

Samppa Karhu

Kerrostalo työmaan logistiikka keskustarakentamisessa

Opinnäytetyö

Syksy 2019

SeAMK Rakennustekniikka

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohto

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Samppa Karhu

Työn nimi: Kerrostalotyömaan logistiikka keskustarakentamisessa

Ohjaaja: Panu Putkonen

Vuosi: 2019

Sivumäärä: 31

Liitteiden lukumäärä: -

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli SRV Rakennus Oy, joka toimii projektinjoh-
tourakoitsijana kasvukeskuksissa Suomessa, Venäjällä ja Virossa.

Työn tavoitteena oli käsitellä kaupungin keskusta-alueelle rakennettavan kerrosta-
lotyömaan logistisia haasteita sekä ottaa kantaa rakentamista edistäviin ratkaisuihin
materiaalivirroissa ja kuljetuksissa. Opinnäytetyössä huomioitiin ainoastaan materi-
aalien liikkuminen ja siihen liittyvä tiedonsiirto. Pääoman siirtyminen rajattiin työn
ulkopuolelle.

Työ suoritettiin rakennustyömaalla työnjohtamisen ohessa. Työmaalla päivittäin ta-
pahtuva logistinen ohjaus tuotti paljon hyviä esimerkkejä materiaalien järkevästä
liikkumisesta sekä toi esille kehityskohteita. Näihin kehityskohteisiin oli tarkoitus et-
siä ratkaisuja ja samalla poimia logistiikan kannalta onnistuneita kokonaisuuksia tu-
levaisuutta ajatellen.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin ratkaisuehdotuksia haastaviin tilanteisiin materiaa-
livirroissa toimitusketjun alusta loppuun saakka. Onnistuneista tavarantoimituksista
voitiin kerätä hyviä käytännön esimerkkejä, jotka mahdollistavat samanlaisten toi-
mintamallien ylläpitämisen myös jatkossa.

Avainsanat: kaupungin keskusta, rakentaminen, logistiikka

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Site Management

Specialisation: Building Construction

Author: Samppa Karhu

Title of thesis: Apartment building construction site logistics in city centre

Supervisor: Panu Putkonen

Year: 2019

Number of pages: 31

Number of appendices: -

The client of this thesis was SRV Rakennus Oy. SRV Rakennus Oy is a project management contractor that operates in growth centres in Finland, Russia and Estonia.

The objective of the thesis was to discuss the logistical challenges of a multistorey apartment building site located in the city center, and to consider solutions that support construction in terms of material flows. Only the material flows and the related information flows were taken into consideration in this thesis. The capital flow was excluded.

The thesis was conducted on the construction site while also supervising the work on the site. The logistical supervision taking place daily provided many good examples of smart material flows and raised targets for improvement. The aim was then to find solutions for these improvement targets and to pick out successful procedures in terms of logistics to keep in mind in the future.

The thesis resulted in proposed solutions for challenging situations in terms of material flows during an end-to-end supply chain. The successful deliveries provided a way to collect practical examples that enable the use of similar operating models in the future.

.

Keywords: construction, city center, logistics

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
1 JOHDANTO.....	7
2 LOGISTIIKKA.....	8
2.1 Toimitusten ohjaus.....	8
2.2 Toimitusketju.....	8
3 KULJETUKSET.....	11
3.1 Suunnittelu.....	11
3.2 Muottitoimitukset.....	14
3.3 Elementtikuljetukset.....	14
3.4 Kappaletavarakuljetukset.....	16
3.5 Jätekuljetukset.....	16
4 KALUSTO.....	18
4.1 Plaanopumppaus.....	20
5 NOSTOT.....	22
6 ESIMERKIT.....	25
6.1 Yhdistelmäajoneuvon jarrukellon rikkoutuminen.....	25
6.2 Seinäelementtien välivarastointijärjestelyt.....	25
6.3 Muottikuljetuksen peruminen.....	27
6.4 Ulkopuolisen tekijän aiheuttama liikennejärjestelyjen muutos.....	28
7 POHDINTA.....	29
LÄHTEET.....	31

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Tontin maksimaalinen hyödyntäminen keskustan rakennustyömaalla.....	12
Kuva 2. Toimitusaikataulukko.	13
Kuva 3. Toimitukset tussitaulussa.....	13
Kuva 4. Seinäelementtien välivarastointia.	15
Kuva 5. Elementtien lastaus ja kuljetus välivarastolta työmaalle.	15
Kuva 8. Holvin valu PuMilla.....	19
Kuva 9. Autohallin ja naapuritalon välinen seinävalu kuupalla.....	20
Kuva 10. Autonosturin nostokykytaulukko (Nostokonepalvelu 2018).....	23
Kuvio 1. Toimitusketju.....	9

Käytetyt termit ja lyhenteet

Kolli	Kappaletavarakuljetusten kuljetusyksikkö.
Logistiikka	Materiaalivirtojen ohjauskokonaisuus alkutuotannosta lop- pusijoitukseen. Logistiikan näkyvin osa on kuljetusketju toi- mittajalta tilaajalle.
Projektinjohtourakoitsija	Toteuttaa tilaajan tai yhteisten suunnitelmien mukaisen ra- kennuskohteen hallitusti projektin alusta loppuun.
PuMi	Betonin kuljetukseen ja pumppaukseen suunniteltu Pump- mixer eli kuljetuspumppuauto. Pystyy toimittamaan ja pumppaamaan työmaalle betonia 1-6 m ³ .
Siirtokuormaus	Yhdistelmäajoneuvon kuljettajan suorittama kuorman siirto väliaikaisella parkkipaikalla karrystä vetoautoon, kun työ- maalle mahtuu ainoastaan vetoauto.
Työmaaorganisaatio	Käsittää työpäällikön, työmaapäällikön, projekti-insinöörin ja työnjohtajan nimikkeet.
Valukuoppa	Betonivaluissa käytettävä astia, jota ohjataan nosturilla va- lukohteeseen.
Välivarasto	Toimii väliaikaisena varastointitilana yleensä lähellä työ- maata, kun rakennettavan kohteen tontilla ei ole tilaa. Vä- livarastolta materiaalit ohjataan oikea-aikaisesti työmaalle.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on logistiikan hallinta kerrostalotyömaalla kaupungin keskustassa. Työn tilaajana toimii SRV, joka rakentaa Suomessa toimitiloja, infrastruktuuria sekä asuntoja. Työ toteutetaan käytännönläheisestä näkökulmasta Jyväskylän keskustassa sijaitsevalla työmaalla, jossa tilojen optimaalinen käyttö on ehdoton vaatimus rakennushankkeen sujuvan läpiviennin kannalta. SRV toimii rakennuskohhteessa projektinjohtourakoitsijana.

Kohteessa rakennetaan samanaikaisesti kaksi eri kerrostaloa, jotka kytkeytyvät toisiinsa yhdeltä seinältä. Molemmissa taloissa toimivat suurimmaksi osaksi samat aliurakoitsijat, mikä saattaa aiheuttaa päällekkäisyyksiä, mutta tuo myös oikein suunniteltuna synergiaetuja. Materiaalien toimitus pääurakoitsijalle ja aliurakoitsijoille sekä niiden sijoitus ja kuljetusten ajoitus ahtaalle keskustatontille tuo paljon ratkaisuvia ongelmia.

Työn tavoitteena on löytää hyviä käytännön ratkaisuja materiaalivirtojen hallintaan sekä tuoda esiin parannusta vaativia asioita työmaalla tulevien erilaisten tilanteiden kautta. Toimin työmaalla logistiikkavastaavana, joten opinnäytetyössä käytetään konkreettisia esimerkkejä läheltä seurattuna.

Opinnäytetyön aihe nousi esille, kun mietittiin keskustarakentamisen vaikeuksia ja miten eri urakoitsijoiden välinen tiedonkulku tavaroiden tilauksessa saataisiin mahdollisimman toimivaksi. Johtopäätöksenä nimettiin logistiikasta vastaava henkilö, jonka kautta tiedot toimitusajoista ja -määristä kulkevat. Aliurakoitsijat veloitetaan olemaan jokaisesta materiaalitoimituksesta ja paluulogistiikasta yhteydessä logistiikkavastaavaan.

2 LOGISTIIKKA

2.1 Toimitusten ohjaus

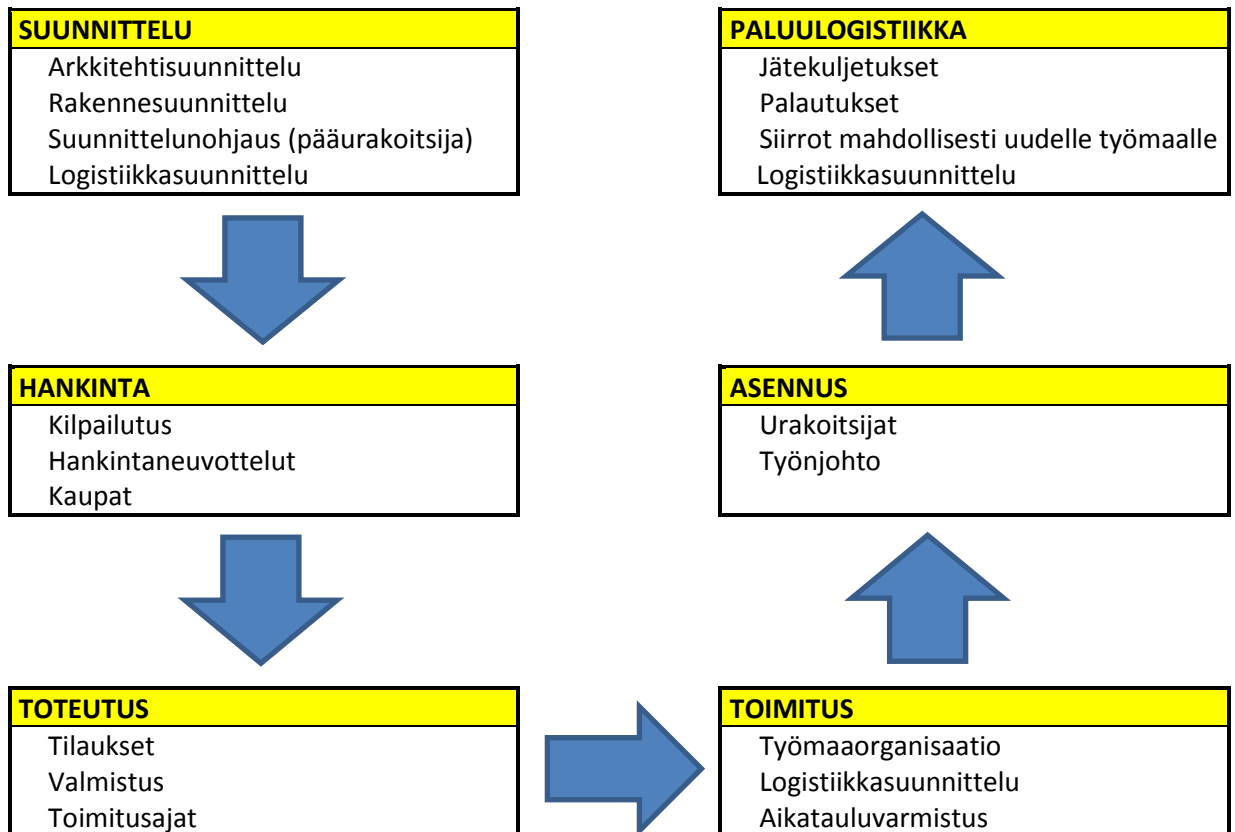
Rakennustyömaalla on äärimmäisen tärkeää, että tarvittavat materiaalit ovat oikeaan aikaan käytettävissä, jotta työt etenevät aikataulun mukaisesti. Toimitusten ohjauksella varmistetaan, että oikea-aikaisen toimituksen lisäksi toimitettavat tavarat saapuvat työmaalle suunnitellusti, eivätkä esimerkiksi liian suuret toimituserät aiheuta tukkeutumista. Ahtaalla keskustatontilla tämä korostuu entisestään ja onkin hyvä puntaroida oikea tasapaino toimituserien suuruuden, rahtikustannusten ja työn etenemisen välillä. (VTT 2009, 4.)

Toimitusten ohjauksessa avoin kommunikointi nousee ensiarvoiseen asemaan. Työntekijöiden ilmoitus materiaalien vähenemisestä on ehdoton vaatimus, jotta työnjohto voi ennakoida tilauksia ja työhön ei tule katkoja. Työnjohtajien on myös hyvä kiittää vastuullaan olevia työkohteita päivittäin läpi ja keskustella työn etenemistahdistä työntekijöiden kanssa. Mikäli suunnitelmamuutoksia tulee, ne on otettava esille välittömästi kaikkien asiaa koskevien kanssa. Jos muutokset tulevat nopealla aikataululla, ei voida odottaa seuraavaan urakoitsijapalaveriin asti, vaan tiedotus on hoidettava välittömästi ja mielellään urakoitsijan työnjohdon lisäksi myös työntekijöille. Suurin osa tiedonkulun takkuamisesta johtuvista puutteista voidaan välttää avoimuudella, joka tuo selkeitä säästöjä niin rahallisesti kuin ajallisestikin.

2.2 Toimitusketju

Kuviossa 1 on esimerkki toimitusketjusta. Sillä tarkoitetaan verkostoa, jonka avulla eri toimijat ohjaavat yhteistyössä materiaalivirtoja. Myös raha- ja tietovirrat ovat tärkeitä osa-alueita toimitusketjussa. Verkoston tavoitteena on saada aikaan mahdollisimman ehjä kokonaisuus valmistajalta loppukäyttäjälle, jossa painottuvat kustannustehokkuus ja asiakaslähtöinen ajattelutapa. (Logistiikanmaailma, [viitattu 18.11.2019]).

Eri yrityksillä on erilaisia toimitusketjuja riippuen mm. yrityksen tuotannosta. Rakennusalalla hyvin yleinen on malli, jossa työmaa tilaa tukkuliikkeeltä tarvittavana ajankohtana oikean määrän materiaalia ja tukkuliikkeen oma tai aliurakoitsijalta hankittu kuljetus hoitaa tavaran toimituksen. Suuremmat materiaalierät toimitetaan työmaalle yleensä suoraan valmistajan tehtaalta tai maahantuojaan varastolta, jotta toimitusketju olisi mahdollisimman kustannustehokas.



Kuvio 1. Toimitusketju

Toimitusketjun hallintaan ja siihen liittyviä asioita kutsutaan rakennusyrityksissä hankintatoimeksi. Hankintatoimi sisältää tuotteiden tai työsuoritusten ostamisen neuvotteluiden kautta sekä toimijoiden välisten sopimusten hallinnoinnin. (Rakennusteollisuus 2009, 3.)

Toimitusketjussa logistiikkasuunnittelu on tärkeässä roolissa kokonaissuunnittelu-, toimitus- ja paluulogistiikkavaiheessa. Ongelmat kasaantuvat yleensä työmaalle, mikäli logistiikkasuunnitteluun ei ole panostettu tarpeeksi. Tavarantoimituksia sattuu päällekkäin tai jokin toimitus jää kokonaan tulematta. Työmaan tulee myös olla auki

ja toimituksille täytyy olla vastaanottaja, jotta voidaan varmistua lähetysten oikeellisuudesta. Toimitusketjun pettämisestä kohdetyömaalla voidaan nostaa esimerkiksi laattalavojen toimitus, jossa kuljetusyritys oli nostanut työmaan sulkemisen jälkeen lavat aidan yli työmaan puolelle sulkien samalla ainoan kulkureitin. Tieto toimituksesta ei ollut tavoittanut työmaaorganisaatiota, joten seuraavana aamuna oli keksittävä keino lavojen siirtoon. Käytännössä siinä vaiheessa ainoa vaihtoehto oli lavojen siirto käsin pumppukärryllä. Tilanne olisi ollut helposti vältettävissä, jos toimituksesta olisi ilmoitettu etukäteen ja sitä kautta osattu varata oikea kalusto työmaalle.

3 KULJETUKSET

3.1 Suunnittelu

Keskustarakentamisen logistiikkaan sisältyvät kuljetukset täytyy suunnitella tarkasti. Toimitusajat on sovittava hyvissä ajoin, ja niistä on pidettävä kiinni. Hyväkään suunnittelu ei silti aina takaa tyydyttävää lopputulosta, vaan on myös huomioitava mahdolliset häirittelevät tekijät. Kuljetuskaluston rikkoutuminen, häiriöt tuotannon loppuvaiheessa, ihmisten äkilliset sairastumiset, sääolosuhteet, liikenneonnettomuudet ja inhimilliset tekijät, kuten esimerkiksi reitiltä eksyminen, voivat aiheuttaa toimituksiin viivettä, jota ei pystytä ennakoimaan. Tällöin on mietittävä nopealla aikataululla ratkaisu, joka aiheuttaa vähiten viivästystä ja on samalla kustannustehokkain.

Kuljetuksissa täytyy myös ottaa huomioon kuljetuskaluston sopivuus ahtaalle tontille. Kuten kuvasta 1 voidaan havaita, on keskustarakentamisessa usein suunniteltava hyvin tarkkaan kuljetuskaluston sijoittuminen tontilla. Lisäksi esimerkiksi yhdistelmäajoneuvon karrulle on katsottava etukäteen väliaikainen sijoituspaikka, jossa mahdollinen siirtokuorma voidaan suorittaa. Tilauksia tehdessä sopimuskumppaneille tulee mainita rakennustyömaan logistisista haasteista, jotta eri toimittajat voivat vaikuttaa toimituserien suuruuteen ja kuljetuskapasiteetin oikeanlaiseen valintaan.



Kuva 1. Tontin maksimaalinen hyödyntäminen keskustan rakennustyömaalla.

Aluesuunnitelmaan merkityt purku- ja lastausalueet toimivat suunnittelun lähtökoh-
tana, mutta keskustarakentamisessa kuljetuksia joudutaan usein soveltamaan esi-
merkiksi tavaroiden väliaikaisen ajoväylälle varastoimisen takia. Tämän vuoksi on
tärkeää, että kaikki toimitukset kulkevat logistiikkavastaavan kautta ja esteet voi-
daan minimoida mahdollisimman tehokkaasti.

Rakennustyömaan logistiikkaan kuuluvat monenlaiset kuljetukset ja niiden yhteen-
sovittaminen onnistuu ainoastaan työmaalta käsin, joten tiedonkulun on oltava jat-
kuvaa ja avointa kaikkien toimituksiin vaikuttavien tahojen kesken.

Kohdetyömaalla oli käytössä kuvan 2 mukainen logistiikkasuunnittelua helpottanut
toimitusaikataulu, jota ylläpidettiin päivittäin. Aikatauluun merkittiin toimitusajat ja
tarkemmat kohteet, tarvittava kalusto sekä mahdollisia lisätietoja. Myös kuvan 3 tus-
sitaululla ollut kolmeviikkoissuunnitelma oli kaikkien nähtävillä työmaatoimistossa ja

urakoitsijat merkitsivät siihen omat kuormiensa saapumisajat sen lisäksi, että kävivät ne läpi logistiikkavastaavan kanssa.

TOIMITUSAIKOJA										25.11.2019									
As. Oy Jyväskylän Holvi										As. Oy Jyväskylän Väinönpiha									
Selite	OK	Kerros	Lohko	Työnmaa-erittely				Päivä	Vko	Pvm	Kaltuus	HUOM!							
				Yhdistelmä	Kerros	Alue	Tilavuus												
2. krs B-rappu Portaat	X	2	HOLVI B					To	37	13.9.2018	Torninosturi	Työmaalle klo 18.00							
2. krs ranskalaiset parvekeovet	X	2	VÄINÖNPIHA			X		To	37	13.9.2018	Torninosturi	Toimitus itäpäiväliik							
3. krs ranskalaiset parvekeovet	X	3	VÄINÖNPIHA			X		To	37	13.9.2018	Torninosturi	Toimitus itäpäiväliik							
4. krs ranskalaiset parvekeovet	X	4	VÄINÖNPIHA			X		To	37	13.9.2018	Torninosturi	Toimitus itäpäiväliik							
Seinän väli	X	K	PIHAKANSI				X	Pe	37	14.9.2018	Torninosturi	Kuuppaväli klo 7.15 / 9.30 / 11.30							
2. krs B-rappu Eipohormit	X	2	HOLVI B			X		Pe	37	14.9.2018	Torninosturi	Tiliroita lastaus klo 9.00							
2. krs B-rappu Portaat	X	2	HOLVI B			X		Pe	37	14.9.2018	Torninosturi	Asennus klo 6.00							
Väinönpihan hissi	X		VÄINÖNPIHA			X		Ti	38	18.9.2018		Kone							
2. krs B-rappu ontelovalu	X	2	HOLVI B			X		Ti	38	18.9.2018	Pumi / pumppu								
IVKH teräsrungon asennus	X	IVKH	VÄINÖNPIHA			X		Ke	38	19.9.2018	Torninosturi	Klo 7.00							
3. krs B-rappu seinäelementit	X	3	HOLVI B			X		Ke	38	19.9.2018	Torninosturi								
3. krs B-rappu laattaelementit	X	3	HOLVI B			X		To	38	20.9.2018	Torninosturi	Tiliroita klo 14.00							
3. krs B-rappu seinäelementit	X	3	HOLVI B			X		To	38	20.9.2018	Torninosturi	Kuormat 3-4 klo 7.00 / 10.00							
3. krs B-rappu portaat	X	3	HOLVI B			X		Pe	38	21.9.2018	Torninosturi	Klo 12.00							
3. krs B-rappu tiliet, lattiatverkot	X	3	HOLVI B			X		Pe	38	21.9.2018	Torninosturi								
IVKH seinäelementit, RUUKKI	X	IVKH	VÄINÖNPIHA			X		Pe	38	21.9.2018	Torninosturi	Klo 8.00							
3. krs B-rappu onteloalat	X	3	HOLVI B			X		Ma	39	24.9.2018	Torninosturi	Kuormat klo 7.00 / 9.00 / 11.30 / 13.30							
3. krs B-rappu hormit	X	3	HOLVI B			X		Ti	39	25.9.2018	Torninosturi	Tiliroita klo 13.00 lastaus							
3. krs B-rappu parvekealat	X	3	HOLVI B			X		Ti	39	25.9.2018	Torninosturi	klo 5.30							
IVKH seinäelementtien asennus	X	IVKH	VÄINÖNPIHA			X		Ke	39	26.9.2018	Torninosturi								
Pystysaumaväli	X	2	HOLVI B			X		Ke	39	26.9.2018		Valutyöt							
3. krs B-rappu Onteloalut	X	3	HOLVI B			X		To	39	27.9.2018	Torninosturi	klo 11.30							
Seinän väli	X	K	PIHAKANSI				X	To	39	27.9.2018	Torninosturi	Kuuppaväli klo 7.30							
4. krs B-rappu seinäelementit, kuormat 1-2	X	4	HOLVI B			X		Ma	40	1.10.2018	Torninosturi	7.30 / 11.30							
4. krs B-rappu seinäelementit, kuormat 3-4	X	4	HOLVI B			X		Ma	40	1.10.2018	Torninosturi	7.30 / 11.30							
4. krs A-rappu onteloalat, kuormat 1-4	X	4	HOLVI B			X		Ti	40	2.10.2018	Torninosturi	7.00 / 9.00 / 11.30 / 13.30							
4. krs B-rappu laattaelementit	X	4	HOLVI B			X		Ti	40	2.10.2018	Torninosturi								
4. krs B-rappu portaat	X	4	HOLVI B			X		Ti	40	2.10.2018	Torninosturi								
4. krs B-rappu tiliet, lattiatverkot	X	4	HOLVI B			X		Ti	40	2.10.2018	Torninosturi								
2. krs B-rappu ikkuna-asennus	X	2	HOLVI B			X		Ti	40	2.10.2018	Torninosturi								

Kuva 2. Toimitusaikataulukko.

	18.12	19.12	20.12	21.12	22.12	23.12	24.12	26.12	27.12	28.12	1.1	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1
	MA	TI	KE	TO	PE	MA	TI	KE	TO	PE	MA	TI	KE	TO	PE	
		36 KRS KPH LATTIASELVÄ	KATTOPIHAN KALLISLISÄVÄ					56 KRS PPH 6.00	56 KRS PPH 6.00							
				PIKANNO 57 HR KATTORINA	LEIVIN KANTO 2-3 krs BALT 2 KRS		LEIVIN KANTO 3 krs SELECTA 204									
		KALUSTEVÄNTO 4 KRS 800 → EISPAINEVÄ											KALUSTEVÄNTO 5 KRS 700	KALUSTEVÄNTO 5 KRS 800 EISPAINEVÄ		
TOIMITUKSET			KÄUKOMPAN- EINEN 5 UNDA 6.45	ORO ERIKSEK LL-PUTKET + KURORTTIA 7.30 →	PÄLKKÄT 500L KURORTTIA 8.00 →	LANTIALANAT 11-13 kpl PÄLKKÄT Klo 2.00	KURORTTIA 2.30-8.00 PÄLKKÄT Klo 12.00	MÖNKI KÄ- NÄIN → MEN SELEKTA 204	KURORTTIA 7.00 →	SELEKTA 204 KURORTTIA 7.30-15.30			KALUSTEVÄNTO 5 KRS 700	KALUSTEVÄNTO 5 KRS 800 EISPAINEVÄ		
		SEKALINJENNYN VÄHÄNÄKÄT 32		ROKOSYHÄÄNÄS KÄHÄNÄKÄT 32		KÄHÄNÄKÄT Klo 2.00	KÄHÄNÄKÄT Klo 2.00	SELEKTA 204	SELEKTA 204	SELEKTA 204			ROKOSYHÄÄNÄS VÄHÄNÄKÄT 32			

Kuva 3. Toimitukset tussitaulussa.

3.2 Muottitoimitukset

Paikallavalettuun holviin tarvittiin suuri määrä muottikalustoa. Muotit toimitettiin PERI Suomi Ltd Oy:n varastolta Hyvinkäältä. Kuljetuksissa oli otettava huomioon toimituserien koot ja niitä hallinnoitiin olemalla tiiviisti yhteydessä muottitoimitajan lähettämön kanssa. Muottikalustoa tilattiin työmaalle sitä mukaa, kun työt etenivät, ja kuljetuskapasiteetti valittiin työmaan kulloisenkin tilanteen perusteella. Esimerkiksi iltatoimituksissa ei ollut torninosturia käytössä, joten muotit kuljetettiin autolla, jossa oli itsessään purun mahdollistanut nosturi. Osa suuremmista toimituseristä purettiin torninosturilla ja silloin voitiin käyttää yhdistelmäajoneuvoa. Kyljestä purku ei ollut mahdollista, joten kurottajaa ei voitu harkita vaihtoehdoksi purkukalustoa suunnitellessa.

3.3 Elementtikuljetukset

Työmaakohteen betonielementeille jouduttiin järjestämään välivarastointi kuvan 4 mukaisesti, koska alkuperäinen aikataulu ei toteutunut ja elementtitehtaan tuotantolinja alkoi tukkeutua. Työmaalle elementit eivät mahtuneet ja välivarasto löytyi Seppälän teollisuusalueelta, Keski-Suomen Rakennus ja Raudoitus Oy:n tontilta. Tehdaskuormat ohjattiin välivarastolle, jossa ne purettiin elementtifakkeihin odotta-
maan oikea-aikaista kuljetusta. Välivarastolta elementit kuljetettiin työmaalle oikeassa järjestyksessä yhteistyössä Nosto ja Kuljetus Ruuskan kalustolla (kuva 5).

Välivarastointi vaati kuljetuskapasiteetin lisäämisen ohessa SRV:n työnjohdon läsnäoloa ja tarkkaa suunnittelua sekä jatkuvaa yhteydenpitoa kuljetusketjun eri toimijoiden välillä.



Kuva 4. Seinäelementtien välivarastointia.



Kuva 5. Elementtien lastaus ja kuljetus välivarastolta työmaalle.

3.4 Kappaletavarakuljetukset

Kappaletavarana työmaalle toimitettiin mm. kodinkoneet, kalusteet, parketit, laatat, sähkötarvikkeet, tasoite- ja maalaustarvikkeet sekä lvi-tarvikkeet. Kuljetuksia ohjattiin jo sopimuksen teko vaiheessa. Toimittajat veloitettiin olemaan yhteydessä työmaan logistiikkavastaavaan hyvissä ajoin ennen kuljetuksia ja kuljettajien tuli soittaa vielä vähintään kaksi tuntia ennen työmaalle saapumista. Suuremmissa toimituserissä asiassa ei ollut ongelmaa, mutta pienemmät, 1-3 lavan toimitukset jäivät usein ilmoittamatta. Nämä saatiin kuitenkin otettua työmaalla vastaan, koska purku onnistui joko pumppukärryllä tai käsin.

Kappaletavaroiden toimitus tiettyyn aikaan osoittautui hankalaksi sen vuoksi, että lähetykset kulkivat yleensä parin kuljetustermiinalin kautta. Välillä toimituserästä saattoi puuttua kolli, joka oli runkokuljetuksissa eksynyt väärään terminaaliin toiseen kaupunkiin, joten näiden toimitus siirtyi aina seuraavalle päivälle. Joskus rahtilähetyksestä oli jäänyt epähuomiossa osa Jyväskylän terminaaliin, mutta ne saatiin yleensä saman päivän aikana työmaalle.

3.5 Jätekuljetukset

Jätteiden kerääminen, lajittelu ja poiskuljetus on suunniteltava perusteellisesti. Mitä ahtaampi rakennustyömaa on, sitä enemmän suunnitteluun on panostettava. Kertyneet jätteet aiheuttavat pahimmillaan sen, että rakennusmateriaalien toimituksia ei voida suorittaa, koska niille varattu purkualue on täynnä rakennusjätettä. Keskustan työmaalla jätteiden lajittelu jatkuvana osoittautui mahdottomaksi, sillä suurimman osan aikaa tontille mahtui korkeintaan yksi jätelava. Asia ratkaistiin käyttämällä pienempiä jätevaunuja ja lisäämällä tyhjennystaajuutta. Sekään ei aina auttanut, vaan jouduttiin usein yhdistämään lajittelukelpoista jätettä sekajätteen joukkoon. Näin jäte-logistiikka saatiin toimimaan edes auttavasti.

Rakentamisen jätehuoltoa ohjataan useilla eri säädöksillä. Keskeiset niistä ovat

- maankäyttö- ja rakennuslaki
- maankäyttö- ja rakennusasetus

- valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta
- jätelaki
- valtioneuvoston asetus jätteistä
- ympäristönsuojelulaki
- valtioneuvoston asetus kaatopaikoista
- valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa
- valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista
- laki eräistä asbestipurkutöitä koskevista vaatimuksista
- kuntien ympäristönsuojelumääräykset (RatuTT 13-01149, 2015, 2).

Kohteen jätehuoltosuunnitelmassa oli ohjeistus eri jätelajien käsittelyille, mutta voidaan todeta, että tilan puutteen vuoksi käytännön toteutus oli mahdotonta niin laajassa mittakaavassa. Metallijäte saatiin kerättyä suurimmaksi osaksi erilleen ja toimitettua kierrätyspisteisiin. Paikallavalumuoteissa käytetty puutavara onnistui purun yhteydessä lajitella omalle lavalleen, mutta siinäkin korostui huolellinen suunnittelu. Yhteistyökumppanin kanssa sovittiin etukäteen lavalle toimituspäivä ja -aika sekä samalle päivälle lavan tyhjennys ja pois vienti. Yksittäisiä puujätteitä jouduttiin kuitenkin laittamaan sekajätteeseen. Työmaatoimiston ja sosiaalitulojen jätehuolto onnistui kohtalaisesti. Siihen vaikutti jätteiden pienempi määrä ja kaksi kertaa viikossa sovittu tilojen siivous.

Jätelogistiikasta vastanneella yhteistyökumppanilla oli käytössä puhelimeen saatava sovellus, Raksanappi. Sovelluksen avulla pystyttiin tilaamaan lavojen tyhjennys seuraavalle päivälle, mikäli tilaus tehtiin kello 14 mennessä. Samalla sähköpostiin sai sähköisen siirtoasiakirjan. Akuuteissa tilanteissa oltiin puhelimitse yhteydessä suoraan ajojärjestelijään, ja usein lavan tyhjennys onnistui tätä kautta saman päivän aikana. (Lassila & Tikanoja 2018.)

4 KALUSTO

Betonivalut. Työmaalla betonivalut olivat muutamasta kuutiosta aina 80 kuutiometrin suuruisiin valuihin asti. Betonitoimituksissa käytettiin eri kokoista kalustoa sen mukaan, minkälainen valu oli kyseessä ja mikä oli betonimäärän suuruus. Valupäivät varattiin suunnitelmien mukaan hyvissä ajoin ja tarkennettiin heti, kun se oli mahdollista muut työvaiheet huomioon ottaen. 1-6 kuution valuissa käytettiin useimmiten kuljetuspumppuautoa. Suuremmat betonivalut suoritettiin tilanteesta riippuen joko pumppuautolla tai sen lisäksi betonin kuljetusautoilla. Vieressä olevan vanhan rakennuksen seinää vasten ollut muotti valettiin täyteen hyödyntäen kuoppaa, jota ohjailtiin torninosturin avulla.

Kuljetuspumppuauto. PuMi (Pumpmixer) eli kuljetuspumppuauto soveltuu parhaiten keskustatyömaille, jossa tila on hyvin rajallista. Se ei vaadi välttämättä erillistä kuljetusautoa vaan voi tuoda itse 1-6 m³ betonia ja hakea tarvittaessa lisää tehtaalta. PuMissa on myös suppilo, johon voidaan tuoda lisää betonia muilla betoniautoilla. Tällöin työmaalle pedattua kuljetuspumppuautoa ei tarvitse siirtää ja betonointia voidaan jatkaa keskeytyksittä. Samalla tulee kuitenkin huomioida tilan tarve, jonka täyttöauto vaatii PuMin lisäksi. Kohteessa kuljetuspumppuautoa (kuva 6) käytettiin eniten ja pidemmänkin matkan päässä olleet muotit saatiin täytettyä käyttämällä jatkoletkuja. Osa työmaan valuista saatiin tehtyä täyttämällä PuMia toisilla betoniautoilla, mutta välillä tontille mahtui ainoastaan yksi auto ja silloin kuljetuspumppuauton kuljettaja kävi tehtaalta hakemassa lisää betonia sen loppuessa.



Kuva 6. Holvin valuu PuMilla.

Autobetonipumppu. Autobetonipumppua eli lyhyemmin betonipumppua käytettiin työmaalla, kun valettiin ontelokenttiä. Mitä ylemmäs kerroksissa päästiin, sen suurempaa kalustoa vaadittiin. Pumppuauto vie maan tasolla enemmän tilaa kuin kuljetuspumppuauto, mutta sillä päästään puolestaan valamaan korkeita kohteita. Jyväskylän keskustan työmaalla esimerkiksi 6. kerroksen ontelokenttä valettiin 5-niveliisellä, 46 metriin yltävällä pumpulla ja 7. kerroksen kenttä puolestaan 56-metrisellä kalustolla. Nämä järjestelyt vaativat erityissuunnittelua ja etenkin suuremman pumppuauton sijainnin varmistus ennakkokatselmuksen. Katselmuksessa selvisi, että pumppuauto mahtuisi ainoastaan osittain työmaa-alueelle, joten kysyimme luvan viereisen taloyhtiön pihan käyttöön valun ajaksi. Ohi kulkeva liikenne jouduttiin myös pysäyttämään useaan otteeseen. SRV:n työnjohtajat sekä projekti-insinööri kävivät Tieturva 1 -kurssin ja logistiikkavastaava Tieturva 2 -kurssin ja näin ollen liikenteenohjaus saatiin onnistumaan suunnitellusti. (Rudus, [viitattu 27.11.2019]).

Kuljetusauto. Betonin kuljetusautoja oli käytössä, kun siihen oli mahdollisuus. Valut olivat kuitenkin suuria, joten PuMia tai pumppuautoa pyrittiin täyttämään aina, kun tilanne sen salli. Myös näissä tilanteissa vaadittiin erityistä suunnittelua, koska täy-

dennyskalusto jouduttiin välillä ajattamaan työmaalle vilkkaasti liikennöityä Yliopistonkatua pitkin vastakkaiseen suuntaan. Puhelinyhteys liikenteenohjaajan ja kuljetusauton kuljettajan välillä oli äärimmäisen tärkeää, jotta liikenneonnettomuuksilta vältyttiin.

Kuoppa. Valukuoppaa on hyödyllistä käyttää, kun pumpun ulottuvuus ei riitä tai valemesta on hankalassa kolossa. Kuopan nostamiseen tarvitaan autonosturia tai torninosturia ja sen ohjailu tapahtuu käsivoimin valettavan alueen yläpuolelta. Kohde työmaalla kuoppaa (kuva 7) käytettiin mm. naapuritalon viereen tulleeseen autohallin seinään, johon ympärille rakennettujen talojen vuoksi ei muulla kalustolla päässyt käsiksi. Kuoppa täytettiin betoniautosta ja nostettiin talon yli torninosturilla.



Kuva 7. Autohallin ja naapuritalon välinen seinävalu kuopalla.

4.1 Plaanopumppaus

Plaanopumppaus on nopea ja kätevä tapa kerrostaloissa, kun betonilattian valupaksuus on alle 50 mm. Plaanopumppausta käytettiin käytävien pinnoissa sekä asuinhuoneistoissa. Käytävissä ei ollut vesikiertoista lattialämmitystä, joten niissä se toimi

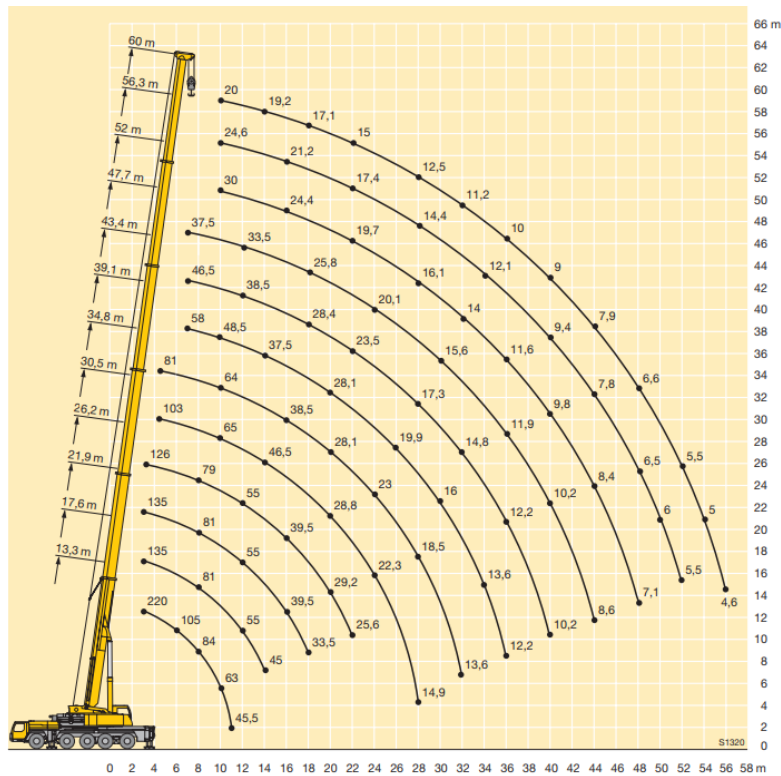
lähinnä tasoitteena. Huoneistoissa tehtiin uivat lämpölattiat eli eristeen päälle kiinnitettiin lattialämmitysputket ja tarvittavat sähköputket. Niiden päälle pumpattiin sementtipohjainen plaano, jonka vahvuus vaihteli välillä 38-50 mm. Plaanopumppaukseen käytettiin erityisesti kyseiseen työhön suunniteltuja ajoneuvoja. Säiliöauto toi massaa pumppausautolle, jolla se pumpattiin letkua pitkin kohteeseen. Järjestely vaati tilaa 30 metriä, joten pumppauspäivää ennen ajatettiin jätelava pois pumpkauksen ajaksi ja varastointialueella nostettiin tarvikkeita päällekkäin, jotta kalusto saatiin mahtumaan tontille.

5 NOSTOT

Torninosturi. Mitä ahtaampi kerrostalotyömaa on, sitä järkevämpi siellä on käyttää torninosturia. Torninosturin ulottuvuus ja nostokapasiteetti suunnitellaan sen mukaan, mitä sillä aiotaan nostaa. Rakennuskohteen ensimmäinen torninosturi suunniteltiin ensisijaisesti seinäelementti- ja ontelolaatta-asennuksiin, joten sen sijainnissa tuli huomioida mahdollisimman kokonaisvaltainen nostoala. Samalla tuli ottaa huomioon nosturin ulottuvuus sekä talojen ulkoreunoille asennettavien elementtien painot. Torninosturi sijoitettiin rakentuvien talojen väliin tulevalle sisäpihalle, jossa sillä oli valmius nostaa elementit suoraan autojen kyydistä ja nostokyky riitti jokaiselle asennettavalle elementille. Nosturille valettiin betonijalusta, johon se ankkuroitiin. Elementti- ja ontelolaatta-asennusten lisäksi torninosturia hyödynnettiin mm. raudoitusten, jätelavojen, ikkunoiden, ovien, telineiden ja sääsuojien nostoissa sekä asennuksissa. Nostot olisivat olleet käytännössä mahdottomia suorittaa ahtaalla työmaalla ilman torninosturia.

Nosturi oli jouduttu sijoittamaan siten, että työvaiheiden etenemisen kannalta se piti purkaa, jotta sisäpihalle onnistuttiin tekemään muotit pihakannen valua varten. Nostoja varten torninosturin tarve oli kuitenkin vielä olemassa, joten talojen ulkopuolelle suunniteltiin toinen torninosturi. Se sijoitettiin Väinönkadulle, mahdollisimman lähelle rakentuvaa taloa ja palvelemaan pihakannen rakentamistöitä sekä sääsuojien purkua. Nosturin pystytykseen anottiin Jyväskylän kaupungilta erillinen katutyölupa, jotta torni saatiin koottua rajatulla alueella kävelykadulla.

Mobiilinosturi. Raskaiden torninosturiosien nostot suoritettiin Nostokonepalvelun Liebherr-mobiili- eli autonosturilla, jonka nostokyky oli tarvittavassa 32 metrin etäisyydessä 11,2 tn (kuva 8). Autonosturin sijoittamisessa otettiin huomioon erityisesti julkinen liikenne, koska se jouduttiin petaamaan osittain risteysalueelle, josta monet paikallisbussit kulkivat. Liikennehaittojen minimointia ajatellen nosturin kokoaminen ajoitettiin ilta- ja yöaikaan. Liikenteenohjaajilla oli myös tärkeä rooli kokoamisvaiheessa, koska moottoriliikenteen lisäksi kävelykadulla kulki paljon ihmisiä kävellen ja polkupyörillä.



Kuva 8. Autonosturin nostokykytaulukko (Nostokonepalvelu 2018).

Hiab. Hiab-kuormausnosturilla varustettua autoa käytettiin lähinnä välivarastolta työmaalle kuljetettavien pienempien elementtitoimitusten yhteydessä sekä jätelavojen nostoissa, kun torninosturi ei niihin ylettänyt. Auton käyttö vaati lähes aina luvan viereisen taloyhtiön hallitukselta, koska jouduimme käyttämään heidän pihaansa nostoissa. Torninosturin purkamisen jälkeen hiab-auto oli useammin käytössä, sillä nostoja suoritettiin käytännössä työmaan loppuun saakka.

Kurottaja. Trukkiin verrattavissa olevan, mutta suuremmalla ulottuvuudella varustetun kurottajan käyttö oli kohteessa vähäistä tontin ahtauden takia. Sitä käytettiin enimmäkseen pienten yksiköiden, kuten esimerkiksi bitumikermirullien ja kaasupullojen nostoon katolle. Kurottaja ei mahtunut operoimaan työmaa-alueella kuin osittain ja mm. autojen kuormien purku oli sille tehtävänä mahdoton. Nostojen ajaksi liikenne katkaistiin ja nostot suoritettiin ajoväylän ylitse.

Rakennushissi. Rakennusaikainen hissi asennettiin toisen talon kylkeen, käytävien ikkunoiden kohdalle. Ikkunat oli suunniteltu lattiasta kattoon, joten haalausaukot oli-

vat valmiiksi oikean kokoiset joka kerroksessa. Ikkunoita ei asennettu muiden ikkuna-asennusten lomassa, vaan vasta rakennushissin purkamisen jälkeen. Hissillä saatiin toteutettua rakennustarvikkeiden haalaus turvallisesti kerroksittain.

Siirrot. Työmaalla tehtyihin tavaroiden sivuttaissiirtoihin käytettiin apuvälineinä levykärryä, pumppukärryä sekä sähkökäyttöistä lavansiirtäjää. Levykärry oli hyödyksi rakennuskohteen eri kerroksissa, kun haalausparvekkeille nostetut kipsilevyt saatiin kärryn avulla jaettua huoneistoihin. Pumppukärryllä siirrettiin betonilattioiden päällä ikkuna- ja ovilavoja. Sähkökäyttöinen lavansiirtäjä vuokrattiin kohteeseen, kun autohallin lattia oli valettu. Torninosturilla saatiin nostettua painavatkin lavat pihakanen savunpoistoluukusta autohalliin ja lavansiirtovaunulla niitä oli kätevä kuljettaa väliaikaiseen varastointipaikkaan. Näin ollen tavaroiden hallinta helpottui ja edes jonkinlainen järjestys säilyi myös autohallissa.

6 ESIMERKIT

6.1 Yhdistelmäajoneuvon jarrukellon rikkoutuminen

Työmaakuljetukset sujuivat pääsääntöisesti hyvin. Toimituksissa suoraan elementtitehtaalta työmaalle oli jonkin verran poikkeamia aikataulujen suhteen työmaan alkupuolella. Suurin syy poikkeamiin oli aliurakoitsijan työnjohdon tekemä liian tiukka aikataulu toimitusten välillä. Tunnin asennusaika ei riittänyt, joten sitä pidennettiin puoleentoista tuntiin ja tehtaalle ilmoitettiin puolen tunnin pidennyksestä kuormien välillä. Tämä korjasi ongelman ja kuormat toimitettiin yhtä poikkeusta lukuun ottamatta oikea-aikaisesti. Erään kuljetuksen aikana puoliperävaunuyhdistelmästä hajosi jarrukello matkalla työmaalle. Kyydissä olleille elementeille oli varattu asennusporukka ja torninosturi. Ennakoimattomissa oleva tapahtuma aiheutti työmaalla muutaman tunnin viivästyksen, mutta elementtiasentajien ja torninosturikuljettajan joustavuus auttoivat saamaan aikataulun kiinni. Tilanteessa käytiin asiallinen keskustelu siitä, mitä on tapahtunut ja kaikki asennukseen liittyvät henkilöt jäivät ylitöihin. Näin ollen seuraavan päivän toimituksia ei tarvinnut siirtää, vaan voitiin jatkaa suunnitelmien mukaan.

Jatkoa ajatellen on hyvä käydä yleisellä tasolla mahdollisia ongelmatilanteita läpi etukäteen ja varmistaa näin, että tilanteen niin vaatiessa joustavuutta löytyy asennusporukasta. Mikäli jollakin asentajalla on esimerkiksi välttämätön meno, voidaan aikataulun pysyvyyttä varmistaa miettimällä valmiiksi, mistä tuuraaja saadaan nopealla aikataululla. Yllättäviä tapahtumia, kuten kuljetuskaluston rikkoutumisia sattuu aina silloin tällöin ja kun niitä on käyty läpi etukäteen, ei tilanteen päällä ollessa tarvitse painaa paniikkinappulaa. Ratkaisuna voi olla myös töiden aloittaminen seuraavana päivänä aiemmin. Onkin erittäin tärkeää, että työnjohdolla on selkeä kokonaiskuva, mitä vaihtoehtoja on käytettävissä yllättävän tilanteen sattuessa.

6.2 Seinäelementtien välivarastointijärjestelyt

Työmaan elementtiasennusten myöhästymiseen oli useita syitä. Elementtivalmistajan kanssa oli sopimus, joka oli tehty alkuperäisen aikataulusuunnitelman mukaan.

Näin ollen tehtaalla oli tuotanto täydessä käynnissä ja toimitukset olisi voitu aloittaa aikataulun mukaan, mutta työmaalla ei ollut vielä valmiutta asentaa seinäelementtejä. Elementtitehtaan varastotila täyttyi, eikä varastointi työmaalla onnistunut tilan puutteen vuoksi. Elementit päädyttiin ajattamaan välivarastoon raudoitusurakoitsijan hallin pihaan, joka sijaitsi kuuden kilometrin päässä työmaasta. Välivarastolle vuokrattiin neljä elementtifakkia, joihin seinäelementit saatiin purettua, kunnes asennus olisi ajankohtainen. Järjestely toi huomattavia lisäkustannuksia kalustovuokrien sekä ylimääräisten kuljetusten vuoksi, mutta oli ainoa mahdollisuus, jotta elementtiasennusten alkaessa toimitukset työmaalle pystyttiin varmistamaan.

Ongelmia aiheutti suurimmaksi osaksi se, ettei työmaalla ollut varmaa tietoa, milloin elementtitoimitukset voitaisiin aloittaa. Paikallavaletun holvin kuivumisaika venyi suunnitellusta ja loi epävarmuutta. Vaikka valuun asennettuja mitta-anturoita seurattiin päivittäin, jäi yhteydenpito tehtaan suuntaan liian vähäiseksi. Samaan aikaan Rakennustuoteteollisuuden lakko uhkasi laajentua koskemaan muitakin rakentamisen aloja ja toteutuessaan se olisi voinut tuoda neljän viikon myöhästymisen aikatauluun. Lakon ohessa kaikkia rakennusaloja koskenut ylityökielto rajoitti aikataulun tiukentamista ja koska asennusten aikataulusuunnitelmat olivat hyvin tiukat, oli lopullinen viivästys kokonaisaikataulussa kymmenen työpäivää. Vaikka betonielementit olisikin ajatettu välivarastolta työmaalle, ei niille olisi ollut asentajia ylityökiellon vuoksi. Välivarastoitujen seinäelementtien määrä olisi vähentynyt jopa puoleen, mikäli elementtitehtaalla olisi ollut ajantasainen tieto työmaan tilanteesta ja tuotantonopeus suhteutettu sen mukaan.

Myöhemmin onkin tärkeää, että eri toimittajia informoidaan mahdollisimman hyvin ja nopeasti työmaan aikataulun muutoksiin vaikuttavista tekijöistä. Keskustan työmailla asia korostuu entisestään, koska varastointimahdollisuudet ovat olemattomat. Kaikkia toimittajia koskeva aikataulumuutos tulee tiedottaa osapuolille välittömästi sen tultua julki. Toistaiseksi paras ratkaisu on laittaa sähköposti lukukuittauksella jokaiselle toimittajien sekä urakoitsijoiden yhteyshenkilölle ja tietysti työmaaorganisaation jäsenille. Näin varmistetaan, että tieto saavuttaa kaikki osapuolet ja samalla tiedottamisesta jää dokumentti mahdollista jälkipuintia varten. Erilliset puhelinoimitot toimittajan suuntaan aiheuttavat työmaaorganisaatiossa epävarmuutta siitä, mitä kenellekin on tiedotettu.

6.3 Muottikuljetuksen peruminen

Paikallavaletun holvin muotteja ajatettiin takaisin toimittajalle heti, kun se oli mahdollista. Kuljetuskalusto tilattiin sen mukaan, mikä työmaalla oli tilanne. Suuremmissa palautuserissä käytettiin välivarastoa hyödyksi, jotta kuljetuskapasiteetti saatiin maksimoitua. Muotteja lastattiin paluukuljetuksiin torninosturilla tai noutoauton omalla nosturilla. Välivarastolla lastauksiin käytettiin aliurakoitsijan trukkia.

Suurin osa kuljetuksista onnistui hyvin ja suunnitelman mukaan. Yksittäinen nouto jouduttiin kuitenkin perumaan auton ollessa jo puolimatassa Hyvinkäältä Jyväskylään, koska edeltävässä asennustyössä tapahtui virhe. Ongelma johti siihen, että torninosturin muottikaluston lastaukseen varattu aika jouduttiin käyttämään virheen korjaamiseen, eikä muottien lastaus olisi onnistunut. Tapaus vahvistaa sen, että vaikka kaikki mahdolliset tekijät pyritään huomioimaan kuljetusten suunnittelussa, voi inhimillisiä virheitä tulla vastaan ja niihin on reagoitava välittömästi. Tilanteesta olisi aiheutunut huomattavasti suuremmat kustannukset, jos noutokuljetusta ei olisi heti peruttu, kun nähtiin, ettei sitä ole mahdollista toteuttaa suunnitellusti.

Keskustarakentamisen ahtailla tonteilla autojen lastaus on määriteltävä hyvin tarkasti ja kuten tämäkin tapaus osoittaa, saattaa pieni tekijä aiheuttaa suuriakin muutoksia rakentamissuunnitelmiin. Seuraavalle päivälle ei ollut mahdollista saada paluukuljetusta muoteille, joten niitä jouduttiin siirtämään työmaalla edestakaisin muiden työvaiheiden edeltä.

Inhimillisiä virheitä sattuu niin kauan, kun ihmiset tekevät töitä. Ratkaisuna päällekkäisyyksiin olisi pelivaran jättäminen ja sitä kautta varautuminen odottamattomiin tapahtumiin. Vähintään kuljetuksen suorittaja on veloitettava soittamaan työmaalle lähtiessään ja varmistamaan, että jopa viikkoja aiemmin sovittu toimitus tai nouto on edelleen mahdollista toteuttaa. Vaatimuksesta tulee myös pitää kiinni ja sitä tulee korostaa jo sopimusneuvotteluista lähtien.

6.4 Ulkopuolisen tekijän aiheuttama liikennejärjestelyjen muutos

Jyväskylän MM-ralli toi vastaan haasteen, jota ei oltu etukäteen huomioitu. Elementtikuljetuksille oli määritely reitti työmaalle, mutta rallin ajaksi järjestäjä sulki reitin liikenteeltä. Elementtitoimituksia ei kuitenkaan voinut lykätä, joten alkoi uuden reitin suunnittelu. Siinä tuli ottaa huomioon kuljetuskaluston koko, kaupunkialueen tiestön tuomat rajoitukset sekä muut tiellä liikkujat. Ratkaisuna päätettiin ajattaa yhdistelmäajoneuvot työmaalle vastakkaisen liikenteen kaistaa pitkin. Muu ajoneuvoliikenne katkaistiin neljästä eri suunnasta ja jalankulku kahdesta suunnasta. Järjestely osoittautui lopulta erittäin onnistuneeksi ja muulle liikenteelle aiheutuneet haitat saatiin mahdollisimman pieniksi.

Ulkopuoliset tekijät ovat yksi kaupungin keskustassa olevan rakennustyömaan logistiikan suurimmista haasteista, koska niihin voi olla välillä todella hankala varautua. Tilanteiden tullessa eteen on ne vain ratkaistava parhaalla mahdollisella tavalla ja mietittävä monesta eri näkökulmasta, mitä mikäkin ratkaisu voi aiheuttaa. Tässä tapauksessa paras mahdollinen ratkaisu löydettiin miettimällä tilannetta niin rakentamisen, kuljetusten kuin ulkopuolistenkin turvallisuuden kannalta ja saatiin toteutettua se suunnitellusti. Työntekijöiden ja ulkopuolisten turvallisuus on kuitenkin aina oltava suunnittelun lähtökohtana, eikä siitä voi tinkiä aikataulujen ehdolla. Kaupungin keskustassa rakentaessa ohikulkijoilla on suuri vaara joutua työmaa-alueelle etenkin massatapahtumien aikaan, joten kulkuportit on pidettävä jatkuvasti suljettuna ja työmaa on merkittävä erityisen hyvin.

Työmaan alkaessa on hyvä tehdä listaus ulkopuolisista tekijöistä, jotka voivat vaikuttaa kyseisen työmaan materiaaliyhjaukseen. Kun työmaan aikataulu on valmis, tulee tutkia, mitä tapahtumia kaupungissa järjestetään ja käytävä läpi vaikuttavatko ne jollain lailla työmaan toimintoihin. Mahdolliset haitalliset vaikutukset voidaan minimoida suunnittelemalla hyvissä ajoin vaihtoehtoinen toimintatapa. Jos esimerkiksi kuljetusreitit joudutaan muuttamaan, tulee käsittelyaika katutyöluvan väliaikaisessa laajentamisessa ottaa huomioon. Täytyy myös muistaa, että ulkopuolisten tekijöiden aiheuttamat poikkeukset tuovat lähes aina aikatauluun viivettä. Toimitusten rytmi tulee asettaa siten, että vältetään päällekkäisyyksiltä. Tämä onnistuu varamalla tarpeeksi aikaa kuljetusten väliin ja pitämällä puhelinyhteys kuljettajan sekä työmaan välillä.

7 POHDINTA

Kaupunkien keskustoissa puretaan paljon vanhoja rakennuksia ja niiden tilalle rakennetaan uudisrakennuksia. Työmaalta saadun kokemuksen perusteella uusien rakennusten suunnittelussa tulee huomioida ympäröivät rakennukset ja miettiä niiden liittymiskohdat mahdollisimman hyvin. Opinnäytetyötä tehdessäni huomasin, että uudiskohteen viereen jäävistä vanhoista rakennuksista voi olla todella vaikea saada asianmukaisia piirustuksia. Mikäli jonkinlaiset piirustukset löytyväkin, joudutaan usein soveltamaan ja täydentämään niitä itse sekä tekemään ratkaisuja työmaalla ilman kattavia suunnitelmia. Se aiheuttaa myös logistiikan hallintaan ongelmia, koska ahtailla kaupunkitonteilla työmaa-alue jää usein todella pieneksi, eikä ylimääräistä tilaa ole. Muu liikenne täytyy ottaa huomioon erityisen tarkasti, sillä työmaakuljetukset ajetaan pääsääntöisesti raskailla ajoneuvoilla, eikä ulkopuoliset välttämättä tiedosta siitä aiheutuvaa vaaraa. Pitää myös muistaa, että rakentaminen keskusta-alueella kerää paljon uteliaita ihmisiä seuraamaan rakentamisen edistymistä. Keskustarakentamisen logistiikan kannalta ennakkosuunnittelun tarve korostuu, mutta myös yllättäviin tilanteisiin tulee osata varautua. Vaihtoehtoisia ratkaisuja kannattaa ehdottomasti miettiä valmiiksi, koska muuttuvia tekijöitä on hyvin paljon.

Opinnäytetyössä oli tarkoitus käydä läpi kaupungin keskusta-alueelle rakennettavan kerrostalotyömaan logistisia tilanteita mm. käytännön esimerkkien kautta ja ottaa niihin kantaa materiaalin liikkumisen sekä kuljetusten osalta. Oma kokemukseni logistiikasta on kertynyt aiemmin kappaletavarapuolelta, mutta periaatteet rakennustyömaan logistiikan kanssa ovat hyvin paljon samanlaisia. Tuote tilataan, valmistetaan ja toimitetaan tai varastoidaan myöhempää toimitusta varten. Työmaalla kerätyn aineiston ja kokemuksen perusteella voidaan todeta, että materiaalien liikkumisen varmistaminen aikataulussa, sekä kuljetusten hallinta, on erittäin aikaa vievää työtä. Logistisesti haastavalla keskustatyömaalla ei riitä, että työnjohtaja toimii myös logistiikasta vastaavana henkilönä ilman haitallisia vaikutuksia työnjohtoon liittyviin seikkoihin itse rakentamisessa. Esimerkiksi työnjohtajan vastuulla olevan urakoitsijan mestan järjestäminen aikataulussa ei onnistu, jos samaan aikaan täytyy sopia toimitusketjun eri osapuolten kanssa toimitusaikoja.

Kerrostalotyömaa Jyväskylän ydinkeskustassa auttoi ymmärtämään, miten paljon eri asioita on otettava huomioon pelkästään työmaan logistiikkaan liittyen ja etsimään eri ratkaisumalleja vastaan tulleisiin tilanteisiin. Vaikka moneen kohtaan löytyikin ratkaisu, on tässä opinnäytetyössä ainoastaan pieni osa keskustatyömaalla eteen tulevista logistisista toiminnoista. Jokainen työmaa on erilainen, joten ratkaisujakin tulee soveltaa tarvittavissa määrin. Työssä mainituista esimerkeistä voidaan kuitenkin ottaa oppia tulevaisuudessa ja toimia niiden yhteydessä esitettyjen ratkaisuehdotusten mukaan. Opinnäytetyössä esitelty taulukkomalli (Kuva 2) toimitusajoista ja niiden hallinnasta toimi koko projektin ajan hyvin. Se on käytössä jo seuraavalla työmaalla Oulussa, joten voidaan sanoa, että siitä on ollut hyötyä.

Tärkein huomio opinnäytetyötä tehdessäni oli se, että huolellisinkaan suunnittelu logistiikan suhteen ei takaa varmaa lopputulosta, vaan aina voi tulla yllätyksiä vastaan ja niitä varten on oltava varasuunnitelma olemassa. Mitä pidemmälle työmaa eteni, sitä helpompi oli kuitenkin löytää ratkaisuja logistiisiin ongelmiin. Kuljetusten ennakointi ja varautuminen erilaisiin mahdollisiin tilanteisiin oli kokemuksen myötä työmaan loppuvaiheessa jo huomattavasti paremmalla tasolla ja niitä tuli mietittyä automaattisesti. Alussa liian vähäinen yhteydenpito toimittajiin, kuljetusliikkeisiin sekä kuljettajiin korjaantui myös työmaan etenemisen myötä ja tilanteita varmisteltiin puhelimitse mieluummin liikaakin puolin ja toisin. Onnistuneita kuljetuksia käytiin läpi muiden työmaaorganisaation jäsenten kanssa tiiviisti ja se auttoi löytämään syitä onnistumisille eri näkökulmista.

Työssä mainittuja kustannuksia ei ole eritelty sen tarkemmin, koska pääoman siirtyminen rajattiin opinnäytetyön ulkopuolelle. Kaupungin keskustassa sijaitsevan kerrostalotyömaan logistiikkaan liittyvistä kustannuksista ja pääomien siirtymisistä voisi hyvinkin tehdä kokonaan erillisen opinnäytetyön, joka palvelisi kustannussuunnittelua. Työssä esitettyjen esimerkkien taloudelliset vaikutukset ovat äärimmäisen hankala ottaa huomioon etukäteen, mutta niiden sekä muiden vastaavanlaisten tapauksen kustannusvaikutusten kirjaaminen sekä tilastointi antaisi hyvän pohjan jatkossa kustannussuunnitteluun ja -hallintaan.

LÄHTEET

Lassila & Tikanoja (2018). Raksanappi - tilauskanava rakennustyömaille. Saatavana online-palvelusta. Vaatii käyttöoikeuden.

Logistiikan maailma. Ei päiväystä. Logistiikka. [Verkkosivu]. [Viitattu 18.11.2019]. Saatavana: <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/>

Nostokonepalvelu. Ei päiväystä. Nostokalusto. [Verkkosivu]. [Viitattu 2.12.2019]. Saatavana: http://nostokonepalvelu.fi/sites/nostokonepalvelu.fi/files/NOSTOKONEPALVELU/Nostokalusto/Nosturit%20100%20yli/lm_1220.pdf

Rakennusteollisuus. 25.11.2009. Toimitusketjun hallinta talonrakentamisessa. [Verkkosivu]. [Viitattu 19.11.2019]. Saatavana: <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/rakentamisen-kehittaminen/ketju-yhteenvetoraportti.pdf>

RT-kortti RatuTT 13-01149 2015. Rakentamisen jätehuolto. Rakennustieto Oy. Viitattu 25.11.2019 osoitteesta: <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/21789#page=1>

Rudus. Ei päiväystä. Betonin kaluston esittely. [Verkkosivu]. [Viitattu 27.11.2019]. Saatavana: <https://www.rudus.fi/palvelut/betonin-kuljetus-ja-kalusto-esittely-ja-kalustosta>

SRV. Ei päiväystä. SRV yhtiönä. [Verkkosivu]. [Viitattu 20.11.2019]. Saatavana: <https://www.srv.fi/srv-yhtiona/>

Teknologian tutkimuskeskus VTT OY. Ei päiväystä. Rakennustyömaan toimistusten ohjaus. [Verkkosivu]. [Viitattu 19.11.2019]. Saatavana: https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2009/Rakennustyomaan_toimitusten_ohjaus_091116.pdf