkasuunnitelma tehdään projektin aikana erikseen runko- ja sisätyö- vaiheisiin, koska eri vaiheissa käytettävät materiaalit eroavat paljon työmaan logistiikan kannalta. Työmaiden kokemuksia pystytään hyödyntämään seuraavilla työmailla ja tuoteryhmistä saadut pienet hyödyt kasvavat työmaa- ja yritystasolla. Suurin hyöty saadaan häiriöiden vähenemisenä ja työnjohdon ajankäytön tehostumisena. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 68.)

4 LOGISTIIKAN RISKIT AHTAALLA TYÖMAALLA

4.1 Suunnitelmallisuus

Rakentamisen logistiikkaketjuissa on paljon eri vaiheita tuotteen tilauksen ja sen luovutuksen välillä loppuasiakkaalle eli rakennuksen käyttäjälle. Moni asia voi mennä pieleen niin rakennusliikkeen logistiikassa kuin toimittajankin sisäisessä logistiikassa, puhumattakaan toimittajan alihankkijan logistiikasta. Rakennusliike on vastuussa tuotteesta loppukäyttäjälle ja materiaalitoimittaja rakennusliikkeelle sopimusten edellyttämällä tavalla. Koko ketjun läpiviemiseksi kunnialla tarvitaan paljon kokemusta ja suunnitelmallisuutta. Suunnittelun merkitys korostuu entisestään ahtailla työmailla, missä virhearviot ajoituksessa tai erissä voivat pahimmillaan seisauttaa koko työmaan.

4.2 Sopimusten rajapinnat

Logistiikkaa kehitettäessä on tärkeää, että kehitystyöhön saadaan mukaan kaikki osapuolet. Rakennusliike, rakennuttaja, suunnittelijat ja materiaalitoimittajat, joilla on omat vastualueensa logististen prosessien läpiviennissä. Materiaalitoimittaja pystyy vaikuttamaan suoraan omalla toiminnallaan rakennusliikkeen logistiikkakustannuksiin ja päinvastoin. Suurin kehitystarve löytyy eri toimijoiden välisten sopimusten rajapinnoista. Vaikka kaikki toimivat mielestään yksin tehokkaasti, saatetaan yhteistoiminnalla päästä vieläkin parempiin tuloksiin. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 7.)

Sama ajatusmalli sopii myös pääurakoitsijan ja aliurakoitsijoiden välisiin sopimuksiin. Sopimukseen olisi hyvä liittää kohta, jolla aliurakoitsijat saataisiin yhteisen hyvän nimissä panostamaan logistiseen suunnitteluun. Aliurakoitsijat tulisi saada ymmärtämään, että yhteisellä resurssien suunnittelulla ja toimitusten yhteensovittamisella molemmat osapuolet pääsisivät säästöihin. Kun aliurakoitsijat ymmärtävät suunnittelun hyödyn, niin yhteistyö on jatkossa helpompaa ja mahdolliset riskilisät tarjouksissa pienenevät tai poistuvat kokonaan.

4.3 Toimitusten varmistaminen ja materiaalien käsittely työmaalla

Yleensä ongelmia syntyy, kun työmaa tekee toimituserien varmistamisen liian myöhään. Erityisesti vakiomateriaalien kohdalla työmaa olettaa, että toimittaja pystyy toimittamaan materiaalin jo seuraavana päivänä tai viimeistään ylihuomenna. Suhdanteiden vaihtelu näkyy toimittajien varastoissa ja heijastuu suoraan toimitusvarmuuteen. On yhtä huono vaihtoehto, jos materiaali saapuu työmaalle liian aikaisin, kuin jos se saapuu liian myöhään. Liian aikaisin

saapuneelle toimitukselle pitää löytää varastointipaikka, ja se pysäyttää aina käynnissä olevat työt. Vastaanotto tapahtuu kiireessä ja kunnan suojaaminen unohtuu, joten hukan määrä kasvaa. Toimittajalle tiukka toimitusaikataulu tuottaa kiirekustannuksia ja myöhäistetty toimitus varastointikustannuksia. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 38.)

Sopimukseen täytyy kirjoittaa kuljetus- ja purkukaluston yhteensopivuus kulloisellekin tarpeelle sekä kumpi osapuoli huolehtii tarvittavan purkukaluston. Oikealla lastausjärjestyksellä helpotetaan työmaan logistiikkaa ja vähennetään materiaalin käsittelykustannuksia. Työmaa voi tietysti hoitaa tilauksen varmistamisen oikea-aikaisesti ja sopimusten mukaisesti, mutta silti tuotteet toimitetaan työmaalle vääränä ajankohtana tai väärin lastattuna. Tästä voi syntyä työmaalle varastointiongelmia, ylimääräisiä käsittelykertoja ja sitä kautta kustannuksia. (Mts. 38–39.)

Hankintavaiheessa sopimukseen kirjataan alustavat erämäärät, toimituspäivät sekä kuljetuskalusto. Vastaavanmestarin tulisi paria viikkoa ennen toimituksen määräpäivää varmistaa toimituksen saatavuus ja sopia yksityiskohdat materiaalitoimittajan kanssa. Tässä vaiheessa on molemmin puolin vielä mahdollisuus vaikuttaa toimitukseen. Varmistuksen jälkeen tavarantoimittaja tekee oman tuotannosuunnittelunsa ja sopii tehtaan kanssa aikataulun materiaalien valmistuksesta. Tämän jälkeen tehtävät muutokset aiheuttavat aina lisäkustannuksia joko kiirellisän tai käsittelyn ja varastoinnin muodossa. Vastaavanmestarin olisi hyvä tuntea käyttämiensä toimittajien tuotantoa sen verran, että pystyisi toiminnassaan ottamaan huomioon materiaalien toimitusajat realistisesti. Toimitusten varmistaminen on vaivatonta ja nopeaa tehdä puhelimitse, mutta asiasta olisi vielä hyvä lähettää vaikkapa sähköposti, josta jää ns. muistijälki. Sähköpostista on myöhemmin helppo varmistaa tilauksen oikeellisuus.

Sopimukseen olisi hyvä sisällyttää jokin uhkasakko toimitusten virheellisyyksistä, sillä ne tuottavat aina lisäkustannuksia. Jos tuote on tilattu perälautapurkuna ja se tulee työmaalle sivusta purettavassa rekassa, joutuu työmaaseisottamaan rekkaa ahtaalla tontilla ja tilaamaan kurottajan nostamaan materiaalin pois rekan kyydistä. Samaan aikaan työmaalle ei mahdu muita toimituksia ja kurottajan saaminen paikalle voi kestää pahimmillaan useita tunteja.

4.4 Informaatiovirta

Kaikilla rakennushankkeen osapuolilla on parannettavaa omien aikataulu-
muutosten ilmoittamisessa eteenpäin muille hankkeen osapuolille. Mikäli
työmaa ei ilmoita muuttuneista toimitustavoista tai -ajankohdista riittävän
ajoissa, voi toimittajalle tulla suuria varastointiongelmia. Mikäli toimittaja ei
ilmoita ajoissa toimitusten myöhästymisistä, voi työmaalle tulla turhia lisä-
kustannuksia hankitusta siirtokalustosta. Ongelma korostuu varsinkin työ-
mailla, joissa siirrot tehdään alihankintana. Tietyissä tuoteryhmissä täyden-
nystoimituksia esiintyy säännöllisesti. Yhteiset toimintatavat helpottaisivat
täydennysten suunnittelua ja muutoksista ilmoittamista, jolloin säästettäisiin
täydennystoimitusten kustannuksissa. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 37.)

Informaatioketjun toimiminen koko työmaan ajan ja kaikkien osapuolien vä-
lillä on ehdoton edellytys logistiikan suunnittelun ja toimivuuden kannalta.
Työmaa toimii informaatiovirran keskuksena niin hankintatoimen, suunnitte-
lijoiden, aliurakoitsijoiden kuin materiaalitoimittajienkin välillä. Yhteiset toi-
mintamallit ja käytännöt helpottavat suunnittelua, mikä puolestaan pienentää
kustannuksia.

4.5 Varastointi

Materiaalin varastointi ja suojaus työmaalla tulee suunnitella hyvissä ajoin ennen materiaalien saapumista työmaalle. Suojauksen laiminlyönti aiheuttaa materiaaleille vaurioita ja hukkaa. Työmaalla tehdystä suunnittelusta ja toimistusten varmistuksesta huolimatta voi materiaalitoimittaja toimittaa tuotteen väärin pakattuna tai väärässä asennusjärjestyksessä. Mikäli työmaa kuitenkin vastaanottaa tuotteen, aiheutuu siitä ylimääräisiä käsittelyjä ja mahdollisia varastointiongelmia. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 39.)

Työmaalla on mahdollisuuksien mukaan hyvä olla hieman varastointitilaa, jossa tuotteet hyvin suojattuina varmasti säilyttävät ominaisuutensa eivätkä mene pilalle ja joudu hukkaan. Hyvällä suunnittelulla ja pienellä varastointialueella voidaan työmaalla säästää logistiikkakustannuksissa, kun ei tarvita niin paljon täydennyskuljetuksia. Materiaalin käsittelykerrat työmaalla tosin kasvavat, joten on tarkkaan harkittava oikea suhde kuljetusten ja varastoinnin välillä.

4.6 Toimitusten tarkastaminen ja reklamointi

Materiaalitoimitusten laaduntarkkailu vastaanoton ja käytön yhteydessä kuuluu työmaan tehtäviin. Hankintatoimi huolehtii tavarantoimittajien pitkäaikaisen seurannan työmaalta tulevan informaation perusteella. Työmaan on välittömästi tehtävä reklamaatio tavarantoimittajalle, mikäli tuote, toimitusai-kataulu tai -tapa ei vastaa sopimuksia. Reklamaatio on tehtävä aina, jos tuotteessa on jotakin vikaa, vaikka se menisikin työmaalla käyttöön. Reklamaatio on materiaalitoimittajalle tärkeää palautetta ja keino parantaa sekä tehostaa omaa toimintaa. Rakennusliike pystyy palautteen ja reklamaatioiden kautta

vähentämään toimitusvirheitä ja kehittämään toimittajien palvelua. Vakiintuneet, yhteiset menettelytavat parantavat yhteistyötä ja vakiinnuttavat toimitussuhteita. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 85.)

Kokonaiskustannusten kannalta rakennusliikkeen tulisi miettiä koko tilaus-toimitus ketjua valitessaan materiaalitoimittajia työmailleen. Kannattaako valita aina halvin tarjous, jonka toimitusvarmuudesta ei ole mitään tietoa vai pitkäaikainen toimittaja, joka pitää sen minkä lupaa ja jonka toimittamana materiaalit saapuvat työmaalle aina oikeaan aikaan ja virheettöminä? Liian usein tarjousvaiheen halvin hinta valitaan ja koko rakennusajan joudutaan taistelemaan väärin toimitusten ja reklamaatioiden kanssa. Tässäkin asiassa kokonaisuus ratkaisee ja määrittää tuotteelle sen lopullisen hinnan.

5 SIIRTO- JA KULJETUSKALUSTO

5.1 Suunnittelu

Hankekohtaisella nosto- ja siirtokaluston suunnittelulla pyritään oikeanlaisen kaluston valitsemiseen sekä kaluston määrän taloudelliseen ja tehokkaaseen mitoittamiseen. Kaluston suunnittelu perustuu siirtoketju-ajatteluun, jossa tarkastellaan vaaka- ja pystysiiroja yksittäin ja kokonaisuutena. Tavoitteena on valita taloudellinen kalusto, joka mahdollistaa tuotantosuunnitelmien mukaisen työmaan etenemisen. Suunnittelussa tarkastellaan kalustoa kokonaisuutena, yhtenä kalustojärjestelmänä, joka käsittää kaikki ne koneet, joilla hoidetaan työmaan kaikki siirrot rakennuksessa ja sen ulkopuolella. (Kone-Ratu 04-3009 1990, 1.)

Kalustojärjestelmä koostuu päänosto- ja siirtokalustosta sekä muusta tarvittavasta kalustosta. Kokoonpano muuttuu rakentamisen edetessä, sillä eri rakennusvaiheessa tarvitaan erilaisia nosto- ja siirtokoneita. Päänostokone on työmaan merkittävin nosto- ja siirtokone, ja sillä hoidetaan suurin osa työmaan nostoista ja siirroista. Päänostokoneena toimii yleensä torni- tai ajoneuvonosturi. (Kone-Ratu 04-3009 1990, 2.)

Tärkeimmät kalustosuunnitelmat tehdään jo yleisaikatauluvaiheessa, mutta valinnat tarkentuvat ja käyttöaika työmaalla täsmennetään rakentamisvaihe- aikataulujen ja viikkosuunnitelmien yhteydessä. Nosto- ja siirtokaluston suunnittelu on tärkeä osa rakennushankkeen tuotannosuunnittelua. (Mts. 2.)

5.2 Pystysiirrot

Torninosturi

Torninostureita on kahta erilaista mallia:

- osista pystytettävä malli
- itsensä pystyttävä malli ns. linkkunosturi.

Torninosturi voi olla radalla kulkeva tai kiinteällä jalustalla seisova. Nosturi mitoitetaan työmaalle aina mahdollisimman tehokkaaksi, eli se on aina käytössä. Mitoituksessa ja sijoituksessa työmaalle otetaan huomioon nostettavat taakat ja matkat sekä aliurakoitsijoiden nostotarpeet. Mitoitukseen on olemassa erilaisia taulukoita ja eri nosturivalmistajilla on omia kapasiteettitaulukoita mitoituksen avuksi. (Kone-Ratu 04-3007 1989, 1-5.)

Ajoneuvonosturi

Ajoneuvonosturit ovat omalla moottorilla kulkevia tela- tai pyöräalustaisia koneita. Ne ovat käytännöllisiä kuormien ollessa erittäin raskaita, tilojen ollessa ahtaita ja nostotarpeen ollessa lyhytaikainen. Ajoneuvonosturit voidaan yleensä ajaa sopivaan nostopaikkaan ja niiden toimintakuntoon saattaminen on nopeaa. Ajoneuvonosturit voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan Kone-Ratun 04-3011 (1990, 1.) mukaan:

- autoalustainen nosturi
- vaunualustainen nosturi
- tela-alustainen nosturi.

Rakennushissi

Rakennushissi on tärkeä osa työmaan siirtoketjua, sillä liikkuvat tavarat ja ihmiset kätevästi kerrosten välillä. Hissin mitoittavia tekijöitä ovat sijoituspaikka, vaadittu nostokorkeus, mahdollinen henkilökuljetustarve sekä siirrettävien taakkojen koko, paino ja muoto. Rakennushissi otetaan usein työmaalle päänostokoneen poistuttua eli heti runkovaiheen jälkeen. Rakennushissi on työmaalla sen valmistumiseen saakka tai ainakin niin pitkään, että rakennuksen oma hissi saadaan käyttökuntoon. (Kone-Ratu 04-3009 1990, 9.)

5.3 Vaakasiirrot

Haarukkavaunu

Haarukkavaunua käytetään pääsääntöisesti kuormalavoilla olevien materiaalien siirtelyyn. Vaunussa olevan hydrauliiikan avulla nostetaan haarukat irti alustasta ja pyörien päällä vedetään taakkaa paikalleen. (Kone-Ratu 04-3016 1991, 5.)

Varastokärky

Varastokärky on yleisnimitys pyörälliselle kärrylle, jonka avulla kuorma kohotetaan alustastaan ja joko vedetään tai työnnetään määräpaikkaan. Kärryistä on tehty sovelluksia moneen eri tarkoitukseen, kuten tiili- ja porraskärryt. (Kone-Ratu 04-3016 1991, 5.)

Kuljetusvaunu

Kuljetusvaunuja käytetään muun muassa betonin, laastin, työkalujen ja kappaletavaroiden kuljettamiseen. Normaalisti vaunut ovat lava- tai allasvaunuja ja ne on valmistettu lujitemuovista tai metallista. Allasvaunuissa on kiinnitysenkit, jotka mahdollistavat vaunujen nostamisen nosturilla. (Mts. 4.)

Levynsiirtovaunu

Levynsiirtovaunua käytetään erilaisten levymäisten materiaalien vaakasiirtoon työmaalla. Vaaka-asennossa vaunu toimii tukevana työtasona, vaikka kipsilevyn leikkaamiseen. (Mts. 5.)



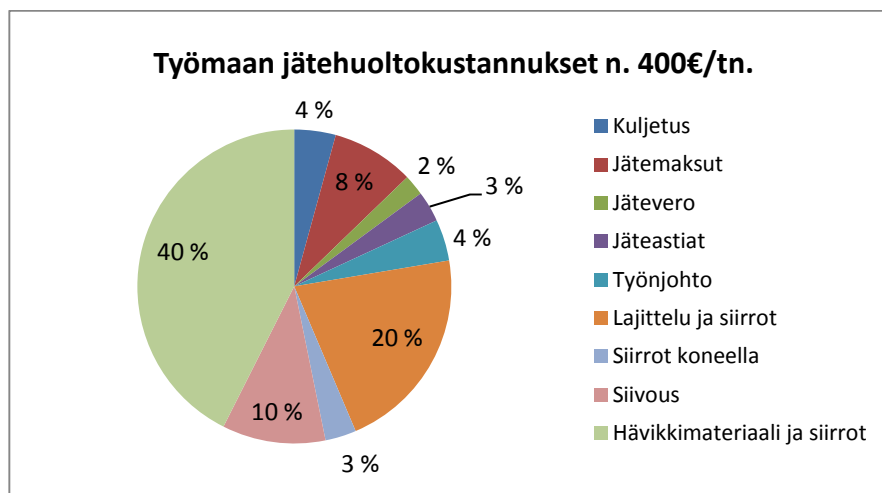
KUVIO 2. Levynsiirtovaunu.

6 JÄTEHUOLTO

6.1 Jätehuoltokustannukset

Talonrakennustyömailla syntyy vuosittain noin 1,5 miljoona tonnia jätettä, kun mukaan ei lasketa maamassoja. Suhtautuminen jätteiden käsittelyyn on muuttunut rakentamisessa viime vuosina. Kaatopaikkamaksut nousevat jatkuvasti ja rakennusjätteiden hyötykäyttö on tehostunut, mihin jätelaki velvoittaa. Asuinkerrostalojen rakentamisessa syntyvät jätteet ovat 8 - 12 kg/rm³. (Koski, Lehtinen, Perälä, Kiviniemi & Pölönen 1998, 16, 20.)

Työmaan jätekustannukset koostuvat monesta eri tekijästä. Jätteen siirtojen ja käsittelyn osuus kokonaiskustannuksista on huomattavasti suurempi kuin mitä kuluu jäteastioihin ja jätteen poiskuljetukseen työmaalta. Uudisrakennustyömaan jätekustannuksista noin 40 % on työvoimakustannuksia. Kuviossa 3 on eritelty tarkemmin työmaan jätehuoltokustannukset. Jätehuollon kustannuksia pitää tarkastella kokonaisuutena, jossa menetelmien ja kaluston välille haetaan mahdollisimman taloudellinen ratkaisu. (Koski ym. 1998, 26.)



KUVIO 3. Työmaan jätehuoltokustannukset, muokattu. (Mts. 26.)

Toimitusketjun logistisella kehittämisellä voidaan muuttaa rakentamista ympäristöystävällisemmäksi sekä alentaa hankkeen kokonaiskustannuksia, vaikuttamalla jätteen määrään ja laatuun. Mikäli jätehuoltoon ei kiinnitetä riittävässä määrin huomiota, kasvavat muut kuin jätelogistiikkaan kuuluvat kustannukset. Rakennusjätteestä johtuva epäsiisteys kasvattaa tapaturmariskiä ja vähentää työmotivaatiota sekä vaikeuttaa siirtoja. (Koski ym. 1998, 29.)

6.2 Lähtölogistiikka

Työmaalogistiikka käsittää myös lähtölogistiikan, joka koostuu pääsääntöisesti rakentamisaikaisista jätteistä, mutta osaltaan myös materiaalipalautuksista. Materiaalien logistiikkakustannuksissa tulisi muistaa ottaa huomioon myös kuljetusaikaisten pakkausten ja asennuksessa syntyvien jätteiden kuljetus loppusijoituspaikkaansa. Lähtölogistiikan optimoinnilla päästään luontoa vähemmän kuormittaviin ratkaisuihin, kun hiilijalanjälki lyhenee ja jätteistä kierrätetään kaikki kierrätykseen kelpaava. Kierrätys ja jätehuolto osana työmaan logistiikkaa voi toimia kilpailuvalttina urakkakilpailussa muita yrityksiä vastaan. Panostaminen ympäristöasioihin nostaa varmasti myös yrityksen imagoa.

Logistiikka ja ympäristö ovat keskinäisessä vuorovaikutuksessa toistensa kanssa. Yhteiskunnan on pyrittävä pitämään liikenteestä aiheutuvat ympäristöhaitat mahdollisimman pieninä, jotta kansalaisilla säilyisi viihtyisä ja turvallinen elinympäristö. Yksittäiset yritykset voivat käyttää kasvanutta ympäristötietoisuutta hyväkseen sopeuttamalla logistiikkaketjunsä ulkoisen ympäristön sietokykyyn. Ympäristöä säästävän logistiikan ansiosta yritykset saavat kilpailuetua ja toiminta ei aiheuta pelkkiä lisäkustannuksia. (Reinikainen, Mäntynen, Rantala & Viitanen 2002, 122.)

6.3 Välivarastointi

Jätteen ja kierrätysmateriaalin varastointi työmaalla on väistämätöntä, materiaalit tulisi kerralla toimittaa työmaalla niille varattuun välivarastointipaikkaan. Näin jätteet eivät ole jatkuvasti työvaiheiden tiellä ja niiden aiheuttamat siirtokustannukset saadaan minimoitua. Työmaalla tulisi lajitella ainakin seka-, puu- ja metallijäte erikseen niille varattuihin astioihin.

Sisätyövaiheessa, jolloin energiajätettä syntyy paljon, olisi työmaalle hyvä ottaa jätepuristin. Puristimeen saisi mahtumaan koko sisätyövaiheen aikaiset energiajätteet, jolloin tyhjennyskerrat vähenisivät ja kierrätys tehostuisi. Normaalisti erilaiset pahvit ja muovit sekä styrox menevät työmaalla sekajätteenä, vaikka ne voisi kierrättää energiajätteenä. Tällä tavalla työmaa lyhentäisi hiilijalanjälkeään ja tehostaisi kierrätystä.

Kone-Ratu 04-3016 (1991, 4, 7.) mukaan, jätteiden siirrossa ja varastoinnissa käytettäviä apuvälineitä:

Nostosäkit ja – verkot

Nostosäkeillä ja verkoilla voidaan nostaa ja siirtää massamaisia tuotteita, kuten rakennusjätettä. Säkki tai verkko täytetään käsin tai kuormaajalla ja nostetaan esimerkiksi kuorma-auton nosturilla kyytiin.

Kuljetusvaunu

Aikaisemmin kohdassa 5.3 mainittu kuljetusvaunu sopii hyvin myös jätteiden siirtoon niin rakennuksen sisä- kuin ulkopuolellakin.



KUVIO 4. Kuljetusvaunu. (Ramirentin vuokraushinnasto, 2010.)

Roskien nostoastia

Roskien nostoastiaa käytetään roskien keräämiseen ja siirtämiseen työmaalla. Nostokorvakkeiden ansiosta voidaan astia nostaa kuorma-auton lavalle tai kaataa sisältö roska-auton lavalle.



KUVIO 5. Nostoastia. (Ramirentin vuokraushinnasto, 2010.)

7 TYÖTURVALLISUUS

7.1 Työmaa-alueen käytön suunnittelu

Ennen rakennustöiden aloittamista on pääurakoitsijan esitettävä rakennuttajalle työmaa-alueen käytön suunnitelmat. Suunnitelmat täsmentyvät rakennusvaiheiden edetessä ja niiden päivityksestä vastaa pääurakoitsija. Suunnitelmissa otetaan kantaa vaarojen ja riskien arviointiin eri työvaiheissa. Suunnitteluun vaikuttavat ratkaisevasti rakennushankkeen tyyppi, koko, käytettävät menetelmät sekä vuodenaika. Talonrakennuskohteessa on otettava erityisesti huomioon nostolaitteiden ja nostojen sijoittuminen suhteessa henkilöliikenteeseen sekä varastojen ja työskentelytilojen sijaintiin. Tarkoituksena on suunnitella työmaan keskeiset toiminnot, laitteiden sijoitukset ja varojärjestelyt kullekin työmaalle aina erikseen. (Hietavirta, Niskanen, Patrikainen & Päivärinta 2009, 71–73.)

7.2 Nostot

Nostojen turvallisuus täytyy aina varmistaa ja nostotyöt edellyttävät aina nostotyön suunnittelua. Nostoihin on aina valittava suorituskyvyltään riittävä nostolaite ja varmistettava maapohjan kantavuus sekä nostopaikan turvallisuus. Suunnittelussa on huomioitava mahdollisten nostoapuvälineiden kiinnittäminen taakkaan siten, ettei noston turvallisuus vaarannu missään vaiheessa. Nostoihin saavat osallistua vain henkilöt, jotka tuntevat nostotyöhön liittyvät vaarat ja nostotyön oikean suorittamistavan. (Hietavirta ym. 2009, 114.)

7.3 Työmaan sisäinen liikenne

Materiaalitoimintojen suunnittelu on tiiviissä yhteydessä rakennustyön muuhun suunnitteluun. Materiaalien siirtoketju on varsin altis erilaisille häiriötekijöille. Häiriöiden minimoiminen on myös työturvallisuuden kannalta tärkeää, koska samat ongelmat aiheuttavat tapaturmia ja tuotannollisia häiriöitä. (Hietavirta ym. 2009, 130.)

Materiaalitoimitusten järjestämistapa luo pohjan rakennustyömaan ajoteiden ja niihin liittyvien alueiden suunnittelulle. Ajotie on tehtävä kuormituksen suuruuden mukaan ja siten, ettei synny tarpeettomia risteyskohtia työmaan kulkureittien kanssa. Peruuttamisen tarve tulisi myös olla mahdollisimman vähäinen. Purku- ja lastauspaikat tulee sijoittaa niin, ettei rakennustarvikkeita jouduta nostamaan työntekijöiden ylitse. (Mts. 130–131.)

7.4 Fyysinen kuormitus ja ergonomia

Käsin tehtävät nostot ja siirrot tulee suunnitella siten, että työhön liittyvät vaarat tunnistetaan ja poistetaan. Pitkäaikaisessa käytössä tulee työmenetelmät ja -välineet valita siten, ettei niiden käytöstä aiheudu liiallista kuormitusta. Työvälineitä tulee käyttää siten, että ylirasitusten aiheuttamia vaaroja ja haittoja voidaan ennalta ehkäistä. (Hietavirta ym. 2009, 228.)

Raskaat vaakasiirrot tulee suorittaa siihen tarkoitettulla kalustolla. Pystysiirroissa tulee mahdollisuuksien mukaan käyttää nostoapuvälineitä. Raskaiden siirtojen tekeminen vaakatasossa edellyttää sisätilojen siisteyttä ja työmaan pihatöiden tekemistä ajoissa. Riittäväällä ennakkosuunnittelulla ja materiaali valinnoilla pystytään ratkaisevasti vähentämään työntekijöiden ylikuormitusta ja parantamaan työergonomiaa. Kuviossa 6 esitetyt seinäkannattimet hel-

pottavat nostoja sekä parantavat työskentely ergonomiaa. (Hietavirta ym. 2009, 228.)



KUVIO 6. Seinäkannattimet.

8 ESIMERKKITYÖMAA

8.1 Paavolan Älykoti

Opinnäytetyön mielekkyyden ja käytännönläheisyyden kannalta oli hyvä, että toimeksiantajalla oli käynnissä uudistuotantotyömaa, joka oli erittäin ahtaalla tontilla. Liitteenä 1 on tontista ilmakekuva, josta selviää hyvin tontin haasteellisuus. Pääsin koko opinnäytetyöprosessin ajan tutustumaan työmaan toimintaan ja osallistumaan siihen itsekin. Tein työmaan käyttöön tarkennetun sisätyövaiheikataulun sekä aluesuunnitelman. Aluesuunnitelma on opinnäytetyön liitteenä 2.

Kohteen rakennuttajana toimii Lahden Vanhusten Asuntosäätiö ja pääurakana on rakennusurakka, jolle on alistettu kaikki sivu-urakat. Kohteen nimi on Paavolan Älykoti ja se sijaitsee aivan Lahden keskustan tuntumassa, Paavolan kaupunginosassa. Rakennukseen tulee neljä asuinkerrosta, kellarikerros, ullakkokerros ja yhdyskäytävä. Kohteen kerrosala on 1984 m², ja hankkeelle on myönnetty RAY:n avustus ja ARA-rahoitus. (Henttonen 2009, 1, 4.)

Rakennukseen tulee 36 asuntoa lievää tai keskivaikeaa dementiaa sairastaville sekä heidän puolisoilleen. Älykoti rakennetaan tontille, jolla sijaitsee entuudestaan Asuntosäätiön vuokrataloja. Tontti on erittäin ahdas ja lisähaasteen asettavat pelastustiet, jotka on pidettävä jatkuvasti auki hälytysajoneuvojen varalta. (Mts. 1, 4.)

8.2 *Logistisia ratkaisuja*

Ahtaan tontin takia työmaan päänostokoneeksi valittiin ajoneuvonosturi, jolla hoidettiin kaikki runkovaiheen nostot. Ontelolaatta-asennuksen jälkeen hollille nostettiin aina kerroksittain tarvittavat kipsilevyniput ja kylpyhuoneen väliseinäelementit. Ullakkokerrokseen tulevan iv-konehuoneen laitteet nostettiin myös ennen vesikattoa ajoneuvonosturilla paikoilleen. (Haukkavuori 2010.)

Työmaalle suunniteltiin rakennushissiä, mutta sille ei löydetty ahtaalta tontilta sopivaa paikkaa. Suurempien materiaalien, kuten tasoitteiden ja laattojen nostot hoidettiin Hiab-autolla tai kurottajalla parvekkeille. Pienemmät materiaalit nostettiin kerrokseen miesvoimin ja myöhemmin rakennuksen omalla hissillä, hissiasennuksen valmistuttua. Kellarikerroksessa sijaitsevat autopaiikat antoivat muuten ahtaalla tontilla suojaisten varastointitilan sisätyövaiheen

materiaaleille. Tilanteen hahmottamiseksi liitteenä 3 on Älykodin kellarikerroksen pohjakuva. (Haukkavuori 2010.)

8.3 Hankkeen logistiikkaketjut

Kohteen hankinnat oli jaettu hankintatoimen, työpäällikön ja työmaan kesken. Kohteelle oli laadittu erillinen hankintasuunnitelma, johon oli eritelty kaikki tarvittavat materiaalit ja alihankintatyöt. Jokaiselle hankinnalle oli nimetty vastuuhenkilö ja määräpäivä, jolloin hankinnan tuli olla sovittu. Pääsääntöisesti rakennusliikkeen hankintatoimi hoitaa hankekohtaistentuotteiden tilaamisen ja työmaa ottaa vastuulleen tarvittavien vakiomateriaalien ja pientarvikkeiden tilaamisen, parhaaksi katsomallaan tavalla. Vastuu kaikkien toimitusten varmistuksesta on kuitenkin työmaalla. Hankintojen etenemistä ja toteutumista seurataan kuukausittain pidettävissä tuotantopalavereissa. (Haukkavuori 2010.)

Vastaavamestari tilasi työmaan vakiomateriaalit yrityksen sähköisen hankintaohjelman kautta. Hankintaohjelmassa on listattuna kaikki yrityksen vuosisopimusten mukaiset materiaalityöntekijät. Materiaalista riippuen toimitus tehdään joko suoraan tehtaalta tai suuremmalta tukkuliikkeeltä. Pientarvikkeet tilattiin pieneltä paikalliselta yritykseltä, jonka palveluihin kuului tilattujen tuotteiden toimittaminen työmaalle. Yrityksen tarjoama kuljetuspalvelu tehosti työnjohdon työaika, kun jokaista tuotetta ei tarvinnut itse lähteä hakemaan. (Haukkavuori 2010.)

9 LOGISTINEN TOIMINTAMALLI AHTAILLE TYÖ- MAILLE

Työmaan organisointivastuu

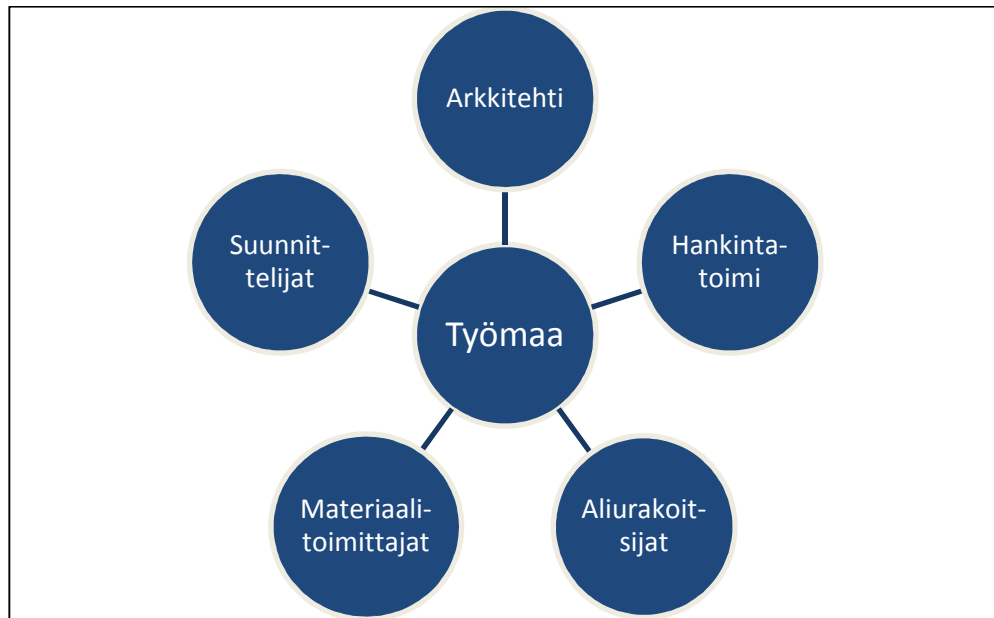
Kaikki uudistuotantotyömaat ovat erilaisia eikä niille ole olemassa yhtä oikeaa tapaa suunnitella ja toteuttaa logistiikkaa. Kaikkien rakennushankkeen eri toimijoiden yhteistyöllä päästään kustannussäästöihin, ajankäytön tehostumiseen sekä yhteistyön paranemiseen. Ahtaalla työmaalla suunnitelmallisuus korostuu entisestään, koska virhearviot ajoituksessa tai toimituserissä voivat pahimmillaan seisauttaa koko työmaan.

Pääurakoitsija on vastuussa hankkeen logistiikan organisoinnista eri toimijoiden ja materiaalitoimittajien välillä. Pääurakoitsijan tulee ottaa kantaa aliurakoitsijoiden materiaalivirtaan ja materiaalin työmaakäsittelyyn sekä ajoitukseen. Kaikilla toimijoilla on vastuu työmaan kokonaislogistiikasta ja yhdistämällä resursseja päästään kustannussäästöihin. Logistisen toimintamallin tavoitteena on helpottaa työmaan materiaalivirran hallintaa ja logistiikan kokonaisvaltaista suunnittelua. Toimintamallissa on nostettu esiin opinnäytetyössä mainittuja, logistiikan suunnittelun kannalta tärkeitä asioita.

Tiedonkulun merkitys

Informaatiovirran katkeamattomuus koko rakennushankkeen ajan ja kaikkien toimijoiden välillä luo pohjan logistiikan toiminnalle työmaalla. Työmaa toimii informaation jakajana ja välittäjänä kaikkien osapuolien välillä kuvion 7 osoittamalla tavalla. Kaikkien osapuolten on ilmoitettava omista muutoksistaan ja poikkeuksistaan työmaalle. Työmaa on puolestaan velvollinen ilmoit-

tamaan omista muutoksistaan kaikille, joiden toimintaan muutos oleellisesti voi vaikuttaa.



KUVIO 7. Työmaakeskeinen informaatiovirran kulku.

Yrityksen hankesuunnittelu

Urakoitsijan sisäisessä hankesuunnittelussa pitää logistiikkasuunnittelun olla työmaan resurssien mukaista. Hankintasopimuksia tehtäessä tulee miettiä työmaan kannalta taloudellisin suhde kuljetusten ja varastoinnin välille. Hankesuunnitteluvaiheessa luodaan perusta koko rakennusaikaisen logistiikan toimimiselle työmaalla. Hankintatoimen tulee olla tietoinen työmaan resursseista, koska sopimusten teon jälkeen työmaalla ei ole muita vaihtoehtoja kuin sopeuttaa resurssit hankintojen mukaan. Ennen sopimusten tekoa työmaan tulee myös ilmaista tarpeensa erilaisten logistiikkapalvelujen käytöstä eri materiaalien kohdalla.

Työmaan vastuut

Työmaalla on rakentamisaikana tehtävä erilaisia suunnitelmia logistiikan toimimisen varmistamiseksi. Logistiikkasuunnitelman tekeminen ennen rakentamisen aloittamista toimii lähtökohtana koko rakentamisaikaiselle logistiikan järjestämiselle. Logistiikkasuunnitelma on hyvä tehdä runko- ja sisätyövaiheisiin erikseen, sillä niissä käsitellään hyvin erilaisia materiaaleja. Aluesuunnitelma tehdään työmaalla jokaiseen rakentamisvaiheeseen erikseen. Suunnitelma esitetään kirjallisena piirroksena ja siihen on merkitty kaikki työmaan keskeiset toiminnot. Aluesuunnitelma liittyy hyvin yhteen logistiikan järjestämisen ja työturvallisuussuunnittelun.

Työmaan optimaalisen etenemisen kannalta on tärkeää, että aliurakoitsijoiden kanssa neuvotellaan suurimpien materiaalien saapumisesta työmaalle ja resurssien yhteensovittamisesta. Vastaavanmestarin tulee muistaa tehdä materiaalien toimitusvarmistukset riittävän ajoissa ennen sovittua toimituspäivää. Varmistukset on aina hyvä tehdä sähköpostilla, josta jää muistijälki. Myöhemmin sähköpostista on helppo tarkistaa tilaus ja todeta sen oikeellisuus. Toimituksen varmistuksessa pitää tarkastaa erän koko, ajoitus ja kuljetustapa sekä mahdollisen purkukaluston tarve. Hyvällä suunnittelulla ja varastoinnilla voidaan työmaalla säästää logistiikkakustannuksissa, kun täydennyskuljetusten määrä vähenee.

Nosto- ja siirtokaluston kokonaisvaltainen suunnittelu on työmaan logistiikan onnistumisen kannalta erittäin merkittävää. Kalusto tulee mitoittaa mahdollisimman taloudelliseksi siten, että tuotantosuunnitelmien mukainen työmaan eteneminen varmistetaan.

Materiaalitoimitusten laaduntarkkailu on tärkeä apuväline, kun pyritään parempaan yhteistyöhön ja vakiintuneisiin toimitussuhteisiin. Työmaa ei voi vaatia materiaalitoimittajalta parempaa palvelua, jos virheistä ei raportoida.

Mikäli toimitus eroaa millään tavalla sovitusta, tulee toimittajalle tehdä joko suullinen tai mielellään kirjallinen reklamaatio asiasta.

Työmaan lähtölogistiikan eli jätehuollon järjestäminen kuuluu työmaan vastuulle. Siirtokalusto ja välivarastointimenetelmät tulee valita siten, että jätteet voidaan mahdollisimman vähillä siirroilla toimittaa välivarastointipaikkaan. Materiaalihukka ja jätteen siirrot maksavat eniten työmaan jätehuollossa, kuten opinnäytetyön kuvio 3 osoittaa. Kierrätys ja jätehuolto osana työmaalogistiikkaa voi toimia kilpailuvalttina urakkakilpailussa. Jätteiden kierrättäminen ja työmaan hiilijalanjäljen lyhentäminen nostaa yrityksen imagoa yhteiskunnan vaikuttajana.

Työmaan muistilista

- suunnitelmallisuus ja ennakointi
 - logistiikkasuunnitelma
 - aluesuunnitelma
 - nosto- ja siirtokaluston suunnittelu
- tulologistiikka
 - toimitusvarmistukset, ”muistijälki”
 - resurssien yhteensovittaminen
 - logistiikkapalvelut
 - toimitusten laaduntarkkailu, reklamaatiot
- lähtölogistiikka
 - jätehuollon järjestäminen.

10 POHDINTA

Opinnäytetyöprojektia aloittaessani omat tietoni logistiikasta olivat hyvin vajavaiset. Koulussa aihetta oli sivuttu monellakin eri kurssilla, mutta aina muutamalla lauseella. Logistiikka käsitteenä oli tuttu, mutta sen monitasoisuus ja laajuus yllätti. Aluksi lähteiden kerääminen työhön oli työlästä, koska Suomessa on julkaistu hyvin vähän teoksia koskien suoranaisesti rakentamisen logistiikkaa. Logistiikka liittyy välillisesti moneen asiaan rakentamisessa ja on mukana kaikissa vaiheissa aina hankesuunnittelusta lähtölogistiikkaan. Laajemman kokonaiskuvan ymmärrettyäni materiaaliakin alkoi kertyä opinnäytetyötä varten.

Opinnäytetyön toimeksiantajalla oli onneksi käynnissä työmaa, joka oli ahtaalla tontilla ja logistisesti erittäin haastava. Käynnit työmaalla ja keskustelut työnjohtoon kanssa auttoivat kokonaisuuden hahmottamisessa sekä omien ajatusten soveltamisessa käytäntöön. Logistiikan kokonaisvaltaisella suunnittelulla työnjohto pystyy vielä rakentamisaikanakin vaikuttamaan suoraan rakentamiskustannuksiin ja näin työmaan taloudelliseen tulokseen. Perehtymisestä rakennuslogistiikkaan tulee olemaan minulle varmasti hyötyä myöhemmin urallani eri rakennusprojekteissa.

Kuten Hillo (2009, 38.) artikkelissaan toteaa, yritysten liikevaihdosta noin 15 % koostuu logistiikkakustannuksista. Pelkästään taloudellistenkin intressien kannalta yritysten kannattaisi panostaa logistiikan kehittämiseen. Logistiikan kehittämisellä ja tehostamisella päästään myös ympäristöä vähemmän kuormittaviin ratkaisuihin, mikä kertoo yrityksen yhteiskuntavastuusta. Omien kokemuksieni ja havaintojeni perusteella rakennuslogistiikassa olisi vielä paljon parannettavaa. Mielestäni aiheeseen ei kiinnitetä kovinkaan suurta huomiota, vaan sitä pidetään itsestäänselvytenä. Materiaalit tulevat tontille ja roskat lähtevät sieltä tavalla tai toisella. Varmasti näin on, mutta kokonaisval-

taisella suunnittelulla saadaan tulo- ja lähtölogistiikkaa tehostettua ja kustannuksia karsittua.

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia logistinen toimintamalli työmaan käyttöön, jolla helpotettaisiin materiaalivirran hallintaa ja logistiikan kokonaisvaltaista suunnittelua. Mielestäni tavoite saavutettiin ja toimintamallissa on nostettu esiin asioita, joihin työmaan tulisi kiinnittää huomiota logistiikan toimivuuden kannalta.

Rakennuslogistiikka antaa aiheita monenlaiselle tutkimukselle. Rakennustyömaan lähtölogistiikka ja työmaan sisäinen logistiikka olisivat mielestäni aiheita, joita kannattaisi erityisesti tutkia. Työmaan tulologistiikka ja eri materiaalien toimitusketjut ovat pitkälti optimoituja. Toisaalta jätteen siirrot työmaalla, kierrätys ja niiden kuljetus loppusijoituspaikkoihinsa sekä materiaalipalautukset olisivat mielestäni mielenkiintoisia aiheita tarkemmalle tutkimukselle. Erilaiset materiaalien pakkaustekniikat sekä valmistusasteet hukan minimoimiseksi olisivat hyviä opinnäytetyön aiheita tulevaisuuden varalle. Tutkimuksen aiheita löytyisi myös erilaisten tietokoneohjelmien hyödyntämisestä työmaan materiaali- ja tietovirtojen hallinnassa.

LÄHTEET

- Haukkavuori, I. 2010. Vastaavatyönjohtaja, Paavolan Älykoti, NCC Rakennus Oy. Keskustelu 1/2010.
- Henttonen, H. 2009. Paavolan Älykoti urakkaohjelma. Es-laatuasunnot.
- Hietavirta, J., Niskanen, T., Patrikainen, H. & Päivärinta, K. 2009. Rakennustöiden turvallisuusmääräykset selityksineen 2009. Helsinki: Multikustannus.
- Hillo, H. 2009. Logistisia kustannuksia käytävä alentamaan. Logistiikka 14, 3-4, 38.
- Kone-Ratu 04-3007. 1989. Torninosturit. Helsinki: Rakennuskirja
- Kone-Ratu 04-3009. 1990. Nosto- ja siirtokalusto, Suunnitteluohje. Helsinki: Rakennuskirja.
- Kone-Ratu 04-3011. 1990. Ajoneuvonosturit. Helsinki: Rakennuskirja
- Kone-Ratu 04-3016. 1991. Nosto- ja siirtoapuvälineet. Helsinki: Rakennuskirja
- Koski, H. 1995. Rakennushankkeen tuotannosuunnittelu- ja ohjaus. Saarijärvi: Rakennustieto
- Koski, H., Lehtinen, J., Perälä, A-L., Kiviniemi, M. & Pölönen, J. 1998. Talonrakennustyömaan jätehuollon kehittäminen. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus.
- Pohjapiirustus, kellarikerros. Paavolan Älykoti. 2009. Vuorelma Arkkitehdit OY.
- Ramirentin vuokraushinnasto. 2010. Ramirentin kotisivut. Viitattu 1.3.2010. [Http://www.ramirent.fi](http://www.ramirent.fi), vuokraushinnasto.
- Reinikainen, P., Mäntynen, J., Rantala, J. & Viitanen, S. 2002. Logistiikan perusteet. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu.
- Talo-Ratu C2-0299. 2007. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Helsinki: Rakennustieto.
- Tietoa NCC:stä. 2010. NCC:n kotisivut. Viitattu 21.1.2010. [Http://www.ncc.fi](http://www.ncc.fi), tietoa NCC:stä.
- Wegelius-Lehtonen, T., Pahkala, S., Nyman, H., Vuolio, H. & Tanskanen, K. 1996. Tehokkaat materiaalityömitukset. Opas rakentamisen logistiikkaan. Helsinki: Kyriiri.

Liite 1. Paavolan Älykodin tontti.



