

Opinnäytetyö (AMK)

Insinööri (AMK), rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

2020

Severi Suominen

AHTAAN TYÖMAAN LOGISTIIKAN HALLINTA JA SEN VAIKUTUS AIKATAULUTUKSEEN



Severi Suominen

AHTAAN TYÖMAAN LOGISTIIKAN HALLINTA JA SEN VAIKUTUS AIKATULUTUKSEEN

Opinnäytetyön aiheena on ahtaiden ja logistisesti vaikeiden työmaiden logistiikka. Työssä tutkitaan ja kehitetään logistiikan hallintaa ja sen menetelmiä, siitä kun materiaali saapuu työmaalle aina siihen asti, kun materiaali on asennettu paikalleen. Työssä selvitetään myös, miten työmaan ahtaus vaikuttaa materiaalien tilaamisen aikataulutukseen, ja miten varastointi ja työmenetelmät vaikuttavat kustannustehokkuuteen.

Opinnäytetyön tutkimisessa käytetään hyväksi valmistunutta työmaata. Teoriaa hyödyntäen ja omalla pohdinnalla etsitään vaihtoehtoisia menetelmiä logistisille ongelmille. Valmistuneesta työmaasta myös tutkitaan logistisia esimerkkejä, josta on selvitty hyvin.

Työssä saatiin selville, että ahtailla työmailla logistiikan toimivuuden kannalta on hyvin tärkeää tarkat suunnitelmat ja tiivis yhteistyö eri osapuolten kanssa. Työnjohdon sekä työntekijöiden panostus logistiikan toimivuuteen ja toimintatapoihin, on merkittävää logististen suunnitelmien toteuttamiseksi.

Kirjallisuudessa on paljon materiaalia ja ohjeistuksia rakentamisen logistiikasta, mutta niiden käyttäminen ja soveltaminen omaan työmaakohteeseen saattaa olla haastavaa. Työmaan logistiikka täytyy aina soveltaa kyseiseen kohteeseen, sillä ongelmat muuttuvat työmaiden mukana, mutta aihe pysyy samana.

ASIASANAT:

rakennustyömaa, logistiikka, aikataulu, aluesuunnitelma

BACHELOR'S / MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Bachelor's degree programme in construction

2020 | 41 pages

Severi Suominen

MANAGEMENT OF TIGHT CONSTRUCTION SITE LOGISTICS AND ITS IMPACT ON SCHEDULING

The subject of this thesis is logistics of confined and logistically difficult construction sites. The work researches and develops logistics management and its methods from the arrival of the material to the site until the material is installed. The work also examines how on-site storage affects the scheduling of material orders and how storage and work methods affect cost effectiveness.

The thesis discusses a completed construction site as a case example. With theory and self-reflection I will seek for alternative methods to logistical problems. From the completed construction site I will also search for examples that were well completed.

It was discovered that accurate planning and close co-operation with different parties is important for the execution of the plans. Contribution of management and employees to the functionality and modus operandi of logistics is significant for implementing logistics plans.

There is a lot of literature and guidance on construction logistics, but it can be challenging to use and apply it to your own construction site. Logistics must always be applied to the specific site, as problems change with construction sites, but the subject remains the same.

KEYWORDS:

construction site, logistics, schedule, area plan

SISÄLTÖ

KÄYTETTY SANASTO	6
1 JOHDANTO	8
2 LOGISTIIKKA RAKENNUSTYÖMAILLA	10
2.1 Logistiikan historia	10
2.2 Logistikan työturvallisuus	10
2.3 Työmaalogistiikka	13
2.3.1 Tulologistiikka	13
2.3.2 Sisälogistiikka	14
2.3.3 Lähtölogistiikka	15
2.4 Työmaalogistiikan suunnittelu	15
2.5 Työmaan varastointi	15
2.6 Aluesuunnitelma	19
2.7 Aikataulu	19
2.8 Siirtokoneet	22
3 LOGISTIIKAN TOIMINTA AHTAALLA TYÖMAALLA	23
3.1 Ahtaan työmaan logistiset ratkaisut	23
3.2 Materiaalien tilaaminen, toimitus ja aikataulutus	24
3.3 Materiaalikuorman purku	26
3.4 Siirtomenetelmät	26
3.5 Työnaikainen varastointi	27
3.6 Logistiikan kustannustehokkuus	27
4 LOGISTIIKKA DATACITYN TYÖMAALLA	29
4.1 Kohdetiedot	29
4.2 Yleistä työmaasta	29
4.3 Työmaan logistiset ongelmat	30
4.4 Logistiikan aikataulutus	31
4.5 Logistiikan työturvallisuus	32
4.6 Logistiikan hallinta ja suunnittelu	32
4.7 Työmaan varastointi	33
4.8 Työmaan logistiset siirrot	34

4.9 Työmaan nostot ja IVKH-logistiikka	34
4.10 Esimerkkejä logistisista ratkaisuista	36
4.10.1 Esimerkki 1: sisätiloissa tapahtuva varastointi	36
4.10.2 Esimerkki 2: vesikatolla tapahtuva varastointi	37
5 YHTEENVETO	39
LÄHTEET	40

KUVAT

Kuva 1. Työterveyslaitoksen laatima TR-mittaus pöytäkirja.	12
Kuva 2. Logistiikan käsitteet.	13
Kuva 3. Suuntaa antava ohjeistus rakennusvaiheittaiselle materiaalien suojaukselle.	17
Kuva 4. Hankesuunnitteluvaiheessa tehtävät vaatimukset ja tavoitteet materiaalien suojaukselle ja varastoinnille.	18
Kuva 5. Projektikohtaisten tuotteiden hankinta- ja toimitusketjun päävaiheet.	26
Kuva 6. Eri tuoteryhmien logistiset kustannukset	28
Kuva 7. Työmaan pihakansi vesikatolta kuvattuna.	30
Kuva 8. Holvin alapintaan asennettu H-palkki.	31
Kuva 9. Työmaalla eniten käytetty mobiilinostin LTM1060.	35
Kuva 10. Työmaan sisätiloissa tapahtuva työnaikainen varastointi.	37
Kuva 11. Kiinteistön vesikatto. Kuvattuna IVKH:neen vesikatolta.	38

TAULUKOT

Taulukko 1. Logistiikan eri muodot	13
Taulukko 2. Esimerkkiaikataulu	33

KÄYTETTY SANASTO

logistiikka	tavaroiden varastointia ja kuljetusta
IVKH	huonetila, johon on sijoitettu erilaiset ilmanvaihto- ja ilmastointilaitteet
alakatto	kantavan rakenteellisen väli- tai yläpohjan alapuolelle ripustettu sisäkatto.
talotekniikka	talotekniikka-käsitteellä tarkoitetaan kiinteistön LVIS (lämpö, vesi, ilmanvaihto, sähkö) ja kylmätekniikkatoimintoja sekä automaatio, tele- ja datatoimintoja
aluesuunnitelma	rakennuspaikalla tehtävä kirjallinen esitys siitä miten rakennuspaikan työmaatoiminnot sijoitetaan. hankkeen edessä aluesuunnitelmaa ylläpidetään
kotiinkutsu	tavaran toimittajalle tuleva ilmoitus tilaajalta, jossa varmistetaan ennalta sovitun toimituksen toimitussisältö ja -ajankohta
aliurakka	osetaan ulkoiselta toimittajalta materiaalia ja asennustyötä tai pelkkää asennustyötä
hankinta	rakentamisessa tarvittavien materiaalien tai työ-, ja palvelupanosten ostaminen ja suorittaminen
toimitustapa	perinteisiä toimitustapoja ovat täsmätoimitus, suoratoimitus, seitetty täsmätoimitus ja nouto

pelastustie

ajotie, jota käyttäen hälytysajoneuvot pääsevät hätätilanteeseen

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tilaajana toimii Rakennustoimisto Lundén Oy. Tilaajalla on paljon rakennuskohteita alueilla, jotka ovat logistisesti ahtaita ja haastavia työmaita. Opinnäytetyön aihe syntyi tarpeesta tarkastella minkälaisia haasteita ahdas työmaa aiheuttaa logistiikalle. Työn tavoitteena on pohtia teoriaa apuna käyttäen vaihtoehtoisia ratkaisuja logistiikan hallintaan. Opinnäytetyössä tutkitaan tilaajan urakoitsemaa työmaata Turun Data-Cityssä, joka valmistui kesällä 2019. Työmaan logistisia menetelmiä tutkitaan ja tuloksia analysoimalla selvitetään, mitkä menetelmät ovat toimivia ja mitä pitää vielä kehittää.

Opinnäytetyön kohdetyömaa on rakennustoimisto Lundénin urakoima kohde, joka sijaitsee Turun Data-Cityssä Joukahaisenkatu. Kohteessa remontoitiin noin 2000 m² Turun AMK:n vanhoja tiloja toimistotiloiksi, joista erinäiset yritykset pystyvät vuokraamaan itselleen tiloja. Samassa urakassa kiinteistön vesikatolle rakennettiin noin 300 m² IVKH eli Ilmanvaihto-konehuone, joka palvelee kiinteistöä. IVKH:neen tarkoituksena on nykyaikaistaa kiinteistön ilmanvaihto. Piha-alueelle tehtiin myös pieniä muutoksia urakan yhteydessä.

Työmaan suuri ongelma oli pihakannen ahtaus, jonka takia materiaalit ja tavarat jouduttiin varastoimaan todella tiiviisti ja tehokkaasti. Työmaan läpi kulkeva pelastustie aiheutti myös vaikeuksia, sillä se vei paljon pois varastointitilaa ja purkavat autot joutuivat usein purkamaan kuormansa pelastustiellä. Pelastustien tuli pysyä koko työmaan ajan tyhjänä, jotta mahdollisen hätätilan sattuessa paloautot pystyisivät hyödyntämään sitä.

IVKH-logistiikka järjestettiin mobiilinnostimella ja kiinteistön hissillä. Vesikatolla tapahtuneissa logistisissa siirroissa ja varastoimisessa täytyi kiinnittää erityistä huomiota työtöihin ja suojaamiseen, sillä korkealla työskennellessä tapaturmien riski on aina suurempi ja herkät materiaalit ovat sääolosuhteiden armoilla.

Rakennustoimisto Lundénin juuret ulottuvat vuoteen 1973. Tällöin rakennusneuvos Juhani Lundén perusti rakennustoimiston. Rakennustoimisto on vuosien aikana kokenut monta muutosta. Vuonna 2005 Juhaniin poika Janne Lundén siirtyi yrityksen johtoon sukupolvenvaihdoksen kautta ja jatkoi perheyrittäjästä. Janne Lundén myi rakennustoimiston Consti Oy:lle ja jatkoi tämän palveluksessa vuoteen 2012 saakka. Lundén kaipasi kuitenkin takaisin yrittäjyyteen, ja perusti oman rakennustoimiston, joka toimii nimellä Rakennustoimisto Lundén. Yrityksellä on takanaan merkittäviä korjaus- ja saneeraushankkeita, kuten DataCity, Wallac Oy, High Tech Centre 1-3 ja Turun KOP-kolmion

saneeraus. Uusimpana rakennushankkeena Rakennustoimisto Lundèn rakennuttaa Turku Energialle uuden pääkonttorin Turkuun. (Lundèn 2020.)

2 LOGISTIikka RAKENNUSTYÖMAILLA

2.1 Logistiikan historia

Logistiikan käsite on ilmestynyt julkisuuteen 1970-luvulla ja sanana logistiikka vakiintui 1980-luvulla. Nykyään käsitettä käytetään usein, mutta silti käsitteen merkitys on usealle vieras. Logistinen toiminta on kuitenkin vanha toimintatapa, sillä tuhansia vuosia sitten logistisia ongelmia ratkottiin metsästys- ja keräilykulttuurissa. Ennen vanhaan oli myös tärkeää, että kaikki tarvittavat välineet olivat lähellä toisiaan, jolloin niitä oli mahdollisimman helppo käyttää. (Logistiikan maailma 2020a.)

Nykyinen logistiikan-käsite on muodostunut 1980-luvulla. Tämä johtui siitä, että globalisaatioon ja maailmankauppaan tuli vauhtia. Kun tarkastellaan logistiikka-käsitettä pienessä mittakaavassa, tarkoitetaan sillä silloin ainoastaan tavaroiden varastointia sekä kuljetusta. Laaja merkitys pitää sisällään muun muassa materiaali- ja tietovirtojen hallintaa. Logistiikan eri osa-alueita on esimerkiksi kuljetukset, eri organisaatioiden toiminta ja jakelu. Kun tarkastellaan logistiikka-käsitettä uusimpien näkemysten mukaan, logistiikka pitää sisällään myös toimitusketjujen taloudellista ja teknistä hallintaa. Toimitusketjulla tarkoitetaan sitä, kun tavaran toimittajan ja asiakkaan välille muodostuu verkosto tilauksen yhteydessä. (Logistiikan maailma 2020a.)

2.2 Logistikan työturvallisuus

Rakennustyömaalla sattuneista työtapaturmista ja onnettomuuksista haetaan yleensä syitä muun muassa työntekijöiden väliinpitämättömyydestä, asenteista, tietämättömyydestä, kiireestä, aliurakoinnin määrästä tai kustannussäästöistä. Tapaturmat ovat kuitenkin estettävissä, kunhan oikeat asiat toimivat työmaalla. Näitä asioita ovat esimerkiksi:

- työnjohdon toimiminen
- työmaan ympäristö ja olosuhteet
- oikeaoppinen työn suorittaminen
- yrityksen operatiivinen toiminta
- yksittäisten töiden turvatoimet.

Työmaan yleisten ohjeiden, turvallisuusmääräysten ja pelisääntöjen täytyy olla kaikkien työntekijöiden tiedossa. (Nissinen & Mäki 2005, 5.)

Työmaaturvallisuuden varmistaminen logistisissa töissä alkaa rakennustyömaa-alueen suunnittelusta. Suunnittelussa täytyy varmistaa, että työt toimivat joustavasti, tarkoituksenmukaisesti ja turvallisesti. Rakennustyömaa-alueen käytön suunnittelu on terveyden haittojen ja tapaturmien ehkäisyn kannalta yhtä tärkeää, kuin itse logististen työsuoritteiden suunnittelu. (Lehtinen, R. & Rakennustieto oy, 108.)

Rakennustyömaalla on ainakin kerran viikossa tehtävä kunnossapitotarkastus, kun työt ovat käynnissä. Tarkastettavia kohteita on työmaan yleisjärjestys, putoamissuojaukset, rakennuksen työaikainen sähköistys ja valaistus, nostolaitteistot, sähköiset työvälineet, telineet, kulkureitit sekä kaivantojen sortumisvaaran estäminen. Työmaan järjestys ja laitteiden kunnossapito vaatii jatkuvaa toimintaa ja tarkkailua. Kunnossapitotarkastukset voidaan suorittaa TR-mittaus menetelmällä (kuva 1), jossa arvoidaan työmaan olosuhteiden mukaan oikein/väärin asteikolla. TR-mittauksessa havainnoidut asiat on ennalta päätetty. Tarkastuksien suorittaminen on työmaan vastuuhenkilöillä. Tarkastuksen voi suorittaa eri henkilöt riippuen tarkastuksen luonteesta ja tarvittavasta asiantuntemuksesta. Yleisemmin tarkastuksen suorittaa vastaava mestari tai työmaamestari. Rakennuksen tarkastuksen suorittavan henkilön täytyy olla tarpeeksi pätevä suorittamaan tarkastuksen. Tarkastajan täytyy tuntea hissien hallinta- ja turvalaitteiden toiminta ja rakenne. Tarkastajalla täytyy siis olla tarvittava pätevyys suorittamaan tarkastus. Yleisesti tämmöistä henkilöä ei löydy työmaalta, joten on palkattava ulkopuolinen asiantuntija suorittamaan tarkastus. (Hietavirta ym. 2018, 58–60.)

RAKENNUSLIKE	
TYÖMAAN NIMI	
TYÖNRO	
MITTAAJA	
PÄIVÄYS	




KOHDE	OIKEIN	YHT.	VÄÄRIN	YHT.
1. TYÖSKENTELY				
2. TELINEET, KULKUSILLAT JA TIKKAAT				
3. KONEET JA VÄLINEET				
4. PUTOAMIS-SUOJAUS				
5. SÄHKÖ JA VALAISTUS				
6a. JÄRJESTYS JA JÄTEHUOLTO				
6b. PÖLYISYYS				
OIKEIN YHTEENSÄ			VÄÄRIN YHTEENSÄ	

TR-TASO = $\frac{\text{OIKEIN (KPL)}}{\text{OIKEIN + VÄÄRIN (KPL)}} \times 100 = \text{---} \times 100 = \text{---} \%$

HUOMAUTUKSET	VASTUUHENKILÖ	KORJATTU PVM

 TYÖNANTAJAN EDUSTAJA

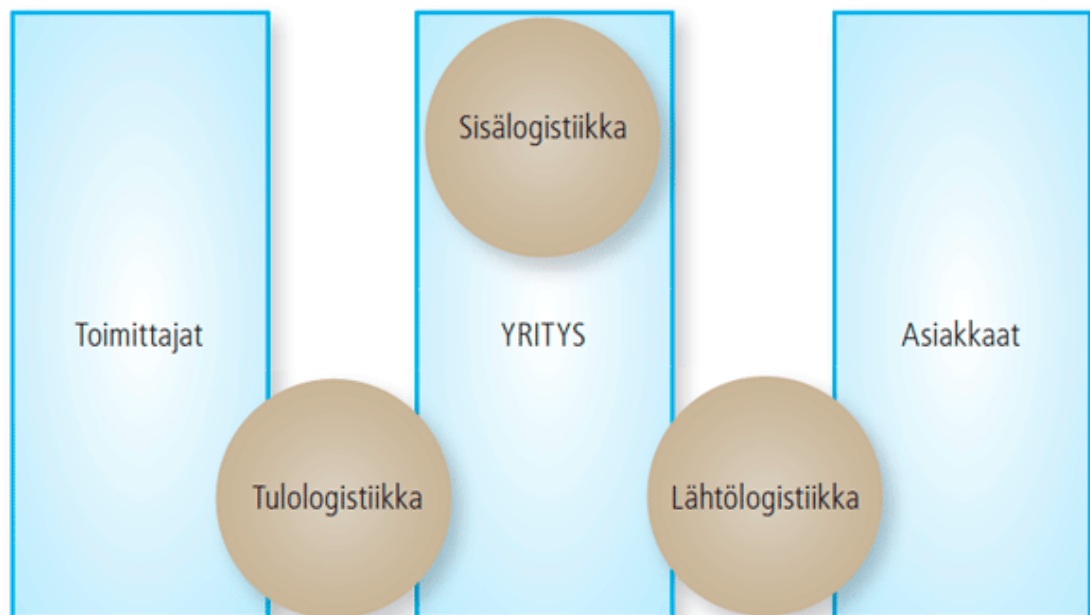
 TYÖNTEKIJÖIDEN EDUSTAJA

© Työterveyslaitos

Kuva 1. Työterveyslaitoksen laatima TR-mittaus pöytäkirja (Työterveyslaitos 2010).

2.3 Työmaalogistiikka

Logistiikalla on merkittävä vaikutus työmaan päivittäisissä toiminnoissa. Onnistuneella työmaalogistiikalla on suuri vaikutus työmaahan ja sen toimivuuteen. Työmaan hankintoihin kuten erilaisia materiaalihankintoja, ei juurikaan ole mahdollista tehdä ennen kuin työmaan rakennusvaihe on alkanut. Materiaalihankintoja tehtäessä on huomioitava myös tila- ja henkilöstöresurssit. Työmaan materiaalien toimitukset, nosto- ja siirtokalusteet sekä jätehuolto ovat osa työmaan päivittäistä logistiikkaa. Päivittäinen logistiikka vaatii ennakkointia sekä tarkkaa suunnittelua, jotta työt sujuvat aikataulun mukaisesti. Työmaalogistiikka pitää sisällään tulo-, lähtö- ja sisälogistiikan, joka on esitetty kuvassa 2. (Karrus, 2001, 69.)



Kuva 2. Logistiikan käsitteet (Logistiikan maailma 2020b).

2.3.1 Tulologistiikka

Tulo-, sisä- ja lähtölogistiikalla tarkoitetaan sitä, kun eri materiaalit kulkevat työmaan tai yrityksen läpi. Taulukossa 1 on esitetty eri logistiikan muodot. (Logistiikan maailma 2020b.)

Taulukko 1. Logistiikan eri muodot

Tulologistiikka	Tavarin vastaanotto, tarkastus, purku ja sijoittaminen
Sisälogistiikka	Tavaroiden käsittely, kokoonpano
Lähtölogistiikka	Varastosta keräily, pakkaus, jakelu ja kuljetus

Tulologistiikka on yleisin muoto rakennustyömailla ja tähän kuuluu tilatun tavarin vastaanottoa, tavarin tarkastusta ja sen purkua ja myös tavarin sijoittamista oikealle paikalleen. Tulologistiikka käsittää myös työmaalle saapuvat työkoneet esimerkiksi nostoautot. Tulologistiikan hyvä suunnittelu ja logistiikan hallittavuus ovat avain asemassa työmaan toimivuuden kannalta. Kun tavaroiden toimittaminen ja työmaalla tapahtuva liikenne on suunniteltu hyvin, työt työmaalla ovat sujuvia ja tämä auttaa pysymään kiinni sovituissa aikatauluissa eikä näin ollen työmaalle kerry ruuhkaa. (Logistiikan maailma 2020b.)

Tulologistiikan esimerkkinä voidaan käyttää työmaalle saapuvaa tavarakuormaa. Reikalle on suunniteltu aika, jolloin kuorma tuodaan työmaalle ja jossa se voidaan turvallisesti purkaa ja varastoida suunniteltuun paikkaan. On ensisijaisen tärkeää, että aikatauluista pyritään pitämään kiinni työnsujuvuuden vuoksi. (Logistiikan maailma 2020b.)

2.3.2 Sisälogistiikka

Sisälogistiikka kuuluu myös yleiseen logistiikan muotoon rakennustyömailla. Sisälogistiikkaan kuuluu muun muassa tavarin varastointia, tavarin toimittamista oikeaan työpisteeseen sekä erilaisten koneiden ja laitteiden toimittamista työmaan sisällä.

Sisälogistiikka ei kuitenkaan aina tarkoita pelkästään suurien kuormien purkua tai suurien laitteiden siirtoa. Sisälogistiikkaa voidaan myös toteuttaa pienimuotoisena, esimerkiksi työvälineiden hakeminen autosta tai ruuvien/mutterien hakemista. (Logistiikan maailma 2020b.)

2.3.3 Lähtölogistiikka

Lähtölogistiikka on edellä mainituista logistiikkamuodoista vähiten käytetty. Tämä johtuu siitä, että rakennustyömaalta ei lähde valmiita tuotteita eteenpäin, vaan valmis kohde säilyy siinä missä se on rakennettu. Rakennustyömailla lähtölogistiikka koostuu ensisijaisesti jätehuollosta sekä vuokrattujen työkalujen palautuksesta. Jätehuollon toimivuus on tärkeä osa työmaan toimivuutta sekä turvallisuutta. Työmailla kertyy suuria määriä erilaisia jätteitä päivittäin ja työmaalla seisova jäte vaikuttaa työmaan siisteyteen ja tilavuuteen. (Logistiikan maailma 2020.)

2.4 Työmaalogistiikan suunnittelu

Rakennustyömaan logistiikan suunnittelu tulee aloittaa hyvissä ajoin, jolloin varmistetaan tulologistiikan hallinta sekä rakennustöiden sujuminen. Työmaalle suunnitellut logistiset ratkaisut esitellään työmaan aluesuunnitelmassa sekä nosto- ja siirtokalustesuunnitelmassa. Suunnitelmassa tulee näkyä tavaroiden purku, - varastointipaikat, ajoreitit, siirtoreitit, työpisteet ja työmaan lohkojako. Suunnitelmasta tulee käydä myös esille mitä tuotteita alkuun tilataan ja miten kyseiset materiaalit nostetaan. Suunnitelmaan sisältyy myös rakennuksen suojausmenetelmät. (Rakennusteollisuus 2009, 12.)

2.5 Työmaan varastointi

Oikeaoppisella varastoinnilla pystytään ehkäisemään rakennustyömaan materiaaleihin kohdistuvat olosuhteiden aiheuttamat riskit pitämällä tuote kuivana. Rakennushankkeen eri vaiheissa pyritään minimoimaan kosteuden siirtymistä materiaaleihin ja näin varmistetaan terveellinen ja turvallinen rakennustuote käyttäjälle. Hankesuunnittelua laatiessa varastoinnin kanssa täytyy ottaa huomioon kosteudenhallinta. Työmaalla materiaalien kosteudenhallinta täytyy selvästi jakaa kenen vastuulla suojaaminen on. Varastoinnin ja logistiikan kosteudenhallinnan täytyy vastata rakennuttajan asettamaa tasoa. Kosteushallinnansuunnitelmaan voidaan kerätä tarvittavat toimenpiteet varastoinnin ja logistiikan osalta, mutta laatijan täytyy olla rakennuskohteeseen tarpeeksi pätevä. (Lindberg & Sahlstedt, 157.)

Materiaalien ja tavaroiden varastoinnin suunnittelussa täytyy ottaa huomioon,

- saadaanko materiaalit varastoitua asennusjärjestykseen
- täytyykö materiaalit suojata kosteudelta
- voidaanko tavarat varastoida suoraan asennuspaikan viereen vai tarvitaanko välivarastointia
- varastoidaanko materiaalit esimerkiksi eurolavojen päälle, jotta tuleva laahaustyö helpottuu
- vaurioituvatko materiaalit tuulesta, pölystä tai auringosta
- haittaako varastointipaikka työmaan liikennettä, toimintaa tai onko se jonkun muun materiaalin keräilytiellä.

Seuraavana (kuva 3), josta ilmenee ohjeistus rakennusvaiheittaiselle materiaalien suo-
jaukselle.

	Käyttötila	Lämmin tila	Sisätila	Suojainen tila	Ulkotila
Rakennusvaiheet	Säilytys lämmitetyssä sisätilassa. Materiaalilla voi olla erityisiä olosuhdevaatimuksia, kuten lämpötila tai ilmankosteus.	Materiaali säilytetään lämmitetyssä sisätilassa.	Materiaali tulee säilyttää sisätilassa kastumiselta suojattuna. Ei välttämättä lämpötilavaatimusta. Varastointipaikka esim. ulkorakennus tai varastokontti.	Materiaali voidaan säilyttää katobussa ulkotilassa. Esimerkiksi suojapeitteillä tai katoksella suojattu tila.	Materiaalilla ei ole erityistä suojaustarvetta.
Perustukset ja alapohjat			Kuvalaastit	Metallituotteet	
Runko			Lämmöneristykset	Runkopuutavara	
			Puurakenteiset elementit	Tiilet, keraamiset laatat, kivet	
				Betonielementit	
Vesikatto				Kattoristikot	
				Ulkopuolinen vedeneristä	
				Vesikatteet	
Ikkunat ja ovet		Ikkunat ja ovet			
Sisätyöt	Sisäpuolinen vedeneristä				
	Pintapuutavarat				
	Rakennuslevyt				
	Paneelit ja listat				
Pintatyöt ja viimeistelyvaihe	Habit, kiinnikkeet ja pientarvikkeet				
	Kalusteet				
	Vinyylilaatat				
	Tapetit				
	Parketit- ja laminaattipäällykset				
LVS	LVS		LVS		

Kuva 3. Suuntaa antava ohjeistus rakennusvaiheittaiselle materiaalien suojaukselle. (Lindberg & Sahlstedt, 161).

Seuraavana (kuva 4), jossa on lueteltu hankesuunnitteluvaiheessa tehtävät vaatimukset ja tavoitteet materiaalien suojaukselle ja varastoinnille.

TUOTANTO-VAIHE	KOSTEUDEN HALLINTA	TOIMUJA	TOIMENPITEET
HANKE-SUUNNITTELU	kosteudenhallinnan tavoitteet	rakennushankkeeseen ryhtyvä, rakennuttaja	- tehdään päätös vaaditusta kuivanapidon tasosta - tehdään varaus kustannusarvioon - päätetään rakentamisen ajoitus
	tavoitteiden siirtäminen suunnitelmiin	suunnittelijat, päärakennesuunnittelija koordinoi	- suunnitellaan rakenteiden rakentamisen- ja käytönaikainen toimivuus - kirjataan kosteudenhallinnan tavoitteet ja ohjeet suunnitelmiin - arvioidaan rakenteiden kosteusvaurioitumisriskit - tehdään suunnitelmiin kosteustekninen tarkastus (tarvittaessa ulkopuolinen asiantuntija)
RAKENTAMINEN	tavoitteiden siirtäminen tuotannon-suunnitelmiin	päätoteuttaja, päärakennesuunnittelija koordinoi	- suunnitellaan kosteuden torjunnan osana koko työmaan toteutus-suunnittelua - tehdään kosteuden valvontasuunnitelma - laaditaan yleisaikataulu, jossa huomioidaan mm. rakenteiden kuivumisajat - laaditaan tehtäväsuunnitelmat - suunnitellaan kuivanapito erikseen jokaiseen rakennusvaiheeseen mm. materiaalien ja rakenteiden osalta
	tavoitteiden toteutus ja toteutuksen valvonta	päätoteuttaja ja urakoitsijat	- kirjataan vaatimukset aliurakoitsijoille tarjouspyyntöihin ja sopimuksiin sekä ohjeet työntekijöille - huolehditaan kuivanapidon toteutuksesta - käsitellään kuivanapitoa kokouksissa ja palavereissa - valvotaan olosuhteiden muutoksia ja reagoidaan

Kuva 4. Hankesuunnitteluvaiheessa tehtävät vaatimukset ja tavoitteet materiaalien suojaukselle ja varastoinnille. (Lindberg & Sahlstedt, 158).

2.6 Aluesuunnitelma

Rakennustyömaan aluesuunnitelman laatii päätoteuttaja. Rakennustyömaan aluesuunnitelma tehdään aina ennen varsinaisen rakennustyön aloittamista. Aluesuunnitelmasta käy ilmi rakennusvaiheen suunnittelu, suunnitelmien ylläpitäminen sekä työmaa-alueen käytön ohjaus. Aluesuunnitelman teko alkaa jo rakennustyömaan suunnitteluvaiheessa, ja tällöin tehdään myös ensimmäiset suunnitelmat hankkeen toteutustavasta ja siihen käytettävistä työmenetelmistä. (Ratu C2-0299, 2017, 1–2.)

Aluesuunnitelmaa muutetaan työmaan edetessä sitä mukaa kuin rakennustyömaan työt etenevät. Aluesuunnitelmassa esiintyy myös työmaan logistiikkajärjestelyt, jotka ovat apuna hankkeessa työskenteleville toimijoille. Aluesuunnitelma tehdään kirjallisena ja se tulee pitää ajan tasalla. Aluesuunnitelma laitetaan esille työmaalle keskeiselle paikalle. (Ratu C2-0299, 2017, 1–2.)

2.7 Aikataulu

Rakennushankkeiden aikatauluttaminen on erittäin tärkeää työn sujumisen ja aikataulussa pysymisen kannalta. (Ratu-R6031,2017, 1). Ajallinen suunnittelu sekä ohjaus vaativat projektijohdollista osaamista. Aikataulusuunnittelun avulla varmistetaan, että työmaan rakennushanke sujuu ilman häiriöitä. Aikataulutuksen avuksi on saatavilla ohjelmistoja, joiden avulla aikatauluttaminen on helpompaa. (Ratu-R6031, 2017, 3.)

Rakennushankkeen tärkeimmät ratkaisut aikataulutuksen kannalta tehdään hankesuunnitteluvaiheessa. Tässä hankkeen rakennuttaja laatii hankkeen tavoitteet sekä suunnittelee hankeaikataulun. Tämän jälkeen aikataulut päivittyvät hankkeen edetessä. Hankeaikataulun tehtävänä on siis näyttää, että hanke on rakennettavissa suunnittelussa ajassa. Laatu on myös sidoksissa aikataulutukseen, mikäli aikataulun pito ei onnistu, on tästä usein seurauksena erilaisia laaturvirheitä. Toisaalta taas, mikäli aikataulutus on tehty niin, ettei hankkeen rakentaminen ole mahdollista laaditun aikataulun puitteissa, aiheuttaa tämä myös ongelmia rakennushankkeeseen. Rakennushankkeen aikataulutuksen avulla pystytään määrittämään hankkeen kustannuksia, laadunvarmistusta sekä resurssien käyttöä. (Ratu-R6031, 2017,40.)

Rakennushankkeesta riippumatta ajallisen suunnittelun tarkoitukset ja menetelmät pysyvät samoina. Rakennushankkeen aikataulutukseen käytettäviä menetelmiä ovat

- hankkeen kesto ja ajoitus määrittää hankkeen rakentamiselle aikataulun
- kohteen osien lohkominen ja rakentamisjärjestyksen suunnittelu
- tuotannon jakaminen tehtäviin eli jaetaan tehtävät ja työt sopiviin toteutuskokonaisuuksiin
- tehtävien mitoitus sopiviin toteuttamisaikoihin
- työjärjestys
- tarkistus, ettei tehtävät katkea
- aikataulun laatiminen sekä jana, -ja paikka-aikataulun tarkistus
- tuotantosuunnittelun läpikäynti
- aikataulussa pysymisen valvonta.

Kaiken kaikkiaan tehtävien ajallinen suunnittelu, laadunvarmistus sekä kustannusten suunnittelu liittyvät toisiinsa. Laatuun liitettyjen tavoitteiden saavuttaminen mahdollistuu, kun pysytään suunnitellussa aikataulussa sekä myös kustannukset pysyvät laadituissa puitteissa. Työturvallisuutta ei pidä kuitenkaan vaarantaa aikataulussa pysymiseen. Aikataulusuunnittelun tekeminen ei ole riippuvainen hankkeen koosta, vaan aikataulusuunnittelua toteutetaan hankkeesta riippumatta. (Ratu-R6031, 2017,62)

Rakennusalalla aikataulutyyppejä on erilaisia:

Jana-aikataulu

Aikataulussa tuodaan esille tehtävien kestot piirrettyjen janojen avulla. Jana-aikatauluun piirrettyjen janojen täytyy perustua kokemukseräiseen tai laskennalliseen tietoon. Aikataulua tehdessä työvaiheet pilkotaan sopiviin tehtäväkokonaisuuksiin ja jokaisella tehtävällä täytyy olla aikataulutettu alkamis- ja lopetushetki. Lisäksi jana-aikataulua tehdessä, tehtäväkokonaisuudet on hyvä lohkoa sopiviin tehtäväosiin. (Ratu-R6031,2017,21.)

Vinoviiva-aikataulu

Tuotantokaaviot ja paikka-aikakaaviot ovat vinoviiva-aikatauluja. Molemmat kaaviot kuvaavat tuotannon etenemistä ajan suhteen, mutta paikka-aikakaavio kuvaa paikan suhteessa ja tuotantokaavio taas tuotannon määrän suhteessa. Molemmissa kaavioissa kuvataan tehtävät kaavioon piirretyillä vinoviivoilla. (Ratu-R6031, 2017, 25.)

Valvontavinjetti

Kuva, josta tarkastetaan osakohteiden tai työvaiheiden valmiusasteet. Työvaiheiden valmiusaste voidaan merkitä matriisimuodossa tai vinjettinä. Valvontavinjetti kuvassa esitellään kunkin työvaiheen tai osakohteen aloitus- ja lopetusajankohdat. Merkitseminen aikatauluun työn etenemisestä tapahtuu rastituksella tai värityksellä. Esimerkiksi kun työstä on tehty 50 % osakohteen ruutuun vedetään viiva. Toinen viiva vedetään, kun työ on kokonaan suoritettu osakohteessa. (Ratu-R6031, 2017, 30.)

Toimintaverkot

Nykyään käytetään pääsääntöisesti toimintaverkkoja aikataulujen laadinnassa. Toimintaverkkoja käytetään eniten laadintatekniikkana aikatauluja tehdessä. Toimintaverkkojen laatimista hyödyntää nykyaikainen tietokonetekniikka. Työmaalta ei usein löydy aikataulun esitysmuotona toimintakaavioita tai toimintaverkkotekniikka, mutta nykyaikaisia aikatauluohjelmia pystytään kuitenkin hyödyntämään laskennassa toimintaverkkotekniikkaa. (Ratu-R6031, 2017, 32.)

Toimintaverkossa aikataulumuodot näytetään lohkoilla tai vaihtoehtoisesti viivoilla, ja tehtävät yhdistetään. Yhdistämisessä käytetään toiminnallisia riippuvuuksia kuvaavien merkinnöiden ja tämän jälkeen toimintaverkko mahdollistaa toimintakaavion luonnin. Toimintakaaviossa kaikki tehtävät ovat määriteltyjä toimintaverkostossa. Toimintakaavio on todella toimiva johdon työvälineenä, varsinkin toistuvissa tuotannoissa. Lisäksi toimintakaaviota käytetään uudelleensuunnittelussa sekä valvonnassa. (Ratu-R6031, 2017, 32.)

Lukujärjestys ja ajoitettu tehtäväluettelo

Työmaan tehtävät esitetyään lukujärjestyksessä viikkotasolla. Töiden valmistuminen merkitään lukujärjestykseen tunti-, puolipäivä- tai päiväkohtaisesti. Lukujärjestykseen merkitään, mitä työtä missäkin tehdään ja kuka sen suorittaa. Lyhyessä viikkosuunnittelussa lukujärjestys aikataulun käyttö on suositeltavaa. Lukujärjestys voidaan laatia koko työmaata koskevaksi aikatauluksi, tai esimerkiksi vain yksittäisen työntekijän aikatauluksi. Runkovaiheen työvaiheissa käytetään paljon lukujärjestysaikataulua. (Ratu-R6031, 2017, 36.)

2.8 Siirtokoneet

Rakennustyömaalle saapuvat tavara- ja materiaalitoimitukset voidaan purkaa erilaisilla nosto- ja siirtokoneilla. Mikäli ajoneuvossa joka tuo toimituksen työmaalle ei ole omaa nostinta, puretaan kuorma yleisesti joko kurottajalla tai torninosturilla. Torninosturia ei useimmiten käytetä työmailla, jossa ei rakenneta kokonaan uutta rakennusta.

Kurottaja

Kurottajaa käytetään suurimmilla osilla rakennustyömaista. Kurottajaa käytetään kuorman purkuun, tavaroiden siirtelyyn sekä nostamiseen. Joihinkin kurottajiin on mahdollista saada lisäosia, jolloin siitä tulee vieläkin monikäyttöisempi. Lisäosia ovat esimerkiksi kauha sekä jatkopiikit, joiden avulla onnistuu muun muassa lumityöt sekä nostot korkeammalle. (J.H Helaakoski 2020.)

Trukki

Trukki on yksi työmaan käytetyimmistä koneista ja se mahdollistaa helpot ja nopeat siirrot. Trukkia käytetään tavaroiden ja materiaalien siirtämiseen tai kuorman purkuun. Trukkeja on erikokoisia ja niiden nostokapasiteetti vaihtelee sen mukaan. Työmaalla trukkia saa ajaa vain siihen koulutettu henkilö.

Pumppukärry

Pumppukärry on tarkoitettu kuomalavojen ja tavaroiden siirtämiseen työmaalla. Pumppukärryjä on erikokoisia sekä käsikäyttöisenä, sähköisen sekä puntarilla varustettuja. Puntarilla varustettuja pumppukärryjä on helppo käyttää tavaroiden punnitsemiseen. Pumppukärry on helppokäyttöinen ja kätevä työväline esimerkiksi rakennuksen sisällä tehtäviin siirtoihin. Pumppukärryn käyttö ei vaadi koulutusta käyttäjältään.

3 LOGISTIIKAN TOIMINTA AHTAALLA TYÖMAALLA

3.1 Ahtaan työmaan logistiset ratkaisut

Ahtaalla työmaalla on tärkeää keskittyä materiaalien, roskalavojen ja työmaakoneiden tiiviiseen sijoitteluun/varastointiin. Työmaa-alueen suunnittelussa ja logistiikan toiminnassa täytyy ottaa tarkasti huomioon tieliikenne, jotta vältetään mahdolliset työturvallisuusriskit ja liikenneonnettomuudet. Työmaa-alue täytyy eristää hyvin ulkopuolisilta henkilöiltä ja työmaan portilla täytyy olla selvät ja näkyvät työmaamerkit. Materiaalien ja tavaran toimittajille täytyy olla selvä ajoreitti työmaalle ja tarpeeksi tilava ja kantava purkualue.

Työmaan perustamisvaiheessa rakennustarvikkeiden toimitukset, vastaanotot, siirrot ja varastointi suunnitellaan. Samalla suunnitellaan tarvikkeiden käsittelyyn tarvittavat kuljetustiet, työresurssit, varastointialueet ja nosto- ja siirtokalusto. Aluesuunnitelmaa tehdessä otetaan huomioon työvaiheittain rakennustarviketoimitukset ja niiden siirrot sekä varastointi. Tavaran purkualueen ja ajoteiden tulee olla tarvittavan kantava työmaan tarpeiden mukaan. Purku ja lastauspaikat tulee suunnitella mahdollisimman lähelle tavaroiden käyttöpaikkaa, jolla minimoidaan siirtotyötä. Välttääkseen ylimääräistä tavaran siirtelyä materiaalit ja tarvikkeet tilataan, puretaan ja varastoidaan asennusjärjestyksessä. Materiaalien ja tarvikkeiden vastaanotossa on hyvä olla mukana asiantunteva ihminen, joka osaa määrittellä asennusjärjestyksen helpoittaakseen asennusta ja myös minimoi kustannuksia. (Ratu 1214-S, 2005, 12.)

Sopimusneuvotteluissa tai aloituspalaverissa työmaaorganisaation tavarantoimittajan tai aliurakoitsijan täytyy suunnitella ja sopia tilauksista seuraavat asiat:

- töiden ja toimitusten yhteensovittaminen
- kuljetuskalusto
- kuljettajan ilmoittaminen työmaalle saapumisesta
- työmaan purkupaikat
- siirto- ja nostokaluston käyttö
- saapuvien materiaalejen suojaus ja varastointi
- toimituserät ja -ajat
- toimitusten ja tilauksien varmistaminen

- tehtäväsuunnitelma
- toimituserän kotiinkutsu
- suunnitelmamuutoksien tiedottaminen. (Lehtinen, R. & Rakennustieto Oy, 461.)

3.2 Materiaalien tilaaminen, toimitus ja aikataulutus

Hyvällä materiaalitoimitusten suunnittelulla pystytään välttämään ylimääräisiä kustannuksia, joita syntyy liiallisesta varastoinnista ja materiaalipuutteista. Suunnittelun aloittaminen ajoissa vähentää rakentamisessa ja logistiikassa syntyvää hävikkiä ja vaurioita. Toimituksia ei pystytä rakennusurakan alussa tarkasti suunnittelemaan, sillä lähtötiedot eivät vielä ole tarkkoja. (Pahkala ym.2020, 680–681.)

Rakentamisaikataulu määrää materiaalitoimitusten suunnittelun. Ensimmäisenä hankinnat jaetaan moneen toimituserään ja kun toimitushetki lähenee hankintojen suunnittelua tarkennetaan. Toimitusten sisältö, toimituspäivä ja toimituksen yksityiskohdat täytyy sopia tavarantoimittajan kanssa. Materiaalimäärä, toimituspäivä ja työmalla tapahtuva tuotteiden vastaanoton tarkistaminen kuuluu vastaavan työnjohtajan tehtäviin. Tarkemmasta tilauksen suunnittelusta täytyy toimittajan kanssa sopia etukäteen. Sopimisella ehkäistään unohdettuja asioita tilaukseen liittyen. (Pahkala ym.2020, 680-681.)

Työmaalle saapuvan tavaran täytyy kaikilta osin olla Suomen asetusten, lakien ja viranomaisten antamien määräysten mukaiset. Työmaalle saapuvan tavaran täytyy kaikilta ominaisuuksiltaan vastata sitä, mitä on tilaajan kanssa sovittu. (Ratu 17-1072, 2000, 2.)

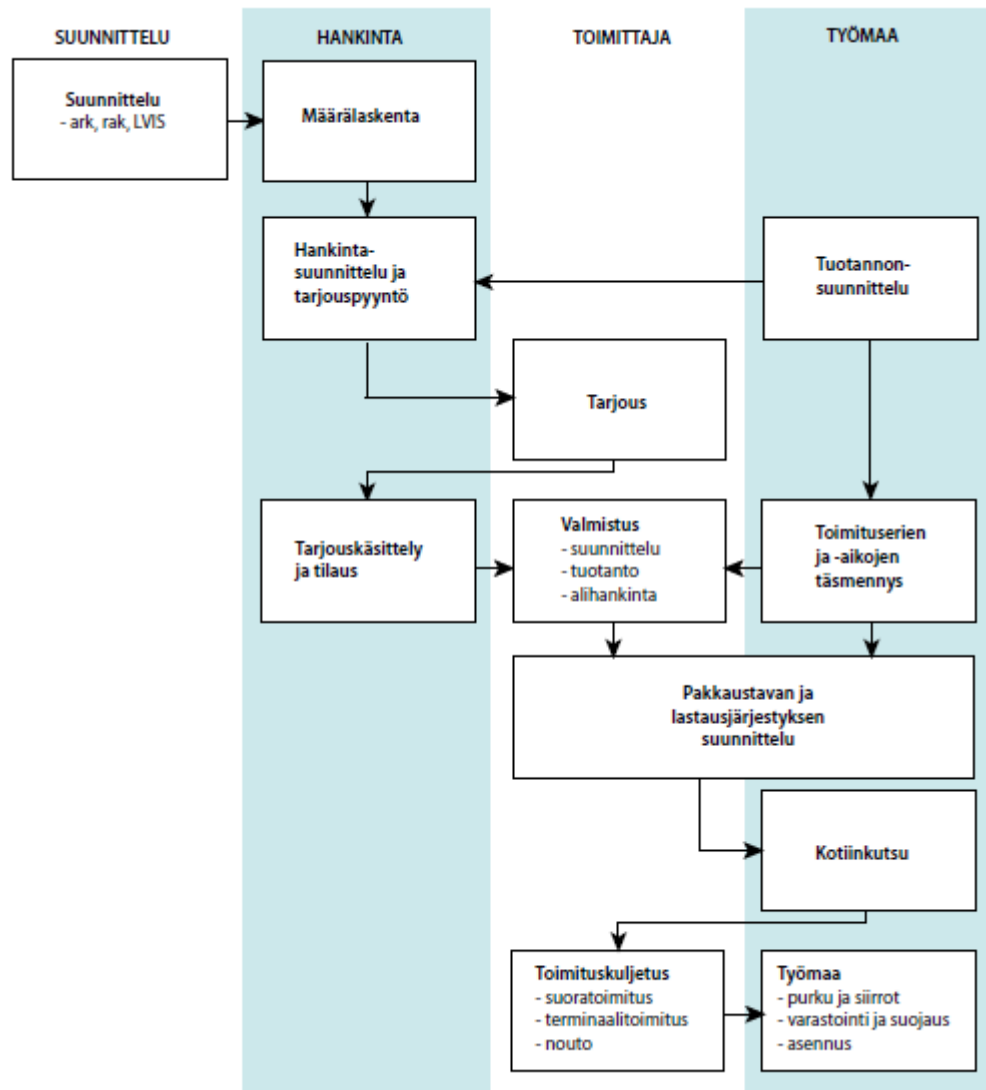
Materiaalien ja tavaroiden tilauksen yhteydessä on erinäisiä sovittavia asioita tavarantoimittajan tai kuljetusliikkeen kanssa:

- soitto työmaalle ennen materiaalin saapumista, soittoaika erikseen sovittavissa
- kuormakirjan kuittaus ja kuorman kunnon ja oikeellisuuden tarkastus
- työmaan purkupaikan ja kulkureitin sijainti
- työmaan suojarustevaatimukset
- toimitusaika
- purkukalusto ja purun suorittajan sopiminen.

Materiaalien vastaanoton yhteydessä täytyy muistaa

- kuorman tarkistus
- puuttutneiden tai puutteellisten materiaalien merkitseminen kuormakirjaan
- toimittajalle mahdollisten puutteiden reklamointi
- dokumenttien säilytys
- kuskin ohjaaminen oikeaa reittiä purkualueelle
- kuskin ohjeistaminen pois työmaalta
- materiaalien oikeaoppinen suojaus, varastointi ja siirto
- materiaalien siirto suoraan asennuspaikalle tarpeen mukaan
- jätteiden oikeaoppinen lajitteleminen. (Palolahti & Sahlstedt 2020, 462.)

Seuraavana (kuva 5) projektikohtaisten tuotteiden hankinta- ja toimitusketjun päävaiheet.



Kuva 5. Projektikohtaisten tuotteiden hankinta- ja toimitusketjun päävaiheet. (Ratu S-1227, 2010, 7.)

3.3 Materiaalikuorman purku

Kuorman purkamista varten työmaan täytyy järjestää kunnollinen purkualue purkutyötä varten. Materiaalien purkumenetelmää suunniteltaessa kannattaa jo miettiä materiaalien seuraava sijoituspaikka. Jos materiaalit nostetaan esimerkiksi purkualueen viereen, niin pumppukärkyt tai trukki on yleisesti tehokkain keino siirtämiseen. Jos materiaalit viedään suoraan rakennuksen vesikatolle tai kerroksiin nosturi tai kurottaja olisi paras vaihtoehto.

Materiaalikäsitteilyn suunnittelussa kuuluisi ottaa huomioon materiaalikuorman purussa suorittavat nostot. Suunnittelun päämääränä on mahdollistaa tuotteiden turvallinen, taloudellinen ja turvallinen käsittely. Vaaratilanteilta ja materiaalivahingoilta vältytään hyvällä suunnittelulla ja oikean nostovälineen valinnalla. Purettavan kappaleen suunnittelijan täytyy suunnitella sopivat ja kestävät nostokohdat, joista kappale voidaan nostaa. Eri-tyisten haastavien purkunostojen suorittaminen vaatii aina erillisen kirjallisen suunnitelman. (Rakennusalan työturvallisuus 2000.)

Tapaturmien välttämiseksi nostotyön suorittajalla täytyy olla opastus ja koulutus turvallisiin nostotapoihin. Nostotöiden suorittajalla ja muilla tahoilla pitää olla selvästi jaetut vastualueet. Työn suorittajan täytyy noudattaa nostoissa määräyksiä, ohjeita ja varovaisuutta. Jos työntekijä havaitsee jonkun vian tai puutteen on hänen ilmoitettava siitä työnsuojeluvaltuutetulle ja työnjohdolle. (Rakennusalan työturvallisuus 2000.)

3.4 Siirtomenetelmät

Siirtotöissä käytettävät työvälineet tulee tarkastaa ennen käyttöä. Säännöllisellä kunnossapidolla ja huoltamisella työväline pysyy turvallisena koko sen elinkaaren ajan. Jos työvälineessä ilmenee haitta tai vaara, niin se täytyy heti ehkäistä ja poistaa. Työvälineiden huoltokirjat on pidettävä ajantasalla ja turvalaitteiden ja ohjausjärjestelmän täytyy toimia moitteettomasti. (1095/2019.)

Siirtotöissä on tärkeää, että siirtotyöväline valitaan oikein siirrettävän materiaalin mukaan. Siirtoväline ei saa vaurioittaa siirrettävää materiaalia, työmaan rakenteita tai aiheuttaa liiallista kuormitusta työntekijälle.

3.5 Työaikainen varastointi

Työaikaisella varastoinnilla tarkoitetaan materiaalien ja tavaroiden varastoimista asennuskohteen välittömään läheisyyteen. Työaikaisessa varastoinnissa haasteena on materiaalien turhien siirtojen välttäminen, joko muiden materiaalien tai työvaiheiden tieltä. Ennen materiaalien siirtämistä asennuskohteen viereen täytyy selvittää voivatko materiaalit olla samassa paikassa koko työvaiheen ajan. Materiaalien työaikaisen varastoinnin varalle on hyvä työnjohtajan merkitä alueita, joihin voi varastoida materiaaleja huoletta.

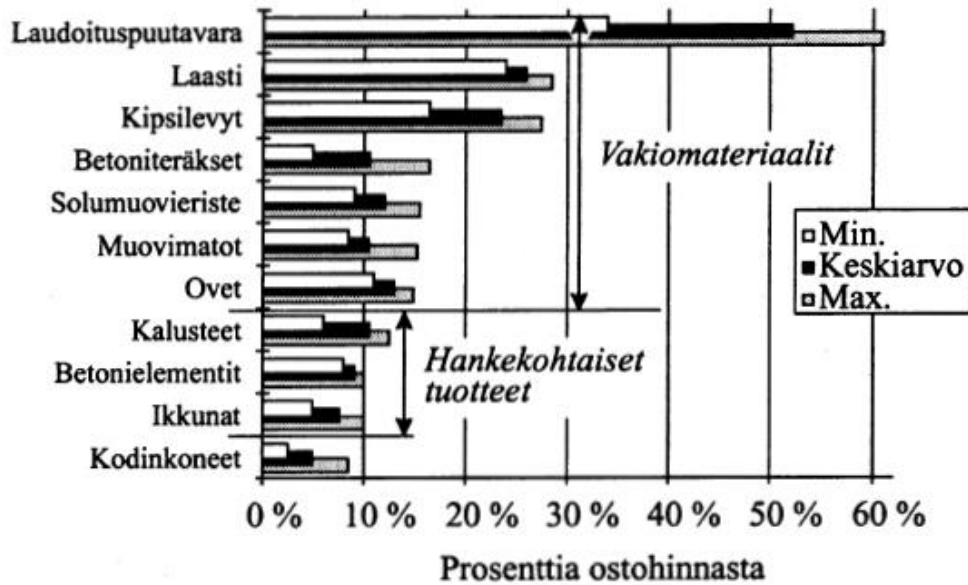
Työaikainen varastointi ja sisätiloissa tapahtuva varastointi saattaa työmailla helposti jäädä vähemmälle huomiolle, mutta niiden laiminlyönnistä voi rakennushankkeen aikana kasvaa suuri lisäkustannus työtuntien muodossa. Jos materiaaleja joudutaan siirtämään asennuskohteesta pois kannattaa ne pinota esimerkiksi eurolavan tai rullakon päälle, jotta niitä on helppo siirrellä. Materiaalit on hyvä varastoida suojattuihin ja valmistuneisiin tiloihin, jotta siirroilta vältyttäisiin ja valmiit pinnat ja rakenteet eivät vahingoittuisi. Työaikaisessa varastoinnissa on otettava huomioon, että esteetön kulku työmaalla toteutuu. Materiaaleja ei saa jättää kulkuväylille ja pyöreät putket tai liukkaat alustat täytyy sitoa kiinni tai suojata muilla tavoin. Ennen työvaiheen aloittamista täytyy selvittää voidaanko kaikki tarvittavat materiaalit siirtää työpisteelle heti vai jätetäänkö osa materiaaleista esimerkiksi välivarastoon.

3.6 Logistiikan kustannustehokkuus

Logistiikan hoitaminen ahtaalla työmaalla tuo usein lisäkustannuksia. Lisäkustannukset voivat aiheutua siitä, että toimitukset pitää kuljettaa työmaalle yöaikaan, jotta työmaan viereinen liikenne ei häiriintyisi. Lisäkustannuksia voi myös tulla siitä, että, voidaan joutua vuokraamaan tonttitilaa esimerkiksi nosturia varten. (Ratu -6033, 2018, 34)

Logistiikan kustannustehokkuutta pystyy työmailla parantamaan tarkalla logistiikan suunnittelulla ja hyvällä työnjohtamisella. Ahtaalla työmaalla ylimääräiset kustannukset ja siirrot vältetään tarkalla materiaalien toimitusajalla, jotta vältetään turha välivarastointi ja siirrot voidaan suorittaa suoraan työkohteeseen. Työnjohdon täytyy olla koko rakennusurakan ajan tietoinen siitä, mitä materiaalia työmaalle saapuu ja osata ohjata ne varastoitavaksi oikeisiin paikkoihin. Materiaalien siirroissa ja nostoissa täytyy urakoitsijan hankkia työn suorittajalla oikeanlaiset työvälineet siirtoja varten.

Työmaalla tapahtuvien logististen siirtotöiden kustannusten tutkiminen saatta olla vaikeaa, jos liian moni työntekijä tekee sitä toisinaan. Kustannusten tutkimista helpottaa se, jos logistiin töihin on määrätty tietyt henkilöt, joiden työtehävä on pelkästään tai pääsääntöisesti siirtojen tekeminen. Tarkka tuntikirjausjärjestelmä myös helpottaa laskemaan, kuinka paljon todellisuudessa työtunteja menee logistiin siirtoihin. Seuraavana (kuva 6), josta näkyy eri tuoteryhmien logistiset kustannukset.



Kuva 6. Eri tuoteryhmien logistiset kustannukset (Pahkala ym.2020, 677).

4 LOGISTIikka DATACITYN TYÖMAALLA

4.1 Kohdetiedot

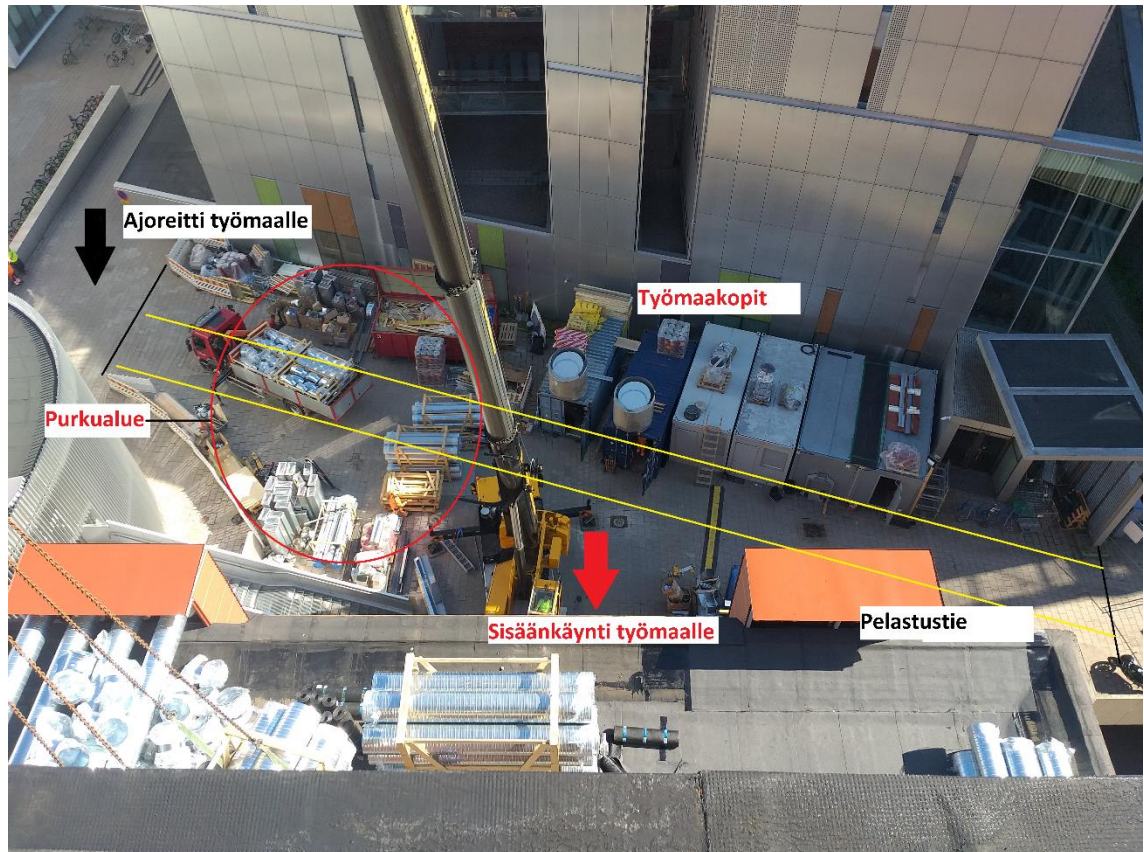
Case-työmaa on rakennustoimisto Lundénin urakoima kohde, joka sijaitsi Turun DataCityssä Joukahaisenkatu 3:ssa. Kohteessa remontoitiin noin 2000m² Turun AMK:n vanhoja tiloja toimistotiloiksi, joista erinäiset yritykset pystyvät vuokraamaan itselleen tiloja. Samassa urakassa kiinteistön vesikatolle rakennettiin noin 300m² IVKH eli Ilmanvaihtokonehuone, joka palvelee kiinteistöä. IVKH:neen tarkoituksena on nykyaikaistaa kiinteistön ilmanvaihto. Piha-alueelle tehtiin myös pieniä muutoksia urakan yhteydessä.

Kohde remontoitiin kokonaan kantavia seiniä ala,- ja yläholvia lukuunottamatta. Talotekniikan töiden yhteydessä joutusimme myös paljon työskentelemään kiinteistön muissa kerroksissa, sillä putkivetoja tehtiin kerrosten välillä. IVKH- huoneen metallirunko ankkuroitiin kiinteistön vesikaton holviin.

4.2 Yleistä työmaasta

Työmaata palveli työmaa-alue Datacityn viereisellä pihakannella. Pihakansi sijaitsee toisessa kerroksessa autohallin yläpuolella, ja siellä sijaitsevat työmaakopit, sosiaalitalat ja työaikainen pääsisäänkäynti Datacityn työmaalle. Tavarantoimitus sekä varastointi tapahtui pihakannella, mikäli ei ollut mahdollista siirtää materiaaleja suoraan kohteeseen. Pihakannella sijaitsi myös pelastustie, josta paloauton tuli mahtua ajamaan työmaa-alueen läpi mahdollisen hätätilanteen sattuessa.

Työmaalle oli neljä sisäänkäyntiä, jotka olivat työmaan käytössä. Vesikatolle kulku tapahtui kiinteistön hissistä ja porraskäytävästä. Työmaan viereiset tilat olivat käytössä koko työmaan ajan, jonka takia kovaäänisiä töitä täytyi välttää arkisin 9.00 -16.00. Tämä aiheutti paljon aamu ja iltatöitä urakoitsijalle. Esimerkiksi purettavan alueen kevyet tiiliseinät jouduttiin kaatamaan itaisin tai öisin. Työmaa sijaitsi vilkkaasti liikennöidyllä alueella, joten jalankulkijoiden turvallisuus täytyi ottaa töiden ja kuljetusten järjestämisessä huomioon. Työmaa-alueelle myös joskus eksyi ulkopuolisia ihmisiä etsimään sisäänkäyntejä viereisiin kiinteistöihin.



Kuva 7. Työmaan pihakansi vesikatolta kuvattuna. Kuva Severi Suominen 2019

4.3 Työmaan logistiset ongelmat

Työmaan suuri ongelma oli pihakannen ahtaus, jonka takia materiaalit ja tavarat jouduttiin varastoimaan todella tiiviisti ja tehokkaasti. Työmaan läpi kulkeva pelastustie aiheutti myös vaikeuksia, sillä se vei paljon pois varastointitilaa ja purkavat autot joutuivat usein purkamaan kuormansa pelastustiellä. Pelastustien tuli pysyä koko työmaan ajan tyhjänä, jotta mahdollisen hätätilan sattuessa paloautot pystyisivät hyödyntämään sitä.

Työmaan piha-alue sijaitsi autohallin yläpuolella, kun vesikaton IVKH:neen työt alkoivat työmaalle täytyi saada nosturi nostotöitä varten. Pihakannen betonilaatta ei kestänyt nosturin aiheuttamaa painoa ilman tuentaa, joten asensimme isot H-teräspalkit (Kuva 8) autohallin yläholvin alapintaan. Lisäksi asensimme holvituet H-teräspalkin ja nosturin tukijalkojen alle. Luvussa 4.7 kuvatun tavarahissivaihtoehdon kanssa, ei olisi vältetty pihakannen tukemiselta, sillä nostin oli isoimmista nostoissa työmaalle välttämätön.



Kuva 8. Holvin alapintaan asennettu H-palkki. Kuva Severi Suominen 2019

4.4 Logistiikan aikataulutus

Työmaan ahtaus vaikutti materiaalien toimituksien aikataulutukseen. Tilatessa materiaaleja yritettiin arvioida saapumisajankohta sopivaksi niin, että materiaalit saataisiin siirrettyä suoraan tarvittavalle työpisteelle. Rautakaupoista hankitut levytavarat, villat, väliseinärangat ja puutavarat jouduttiin tilaamaan pienissä erissä työmaalle, ettei työmaa-alue ruuhkautuisi liiallisen materiaalmäärän takia. Tämä aiheutti työmaalle lisäkustannuksia kuljetusmaksuina ja ylimääräisenä työnä Työmaan ruuhkautumista olisi pystytty välttämään tarkemmalla kuljetusten aikatauluttamisella ja kanssakäymisellä toimittajan ja muiden urakoitsijoiden kanssa. IVKH:neen töihin menevien materiaalien tilaukset aikataulutettiin niin, että ne saatiin nostettua nostimella suoraan kuljettavan auton kyydistä vesikatolle, minkä avulla vältettiin turha välivarastointi pihakannelle.

Kaikkia vesikatolle meneviä nostoja ei pystytty suorittamaan työmaa-alueen pihakannelta, vaan nostot täytyi tehdä kiinteistön toiselta puolelta Lemminkäisenkadulta. Vilkaasti liikennöidyllä Lemminkäisenkadulla nämä nostot täytyi aikatauluttaa yöajalle. Tällöin nostot suoritettiin rauhassa ja turvallisesti, eikä työmaan toiminta aiheuttanut suurta häiriötä autoilijoille tai jalankulkijoille.

4.5 Logistiikan työturvallisuus

Logistiikan työturvallisuutta työmaalla valvoi PU:n työnjohtajat ja tilaajan nimeämä valvoja. Työturvallisuus toimi erittäin hyvin, sillä työmaalla ei sattunut yhtään työtapaturmaa. Työmaa-alueella liikuttaessa kaikilla henkilöillä täytyi olla huomiovaatetus ylä- tai alavartalossa, suojalasit, turvakengät ja kypärä. Suojavaatetusten käyttämisen laiminlyönnistä henkilöä huomautettiin ja jos sen jälkeen vielä suojavarusteissa havaittiin puutteita, niin henkilö poistettiin työmaa-alueelta.

Logistisissa siirroissa täytyi käyttää oikeaoppisia siirtomenetelmiä ja välineistöä, jotta työntekijään ei kohdistunut ylimääräistä kuormaa. Kuormien puruissa ja nosturien nostoissa varmistettiin aina, että kuorma on kiinnitetty kunnolla, eikä putoamisen riskiä ole. Työmaalla suoritettiin viikoittainen TR-mittaus, jossa oikein/väärin menetelmällä tarkistettiin työmaan työturvallisuusseikat (kuva 1). TR-mittauksen yhteydessä myös tarkistettiin logistiikan työturvallisuus. Tähän kuuluu muun muassa materiaalien varastointi, siirtovälineiden kunnan tarkastaminen ja kulkusillat. Työmaan TR-mittauksen tulos vaihteli 92 – 97 % välillä.

4.6 Logistiikan hallinta ja suunnittelu

Logistiikan hallinta alkoi siitä kun tehtiin materiaalin tai työn hankinta. Hankinnassa täytyi ottaa huomioon materiaalien saapumisaika, kuorman purkumenetelmä ja purun suorittaja. Materiaalien saapumisen ajankohta oli aikataulullisesti erityisen tärkeää, sillä työmaalla ei ollut ylimääräistä varastointitilaa. Logistiikkaa työmaalla organisoivat PU:n eli pääurakoitsijan työnjohto. Aliurakoitsijat hoitivat oman logistiikkansa PU:n työnjohton kanssa yhteistyössä.

Työmaa selvisi purkutöiden suoriutumisesta hyvin. Sujuvuuden parantamista pystyi ohjaamaan luvussa 3.2 mainituilla menetelmillä, ennen kuin materiaalit saapuivat ja kun purkutyöt ovat käynnissä.

Materiaalikuormien purkutyö suoritettiin työmaan pihakannella. Purun suoritti pääurakoitsija, aliurakoitsija tai materiaalin kuljettaja riippuen siitä, miten oli sovittu. Työntekijöiden autot pidettiin pois purkualueen lähetyviltä, kun oli tiedossa, että materiaaleja oli tulossa paljon työmaalle. Suurempien materiaalihankintojen kuljetuksia ei aikataulutettu samoille

päiville, ettei purkualue ruuhkaantunut liikaa. Purkualueelle syntyi toisinaan ruuhkaa pienempien kuljetusten tullessa yhtäaikaaisesti suurempien toimitusten kanssa.

Purkutöiden sujuvuuden takaamiseksi työmaan toimistoon olisi ollut hyvä laatia tuntikohmainen aikataulu materiaalien saapumisajoista. Aikataulutus olisi ehkäissyt materiaalien samanaikaista saapumista työmaalle. Materiaalien tilaaja olisi heti nähnyt, koska purkualue on tyhjä ja purkutyö voidaan suorittaa ongelmitta. Taulukossa 2 on esimerkkiaikataulu, johon purettavat materiaalit ja ajankohdat voi merkitä.

Taulukko 2. Esimerkkiaikataulu

VK20	MA	TI	KE	TO	PE
6:00					
7:00	Puutavaraa	Sähkökeloja		AK-levyjä	
8:00					
9:00	Villakuorma				Parkettia
10:00			Laasteja		
11:00					
12:00					

4.7 Työmaan varastointi

Työmaan varastointitilan puutteen takia saapuneet materiaalit laahattiin suoraan työpisteelle jos se oli vain mahdollista. Materiaaleja varastointiin työmaa-alueen pihalle, varastojen ja sosiaalityötilojen konttien katolle, työmaan valmistuneisiin huoneisiin ja kiinteistön vesikatolle. Vesikatolla tarkoitetaan rakennuksen katon ylintä kerrosta. Materiaalien herkkyyden ja varastointiajan mukaan ne suojattiin sateelta, kosteudelta, pölyltä ja tuulelta. Isommat pihalle ja vesikatolle sijoitettavat materiaalit niin kuin Gyproc-levyt, ja mineraalivillat lastattiin eurolavojen päälle ja suojattiin pressuilla tai suojamuovilla. Pienemmät materiaalit kuten silikonit, ruuvit ja maalit, varastointiin työmaan sisätiloihin tai työmaakontteihin. Työmaa-alueen pihalle myös tehtiin työmaakonttien väliin katos, johon materiaalit sai sijoitettua suoraan vesisateelta suojaan.

Työmaan varastointi toimi mielestäni sujuvasti. Välillä piha-alueelta loppui varastointitila, mikä aiheutti uudelleen järjestämistä. Pääurakoitsijoille ja aliurakoitsijoille olisi ollut

tarpeen määrittää tietyt varastointialueet, joka motivoisi ylimääräisten materiaalien/roskien siivoamista ja tyhjentämistä. Tietysti tilanteen mukaan, jos urakoitsijalle saapuu keralla paljon varastoitavaa tavaraa, voisi toisten urakoitsijoiden varastointialueita käyttää hyväksi. Kosteudenhallintaan työmaalla kiinnitettiin paljon huomiota. Materiaaleja tai työvälineitä ei päässyt kastumaan, sillä työpäivien päätteeksi PU:n työnjohto tarkisti varastoinnin oikeaoppisen suojaamisen. Enemmän huomiota työmaalla olisi pitänyt kiinnittää materiaalien varastoimisen asennusjärjestykseen. Kun varastointi oli tiivistä, niin tarvittavia materiaaleja oli vaikeata keräillä muiden materiaalien takaa.

4.8 Työmaan logistiset siirrot

Työmaalle saapuneesta ajoneuvosta materiaalit purettiin, käsin, pumppukärryllä, auton omalla pilkkinostimella, trukilla tai isolla nosturilla. Purku- ja siirtotapa valittiin kuljetusajoneuvon, materiaalin ja jälkivarastoinnin mukaan. Työmaalla oli myös hetken ajettava trukki, joka helpoitti pihakannen työmaa-alueen järjestelyä. Reitit jossa siirtoja suoritettiin oli suojattu valmiiden pintojen vaurioitumisen ehkäisemiseksi. Logististen siirtojen valvominen vei työnjohdolta paljon aikaa, sillä siirtoja pääasiassa suorittivat vuokratyövoima, jolla ei ollu selvää kuvaa materiaalien varastointi- tai asennuspaikasta. Materiaaleja jouduttiin siirtelemään työmaan sisätiloissa tapahtuvan varastoinnin jälkeen pois työvaiheiden edestä, että tilaan mahtui tekemään töitä.

Työmaan sisätiloissa tapahtuvia siirtoja ei kokonaan pysty välttämään, mutta tarkalla suunnittelulla se pystytään minimoimaan. Siirtojen välttämiseksi on tärkeää, että urakan kaikki urakoitsijat ovat tietoisia työvaiheiden etenemisestä ja vaiheista. Työnjohdon täytyy kommunikoida kaikkien urakoitsijoiden kanssa, ja tätä kautta hallita logistista varastointia. Datacityn työmaalla tehtiin alakattourakoitsijan kanssa työmaan pohjakuvaan aikataulutusta joka toi esiin, millä viikolla missäkin tilassa alakattourakoitsija teki töitä. Tämä helpoitti työnjohdon varastoinnin hallintaa suuresti, eikä töiden teko viivästy edessä olevien materiaalien takia.

4.9 Työmaan nostot ja IVKH-logistiikka

Logistinen liikenne vesikatolle hoidettiin suurimmaksi osaksi nosturilla työmaa-alueen pihakannelta. Pientä tavaraa siirrettiin vesikatolle kiinteistön hissillä sekä portaita pitkin. Nosturin suorittaessa nostoja, etuna oli siirtojen nopeus ja helppous. Vesikatolle myös

nostettiin painavia tavarakuormia, joita ei olisi ollut logistisesti järkevää kuljettaa kiinteistön hissillä. Suoraan vesikatolle nostettaessa helpoitettiin myös materiaalien purkutyötä, koska ne pystyttiin purkamaan suoraan kuljettavasta ajoneuvosta nosturilla, ja materiaaleja ei ollut tarpeellista välivarastoida. Nosturilla nostettaessa minimoitiin mahdollisesti siirtotöistä aiheutuvat vahingot kiinteistön tiloihin.



Kuva 9. Työmaalla eniten käytetty mobiil nostin LTM1060. (Liebherr 2020.)

Vaihtoehtoinen menetelmä materiaalien siirtämiseen katolle ja katolta pois olisi ollut tavarahissi.

Nosturista oli suuri hyöty työmaalla

- siirrot olivat nopeita ja helppoja
- nostot olivat mahdollisia kiinteistön ja IVKH vesikatolle
- mahdollisti isojen kappaleiden nostot

- jätteet pystyttiin nostamaan suoraan roskalavalle
- pystyttiin hyödyntämään muihin kuin IVKH-nostoihin.

Nosturin haitat

- vuorokausihinta on kallis
- vei paljon tilaa työmaan pihakannelta
- nostojen aiheuttamat työturvallisuusriskit
- vaati alamiehen, ylämiehen ja nostimen kuskin.

Tavarahissin höydyt

- mahdollistaa yhden työntekijän tekemät siirrot
- siirtoja pystyy suorittamaan aina
- turvallinen.

Tavarahissin haitat

- suurien kappaleiden siirrot ei ole mahdollisia
- vie paljon tilaa työmaan pihakannelta
- pitkä siirtomatka
- siirtäminen on hidasta.

Tämän tyypisen työmaan nostojen kannalta nosturi on mielestäni käytännön ja kustannusten kannalta kannattavampi vaihtoehto, kuin tavarahissi.

4.10 Esimerkkejä logistisista ratkaisuista

4.10.1 Esimerkki 1: sisätiloissa tapahtuva varastointi

Työmaan sisätiloissa oli samaan aikaan monta eri työvaihetta käynnissä. Työntekijät olivat useissa työvaiheissa toistensa tiellä, joten oli tärkeää saada materiaalit varastoitua paikoille, joissa ne eivät häiritsisi ketään. Tämä pystyttiin toteuttamaan rauhoittamalla joidakin huoneita/tiloja varastointikäyttöön. Materiaalien varastointia seinien viereen yritettiin aina välttää, sillä maalaus,- putki- ja sähköurakoitsijoiden täytyi työskennellä paljon seinien vieressä. Materiaaleja varastoitettiin sisätiloissa eurolavoille, levyvaunuille, renkailla varustetuille pöydille sekä häkkirullakoihin. Tämä mahdollisti materiaalien helpon

siirtämisen paikasta toiseen. Valmiit lattiapinnat suojattiin kartongilla, jotta ne pysyivät työn aikana uudenveroisina. Seuraavaksi (kuva 9) datacityn työmaan sisätiloissa tapahtuneesta varastoinnista.



Kuva 10. Työmaan sisätiloissa tapahtuva työaikainen varastointi. Kuva Severi Suominen 2019

4.10.2 Esimerkki 2: vesikatolla tapahtuva varastointi

IVKH:neen töiden aikana materiaaleja täytyi varastoida paljon kiinteistön vesikatolle. Materiaalit ja jätteet täytyi saada turvallisesti nostettua pihakannelta vesikatolle ja sieltä takaisin alas. Vesikatolle oli määritetty erikseen nostoalue, josta materiaalien nostot tapahtuivat. Vesikatolla materiaalien varastointi täytyi järjestellä niin, ettei kova tuuli lennättänyt kevyttä tavaraa alas katolta ja ettei vesisade pilannut materiaaleja. IVKH:neen vesikaton valmistuttua materiaalit oli helppo varastoida IVKH:een sisälle suojaan vesisateelta ja tuulelta. Alapuolella (kuva 10), jossa esitetty kiinteistön vesikaton varastoimista.



Kuva 11. Kiinteistön vesikatto. Kuvattuna IVKH:neen vesikatolta. Kuva Severi Suominen 2019.

5 YHTEENVETO

Logistiikka rakennustyömailla aiheuttaa jatkuvasti ongelmia varsinkin silloin, kun kyseessä on ahdas ja logistisesti haastava työmaa. Työmaan logistiikassa ongelmat vaihtelevat työmaiden mukaan, mutta aihe pysyy samana. Kirjallisuudessa on paljon materiaalia ja ohjeistuksia rakentamisen logistiikasta, mutta niiden käyttäminen ja soveltaminen omaan työmaakohteeseen saattaa olla haastavaa.

Työmaan laskentavaiheessa logistiikka voi jäädä pienelle huomiolle. Työmaan tarkalla suunnittelulla ja rakennuttajan kanssa läpikäydylä urakkaneuvoittelulla voidaan logistiikan toimivuutta parantaa hyvillä suunnitelmilla ja yhteisillä pelisäännöillä. Työnjohdon sekä työntekijöiden panostus logistiikan toimivuuteen ja toimintatapoihin, on merkittävää logististen suunnitelmien toteuttamiseksi.

DataCityn työmaan logistiikka toimi hyvin haasteista ja ongelmista huolimatta. Logistiikasta löytyy aina parannettavaa kirjallisuuden, työkokemuksen ja vertailun kautta. Hyvin toimiva logistinen työmaa varmistettiin tarkalla logistisella suunnittelulla, tarkalla työnjohtamisella ja tiiviillä yhteistyöllä ali- ja sivu-urakoitsijoiden kanssa. Ongelmatapauksia logistiikassa tulee työmaalla väistämättä, mutta näiden tapauksien kautta täytyy saada kaikille osapuolille yhteiset pelisäännöt ja varmistaa, ettei samanlaista virheitä tapahdu enää uudelleen. Vaihtoehtoisten ja tehokkaampien menetelmien etsimisellä mahdollistetaan sujuvampi logistiikan toiminta ja samalla pystytään vähentämään siitä aiheutuneita kustannuksia.

LÄHTEET

Valtioneuvoston asetustyövälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta 1095/2019. Annettu 21.11.2019.

Hietavirta, J. Hokkanen, J. Lappalainen, V. Partikainen, H & Päivärinta, K.2018. Rakennustöiden turvallisuusmääräykset selvityksineen. Helsinki: Grano Oy.

J.Helaakoski 2020. Kurottaja soveltuu moneen nostotehtävään. Viitattu 16.2.2020 <https://www.j-helaakoski.fi/nosturit/kurottajat/>

Karrus, K. E. 2001. Logistiikka. 3. uudistettu painos. Juva: WSOY.

Lehtinen, R. & Rakennustieto Oy 2019. Rakennushankkeen työturvallisuus. Helsinki: Rakennustieto.

Liebherr. 2020 Mobile crane. Saatavilla <https://www.liebherr.com/en/int/products/mobile-and-crawler-cranes/mobile-cranes/liebherr-mobile-cranes/details/lm106031.html>

Logistiikan maailma 2020a. Logistiikan historia. Viitattu 21.2.2020 <http://www.logistiikanmaailma.fi/aineistot/logistiikka-lukiolaisille/mita-on-logistiikka/>

Logistiikan maailma 2020b. Tulo- sisä ja lähtölogistiikka. Vitattu 21.2.2020 <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimitusketju/tulo-sisa-ja-lahtologistiikka/>

Lindberg, R & Sahlstedt, T. 2020. Materiaalien suojaus työmaalla. Saatavilla chrome-extension://oemmnadbldboiebfnladdacbfmadadm/<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK140507.pdf>

Nissinen, S & Mäki, T. 2004. Niksipankki. Vammalan kirjapaino:Rakennustieto oy.

Pahkala, S; Wegelius-Lehtonen & Tanninen- Ahonen, T. 2020.Logistiikka on sujuvaa materiaali-toimitusten hallintaa. Saatavilla chrome-extension://oemmnadbldboiebfnladdacbfmadadm/<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK98s677.pdf>

Palolahti, T & Sahlstedt, T. 2020. Toimitusten ohjaaminen työmaalla. Viitattu 25.1.2020 chrome-extension://oemmnadbldboiebfnladdacbfmadadm/<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100503.pdf>

Rakennusteollisuus 2019. Ketju-hanke. Rakennustyömaan toimitusten ohjaus. Viitattu 20.12.2019 https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2009/Rakennustyomaan_toimitusten_ohjaus_091116.pdf

Rakennustoimisto Lundén 2020. Viitattu 22.1.2020 <https://rakennustoimistolunden.fi/>

Rakennusalan työturvallisuus. 2000. Stull rakennusinfo. Nostoapuvälineiden turvallisuus.

Ratu R-6031. 2017. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: Rakennustieto.

Ratu C2-0299. 2007. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Helsinki: Rakennustieto.

Ratu 6033. 2020. Rakennushankkeen kustannushallinta. Helsinki: Rakennustieto.

Ratu 17-10721. 2000, Rakennustuotteiden yleiset hankinta- ja toimitusehdot. Helsinki: Rakennustieto.

Ratu 1214-S. 2005. Työmaakuljetukset. Helsinki: Rakennustieto.

Ratu S- 1227, 2010. Työmaan toimitusten suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: ; Rakennustieto

Työterveyslaitos. 2010. Työturvallisuusmittari. Osoitteessa

chrome-extension://oemmndcbldboiebfnladdacbfmadadm/https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/338901/TRmittari+2010/0b984116-026f-4b28-8d23-fc5b170ea45f