



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Mika Laasanen

Projektikohteen logistiikan hallinta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

15.8.2021

Tekijä Otsikko	Mika Laasanen Projektikohteen logistiikan hallinta
Sivumäärä Aika	34 sivua + 1 liite 15.8.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-urakointi
Ohjaajat	toimitusjohtaja Janne Ralli tutkintovastaava Markku Leino
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella projektikohteen haasteita ulkopuolisen logistiikkaurakoitsijan hyödyntämisen näkökulmasta. Projektityömaa oli pitkäkestoinen ja sijainniltaan haastava, myös ulkoistettu logistiikkaurakoitsija oli työtä tehdessä ensimmäinen, jota yrityksen aikana on käytetty. Kokemuksia logistiikkaurakoitsijoista ei vielä aiemmin ollut, kuten ei myöskään logistiikan- ja materiaalivirtojenhallintaan suunnatuista ohjelmistoista. Projektityömaalla oli kehitysvaiheessa oleva ohjelmisto, jota hyödynnettiin päivittäin.</p> <p>Työ suoritettiin kokemuksien perusteella suuressa projektikohteessa, jossa opinnäytetyötä tehnyt työskenteli niin projektinhoito- kuin logistiikanhallintatehtävissä. Opinnäytetyö muodostuu päivittäin käydyistä palavereista, materiaalienhallinnasta sekä logistiikanohjauksesta ja niiden tuomista kokemuksista, haasteista sekä logistiikan hallintaan liittyvän ohjelmiston kehitykseen osallistumisesta.</p> <p>Teoriaosuus painottuu tarkastelemaan epäkohtia tai haasteita, joita kohteessa havaittiin töiden edistyessä ja tarjoaa niihin näkökulman yhden urakoitsijan näkökulmasta. Muita urakoitsijoita saatiin vain rajallisesti suulliseen haastatteluun näkökulmien laajentamiseksi tätä opinnäytetyötä varten. Opinnäytetyötä tehdessä perehdyttiin ja tutustuttiin olemassa oleviin logistiikkaan liittyviin lähteisiin ja ohjeisiin.</p> <p>Tämän opinnäytetyön pohjalta toimintamalliin toivottaisiin kehitystä ohjelmistopuolelle sekä informaation liikkumiseen eri urakoitsijoiden välillä. Nämä ovat avainrooleissa, kun käytetään ulkopuolista logistiikkaurakoitsijaa ja materiaalmäärät ovat suuria. Osakokonaisuuksista materiaalivirtojen ja -kuljetusten sekä tilausten hallitsemiseksi ja inhimillisten virheiden minimoimiseksi olisi hyvä saada käyttöön OVT-pohjainen logistiikanhallintaohjelmisto, joka mahdollistaa mahdollisimman tarkan materiaalmäärien hallinnan sekä kuljetuksen. Opinnäytetyön pohjalta laadittiin logistiikkaohje urakoitsijan käyttöön projektikohteessa.</p>	
Avainsanat	logistiikka, logistiikkakäytäntö, materiaalihallinta, LVI-projekti

Author Title	Mika Laasanen Logistical project management
Number of Pages Date	34 pages + 1 appendix 15 August 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Contracting
Instructors	Markku Leino, Head Of Degree Program Janne Ralli, CEO
<p>The purpose of this thesis is to examine logistic management in a HVAC restructuring project site. This final year project focused on the challenges posed by material flow, -orders and the impact of a synchronized schedule on them. Furthermore, the impacts in the flow of information in between independent contractors and logistics in terms of material flow was studied.</p> <p>The final year project relied on the practical knowledge and experience at the project site, as independent contractors from different fields of profession were interviewed and the issues related to the daily use of existing logistic management software. Information was also gathered by studying written sources and existing logistic instructions at restricting construction site.</p> <p>The project resulted in a logistic instruction, which directs material flows between the material supplier and the intermediate storage. Furthermore, it was deemed important facilitate the observation of the pace schedule in terms of material management and to facilitate control of the material flow at the project construction site.</p>	
Keywords	logistics, material management, construction industry

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Lähtökohdat	2
2.1	LVI-urakoitsijana Boctok Oy	2
2.2	Haasteet	2
2.3	Havaitut ongelmat	3
3	Tahtijuna-aikataulu	4
3.1	Tahtiaikataulu yleisesti	5
3.2	Tahtivaunuaikataulu yleisesti	6
3.3	Tahtivaunuaikataulun edut	7
3.4	Tahtivaunuaikataulun kompastuskivet	8
4	Huolintapalaverit ja aikataulut	9
4.1	Haastavat toimitukset	10
4.2	Pientarvikevarasto	11
4.3	Tämänhetkinen huolinnan tilanne	12
4.4	Reunaehdot huolinnan toiminnan parantamiseksi	13
4.5	Huolinnan ihanteellinen toimintamalli	14
5	Logistiikka	16
5.1	Logistiikka	16
5.2	Projektikohteen logistiikan osapuolet	16
5.2.1	Työnjohto	18
5.2.2	Tukkuri tai materiaalin toimittaja	19
5.2.3	Purkuajat	19
5.3	Logistiikka projektityökohteessa	20
5.4	Vaihtoehdot työmaan logistiikassa	21
5.5	Optimaalinen logistiikka	22
6	Työnjohtajien rooli logistiikassa	23

7	Inventointi	26
8	Jätteiden lajittelu ja käsittely	26
9	Logistiikkaohje	27
10	Yhteenveto	30
11	Pohdinta	33
	Lähteet	36
	Liitteet	
	Liite 1. Logistiikkaketjun parantaminen	

Lyhenteet

CEO	Chief executive officer, toimitusjohtaja.
JIT	Just in time -toimitusmalli, täsmätoimitus sovittuun kellonaikaan haluttuun kohteeseen, esimerkiksi välivarastoon tai työkohteeseen.
OVT	Organisaatioiden välinen tiedonsiirto.

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on käsitellä ja ratkaista logistisia haasteita ja epäkohtia Boctok Oy:n pitkäkestoisessa projektikohteessa. Projektikohde sijaitsee Helsingin ydinkeskustassa. Kohde on saneerattava monikerroksinen liikekiinteistö. Projektin parissa työskentelee yli 50 urakoitsijaa ja noin 300 työntekijää 50 000 m²:n työmaa-alueella. Suuren urakoitsijamäärän vuoksi erillinen logistiikka työmaaympäristössä on tarpeellinen. Tarve logistiselle selvitykselle ja epäkohtien tarkastelulle on todettu tarpeelliseksi projektiin osallistuvien henkilöiden ja yritysten toimesta toistuvasti. Ongelmakohtia käsitellään yritysten ja urakoitsijoiden näkökulmasta, ja tarkoitus on luoda ohjeistava ja tapahtumiin valmistava ohje urakoitsijoiden ja toimihenkilöiden käytettäväksi. Opinnäytetyö käsittelee teoriaosuudessa logistiikan tavallisimpia käsitteitä ja niihin suoraan yhteydessä olevia käytäntöjä. Projektikohteen yksityiskohtaiset käytäntömenetelmät ja toimintamallit on esitetty logistiikka osiossa. Ohjaavina henkilöinä työtä tehdessä toimivat

- Jouni Mäki, projektipäällikkö
- Janne Ralli, toimitusjohtaja
- Juha Jouppila, työnjohtaja.
- Pertti Niittylä, tuotantopäällikkö

Boctok Oy:n projektityömaan logistiikan ongelmakohtia tarkasteltaessa apuna on käytetty Boctok Oy:n sisäistä laskutusta projektityömaakohteesta. Projektityömaalla on käytetty aliurakoitsijoita sekä omaa työvoimaa. Aliurakoitsijoiden sekä omien työntekijöiden näkökulmia ja palautteita on käytetty projektin osalta vain logististen haasteiden sekä kustannusten hallinnan näkökulmasta. Tämän opinnäytetyön pohjalta luodut käytäntöohjeet sekä toimintamallit on luotu yhdessä työnjohtajien, Boctok Oy:n sekä LVI- ja sähkötekniikan logistiikan hankinnoista vastaavien henkilöiden tietotaitoa hyödyntäen.

2 Lähtökohdat

2.1 LVI-urakoitsijana Boctok Oy

Boctok Oy toimi projektikohteessa LVIS-urakoitsijana. Boctok Oy on perustettu vuonna 1992 ja Boctok Oy:n palveluksessa toimii 15 toimihenkilöä ja vaihtuvasti 20–25 LVI-asentajaa. Projektikohteessa käytettiin apuna aliurakointia niiltä osin, kuin se oli mahdollista, ulkopuoliselle urakoitsijalle annettiin niin kutsuttua massatuotantoa tehtäväksi ja oma henkilökunta asensi haastavimmat ja erityistä huomiota vaativat asennukset. [1.]

Boctok Oy on aiemmin erikoistunut suuriin kohteisiin, kuten toimistotilat, parkkihallit, ostos- ja logistiikkakeskukset. Historiassa Boctok on myös urakoinut Venäjällä sotilaskylä, ja yksi erikoisimmista kohteista on Moskovan ensimmäinen McDonald's-pikaruokaravintola. Referenssejä keskisuurista ja suurista kohteista on Boctokin kotisivuilla [1].

Boctok Oy on suuntautunut ja erikoistunut logistiikkahalleihin, hotelleihin, toimistotaloihin ja kauppakeskusten LVIS-urakointiin. Boctok eroaa muista LVI-alan yrityksistä siten, että asuinrakentaminen ei kuulu toimintamalliin laisinkaan. Pelkästään suuremmat ja laajemmat kohteet ovat olleet aina yrityksen erikoisosaamista. Yrityksen vahvuutena ja niin sanottuna käyntikorttina on kädenjälki eli laatu ja siihen panostaminen.

Boctok Oy:ssä työnjohtajien rooli on erittäin laaja-alainen työmaan johtamisesta, urakalaskenta, massoittelu, tarjousten laatiminen ja materiaalien tilaaminen ajallaan. Tätä opinnäytetyötä tehdessä nousi tärkeimmäksi logistiseksi piirteeksi hyvä, selkeä ja riittävän informaation kattava logistinen ohje. Logistiikkaohje on koottu työmaalla havaituista kokemuksista ja käytännöistä.

2.2 Haasteet

Lähtökohdiltaan projektityömaakohde tarjosi hyvän lähtökohdan tätä opinnäytetyötä silmällä pitäen. Sijainti, aikataulu, uusi ohjelma ja ulkopuolinen urakoitsija, joka hoiti työmaan ja välivaraston välisen materiaalivirran, toivat kaikki mukanaan paljon haasteita.

Suurin yksittäinen haaste työnjohtajan näkökulmasta oli työvaiheiden aikataulutus materiaalivirran varmistamiseksi. Materiaalien massoittaminen työkohteessa ennen töiden aloitusta ja suunnitelmamuutokset hankaloittivat materiaalin määrän arviointia työvaiheiden alkumetreillä. Työvaiheiden viivästyminen, muiden urakoitsijoiden aikatauluviihästyksset, materiaalien saatavuusvaikeudet ja odottamattomat ongelmat, joista ei ollut aikaisempaa kokemusta, tuottivat uusia haasteita.

2.3 Havaitut ongelmat

Suuri määrä ulkopuolisia urakoitsijoita projektikohteessa tuotti kohteen edistymisen aikana muutamia haasteita ja ongelmia. Pelkästään logistiikkaurakoitsijan toiminta nojasi hyvin pitkälti työnjohtajan ammattitaitoon materiaalien hallintaan työkohteessa [1].

Sairastumisen tai loukkaantumisen sattuessa oli haastavaa saada päivittäiset materiaalit ja tarvikkeet ajallaan kohteeseen. Puuttuvan työntekijän korvaaminen kohteessa osoitautui haasteelliseksi työn laajuuden vuoksi. Tehokkuuden ja tarkkuuden mittaussuomenetelmiä ei myöskään päätoteuttajan taholta hyödynnetty logistiikanhallinnassa lainkaan, ja menetelmien parantamiseksi tämä olisi ollut tarpeellista. Tehokkuuden ja tarkkuuden mittaussuomenetelmiä käytetään laajasti muilla työmailla, ja kehitystä eri mittaussuomenetelmissä ja työvaiheiden optimoinnissa tapahtuu jatkuvasti.

Varastointimahdollisuuksien puuttuminen oli yksi juurisyy, miksi logistiset haasteet nousivat toistuvasti palaverissa esiin. Pieniä varastoja hyödynnettiin työmaan kellarissa, mutta niiden koko rajoitti hyvin pitkälti, mitä materiaalia niissä voidaan säilöä. Työsuoritteissa olleita kaasupulloja oli myös hankalaa varastoida, ja niihin ei tällä projektityömaalla saatu pysyvää ratkaisua tilojen ahtauden ja nopeatempoisen aikataulun takia.

Organisaatioiden välisen tiedonsiirron puuttuessa logistiikanhallintaohjelmasta toi inhimillisten virheiden mahdollisuuden ja niihin puuttumisen vaikeuden tai haasteen. Ohjelmaan kirjattuja virheellisiä materiaaleja ei voinut poistaa urakoitsijan toimesta, vaan tämä vaati ulkopuolisen tekijän logistiikkaurakoitsijan puolelta, jolla oli tarpeelliset valtuudet tehdä muutoksia järjestelmään. OVT olisi mahdollistanut tukkurin, hankkijoiden ja väli-varaston välisen tiedonsiirron ilman ylimääräisiä tekijöitä.

3 Tahtijuna-aikataulu

Projektikohteessa oli käytössä tahtiaikataulu, josta ilmeni jokaisen työpäivän tavoite. Tahtijuna-aikataulu ei ole uusi keksintö, mutta harvemmin käytössä ollut projektikohteissa. Oikein ja huolellisesti suunniteltuna tahtijuna-aikataulusta selviää visuaalisesti ja selkeästi, millä aikataululla erialojen työt pitäisi saada tehtyä ja helpottaa töiden yhteensovitusta muiden urakoitsijoiden kanssa. Tahtiaikataulun kompastuskivi on joustamattomuus odottamattomien ongelmien edessä. Mikäli ongelmia ei kohteessa kohdata, tahtijuna-aikataulu on verraton työkalu. [2, s. 21.]

Tahtijuna-aikataulun puitteissa työnjohtajan vastuulla oli huolehtia materiaalitilaukset ja materiaalivirran hallinta kyseisen työtehtävän edellytykseksi sekä työtehtävän suorittamiseen tarvittavat pientarvikkeet tilauksineen. Aikataulu oli huolellisesti suunniteltuna tehokas työkalu kohteessa, edellyttäen että materiaalivirtojen hallinnassa ei ilmennyt ongelmia [2, s. 21]. Ongelmiksi kohteessa muodostuivat myöhästyneet kuljetukset, materiaalin saatavuusongelmat sekä inhimilliset tekijät. Logistiikan näkökulmasta puolestaan materiaalien haalaaminen kohteessa oli haastavaa, niin tilojen puolesta kuin työntekijöiden tiukkojen aikataulujen takia. Aikatauluun oli hahmoteltu suoritettavat työtehtävät neljän tunnin tarkkuudella, tarkoittaen että työpäivä oli jaettu kahteen osaan. Jokaisen päivän sisältö ilmeni aikataulusta hyvin, missä huoneessa oli tarkoitus suorittaa mitkäkin työtehtävät, ketkä urakoitsijat olivat samaan aikaan kyseisessä kohteessa ja työn alla olleen huoneen työsuoritteet. Aikataulu helpotti työtehtävien yhteensovitusta työnjohtajan näkökulmasta.

Tahtijuna-aikataulu soveltuu huomattavasti paremmin uudiskohteisiin kuin korjaushankkeisiin. Korjaushankkeissa on mahdollisesti odotettavissa pieniä tai suuria vastoinkäymisiä, puutteellisten kuvien tai lähtötietojen takia. Uudiskohteissa kuvat ja lähtötiedot pitävät lähtökohtaisesti täysin paikkansa tai poikkeavat vain hyvin vähän, ja tästä syystä tahtiaikataulun laatiminen ja noudattaminen on huomattavasti helpompaa. [2, s. 22.]

Tahtijunaan olennaisesti kuuluva tahtivaunuaikataulu oli projektikohteessa pilkottu huoneiden tarkkuudella, tahtijunan seurattessa rinnalla yhteisten ja yleisten tilojen osalta. Materiaalien tilaamisen ja haalaamisen kannalta tahditettu aikataulu on työnjohtajalle pä-

tevä työkalu, huonekohtaisten materiaalien massoittaminen ja tilaaminen käy huomattavasti kätevämmän. Toki materiaalien hallitseminen puolestaan oli haastavampaa. Tahditettujen huoneiden osalta materiaalien hallitsemisessa oli omat haasteensa materiaalityönsien puolesta. Tilatut putket olivat niin sanottuja standardimittaisia, joko kolme- tai kuusimetrisiä, ja niistä syntyvä jäte oli huolehdittava työsuorituksen jälkeen huolellisesti kierrätykseen. Materiaalihävikkiä olisi ollut mahdollista pienentää kerroskohtaisella käsivarastolla, mutta tässä kohteessa varastoa ei onnistuttu toteuttamaan ahtaiden ja ruuhkaisten tilojen takia.

3.1 Tahtiaikataulu yleisesti

Tahtijunalla tarkoitetaan erittäin tarkasti määritettyä aikataulua, jopa hotellihuonekohtaisella tasolla. Tahtivaunu puolestaan kertoo tahtijuna-aikataulun määräämän huonekohtaisen sisällön ja toimintajärjestyksen. Lisäksi projektikohteessa oli aputyökaluna käytössä jana- ja vinoviiva-aikataulu, josta ilmeni projektikohteen yleinen aikataulu sekä kerroskohtainen hotellihuoneiden valmistumisjärjestys, mikä toimi tahtijunan- ja tahtivaunu-aikataulun rinnalla. Teknisten tilojen ja nousukuilujen työt etenivät ilman erillistä määräävää aikataulua samassa tahdissa, kuin kerroksien työt etenivät teknisten asennusten osalta. Tahtiaikataulussa on ilmaistu vain yleisellä tasolla tässä kohteessa rinnalla kulkevat asennustyöt. [2, s. 21–29.]

Tahtiaikataulusta voidaan lausua, että kerros- tai huonekohtaisen aikataulun laatiminen saneeraushankkeessa ei ole täysin itsestään selvää. Työehtosopimuksen ilmoittamat normitunnit eivät esteiden ilmaantuessa ole paikkaansa pitäviä, ja näitä seikkoja silmällä pitäessä on ensiarvoisen tärkeää jättää eräänlainen joustovara aikatauluun. Tahtiaikataulu ei mahdollista työsuoritteiden odottamatonta viivästystä, ja tiukaksi määritelty aikataulu ei jouta tai mahdollista jälkikäteen suoritettavia korjaus- tai muutostöitä. Materiaalien saatavuuden, logististen haasteiden tai muiden odottamattomien esteiden ilmaantuessa käytännössä koko aikataulu täytyy rakentaa uudestaan, mikä kuormittaa projektinve-tourakoitsijaa useilla henkilötyötunneilla.

Tahtiaikataulu on hiottu ajansaatossa selkeäksi ja helposti ymmärrettäväksi tavaksi toimia ja aikataulumalli ei vaadi aiempaa kokemusta. Tahtiaikataulusta voisi yleisellä tasolla lausua, että se ohjeistaa kerran huolella suunniteltuun työtahtiin, jossa tulkinnan vara on minimoitu yhteentörmäyksien ja viivästysten näkökulmasta.

3.2 Tahtivaunuaikataulu yleisesti

Tahtiaikataulu sisälsi päiväkohtaisen vaunun, jonka asennusteknisen sisällön määritteli aikataulu ja puolestaan asennusmateriaalitarpeet määritteli jokainen itsenäinen urakoitsija aikataulun sallimissa rajoissa. Aikataulusta poikkeaminen tai töiden viivästyminen tällä toimintamallilla on mahdollista vain erittäin vähäisissä määrin [2, s. 23]. Rakennustietokortissa Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus on hyvä malliesimerkki kumulatiivisen työajan suunnittelusta ja laskemisesta.

Kuva 1 on esimerkkikuva siitä, kuinka lyhyestä ajanjaksosta on kysymys, eli vain yhden työpäivän puolikkaasta tarkoittaen neljän tunnin työsuoritetta. Tämä puskuosuus on siis tarkoitettu kaikkien urakoitsijoiden mahdollisten puutteiden tai virheiden korjaamiseen, ja ajankohdan käytöstä on sovittava hyvissä ajoin muiden urakoitsijoiden kanssa etukäteen, jotta yhteentörmäyksiltä vältytään.

Aikatauluun oli ennakkoon perehdyttävä huolellisesti, niin että jokainen urakoitsija ymmärsi, mitä työsuoritteita kyseinen ajanjakso piti sisällään. Alustavien työvaiheiden tuli olla hyvissä ajoin valmiita, jotta jokainen itsenäinen urakoitsija pystyi toimimaan aikataulun puitteissa. Jokainen urakoitsija vastasi itsenäisesti aikataulussa pysymisestä ja mahdollisista viivästyksistä oli välittömästi tiedotettava projektinjohtourakoitsijaa.

PVM		16.8.2021		17.8.2021		17.8.2021		18.8.2021	
Kerros	Huone	AP	IP	AP	IP	AP	IP	AP	IP
2	201	Konvektorin asennus	Kalusteputki asennus	Kylpyamme asennus	Kalusteiden asennus	Painekokeet	Itselleluovutus	Pusku	
2	202			Konvektorin asennus	Kondenssiputki asennus	Kylpyamme asennus	Kalusteputki asennus	Kylpyamme asennus	Kalusteiden asennus

Kuva 1. Malliesimerkki päiväkohtaisesta tahtivaunuaikataulusta.

Projektikohteen edetessä jouduttiin aikataulua hienosäätämään muiden töiden viivästy-
misten takia, ja tästä muodostui haasteita kaikille urakoitsijoille. Tahdistettu aikataulut
on ollut käytössä Suomessa jo vuosia, ja joidenkin haasteellisten korjausurakointikohtei-
den puitteissa sen käytöstä on tullut luontevaa. Aikataulusta selviää selkeästi tavoiteai-
kataulu ja se, missä järjestyksessä kukin urakoitsija suorittaa omat työtehtävänsä, näin
välttään päällekkäisyyksiltä työkohteessa, niin että jokaisella urakoitsijalla on erittäin
hyvät mahdollisuudet suorittaa työtehtävänsä keskeytyksettä ja ongelmitta. [1] Kuva 1
esittää tahdistetun aikataulun määräämän asennusaikataulun, ja siitä selviää, kuinka vä-
hän aikataulu joustaa mahdollisten ongelmakohtien korjaamiseksi.

3.3 Tahtivaunuaikataulun edut

Tahtivaunuaikataulujen edut ovat selkeät, aikataulua seurattaessa eri urakoitsijoiden vä-
liset työsuoritteet on aikataulullisesti suunniteltu etukäteen. Kommunikointia urakoitsijoi-
den välillä pyritään helpottamaan työsuoritteiden näkökulmasta, ja itse työsuoritteiden
suunnittelu vähenee huomattavasti yhteensovittamisen näkökulmasta. Mikäli aikataulua
seurataan vain työsuoritteiden näkökulmasta, on työkalu erittäin selkeälukuinen ja hel-
pottaa työnjohtajan työtehtäviä, niin työnsuorittamisen kuin materiaalivirran hallitsemisen
näkökulmasta.

Tahtivaunu- ja tahtijuna-aikataulu ovat ideaalitalanteessa, jossa ei kohdata ylitsepääse-
mättömiä esteitä, erittäin tehokkaita työkaluja ja molemmilla edellä mainituista pyritään
tehostamaan työmaalla tapahtuvaa toimintaa niin työsuoritteiden kuin logistiikan näkö-
kulmasta [2, s. 22]. Aikataulut ohjaavat tehokkaasti urakoitsijoiden toimintaa projektikoh-
teessa ja jättävät vain hyvin vähän, jos ollenkaan, tulkinnan varaa seuraavista työvai-
heista.

Tahtiaikataulu helpottaa huomattavasti logistiikan näkökulmasta materiaalivirtojen hal-
lintaa välivaraston ja työkohteiden välillä. Aikataulusta katsomalla selviää tarkalleen,
tässä kohteessa hotellihuoneen tarkkuudella, missä työkohteessa on mikäkin työvaihe
menossa. Urakoitsijoiden työnjohtajien tulee vain huolehtia etukäteen, että logistiik-
kaurakoitsijalla on käytössään materiaaliluettelo huonekohtaisesti, jotta varmasti saa-

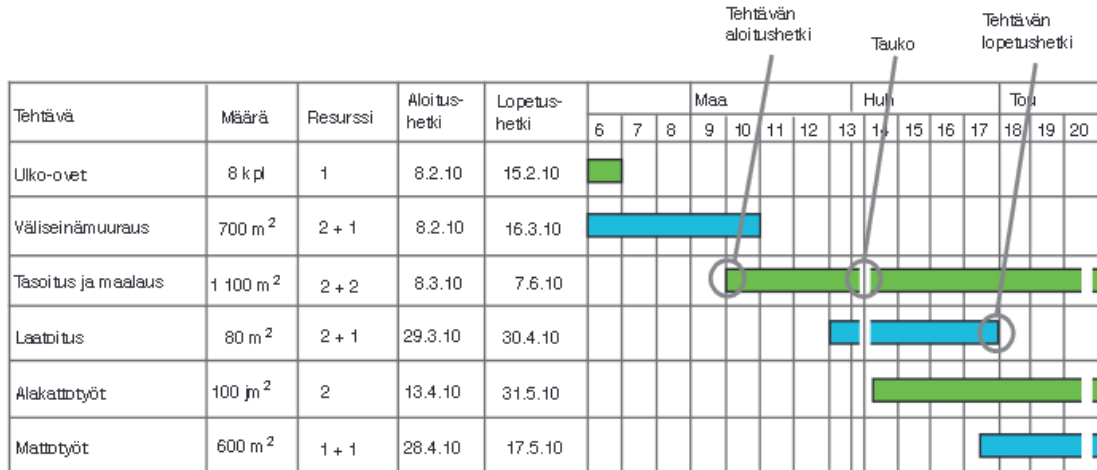
daan kaikki tarvittava materiaali valmiiksi työkohteisiin tarvittavana ajankohtana. Materiaaliluettelon laati kyseisessä kohteessa jokaisen itsenäisen urakoitsijan projektipäällikkö tai työnjohtaja.

3.4 Tahtivaunuaikataulun kompastuskivet

Tahtivaunuaikataulun suurin kompastuskivi on *force majeure*, johon on likimain mahdollonta varautua [3]. Tällä hetkellä maailmanlaajuinen pandemia vaikuttaa suoraan työsuoritteisiin, ja tahtiaikataulun puitteissa pitäisi olla aina niin sanottuja varamiehiä saatavilla. Urakoitsijan on käytännössä nimettävä jokaiseen työsuoritteeseen oma nimetty henkilö, jonka vastuulla on hänelle kohdistetun työsuorituksen suorittaminen kyseessä olevan aikataulun mukaisesti. Mikäli henkilölle sattuu onnettomuus vapaa-ajalla tai hän sairastuu, on aikataulullisesti edessä urakoitsijalla pikainen henkilön perehdyttäminen, työtarvikkeiden haalaaminen työkohteeseen, perehdytykset ja muita mahdollisia työmaalla vaadittavia suoritteita. [1]

Mahdolliset materiaalintoimitusvaikeudet ovat suuressa roolissa tarkasteltaessa tahtiaikataulua. Kaikki kohteeseen tuleva materiaali on hyväksyttävä etukäteen tilaajalla ja suunnittelijalla, ja jos hyväksyttyä materiaalia ei ole saatavilla, aikataulu ei anna periksi laisinkaan. Materiaalivirran näkökulmasta tämä tarkoittaa, että tarvikkeita pitää tilata väliavarastoon järkeviä määriä, huomioiden hävikki, mahdolliset materiaalivirheet sekä inhimilliset tekijät.

Kohteen huolellinen suunnittelu astuu myös suuressa määrin kuvaan mukaan. Huolellinen tutustumien purettavaan tekniikkaan, rakenteiden sijainnit ja paikat sekä tulevat tekniikkareitit on suunniteltava huolellisesti ennakkoon. Mikäli suunniteltuja reittejä ei ole mahdollista käyttää rakenteellisista syistä esimerkiksi, on suunnittelijan reagoitava välittömästi tai urakoitsijan kyettävä esittämään poikkeava ratkaisu suunnittelijalle. Aikataulun puitteissa ei aina ole mahdollista muokata suunnitelmia vaaditussa aikataulussa, vaan suunnitelmat päivittyvät toteutuneiden ratkaisujen perusteella.



Kuva 2. Esimerkki RT-R6031-kortin tahtiaikataulusta [2, s. 22].

Aikatauluun on mahdollisuus myös lisätä käytettävät työresurssit, jolla työnjohtajan on helppo seurata asennusvoiman ja töiden etenemisen suhdetta. Liiallisen asennustyöresurssien käyttö lisää kustannuksia, mutta ei lisää välttämättä töiden etenemisen tahtia laisinkaan. Työresurssien siirtäminen kohteen sisällä tehtävästä toiseen helpottuu kyseessä olevan esimerkkikuvan 2 mukaisen aikataulun seuraamisen myötä, jolloin henkilöresursointi poistaa ylimääräisiä projektiin kohdistuvia henkilöstöstä muodostuvia kustannuksia. [2, s. 22.]

4 Huolintapalaverit ja aikataulutus

Huolintapalaverin tarkoitus on tahtijunan aikataulutus ja vaunusisällön määrittämien työtehtävien materiaalivirtojen suunnittelu. Palaveri on tärkeä osa aikataulussa pysymisen ja töiden etenemisen suunnittelussa materiaalivirtojen näkökulmasta.

Logistiikalle puolestaan jokainen urakoitsija teki oman näköisensä toimitussuunnitelman, josta ilmeni vuorokauden tarkkuudella, mitä tarvikkeita ja materiaaleja kulloinkin tarvittiin työkohteissa. Kohde oli jaoteltu logistiikan kannalta kolmeen eri lohkokon kerroksittain, ja näille lohkoille logistiikkaurakoitsija toimitti joka aamu ennen töiden aloittamista materiaalit, jotka oli tarkoitus kyseisen työpäivän puitteissa asentaa paikalleen. Lohkot oli numeroitu yhdestä kolmeen, ja näin ollen urakoitsijoiden tarve määrittää kulloinkin työalla

olevien materiaalien täsmällinen toimitus kohteeseen ei jättänyt tulkinnan varaa ja poisti inhimillisen tekijän mahdollisen virheen kokonaisuudessaan.

Hotellihuonekohtaisia toimituksia toteutettiin ennen, kuin havaittiin sen aiheuttavan tilan ahtautta, jonka myötä urakoitsijoiden työt viivästyivät. Tilojen ahtaus, urakoitsijoiden määrä ja materiaalien määrä nousivat työmaan edetessä useissa palavereissa puheenaiheeksi, ja tätä pyrittiin parhaan mukaan parantamaan yhteistyössä kaikkien kesken.

4.1 Haastavat toimitukset

Suurien materiaalien, kuten lämmönjakokeskuksen ja kaukokylmälaitteiden, toimituksesta logistiikkaurakoitsijan kanssa käytiin oma erillinen palaveri, jossa ydinasia oli toimituksen huolellinen suunnittelu, haalausreittien läpikäynti ja nostojen riskienarviointi turvallisen työskentelyn näkökulmasta. Myös materiaalien purkaminen työmaalla oli keskuksia haalatessa useasti esillä, ja toimitusreittien hankaluuden takia jouduttiin myös turvautumaan rakenteiden kuin keskusten purkamiseen. Ennakkoon huolella suunnitellut reitit ja aukot olisivat helpottaneet monen urakoitsijan työtä, kuitenkin aikataulullisesti tähän ei tässä opinnäytetyössä oteta kantaa.

Pieniä suoratoimituksia tukkureilta saatiin erillisen purkusuunnitelman täytettyä suoraan kohteeseen, mutta tällöin ei logistiikkaurakoitsijan sopimuksen mukaan tarvinnut auttaa haalaamisessa, vaan omat työntekijät jouduttiin sitomaan haalaustehtäviin. Toimitusten nopeuden takia käytettiin vain pakollisiin toimituksiin suoratoimitusta, että työt eivät jääneet aikataulusta. Suoratoimituksissa säästettiin välivarastointi ja siitä aiheutuneet viiveet sekä haasteet. Suoratoimituksen etuihin voidaan laskea materiaalin välitön saataavuus kohteeseen, mutta negatiivisena puolena puolestaan pitää vähintään yhden, ellei useamman asentajan sitominen kyseisen lähetyksen vastaanottoon sekä haalaustehtäviin.

Purkuajat varattiin kohteessa käytössä olleella internetpohjaisella ohjelmistoa, josta ilmenivät kaikki vapaat ajat sekä purkupaikat. Purkupaikkoja kohteessa oli käytössä suuremmille kuormille kolme ja pienemmille tarvikkeille kaksi. Purkuajat alkoivat arkipäivisin kello 7:00 ja päättyivät iltapäivällä kello 15:30. Näiden aikataulujen ulkopuolella ei ollut

mahdollisuutta purkaa tai lastata ajoneuvoja lainkaan. Purkuajat olivat kestoiltaan 15 minuutista puoleen tuntiin, jona aikana kuljetuksessa ollut materiaali piti saada haalattua pois purkupaikalta.

4.2 Pientarvikevarasto

Työmaalla oli käytössä vanha kellarissa sijainnut pysäköintihalli, mutta kullekin urakoitsijalle osoitettiin vain puolet henkilöauton tarvitsemasta pysäköintiruudusta. Varastointia suuremmille materiaaleille ei ollut mahdollista toteuttaa, ja materiaalit piti kotiuttaa JIT-menetelmää käyttäen. JIT-toimitus tarkoittaa tarkkaa toimitusajankohtaa, joka on etukäteen sovittu niin materiaalitoimittajien kuin logistiikkaurakoitsijan ja materiaalin vastaanottajan kanssa. Materiaalien määrät perustuivat kokonaisuudessaan työnjohtajan näkemukseen ja tietämykseen seuraavan kahden työpäivän aikana tarvittavista materiaaleista.

Projektikohteen sijainti Helsingin keskustassa asetti tiettyjä rajoitteita purkujen ja materiaalivirtojen suhteen [3]. Purkuajat oli määrätty minuutin tarkasti ja purkupaikat suljettiin suurien materiaalien haalauksen ajaksi muulta liikenteeltä. Muun muassa tämä puolsi huomattavan paljon välivaraston käyttöä, mikäli se materiaalin koon puolesta oli mahdollista, jo pelkästään lastin purkutöiden ja haalaamiseen liittyvien asioiden näkökulmasta.

Pienvarastoon ei urakoitsijoiden tarvinnut varata purkuajankohtaa, ainoa huomioitava asia liittyi materiaalin haalaamiseen. Varaston läheisyyteen ei ollut mahdollista tuoda kuljetuskalustoa, vaan materiaali piti henkilötyövoimin kuljettaa hyödyntäen erilaisia kuljetusvälineitä. Materiaalin pituus puolestaan oli rajoitettu kolmen metrin mittaiseksi, koska parkkihallissa oli käytössä vain henkilöautoille tarkoitettut pysäköintiruudut.

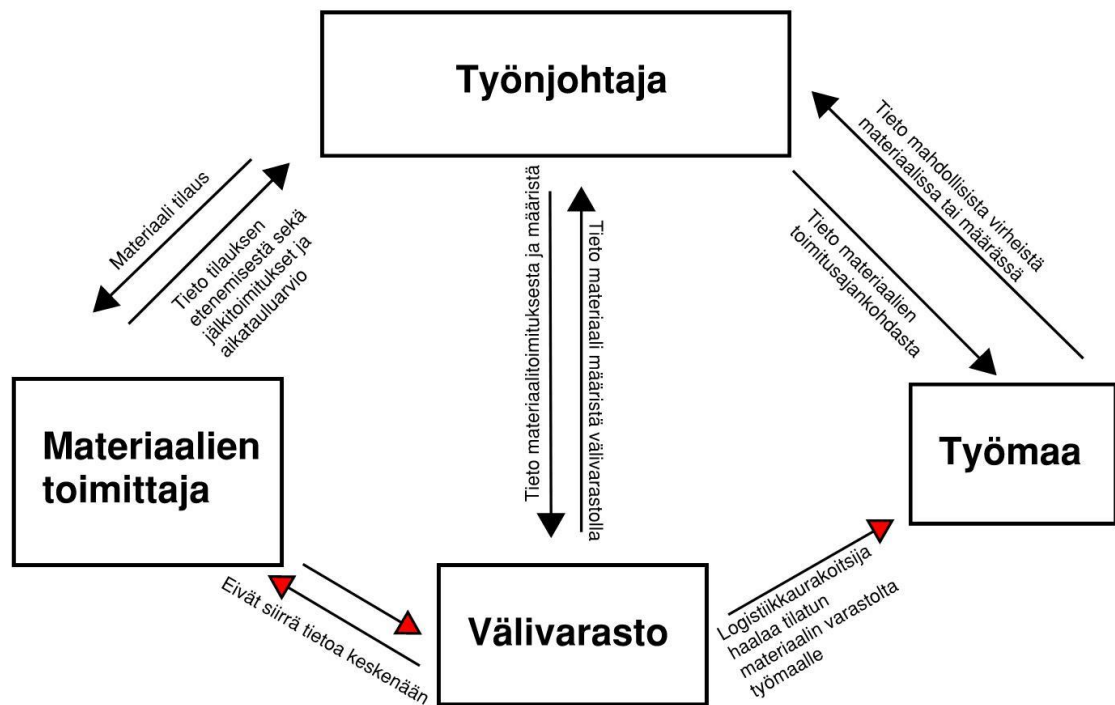
Pientarvikevarastoon säilöttävään materiaaliin ei kohdistunut rajoitteita, pois lukien palavat kemikaalit ja kaasut. Niille oli varattu omat säilöntäpaikkansa rakennuksen ulkopuolella palokuorman ja palovaaran minimoimiseksi. Kohteessa ei ollut käytössä automaattista sammutusjärjestelmää, vaan kaikki herkästi syttyvä materiaali säilöttiin niille osoitella paikalla. [4.]

Jokaisen urakoitsijan oli itse huolehdittava materiaalinsa asianmukaisesti lukittuun häkivarastoon, jotta tarpeettomalta materiaalihävikiltä säästyttiin. Pientarvikevarastoa kulkin urakoitsijalla oli mahdollista järjestellä mieltymyksensä mukaan ja myös järjestellä materiaali menekin mukaan haluamallaan tavalla.

Pientarvikevarastoon oli mahdollisuus rakennuttaa hyllyköt asennustarvikkeille tai hankkia säilömistä varten erilaisia hyllykkö- tai laatikostoratkaisuja, näistä aiheutuvista kustannuksista jokainen urakoitsija vastasi itsenäisesti [4].

4.3 Tämänhetkinen huolinnan tilanne

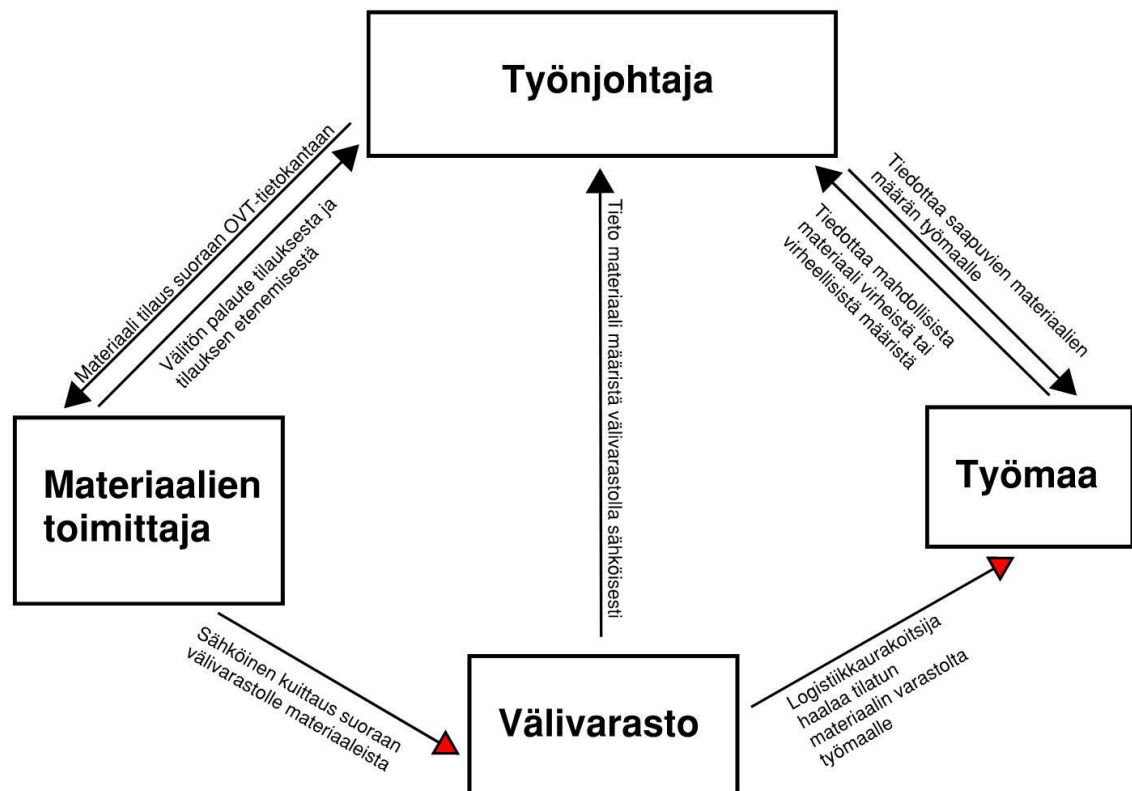
Kuvassa 3 on hahmotettu tämän hetken logistiikan ja materiaalivirtojen toimintamalli. Työnjohtajalla on keskeinen ja erittäin suuri rooli materiaalivirtojen ja tiedonsiirron hallinnassa. Tämän hetken tilanne kuormittaa työnjohtajaa huomattavan paljon ja vie aikaa muista tehtävistä työmaalla.



Kuva 3. Tämän hetken materiaalivirta ja tiedonsiirto

4.4 Reunaehdot huolinnan toiminnan parantamiseksi

Hiottu ja kevennetty materiaalivirtojen ja tiedonsiirronhallinta vaatisi tällä hetkellä yhden yhdenmukaisen ohjelmiston niin työnjohtajan, materiaalitoimittajan kuin logistiikkaurakoitsijan käyttöön. Kuvassa 4 on esitetty tämän hetken tiedonsiirron monimutkaisuutta liittyen materiaalien hallintaan, tilausten tekemiseen ja materiaalien seuraamiseen välivaraston ja projektikohteen välillä. Organisaatioiden välisen tiedonsiirron edut olisivat huomattavat materiaalien ja aikataulunhallinnassa, jälkitoimitusten seuraamisessa sekä tavarantoimittajan reaaliaikaisten varastosaldojen seuraamisessa.

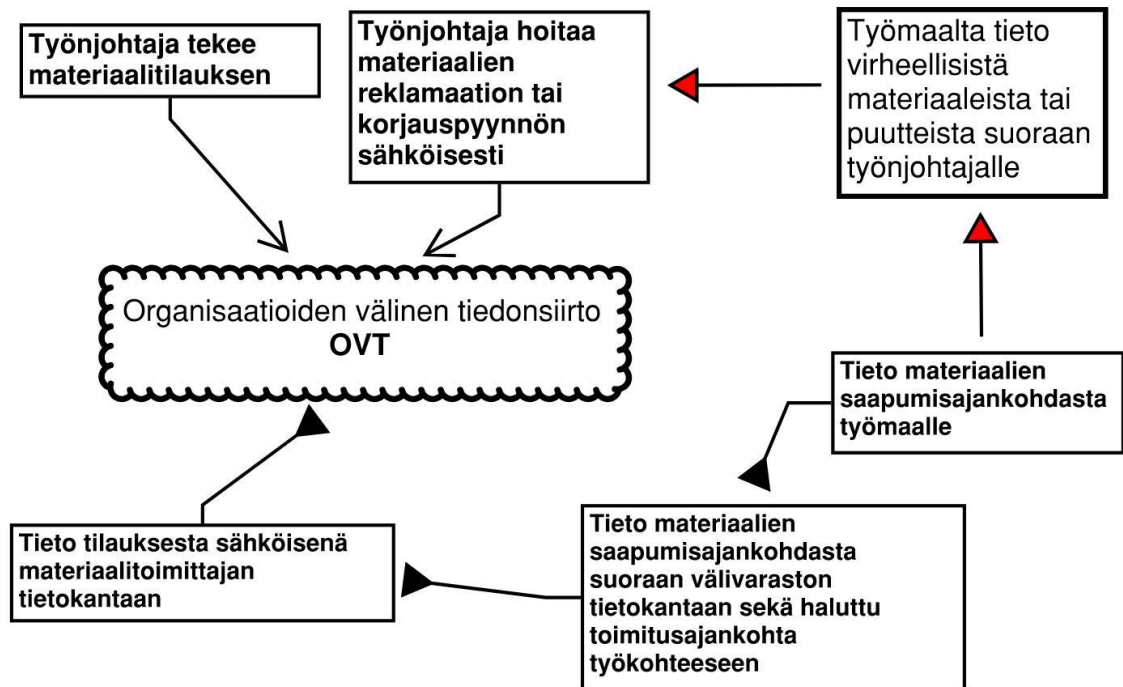


Kuva 4. Materiaalivirran ja tiedonsiirron hallinta

Reunaehdoiksi voidaan nimetä logistiikan- ja materiaalihallinnan ohjelmiston kehittäminen, urakoitsijoiden kokemusten yhteen kerääminen ja muun saatavilla olevan informaation hyödyntäminen sekä erialojen urakoitsijoiden henkilökohtaisten kokemusten ja vuosien tuoman tietotaidon hyödyntäminen ohjelmistoa kehitettäessä. Ensiarvoisen tärkeää on kerätä mahdollisimman laajalti informaatiota useista eri kohteista ja yhdistää niin positiiviset kuin negatiiviset kokemukset, jotta ohjelmistosta saadaan monipuolinen, toimiva ja kaikkia eri aloja palveleva kokonaisuus.

4.5 Huolinnan ihanteellinen toimintamalli

Ideaaliseen tilanteeseen pääsemiseksi OVT-tietokannan käyttömahdollisuuksia pitäisi pyrkiä lisäämään ja tuoda yksi yhteinen ohjelmisto yleisesti työmaille käyttöön. Materiaalivirtojen, toimitusajankohtien ja varastosaldojen tarkka seuraaminen reaaliajassa ei vaatisi työnjohtajalta kohtuutonta työmäärää.



Kuva 5. Ideaalitalanne tilausten ja materiaalivirtojen hallintaan

Muiden urakoitsijoiden ja omien materiaalien toimitusajankohtien hallitseminen olisi merkittävästi helpompaa ja päällekkäisten varausten tekemisen mahdollisuus minimoituisi, mikäli kaikilla olisi käytössä yksi yhteneväinen OVT-pohjainen ohjelmisto. Materiaalityöläjien reaaliaikainen varastosaldon seuraaminen olisi myös mahdollista lisätä yhtenä ominaisuutena OVT-tiedonsiirtoon, jolloin välttyttäisiin materiaalin jälkitoimituksilta ja niiden aiheuttamilta mahdollisilta aikataulusta myöhästymiseltä.

Kuvassa 5 esitetään, miten ideaalitalanteeseen päästäisiin pelkästään materiaalien hallinnan näkökulmasta. Ideaalitalanne vaatisi myös ohjelmiston päivittymistä reaaliajassa niin tukkureiden kuin muiden materiaalityöläjien tietokannasta. Tietokannan toimintaan ja päivittymiseen ei tässä opinnäytetyössä paneuduta sen tarkemmin. Liitteen 1 kuvassa a on selkeytetty ajatusmalli logistisen materiaalivirtojen ja materiaalin hallinnan periaatekuvaaja, jolla työnjohtajan tehtäviä pyritään yksinkertaistamaan.

5 Logistiikka

5.1 Logistiikka

Logistiikalla tässä opinnäytetyössä tarkoitetaan materiaalien ja tarvikkeiden määrien hallitsemista ja valvomista työmaalla sekä työmaan, tukkurin, valmistajan, työkohteen ja välivaraston välistä materiaali- ja tarvikevirran hallitsemista [5, s. 13]. Lisäksi logistiikalla olevien materiaalmäärien ylläpitoa sekä tarvikemäärien tilauksien suorittamista tulevien työsuoritteiden näkökulmaa silmällä pitäen. Logistiikkakokouksiin osallistuminen, tulevien työsuoritteiden materiaalien ennakkoon massoittaminen sekä materiaalmäärien hahmottelu etukäteen logistisesta näkökulmasta kuuluvat työnjohtajan toimenkuvaan.

Logistiikka projektikohteessa voidaan jakaa karkeasti kolmeen eri osa-alueeseen: tulo-, sisä- ja lähtölogistiikkaan. Tulologistiikalla tarkoitetaan urakoitsijoiden ja materiaalitoimittajien välistä kommunikointia, sisälogistiikalla materiaalivirtojen hallintaa välivaraston ja projektikohteen välillä ja ulkologistiikalla tarkoitetaan ylimääräisen tai virheellisen materiaalien logistiikanhallintaa välivaraston tai projektikohteen ja materiaalien toimittajan välillä. [4.]

5.2 Projektikohteen logistiikan osapuolet

Logistiikkaan kuuluvilla osapuolilla tässä opinnäytetyössä tarkoitetaan kaikkia urakoitsijoita, jotka hyödynsivät logistiikkaurakoitsijan ja välivaraston mahdollistamia palveluita.

Materiaalin tilaaja eli tässä tapauksessa työnjohtaja tai kärkimies, tilasi materiaalit ja tarvikkeet sekä huolehti tarvittavien materiaalien ja tarvikkeiden saatavuudesta ja saldoista välivarastolla. Työnjohtaja ja kärkimies toimivat pääosin projektikohteessa fyysisesti paikalla, seurasivat työkohteessa tapahtuvia työsuoritteita sekä suunnittelivat tulevia työsuoritteita materiaalien tarvittavuuden ja saatavuuden näkökulmasta.

Projektipäällikkö urakoitsijan edustajana vastasi materiaalien hyväksyttämistä, toimitti tarvittavat dokumentit materiaalien valmistukseen ja hyväksyttämiseen liittyen sekä huolehti urakoitsijan näkökulmasta kertyneistä logistisista kuluista. Vastasi omalta osaltaan

materiaalien hankintaan liittyneistä hintakilpailutuksista sekä niistä aiheutuneista hankintakuluista. Projektipäällikkö sopi myös toimittajien kanssa JIT-toimituksiin liittyvistä asioista sekä varmisti toimituksen neuvotteluihin liittyneistä asioista. [1]

Välivarasto ja siellä toiminut henkilökunta puolestaan varastoivat materiaalin ja huolehtivat sen huolellisesta säilytyksestä välivarastolla ja ylläpitivät materiaalisaldoja [4]. Välivarastolla sekä materiaalisaldoilla oli kyseisessä kohteessa suuri rooli tulevien asennusten sekä aikataulussa pysymisen näkökulmasta.

Välivaraston varastopäällikkö käsitteli lähetteet sekä sähköisessä muodossa että välivarastolta skannatut paperiset lähetteet. Huolehti välivaraston informaatiovirrasta sähköpostin välityksellä urakoitsijoiden ja välivaraston välillä.

Logistiikkaurakoitsija puolestaan huolehti välivaraston ja projektikohteen välisestä materiaalien kuljetuksesta ja haalaamisesta sovittuun paikkaan työmaan sisällä. Osallistui myös omasta puolestaan kokouksiin, joissa käytiin läpi tulevien materiaalien haalintaan liittyviä asioita, kuten toimitus- ja haalaussuunnitelmat.

Logistiikan aliurakoitsijat toivat logistiikkaurakoitsijalle erikoisresursseja käyttöön niin raskaiden kuin kookkaiden materiaalien kuljetukseen sekä haalaamiseen työkohteisiin. Näihin sisältyivät kurottajan tuomat mahdollisuudet nostaa materiaalia tietyistä paikoista kohteessa kiinteistön sisään sekä torninosturin, jolla puolestaan haalattiin kaikista kookkaimmat ja raskaimmat materiaalit kohteen korkeimpiin kerroksiin.

Huolinta- ja kuljetusliikkeisiin lukeutuivat tukkurin ja materiaalitoimittajan omat kuljettajat sekä materiaalitoimittajan ja tukkurin käyttämät ulkopuoliset kuljetusliikkeet. Kuljetusliikkeet vastasivat vain tukkurin sekä materiaalitoimittajan yhdessä sopimasta materiaalien kuljetuksesta välivaraston ja materiaalitoimittajan varaston välillä.

Kierrätysmateriaalista huolehtineet kuljetusliikkeet ja muut ulkopuoliset urakoitsijat vastasivat puolestaan asianmukaisesta hävikkimateriaalin toimittamisesta asianmukaisiin kierrätyspaikkoihin materiaalista riippuen. Vastasivat vain pakatun materiaalin kuljetuksesta ilmoitetun sisällön mukaan ja kuljettivat purkujätteeksi luettuja haitta-aineita kuten asbestia ja muita vaaralliseksi laskettavia materiaaleja asianmukaiseen hävitykseen.

5.2.1 Työnjohto

Työnjohto projektityökohteessa käsittää useita eri työtehtäviä, joiden oleellimmat tehtävät ovat edustaa työnantajaa ja huolehtia, että työmaa edistyy aikataulussa, annetussa budjetissa ja työnantajan etujen mukaisesti [1]. Aikataulujen lisäksi työnjohtajan velvollisuuksiin kuuluu työturvallisuuden varmistaminen ja seuranta, työmaan materiaalihankintojen varmentaminen, ellei toisin sovittu, työvaiheiden yhteensovittaminen ja erilaiset kokouskäytännöt. Kohteessa työnjohtajan tehtäviin kuului suurena osana viikoittaisten työvaihe ilmoitusten laatiminen, tulevien työvaiheiden materiaalien tilaaminen ennakkoon välivarastoon ja jatkuva materiaalisaldojen seuraaminen.

Kohteen kokoukset puolestaan vaihtelevat työmaakokouksista urakoitsijapalavereihin ja muihin niihin liitettäviin kokouksiin, joissa kuitenkin pääasiana on käsitellä työmaalla tapahtuvaa työskentelyä ja niihin liittyviä työvaiheita, jotta työt pystytään suorittamaan annetussa aikataulussa ja huolehtimaan työvoimaresursseista, joita työmaalla tarvitaan aikataulussa pysymiseen. Tarvittaessa työnjohtajan on myös organisoitava työresursseja kohteen sisällä työtehtävistä toiseen, priorisoiden kiireen ja tahtiaikataulun mukaan. Tämä asettaa omat haasteensa työnjohtajalle, koska aikataulut ovat tiukkoja, urakoitsijoita on useita ja aliurakointia käytettäessä myös kielimuuri on merkittävänä haittana. [1] Eri kansalaisuuksien kanssa toimiessa projektikohteessa, jossa kuvat ja lähtötiedot eivät aina ole pitäneet täysin paikkaansa, korostuu työnjohtajan nopea reagointikyky ja ammattitaito merkittävästi.

Projektikohde oli jaettu kahteen omaan urakkaansa, lämmitys- ja putkiurakkaan, joiden molempien työsuoritteista vastasi yksi tai tarvittaessa kaksi työnjohtajaa. Urakat oli tilaajan tahdosta jaettu kahteen omaan urakkaansa, ja työnjohtajan oli pidettävä tarkasti huolta, niin lisä- kuin muutostöiden näkökulmasta, että kyseiset lisäkulut kohdistuivat oikean urakan alle. Taulukossa 1 on esimerkkejä siitä, mistä kuluja projektikohteessa syntyy. Henry Joas on tutkinut diplomityössään kustannusten hallintaan liittyviä laskelmia ja käy datan keräämistä läpi erittäin tarkasti [5, s. 59].

Työnjohtajan kannalta materiaalivirran kahteen omaan urakkaan jakaminen ei vaikuttanut taloudellisesti tai kuormittamalla millään tasolla, vaan logistiikkaurakoitsija kuljetti työnjohtajan kotiuttaman materiaalin molempien urakoiden osalta työkohteeseen samalla tavalla kuin muillakin urakoitsijoilla.

Taulukko 1. Esimerkki logistiikan kustannusten synnystä ja jyvittämisestä.

Kustannusten jyvittyminen logistisiin palveluihin liittyen			
	Työtehtävä	Aika	Kustannus
Logistiikan työnjohto	Siirtojen suunnittelu	1	45€ / h
Haalaushenkilöstö	Materiaalien haalaaminen	2	30€ / h
Nostopalvelut	Materiaalien nostot	1	100€ / h
Jätteiden kuljetus	Jätteiden siirrot	1	30€ / h

5.2.2 Tukkuri tai materiaalin toimittaja

Tukkurilta tai materiaalitoimittajalta voidaan tilata tarvittavat materiaalit toimitettavaksi työmaalle kuten tässä tapauksessa, välivarastoon. Projektityömaalla käytettiin pääasiallisesti vain kahta tukkuriä toimittamaan lämmitys- ja putkiurakan materiaalit. Tukkureiden määrää vähentämällä pyrittiin saamaan materiaalivirrat pysymään hallinnassa valvonalla. Työmaa käsitti 352 hotellihuonetta kalusteineen, uudet kaukolämmön ja kaukokylmän alajakokeskukset sekä huomattavan määrän muuta LVI-talotekniikkaa [3]. Tukkuurille puolestaan tämä kohde tarjosi huomattavia haasteita materiaalien jäädessä jälkitoimitukseen ja saapuessa tämän jälkeen pienissä erissä kerrallaan välivarastoon. Kohteessa ei ollut mahdollisuutta hyödyntää OVT-tiedonsiirtoa johtuen rajoittuneista ohjelmistoista, jotka olivat vielä osittain kehitysasteella. Käytetyt tukkurit eivät luovuttaneet dokumentointeja eivätkä dokumentteja toimintamalleistaan käytettäväksi tässä opinnäytetyössä.

5.2.3 Purkuajat

Työmaaolosuhteissa purkuajalla tarkoitetaan tukkurilta tilattujen tuotteiden toimitusaikaa kohteeseen tai muuhun määritettyyn toimituspisteeseen. Tällöin tulee suurissa kuormissa olla paikalla tarvittava kalusto kuorman purkamiseen. Logistiikkaurakoitsija oli määrännyt hyvin tarkat toimitusajat, joiden puitteissa materiaalivirtaa oli mahdollista hallita projektikohteen ja välivaraston välillä. Toimitusajat eivät olleet neuvoteltavissa, aikataulut perustui logistiikkaurakoitsijan ja välivaraston välisen inventaarion säilymiseen paikkaansa pitävänä ja huolintaliikkeiden aikatauluihin. [4]

Purkuja suunniteltaessa työmaalle oli huomioitava myös Helsingin keskustan liikenne ja sen asettamat vaativat haasteet; huolintaliikkeiden kalusto vaihteli pakettiautoista kuorma-autoihin. Logistiikkaurakoitsija hoiti kotiin kutsutut materiaalit erittäin hyvin siitä riippumatta, oliko kyseessä inhimillinen ajatusvirhe tai kirjoitusvirhe järjestelmässä.

Aikatauluihin vaikuttivat työmaan edetessä jälkitoimitukseen jääneet materiaalit, ja näissä tapauksissa jouduttiin osittain luopumaan ajoittain järjestelmän käytöstä. Näissä muutamissa poikkeustapauksissa jouduttiin ottamaan käsivarasto käyttöön kohtuullistamaan urakoitsijoiden välistä aikatauluun vaikuttavaa toimitusten hankaluutta. Käsivaraston tilavuuden vuoksi suuria materiaali- tai suurikokoista kalustoa ei ollut mahdollista varastoida työkohteessa, vaan tarpeen vaatiessa tuli suunnitella erityisjärjestelyjä säilytystä varten.

Purkuajat olivat erittäin voimakkaasti rajoittava tekijä projektikohteen aikataulussa pysymisen kannalta, ja urakka vaati työnjohtajalta erittäin tarkkaa keskittymistä sekä etukäteen suunnittelua, jotta turhilta viivästyksiltä säästyttiin.

5.3 Logistiikka projektityökohteessa

Kohteen projektityömaan logistiikkaa ja välivarastointia hoitaa ulkopuolinen urakoitsija, ja työnjohtajien on tarkoitus huolehtia muilta osin työmaan materiaaliarpeista. Kohteessa itsessään ei ollut mahdollisuutta säilöä materiaaleja työkohteessa siinä volyymissa, kuin olisi ollut ihanteellista, työmaan sijainnin ja varastointimahdollisuuden puuttumisen vuoksi. Helsingin keskustan vanhat rakennukset ovat tiloiltaan erittäin suppeita, ja nämä seikat aiheuttavat huomattavia logistisia haasteita. Työt on ajoitettava tarkasti, ja materiaalivirta on huomioitava päiväkohtaisella tarpeella, huomioiden että kohteessa oli 3 vuorokauden viive kotiinkutsusta siihen, että materiaalit ja tarvikkeet ovat työmaalla käytettävissä. Kotiinkutsulla tarkoitetaan materiaalin kuljetuspyyntöä välivarastolta kohteeseen ja mahdollisuuksien mukaan materiaalin haalaamista työkohteeseen, esimerkiksi työn alla olleeseen hotellihuoneeseen. Materiaalin koko puolestaan vaikutti omalta osaltaan siihen, kuinka tarkasti toimitus pystyttiin rajaamaan sopimuksen puitteissa kohteen sisällä. Suurien tarvikkeiden kuten kylpyammeiden ja konvektorikoneiden kotiuttaminen hotellihuoneen tarkkuudella ei onnistunut ahtaiden kulkuväylien ja pienien tilojen

vuoksi. Muu materiaali voitiin kotiuttaa työsuoritteiden vaatimalle paikalle, niin yleisiin tiloihin kuin tekniikkakuiluihin.

Logistiikkaurakoitsijalla oli kohteessa noin 10–15 työntekijää, joiden pääasialliset tehtävät olivat materiaalin haalaus ja yleinen puhtaustason ylläpitäminen. Yleisellä puhtaanapidolla tarkoitetaan vain rakennuspölyn poistoa, muiden jätteiden lajittelu- ja poiskuljettaminen kohteen kierrätyspisteisiin kuului jokaiselle urakoitsijalle itselleen. Logistiikkaurakoitsijalla oli kohteessa vain rajoitetusti koneita käytettävissä ahtaiden tilojen ja ahtaiden kulkuväylien takia. Suurin osa haalauksista suoritettiin henkilövoimin, hyödyntäen erilaisia kuljetukseen tarkoitettuja kärryjä ja väkipyöriä.

5.4 Vaihtoehdot työmaan logistiikassa

Oman logistiikan käytöstä ollaan montaa mieltä. Hallinnallisesti johtajien suorassa alaisuudessa toimimisesta voidaan lausua seuraavaa: kustannukset ovat suuremmat kuin ulkoistetussa logistiikassa, mutta vastapainona oma logistiikka on huomattavasti helpompaa hallita yrityksen sisällä. Sisäinen logistiikka tässä projektityömaassa käsittää yhden työntekijän ja yhden auton, jotka ovat olleet yrityksen palveluksessa jo vuosikymmenen ajan.

Ulkoistetun logistiikan puolesta on yrityksessä otettu huomioon käytettävyys, saatavuus ja kustannustehokkuus. Projektityömaalla toimi logististen palveluiden tuottajana oma ulkoistettu yritys. Ulkoistettu urakoitsija oli erittäin kiinnostunut kehittämään ohjelmistoa ja toimintaa koko projektikohteen ajan, ja tämä puolestaan helpotti monien urakoitsijoiden toimintaa sekä edesauttoi urakan valmistumista aikataulun puitteissa. Haasteita kohteessa kohdattiin aluksi, ennen kuin logistiikkaurakoitsija nimesi kohteeseen pysyvän työnjohtajan, joka otti vastuun logistiikkaan liittyvistä tehtävistä.

Kohteessa oli ennakkoon määritelty JIT-toimintamalliin sidottu toimitusaikataulu, josta logistiikkaurakoitsija oli velvoitettu huolehtimaan. Toimitusaika välivarastolta kohteeseen oli 3 vuorokautta, mikäli kotiutuspyyntö materiaalille oli tehty kyseisenä päivänä ennen kello 14:ää, muussa tapauksessa materiaalin sai vasta neljän vuorokauden kuluttua kotiutuspyynnöstä kohteeseen.

OVT-tiedonsiirron puuttuessa kaikki materiaaliin liittyvä logistiikka hoidettiin internetpohjaisella käyttöliittymällä manuaalisesti, ja työnjohtajan oli omasta puolestaan huolehdittava, että kaikki materiaali kotiin kutsuttiin välivarastolta ajallaan projektikohteeseen.

5.5 Optimaalinen logistiikka

Työmaa ei toimi ilman logistiikkaa. Pahimmassa tapauksessa toimimaton logistiikkajärjestely työmaalla voi tarpeettomasti viivästyttää kohteen valmistumista, mikä voi suorasti vaikuttaa kohteen urakoitsijoiden resursseihin ja talouteen. Organisoimalla huolellisesti logistiikkaan kuuluvat tehtävät pystytään takaamaan hyvä, toimiva ja luotettava logistinen ketju urakoitsijoiden käyttöön.

Jotta logistiikka voi toimia työmaalla, tulee tiedonkulkuyhteyksien olla toimivia ja yleisen tiedonkulun tilauksista toimituksiin olla helposti käytettävissä. Tukkurin tulee kyetä toimittamaan tarpeelliset materiaalit ja tarvikkeet ongelmattomasti työmaan logistiikalle ja välivarastoon. Työmaan logistiikan tulee olla tietoinen varastoinnista ja haalauksista työmaan sisällä. Työnjohdon ilmoittaessa sisäiselle logistiikalle haalustarpeen työmaan varastolta työkohteeseen, tulee logistiikalla olla tarpeellinen henkilökunta työn suorittamiseen ilman että se vaikuttaa mahdollisiin kuormien purkuun. Logistiikalla tulee olla tarpeellinen kalusto materiaalien kuljetukseen, jolloin haalausprosessi voidaan suorittaa nopeasti, tehokkaasti ja turvallisesti. Myöskään materiaalin koko ei saisi vaikuttaa logistiikkaurakoitsijalta pyydettyyn haalaukseen, vaan logistiikkaurakoitsijan itse tulee huolehtia haalausreiteistä, tarvittavista nostoihin liittyvistä apuvälineistä sekä riittävästä henkilöstöstä, jotta haalaus voidaan suorittaa turvallisesti ilman minkäänlaista loukkaantumisen riskiä.

Optimaalinen logistiikka tässä tapauksessa vaatisi kehitystyötä ohjelmistopuolella, niin logistiikka- kuin muidenkin urakoitsijoiden näkökulmasta. Vielä kehitysasteella olevat ja vaiheittain valmistuvat ohjelmistot on syytä huolellisesti testata kontrolloidussa ympäristössä, jossa muuttujien hallinta on helposti ja kohtuullisella työajalla toteutettavissa. Kontrolloidussa ympäristössä olisi muuttujien hallinta ja odottamattomien simuloitujen vastoinkäymisten hallinta logistiikan kannalta edullista, ja näin saataisiin varmistettua toimiva pohja ideaaliselle logistiikalle ennen tuotteen viemistä urakointikohteisiin.

Optimimaalisen logistiikan kehittämiseen vaadittaisiin myös osallistujilta kokemuspohjaisia näkökulmia, koska tilanteet elävät kohteittain hyvinkin erilaisella rytmillä ja tahdilla. Ihannetilanteen ja epäedullisen tilanteen ero saattaa olla vain kohteen sijainnista, huolintaliikkeen virheestä tai muusta pienestä inhimillisestä tekijästä kiinni. Tästä näkökulmasta ohjelmiston kehitykseen olisi siis syytä ottaa mukaan kokeneita urakoitsijoiden edustajia, jotta logistiikan ihannetilanteeseen joskus päästäisiin ja tilanteen mahdollistavasta ohjelmasta saataisiin mahdollisimman tehokas työkalu urakoitsijoiden käyttöön.

6 Työnjohtajien rooli logistiikassa

Työnjohtajat ovat merkittävässä roolissa kohteen valmistumisessa aikataulun määrittämissä rajoissa [1]. Päivittäisiin työtehtäviin logistiikan parissa kului muutamista tunneista kokonaiseen työpäivään. Työtehtäviin sisältyi myös tarvittaessa tulevan viikon työsuoritteiden läpikäynti niiltä osin, kuin suunnitelmat olivat mahdollisesti muuttuneet, haalattavan materiaalin läpikäynti sekä mahdollisesti yhdessä suunniteltava haalausreitien suunnittelu.

Tärkeimpiä työtehtäviä olivat kuitenkin ennakoita tulevat työt, huolehtia niihin kaikki asennusmateriaali itsenäisesti sekä tarkastaa kohteeseen saapunut materiaali kärkeimiehen kanssa, niiltä osin kuin se oli mahdollista ajan ja muiden työtehtävien salliessa. Työnjohtajilla oli myös joka toinen viikko palaveri logistiikkaurakoitsijan kanssa etäyhteydellä, jossa käytiin läpi tulevia materiaaliavirtoja yhteisvoimin, jotta logistiikkaurakoitsija osasi vastata tarvittavista resursseista omasta puolestaan. Materiaalin määrä, välivarastointi ja haalaaminen työkohteeseen vaati sekä työnjohtajalta että logistiikkaurakoitsijalta omat huolelliset työpanoksensa ja yhdessä mietityn toimintajärjestyksen. Materiaalin fyysinen koko ja massa piti selvittää etukäteen, jotta materiaalia tarvitsi mahdollisimman vähän siirrellä kohteen sisällä, mistä olisi muodostunut niin kutsuttua ylimääräistä työtä, niin logistiikkaurakoitsijalle kuin mahdollisesti myös urakoitsijalle.

Materiaaleja toimitettiin eri urakoitsijoille useamman henkilön voimin logistiikkaurakoitsijan toimesta, ja työmaalla toimi useita kymmeniä eri alojen itsenäisiä urakoitsijoita, jotka tarvitsivat huomattavia määriä materiaalia päivittäin työkohteissaan. Tämän vuoksi oli

erittäin tärkeää ylläpitää aktiivista keskustelua työnjohtajien keskuudessa aikataulutuksen mahdollistamiseksi. Logistiikan yhteiset palaverit toimivat myös tehokkaana apuvälineenä työnjohtajien välisessä kommunikoinnissa, työtehtävien yhteensovituksessa sekä logistiikan hallinnassa. Sähköposti oli suuressa osassa eri urakoitsijoiden välisessä kommunikoinnissa sekä työtehtävien yhteensovittamisessa siinä määrin, kuin työtehtäviä piti sovittaa yhteen.

Projektikohteessa toteutussuunnitelmia päivitettiin keskimäärin kerran viikossa, ja työnjohtajan tuli itsenäisesti huolehtia logistiikan toimimisesta ja varmistaa jatkuvasti, että saatavilla oli aina uusimmat ja ajan tasalla olevat kuvat. Kuvien päivittyessä oli nopeasti reagoitava materiaalimuutoksiin sekä muihin mahdollisiin muutoksiin ja huolehdittava siitä, että muuttuneita materiaaleja oli järkevissä määrin kotiutettavissa välivarastolta. Kuvien muutoksien myötä työnjohtajan oli laadittava uusi toimitussuunnitelma muuttuneiden materiaalien takia ja toimitettava se viipymättä logistiikkaurakoitsijan käyttöön.

Työnjohtajan tuli huolehtia myös toimitusviiveestä, joka syntyi materiaalitoimittajan, välivaraston ja kotiinkutsun muodostamasta viiveestä, joka vaihteli vuorokaudesta kolmeen vuorokauteen. Mikäli materiaali oli pientä ja massaltaan kohtuullisen kevyttä, sitä saatettiin myös kuljettaa omalla kuljettajalla poikkeustilanteessa projektikohteeseen ja tästä tuli informoida logistiikkaurakoitsijaa, jotta päällekkäisiltä purkutapahtumilta säästyttiin.

Työnjohtajan huolellinen materiaalisuunnittelu myös vähensi tarvetta lähettää yksittäistä henkilöä tai omaan kuljettajaa hakemaan pientarvikkeita kesken työpäivää tukkurilta ja säästi resursseja muihin kiireisiin työtehtäviin. Näin toimittuna myös ylimääräisten kustannusten määrää pystyttiin kontrolloimaan taloudellisesta näkökulmasta tehokkaammin. Suunnitelmien muuttuessa työnjohtajan oli kuitenkin tarvittaessa turvauduttava muiden henkilöiden kuljetus- ja haalauspalveluihin puuttuvien materiaalien osalta niin, ettei kuitenkaan logistiikan toiminta häiriintynyt taulukon 2 esimerkkien mukaan, kohteeseen saapuvien pientarvikkeiden ja materiaalien toimitusten osalta. Ennalta ennakoimattomien saapuvien materiaalien määrästä ja purkupaikasta tuli työnjohtajan ilmoittaa ja neuvotella logistiikkaurakoitsijan edustajan kanssa viipymättä.

Taulukko 2. Materiaalivirtojen hallintaan liittyvä toimitusaikataulut.

Toimittaja	Viive vuorokausissa
DAHL Oy	2
Onninen Oy	2
Välivarasto	3
Logistiikkaurakoitsija	1
Työmaavarasto	0
Oma kuljettaja	0

Taulukossa 2 on malliesimerkki työmaan materiaalivirran hallintaan vaikuttavista viiveistä vuorokausissa. Työnjohtajan osuus toimitusviiveen minimoimisessa ja materiaalin saatavuuden varmistamisessa oli merkittävä aikataulussa pysymisen saavuttamisessa. Tilausten tahditus ei mahdollistanut viivästyksiä, mikä puolestaan toi omia haasteita materiaalivirtojen hallitsemisessa.

Projektikohteessa on käytössä Congrid-raportointiohjelma, johon jokainen ongelman havainnut urakoitsijan työnjohtaja oli velvollinen kirjaamaan havaitsemansa virheen. Myös kohteessa toimineiden eri alojen valvojen ja projektinjohtourakoitsijan edustajien tuli raportoida havaitsemansa ongelmatilanteet. Havaitut virheet tai puutteet osoitettiin projektinjohtourakoitsijan toimesta eteenpäin asianomaisen työnjohtajan tietoisuuteen. Virheen tai puutteen korjaamiseen oli ennalta määrätty vuorokauden mittainen korjausaika, jonka aikana havaittu virhe tai puute oli saatava poistettua. Tästä korjausajasta ei ollut mahdollista poiketa, ja työnjohtajan velvollisuuksiin kuului osoittaa virheen tai puutteen korjaava henkilö välittömästi. Congrid-ohjelmalla oli pääpainonaan keskittyä työturvallisuuden vaikuttaviin asioihin varmistuen, että jokaisella urakoitsijalla oli mahdollisuus suorittaa työtehtävänsä turvallisesti ilman poikkeuksia. Congrid-sovelluksen raporttiin tai havaintoon perustuvaan raportin käyttöön ei myönnetty lupaa tätä opinnäytetyötä varten.

7 Inventointi

Materiaalien inventointia projektikohteessa suoritettiin päivittäin kärkimiehen toimesta. Inventointi itse työkohteessa oli suhteellisen pientä määrällisesti rajallisen varastointitilan vuoksi. Inventointi työkohteessa sisälsi yhden rullakon sekä asennuskohteissa olevat tarvikkeet. Suurempien materiaalien osalta tuli pitää kirjanpitoa välivaraston saldotilanteesta apuohjelmien sekä oman kirjanpidon avulla. Välivarastolla ei ollut mahdollisuutta tarkastaa varastoitujen materiaalien määrää henkilökohtaisesti, vaan apuohjelmistot vastasivat täysin välivaraston ylläpidosta. Välivarasto palveli kaikkia kohteen urakoitsijoita rajallisella resurssimäärällä. Inhimillisten tekijöiden mahdolliset virheet kostautuivat hyvin nopeasti, koska välivarastolle ei ollut mahdollista mennä tekemään inventointia.

Materiaalisaldoissa välivarastolla käytettiin vain tukkureiden ja materiaalitoimittajien mukana lähettämiä materiaaliläheteitä. Hyvin pakattujen pientarvikkeiden ja materiaalien inventointia ei suoritettu vaan välivarastolla luotettiin toimittajien läheteisiin. Kohteen edetessä vain muutamissa lähetyksissä havaittiin inhimillisiä virheitä materiaalimäärissä ja nämä tilanteet korjattiin välittömästi työnjohtajan ja materiaalitoimittajan yhteistyössä. Tämän vuoksi materiaalipuskuri välivarastolla oli huomattavan tärkeässä osassa, niin taloudelliselta kuin aikataulussa pysymisen näkökulmalta. Mikäli tarvittavaa materiaalia ei olisi ollut saatavilla välivarastolta, olisi aikataulun puitteissa toimiminen ollut mahdollista, ja tämä olisi näkynyt välittömästi aikataulun viivästymisenä ja lisännyt kuluja mahdollisesti myös muille urakoitsijoille.

Materiaalitoimittajien ja tukkureiden huolelliseen materiaalin pakkaamiseen ja pakkausläheteiden laatimiseen ei kohteessa ollut mahdollisuutta vaikuttaa. Määrät olivat tukkureiden ja materiaalitoimittajien omassa harkinnassa, niin massan kuin koonkin puolesta. Massoihin ja kokoihin ei ollut asetettu välivaraston osalta laisinkaan rajoituksia.

8 Jätteiden lajittelu ja käsittely

Materiaalien toimituksesta ja asennuksesta syntynyt jäte oli projektikohteessa kierrättämisen kannalta merkittävässä osassa. Kohteessa ei ollut niin kutsuttua sekajäteastiaa

tai siirtolavaa lainkaan, vaan kaikki syntynyt jäte piti lajitella, ja logistiikkaurakoitsija hoiti lajitellut jätteet asianmukaisesti eteenpäin. [6, s. 8–10.]

Kohteessa syntyi tavallisesta korjaushankkeesta poiketen huomattavasti vähemmän jätettä, kertoi kohteen valvoja haastattelussa [4]. Jätteiden asianmukainen lajittelu ja hävittäminen säästää ympäristöä sekä rakennusaikaisia kuluja verrattuna sekajätteen asianmukaiseen hävittämiseen, joka on kalliimpaa kuin hyötykäyttöön menevän energijätteen. Myös ympäristövaikutus on huomioitava nykypäivän rakennushankkeissa. Jätteiden lajittelussa oli oikeastaan ainoa mittari käytössä projektikohteessa, ja muuta logistiikkaa ei mitattu millään menetelmällä, vaikka tiedostettiin, että jonkun mittarin käyttö tehokkuuden parantamisessa olisikin ollut suositeltavaa [6, s. 9].

9 Logistiikkaohje

Tämän opinnäytetyön toissijaisena tarkoituksena oli tuottaa logistiikkaohje Boctok Oy:n käyttöön vastaavilla työmailla tulevaisuudessa. Logistiikkaohje on esitetty alla.

Ryhdyttäessä tai suunniteltaessa materiaalien hankkimista tai toimitusta tulee luoda logistiikanhallintasovellukseen henkilökohtaiset käyttäjätunnukset. Ongelmatilanteita varten on suotavaa olla kirjautumissivulla yhteystiedot, kuka ylläpitää kyseistä ohjelmaa tai internetsivustoa. Ongelmatilanteissa tulee reagoida kohtuullisessa ajassa sujuvan työkentelyn mahdollistamiseksi. Tukipalvelut tietoteknisissä ongelmatilanteissa tulee ohjeistaa, ja tukipalveluiden yhteystietojen tulee olla jokaisen työntekijän saatavilla.

Materiaalitoimitukset

Toimintatapa selvitetään ennen materiaalin tilaamista välivarastoon, jos organisaatioiden välistä tiedonsiirtoa ei ole mahdollista hyödyntää. Mikäli organisaatioiden välistä tiedonsiirtoa ei ole mahdollista tilapäisistä syistä käyttää, tulee materiaalien tilauksen jälkeen välittömästi täyttää tieto toissijaiseen ohjelmistoon tai järjestelmään käytetyiden materiaalien määrä, toimituksen tilavuus ja paino, jotta välivarasto osaa organisoida oman toimintansa materiaalin vastaanottamiseen ja varastointiin.

Suosittelavaa on täyttää materiaaleille purkusuunnitelma välivarastoon 1–2 vuorokautta aikaisemmin, mikäli mahdollista, huomioiden muut urakoitsijat ja sisäisen logistiikan työkuorman. Omaan urakkaan kuuluvat tilaukset tulisi yhdistää, ja välttää useita tilauksia, mikäli kertatilaukset on mahdollista yhdistää kohtuullisella vaivalla. Yhden tilauksen käsittely välivarastolla ja kuljetuksissa helpottaa ja selkeyttää materiaalivirran valvomista.

Materiaalin kotiuttaminen välivarastosta

Välivarastolle on annettava mahdollisuus yhteen tai jopa kahteen työpäivään siirtää ja valmistella lähtevä materiaali varastolta, jolloin kotiinkutsu on tehtävä kahta vuorokautta aikaisemmin, kuin materiaalin odotetaan saapuvan työmaalle. On huomioitava myös mahdolliset ruuhkat purkupaikoilla ja varmistettava organisoitiohjelmasta, että purkupaikka on käytettävissä eikä ole varattu esimerkiksi pumppuautolle tai vastaavalle toiminnalle.

Materiaalien toimitus työpisteeseen

Täytettäessä purkusuunnitelmaa työkohteeseen tulee määrittää materiaalien purulle tarkempi sijainti, esimerkiksi huone-, nousukuilu- tai varastonumero, jolloin logistiikkaurakoitsija osaa toimittaa materiaalin oikeaan paikkaan. Tällä toiminnalla säästetään resursseja ja vältetään tilannetta, jossa tarpeellisia tarvikkeita joudutaan jäljittämään työmaalla. On varmistettava, että kyseisessä purkupaikassa tai kohteessa ei ole muiden urakoitsijoiden varaamia materiaaleja tai tarvikkeita. On myös kirjattava vastaanottajan yhteystiedot, mikäli toimituksessa tai materiaalien määrässä ilmenee kuljetuksesta, tukkurista tai varastoinnista johtuva erotus tai sisäisellä logistiikalla on tarve ottaa yhteyttä vastaanottajaan.

Omatoimiset materiaalitoimitukset

Kun kyseessä on pientarvikkeiden omatoiminen toimitus projektityömaalle, ohjelmistoon on kirjattava purkuaika, josta ei tule poiketa aikatauluristiriitojen välttämiseksi. Mikäli kuljetus viivästyy tai estyy, on siitä viipymättä ilmoitettava logistiikkaurakoitsijalle, jolloin yritys pystyy riittävän ajoissa organisoimaan mahdolliset aikataulumuutokset. Myöhästy-

nyttä kuljetusta ei vastaanoteta työkohteeseen ilman etukäteen toimitettua ja hyväksyttyä ilmoitusta, muiden kuljetusten aikataulujen ylläpitämisen takaamiseksi. JIT-toimintamalli ei mahdollista suuria joustoja vaan noudattaa tarkkaa toimitusaikataulua. Urakoitsija on velvollinen rahallisiin korvaamuksiin, mikäli poikkeaa annetuista säännöistä tai aikatauluista.

Nosto ja haalaus suurille materiaaleille

Suurien ja raskaiden materiaalien haalaukset ja nostot tulee suunnitella kirjallisesti ja toimittaa kahta vuorokautta aiemmin logistiikkurakoitsijan käytettäväksi. Huomioitavaa on, että raskaita materiaaleja varten on varattava tarpeelliset laitteet ja työkoneet ennakoon, suunniteltava haalausreitti yhdessä urakoitsijan kanssa ja käytävä turvallisen työn suunnitelma läpi yhteistyössä osallisten urakoitsijoiden kanssa. Raskaat nostot, aluerajaukset ja liikenteen ohjaamisen hoitaa logistiikkurakoitsija itsenäisesti ohjeistettuna. Raskaista nostoista tulee olla aina kirjallinen lupa työmaan pääurakoitsijalta.

Kuljetuksessa tai haalauksessa vaurioituneet materiaalit

Mikäli työkohteessa havaitaan, että materiaali on vaurioitunut kuljetusketjun aikana, on tästä viipymättä ilmoitettava logistiikkurakoitsijalle, myyjäliikkeelle sekä suoraan tavaran toimittajalle. Reklamaatio tulee tehdä jokaiselle osapuolelle välittömästi vahingon havaitsemisen jälkeen tilanteen selvittämiseksi.

Palaverit ja kokouskäytännöt

Urakoitsijat on viikoittain velvoitettu osallistumaan Last Planner -palaveriin, joissa käydään tulevia työsuoritteita läpi kaikkien urakoitsijoiden kesken. Osallistumatta jättämisestä seuraa urakkasopimuksessa määritetty sakko tai muu rangaistus.

Tarkoituksena näissä palavereissa on käydä tulevat työsuoritteet, niihin tarvittavat materiaalit ja mahdolliset väliaikaiset sijoituspaikat niin, että kaikilla urakoitsijoilla on turvallista työskennellä, ja pyritään varmistamaan työvaiheiden aikataulutuksen yhteensopiisuus logistiikan resurssien kanssa. Last Planner -palavereissa sovitaan työkohteiden

käytännöistä sekä materiaalien väliaikaisesta varastoinnista niin, että siitä ei koidu välillistä tai välitöntä haittaa muille urakoitsijoille. Ajankohta seuraavan viikon palaverille ilmoitetaan jokaisen palaverin lopussa, ja jokainen osallistuja vastaanottaa kutsun sähköpostitse. Urakoitsijoiden tulee valmistautua ja suunnitella omat työtehtävänsä ilmoitettavaksi seuraavalle viikolle Last Planner -palaverissa. [7]

Palavien ja myrkyllisten materiaalien toimituksesta täytyy aina poikkeuksetta tehdä viikkoa aikaisemmin toimitussuunnitelma ja toimittaa haitallisten aineiden turvallisuuskortti. Palavia ja muita vaarallisia aineita ei saa toimittaa pientoimituksena suoraan työmaalle, vaan nämä ketjutetaan aina välivaraston kautta turvallisuuden takaamiseksi.

Logistiikkaa koskevat yleiset ehdot

Logistiikka vastaa välivaraston ja työkohteen sekä työmaan sisäisestä materiaalin haa-laamisesta. Mikäli materiaalia joudutaan muista johtuvista syistä siirtämään työmaalla, tästä syntyvät kustannukset osoitetaan kyseisen materiaalin hankkineelle yritykselle tai urakoitsijalle. Työmaavartiointi työpäivän aikana sisältyy logistiikkaurakoitsijaan palveluihin, mutta pienvarastointi työmaalla on jokaisen urakoitsijan itse hoidettava. Logistiikkaurakoitsija ei toimita lukittavia materiaalien säilytystiloja työkohteessa, niistä vastaa jokainen urakoitsija itsenäisesti. Noudattamalla näitä logistisia ohjeita voidaan työkohteissa taata kaikille urakoitsijoille turvallinen ja materiaalivapaa työympäristö.

10 Yhteenveto

Sähköisten ohjelmistojen kehittyessä projektikohteiden logistisiin haasteisiin on etene-mässä ja edennytkin hyvin. Käytössä on erilaisia ohjelmistoja materiaalien ja kuljetusai-kataulujen hallintaan. Kuitenkaan vielä ei ole yhtenäistä ohjelmistoa, jolla voitaisiin jat-kossa hallita logistiikkaa, ja jokainen ohjelmisto sisältää erilaisia ominaisuuksia. Ohjel-mistojen poikkeavuus toisistaan tuo koulutusteknisesti haasteita urakoitsijoille, ja on tu-levaisuuden ammattilaisista kiinni, miten nopeasti ohjelmiston käytön omaksuu ja hallit-see.

Nykyisellään laajimmin käytössä olevien ohjelmien kohdalla puhutaan vain internetpohjaisesta käyttöliittymästä, joten toiminnot ovat erittäin rajalliset. Materiaalien fyysiseen sijaintiin ja liikkeisiin ei ole vielä kehitetty ohjelmistoa, joka helpottaisi materiaalien tarkan määrän ja sijainnin paikallistamista. Tällaisen ohjelmiston tarjonta tätä opinnäytetyötä tehdessä olisi ollut avainasemassa, ja ohjelmistolla olisi saatu logistiikasta vielä toimivampi kokonaisuus. Lisäksi logistiikkaan liittyvät sopimusasiakirjat työmaan sopimusasiakirjat eivät olleet käytettävissä tätä opinnäytetyötä laatiessa. Ohjelmistojen kehittyessä ja OVT:n yleistyessä logistiikan ja materiaalivirtojen hallinnasta saadaan huomattavasti kevyempää ja tehokkaampaa. [8, s. 21.]

Kommunikoinnin puuttuminen ja puutteellisuus tuovat epäselvyyttä logistiikanhallintaan ja materiaalivirtoihin. Tähän olikin kohteen aikana kehitettävä huomattava parannus, jotta urakoitsijat saivat tarvitsemansa materiaalin ja tarvikkeet ajallaan työkohteeseen. Tilausten jälkitoimitukset, ihmisen tekemät kirjoitusvirheet ja kielimuuri olivat suurimmat kompastuskivet, joita projektikohteessa ilmeni. OVT-tiedonsiirron puuttuminen mahdollisti inhimillisten virheiden syntymisen, ja tässä vaiheessa ei OVT-tiedonsiirtoa saatu integroitua osaksi logistiikan käyttämää ohjelmistoa.

Projektikohteiden materiaalivirtoja hallitessa olisi hyvä kehittää yksi ja yhtenäinen ohjelmisto, joka palvelisi tehokkaasti urakoitsijaa sekä logistiikan järjestäjää kaikissa tilanteissa. Järjestelmän ja erilaisten tai hankalien ja raskaiden ohjelmien käyttö lisää työaikakustannuksia, joita ei urakkatarjousta laskiessa voida ennakoida. Nämä seikat tulisi jatkossa käydä läpi neuvotteluissa, jotta pystyttäisiin arvioimaan todelliset syntyvät kulut, joita ulkopuolisesta logistiikkaurakoitsijasta ja sen käytöstä muodostuu.

Tahtiaikataulukonsepti toimii ja on soveltuva etukäteen hyvin suunnitelluissa uudiskohdeissa, jossa suunnitelmat ovat hyvin paikkaansa pitäviä. Uudiskohteissa harvemmin törmätään tiedostamattomiin yhteensovitusvirheisiin urakoitsijoiden näkökulmasta. Tehokkaat suunnittelutyökalut huomioivat eri taloteknisten materiaalien törmäysmahdollisuudet, kantavat rakenteet, läpivientiaukot ja seikat, joita ei saneerauskohteissa aina välttämättä ole tiedostettu suunnitteluvaiheessa.

Vanhoissa saneerauskohteissa puolestaan liian tiukan aikataulun laatiminen ja mahdollisten inhimillisten tekijöiden virheet korostuvat ja kiristävät aikataulua, mikä puolestaan

ei mahdollista aikataulun kirittämistä laisinkaan. Törmätessä tällaiseen tilanteeseen on tahtiaikataulua välittömästi hiottava suuntaan tai toiseen, jolloin työkalu ei ole niin tehokas kuin edellä mainitussa uudiskohteessa. Aikataulun yhteensovittaminen sitoo korjaushankkeessa vähintään yhden henkilön, joka on ajan hermolla ja pystyy tarvittaessa reagoimaan nopealla aikataululla muutoksiin.

Tahtijuna- ja tahtivaunuaikataulu toimivat parhaiten uudiskohteiden rakentamista ohjaavana työkaluna. Uudiskohteet eivät vaadi kartoitusta olemassa olevien rakenteiden, tekniikan tai muidenkaan asennusten kannalta, vaan aikatauluttaminen tahdin tapaan on suoraviivaisempaa ja työehtosopimuksesta löytyviä normitunteja on huomattavasti luotettavampaa käyttää kuin saneeraus- ja korjauskohteissa [9, s. 107].

Opinnäytetyötä laadittaessa voidaan yhteenvetona lausua sama johtopäätös, johon Henry Joas diplomityössään päätyi, eli tämän hetken korjausrakentamisen tilanne vaatii vielä huomattavaa panosta kehittämisen saralla. Selkeiden ohjeiden, ohjelmistojen ja logistiikan prosessoinnin kehittyessä logistiikanhallinnan kannattavuus ja tuottavuus urakoitsijan taloudellisesta ja kohteen työsuoritteiden näkökulmasta paranevat ajan myötä. Logistiikkaa kehittäessä pitäisi myös pitää yhtenä ajattelumallin lähtökohtana Lean-toimintamalliin perustuvaa menetelmää. [5, s. 92.]

Materiaalivirtojen hallinnassa on myös huomattavasti parannettavaa nykytilanteen huomioiden, ja tätä opinnäytetyötä laadittaessa tilanteen kehittyminen oli vielä työn alla ulkopuolisella hankkijalla. Materiaalien haalaus sekä tarkka määrä materiaalitoimittajalta välivarastolle ja välivarastossa oleva materiaali olivat vain urakoitsijoiden työnjohtajan oman kirjanpidon sekä materiaalitoimittajan läheteiden varassa. OVT:n kehittyessä materiaalisaldojen ja liikkeiden seuraaminen monipuolistuu ja materiaalivirtojen hallinta selkeytyy. Paikkaseurantalaitteiden yleistyminen kuljetusajoneuvoissa ja materiaalipakkauksissa lisää omalta osaltaan huolellista materiaalien liikkeiden seurantaa.

Välivaraston materiaalisaldojen saatavuus sähköisesti reaaliajassa keventäisi puolestaan työnjohtajan työtehtäviä tuntuvasti ja vapauttaisi resursseja muihin työtehtäviin. Saldojen reaaliaikainen saatavuus puolestaan vähentäisi myös taloudellisia resursseja urakoitsijoilta ja säästäisi ylimääräisiä materiaalien kuljetuskustannuksia. Ylimääräinen ma-

tereaali välivarastolla on urakoitsijan näkökulmasta taloudellinen rasite, ja materiaalin takaisin lähettäminen sitoo niin työnjohtajaa, välivaraston henkilökuntaa kuin huolintaliikkeen työntekijöitä ylimääräiseksi kutsuttavalla työllä.

11 Pohdinta

Ulkopuolinen logistiikkaurakoitsija ei ole rakennusteollisuudessa uusi asia. Työmailla on käytetty haasteellisten materiaalien ja sijainnin takia useinkin ulkopuolista urakoitsijaa. Painavien, kookkaiden tai määrältään suurien materiaalmäärien hallitseminen on helpompaa ulkoistaa kuin koittaa valjastaa työnjohtaja hoitamaan niin kutsuttuja juoksevia asioita. Materiaalin haalaamiseen ja kuljettamiseen sekä nostoihin erikoistuneita yrityksiä on hyvin saatavilla.

Työmaalogistiikkaan erikoistuneet yritykset ovat osaltaan hyvinkin toimivia raskaissa nostoissa, teollisuusmuutoissa ja muissa haastavissa logistisissa tehtävissä. Projektikohteessa käytettiin yhtä ulkoistettua urakoitsijaa, jolla oli useita aliurakoitsijoita eri tarpeita täyttämässä, kuten nostopalveluita tuottava Pekka Niska Oy.

Puutteelliset tiedot, informaation kulkemattomuus, epäselvät toimintaohjeet ja niistä poikkeaminen työaikana lisäsivät urakoitsijoiden työmäärää. Vasta logistiikan ohjeiden valmistuttua saatiin urakoitsijoiden välille syntymään yhteisymmärrys, mutta kommunikoinnin vaikeus, niin kielimuurin kuin ymmärtämisen kannalta, lisäsi hankaluuksia toimituksiin ja materiaalien hallintaan.

Ulkoistetun logistiikan ja materiaaliavirtojen hallinta vaatii vielä kehitystyötä, ja tätä opinnäytetyötä laatiessa ei projektikohteissa vielä mitattu kehitystyötä urakoitsijoiden ja ulkoisen logistiikkatoimijan välillä. Tekniikka mahdollistaa jo monenlaisia mittareita ja ohjelmistoja, joita tulisi vain suuremmalla keskittyneisyydellä jatkojalostaa ja kehittää entisestään. Tätä työtä laadittaessa oli kehitteillä tämän kohteen osalta vain internetpohjainen sovellus, jolla pystyttiin hallitsemaan materiaalien kotiuttamista ja purkuajatauluja. Kehityssuunnitelmaa ei tarjottu käytettäväksi ja palaverissa esitettyjä epäkohtia ei työnlaatijan näkökulmasta huomioitu tarvittavalla vakavuudella ja mielenkiinnolla. Kustannusnäkökulmasta on ymmärrettävää, ettei kalliita ohjelmistoinvestointeja haluta tehdä

yhden työmaan takia, vaikka se toisi tulevaisuuden ammattilaisille helpotusta työelämään.

Työnjohtajan näkökulmasta logistiikanhallintaohjelmisto toisi suuren helpotuksen työtehtävien keventämiseksi ja helpottamiseksi tämän hetken suhteellisen sekavan hallinnan sijaan. Jokaisella työnjohtajalla on lähtökohtaisesti itsenäisesti suunniteltu tapa hallita logistiikkaa, ja yhteneväisen toimintamallin puuttuessa toiminta on sanalla sanoen sekavaa. Materiaalien toimitusraportit olivat urakoitsijoiden itselaatimia, ja kukin urakoitsija laati oman näköisensä pohjan.

Työmaan sisäisen logistiikanhallinnan sekavuus puolestaan johtui pääosin eri urakoitsijoiden kiireestä muissa työtehtävissä, ja ajoittain materiaalin määrästä huolehti vain epäideaalisessa tilanteessa logistiikkaurakoitsija, joka tiedotti materiaalien haalauksen valmistumisesta joko matkapuhelimella, sähköpostilla tai henkilökohtaisella tiedonannolla työmaalla. Henkilökohtaisen muistin varassa toimiminen projektikohteessa vaatisi epäinhimillisen ulkoa muistamisen taidon, ja pelkästään muistin varassa toimiminen ei ole suositeltavaa jo pelkkien sairastumisien takia.

Edellä mainittuihin seikkoihin tulevaisuudessa on toivottavasti käytössä yhteneväinen ja kaikkien urakoitsijoiden käytössä oleva helppokäyttöinen logistiikanhallintaohjelmisto. Ohjelmisto tulisi rakentaa ja kehittää sillä ajatuksella ja lähtökohdalla, että kaikki eri alojen urakoitsijat eivät välttämättä ole perehtyneet tieto- ja viestintäteknikkaan mahdollisuuksien puuttuessa. Myös jokaisen henkilökohtaiset intressit ja ikä vaikuttavat mielenkiinnon kohteisiin, ja tätä näkökulmaa silmällä pitäen helppokäyttöinen, selkeä ja sopivasti informatiivinen sovellus olisi erittäin toimiva ratkaisu projektikohteen valmistumisen, kustannusten hallinnan ja projektin edistymisen kannalta.

Lyhyesti voidaan lausua, että kehitettävää logistiikanhallinnassa on vielä tällä hetkellä paljon, ja kehitteillä oleva ohjelmisto ei ole saatavilla tarvittavissa määrin. Jokainen logistiikkaurakoitsija kehittää omaa järjestelmää ja ohjelmaa, mistä oletettavasti seuraa vielä sekaannusta, ennen kuin ennalta määräämätön ulkopuolinen ohjelmistokehittäjä alkaa kehittämään yhtä yhteneväistä ohjelmistoa kaikkien osapuolien käyttöön. Syntyviä kustannuksia tulevaisuudessa tätä opinnäytetyötä kirjoittaessa ei pystytä ennustamaan,

ja jokainen mahdollinen ohjelmistokehittäjä joutuu vastaamaan ohjelman kehittämisestä syntyvistä ja muodostuvista kuluista itsenäisesti.

OVT:n käyttömahdollisuuksien tutkiminen ohjelmistokehityksen kannalta olisi vähintäänkin suotavaa. Tietokannan kasvaessa ja uudistuessa ohjelmistoa ei välttämättä tarvitsisi rakentaa uusiksi, vaan käytettävää dataa olisi varmasti tarjolla niin tukkureiden kuin materiaalientoimittajien puolelta.

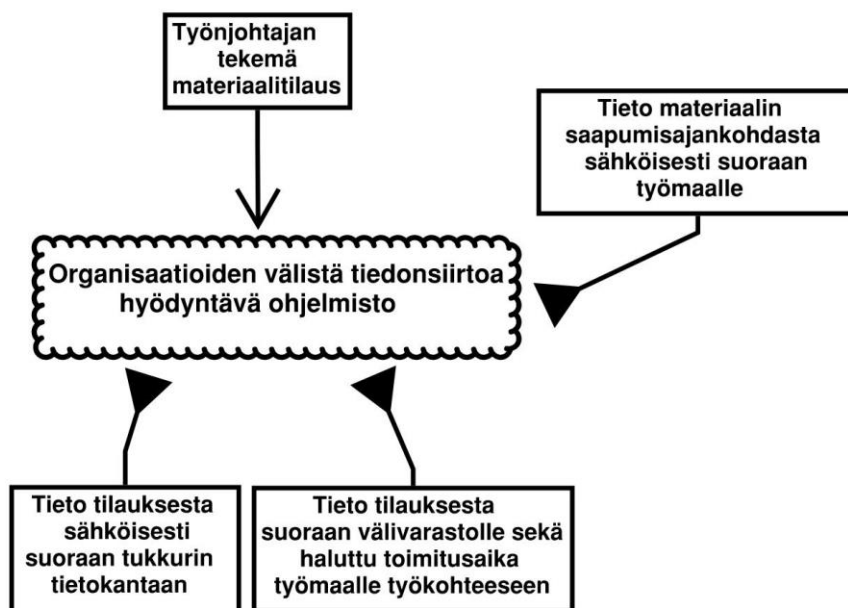
Lähteet

- 1 Ralli, Janne. 2020. Toimitusjohtaja, Boctok Oy, Kerava. Henkilökohtainen tiedonanto. 18.12.2020
- 2 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus.RT-R6031. 2017. Rakennustieto Oy.
- 3 Niittylä, Pertti. 2020. Tuotantojohtaja, Boctok Oy, Kerava. Henkilökohtainen tiedonanto. 15.12.2020
- 4 Nordman, Niko. 2020. Valvoja, Haahtela Oy, Helsinki. Henkilökohtainen tiedonanto. 5.1.2021
- 5 Joas, Henry. 2019. Rakennustyömaiden logistiikan nykytila toimitilarakentamisessa ja yhtenäisten logistiikan toimintamallien kehittäminen. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. LUTpub-tietokanta. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2019061720782>
- 6 Rakentamisen jätehuolto. 2015. RT 69-11183. Rakennustietosäätiö Oy.
- 7 Koskela, Lauri & Koskenvesa, Anssi. 2003. Last Planner – tuotannonohjaus rakennustyömaalla. Espoo: Otamedia
- 8 Toimitusketjun hallinta talonrakentamisessa – KETJU-yhteenveto. 2009. Verkkoaineisto. Ketju-hanke. Rakennusteollisuus RT. <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/rakentamisen-kehittaminen/ketju-yhteenvetoraportti.pdf> Luettu 18.1.2020
- 9 Talotekniikka-alan LVI-toimialan työehtosopimus 2020–2022. 2020. Verkkoaineisto. <https://www.lvi-tu.fi/toimiala/lvi-asennus/tes/> Luettu 17.8.2021.

Logistiikkaketjun parantaminen

Periaatekuva tiedonsiirron ja logistisen toimitusketjun parantamiseksi sekä tarvittavan informaation siirtämistä varten logistiikan materiaalienhallinnassa. Informaation siirtämisen helpottaminen ja ylimääräisten välikäsien poistaminen edesauttavat sujuvaa ja varmaa logistisen materiaalien hallintaa.

Usean ihmisen välinen kommunikointi ja tarkoitusperän epäselvyys tuovat mukanaan omat haasteensa. Materiaalien tilaaminen sähköpostitse kuormittaa ylimääräisillä kirjauksilla puolestaan niin työnjohtajaa, kuin materiaalitoimittajaa tai tukkuria. Yhden yhteneväisen ohjelmiston parhaimpia puolia olisi materiaalitilausten näkökulmasta varmasti oikean materiaalin saaminen nopeasti ja mutkattomasti välivarastoon.



Kuva a. Ideaali toimintamalli

Logistiikanhallintaohjelmiston valmistuttua ja yleiseen käyttöön saatua tilanne materiaa-
livoirtojen ja haalauspyyntöjen osalta pienentäisi inhimillisten virheiden määrää. OVT:n
hyödyntäminen olisi vähintäänkin suositeltavaa ja toivottavaa pelkästään materiaalisal-
dojen seuraamisen näkökulmasta.

Materiaalivoirtojen hallinnassa puolestaan on kyseessä huomattava taloudellinen vastuu
työnjohtajalla ja niin kutsuttujen ylimääräisten materiaalien varastointi pienenesi jossakin
määrin, mikä puolestaan kuormittaisi vähemmän kaikkia logistiseen ketjuun kuuluvia
urakoitsijoita ja osapuolia. Taloudellinen rasite ylimääräisen materiaalin varastoisesta
ja haalaamisesta pienenesi, ja samalla toteutettaisiin kestävä ja kannattavan rakenta-
misen pääperiaatetta. Kuvassa a on hahmoteltu ideaali toimintamalli materiaalivoirtojen
sekä informaation kulun yksinkertaistamiseksi.