

# Työmaalogistiikka aluerakentamishankkeessa

LAB-ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK), Rakennusalan työnjohdon koulutus

2021

Lauri Simola

## Tiivistelmä

Tekijä(t) Simola, Lauri	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 22	Valmistumisaika 2021
Työn nimi <b>Työmaalogistiikka aluerakentamishankkeessa</b>		
Tutkinto Rakennusmestari (AMK)		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio Jarkko Meriläinen, työpäällikkö, Varte Lahti Oy		
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä rakennustyömaan logistiikkaan rakennettaessa asuinkerrostaloa. Tärkeimpänä näkökulmana on tutkia logistiikan suhdetta työmaan yleisaikatauluun ja havaita, missä rakentamisen vaiheessa logistiikan suunnitteluun täytyy panostaa eniten.</p> <p>Työssä perehdytään työmaan rakennusvaiheisiin kronologisessa järjestyksessä ja tarkastellaan huomioitavia asioita eri rakennusvaiheiden aikana logistiikan näkökulmasta. Opinnäytetyössä pyritään ottamaan huomioon asioita, joihin tulee kiinnittää huomiota rakennettaessa vaiheittain valmistuvalla alueella. Lisäksi työssä käsitellään logistiikan toimintaa, mikäli kohde on puhtausluokaltaan P1.</p> <p>Opinnäytetyön lopputulokseksi saatiin tilaajalle aineistoa, jota pystytään käyttämään havainnointi- ja koulutusmateriaalina organisaation sisällä. Työssä havaittuihin ongelmakohtiin pystytään jatkossa kiinnittämään paremmin huomiota ja selkeyttämään eri työmaiden toimintaa logistiikan osalta.</p>		
Asiasanat logistiikka, asuinrakentaminen		

## Abstract

Author(s) Simola, Lauri	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2021
	Number of Pages 22	
Title of Publication <b>Construction Site Logistics in Block Development</b>		
Name of Degree Bachelor of construction management (UAS), Construction Management		
Name, title and organization of the client Jarkko Meriläinen, Construction manager, Varte Lahti Oy		
Abstract <p>The subject of this thesis is to orientate site logistics at apartment building site. Main focus of the thesis is to explore construction site logistic plan and relate it to the site general schedule and also getting to known when logistic planning is most critical part of the work at site.</p> <p>This thesis is researching construction site stages in chronological order and focusing when block buildings are made phase by phase in site. The aim of thesis is to discuss which logistics stages need to do in certain phase in construction site. Thesis is also dealing with logistic operations in site if site purity class is P1.</p> <p>As a result of this thesis material and documents were made for Varte to observation and training material of logistics in site. During the thesis work there were found challenges and problems in logistics. In future these challenges can be identify and construction sites logistic planning can be done more effectively.</p>		
Keywords Logistics, Apartment Building		

## Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Työmaalogistiikan perusteet .....	2
3	Logistiikan aikatauluttaminen .....	3
3.1	Logistiikan aikatauluttamisen perusteet .....	3
3.2	Aikataulutus suunnitteluvaiheessa .....	3
3.3	Logistiikan aikataulutus käytännötasolla .....	4
4	Työmaan logistiikan kulmakivet .....	6
4.1	Toimitusajat .....	6
4.2	Kuljetuksien suunnittelu .....	6
4.3	Tavaran purku työmaalla .....	7
4.4	Tavaran varastointi .....	7
4.5	Tavaroiden siirto työkohteeseen .....	8
4.6	Tavaran varastointi sisällä .....	8
4.7	Syntyvän jätteen käsittely .....	9
5	Logistiikkasuunnitelman laatiminen.....	10
5.1	Logistiikan erityispiirteet asutussa ympäristössä .....	10
5.2	Logistiikkasuunnitelma maanrakennus ja perustustyövaiheessa.....	11
5.3	Logistiikkasuunnitelma rakennuksen runkovaiheessa .....	12
5.4	Logistiikkasuunnitelma rakennuksen sisävalmistusvaiheessa.....	16
5.5	Logistiikkasuunnitelma rakentamisen viimeistely ja luovutusvaiheessa.....	18
6	Logistiikan erityispiirteet P1-kohteessa .....	19
7	Työturvallisuuden huomioiminen logistiikassa.....	20
8	Yhteenveto ja pohdinta .....	21
	Lähteet .....	22

Liite 1. Runkovaiheen toimitusaikataulu

## 1 Johdanto

Opinnäytetyöni tarkoituksena on perehtyä kerrostalotyömaan logistiikan suunnitteluun, aikatauluttamiseen ja hallintaan eri rakentamisen vaiheissa. Logistiikan osalta on tarkoitus perehtyä etenkin aikatauluttamiseen ja erityispiirteisiin, kun rakennetaan isoa korttelikokonaisuutta, jossa asuinkerrostalot luovutetaan yksi kerrallaan.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Varte Lahti Oy ja esimerkkityömaana toimii Keravan Palopellonkadun Kotokortteli-hanke, jossa toimin itse työnjohtajana. Kotokortteli-hanke sijoittuu Keravan Jaakkolan kaupunginosaan ja kaikkiaan alueelle rakentuu kahdeksan kerrostaloa. Kotokorttelihankkeessa rakentuva talo Asunto Oy Palopellonheikki on korttelin neljäs rakennettava talo, jota käytetään esimerkkikohteena tämän opinnäytetyön osioissa. Kyseisen talon rakentamisen alkuvaiheessa on tontilla jo kaksi aikaisemmin valmistunutta taloa, joissa on jo asukkaita sekä sisävalmistusvaiheessa oleva kymmenkerroksinen kerrostalo.

Opinnäytetyön ajatus syntyi Varte Lahti Oy:n tarpeesta perehtyä työmaalogistiikan toimintaan ja sen avulla mahdollisesti havainnoida kehityskohtia tulevien työmaiden osalta. Yrityksellä ei ole aikaisemmin ollut vastaavanlaista korttelityyppistä hanketta, jossa rakentuu usean kerrostalon kokonaisuus. Työssä on myös tarkoitus tutkia logistiikkaa suhteutettuna työmaan yleisaikatauluun, jolloin voidaan havainnoida missä rakentamisen vaiheessa logistiikan hallitseminen korostuu.

Varte Lahti Oy on Varte konsernin tytäryhtiö, joka yhtiöitettiin vuonna 2018. Varte Lahti Oy:n toiminta-alueena on Päijät-Häme ja Keski-Uusimaa ja sen viimevuotinen liikevaihto on noin 38 miljoonaa euroa. Yrityksen toiminta keskittyy pääosin uudisrakentamiseen, mutta Varte Oy:llä on myös oma korjausrakentamisen yksikkö.

## 2 Työmaalogistiikan perusteet

Työmaalogistiikka on tärkeä osa-alue rakentamisen aikana. Sen tulee onnistua projektin alusta luovutukseen asti. Mikäli logistiikkaa ei suunnitella työmaalla ollenkaan, aiheutuu esimerkiksi ylimääräisistä siirroista, nostoista ja kuljetuksista helposti ylimääräisiä kustannuksia. Työmaalogistiikalla tarkoitetaan rakennusmateriaalien, tarvikkeiden ja rakennusosien vastaanottoa työmaalle ja niiden hallintaa sekä varastointia. Logistiikka päättyy, kun rakennusmateriaalit on kiinnitetty tai asennettu, ja kun ne toimivat osana valmista rakennusta. Rakennustyöstä syntyvän jätteen käsittely ja poiskuljetus on myös osa työmaan logistista toimintaa. Logistiikka on yhteistyötä, jossa tilaaja, toimittaja ja työmaahenkilöstö pyrkii luomaan eri rakennusvaiheissa toimivan ja turvallisen kokonaisuuden.

Työmaalogistiikka perustuu useasti rakennuskohteen alkuvaiheessa tehtävään aluesuunnitelmaan, joka on Valtioneuvoston asetuksessa 205/2009 määrätty tehtäväksi jokaisella rakennustyömaalla. *Työmaan aluesuunnitelma on päätoteuttajan laatima perussuunnitelma työmaan toimintojen jäsentämisestä ja tehtävien järjestämisestä. Työmaan aluesuunnitelmalla välitetään tietoa hankkeessa toimiville työmaan sisäisistä ja ulkoisista logistiikka-järjestelyistä sekä työ- ja turvallisuusjärjestelyistä.*

Aluesuunnitelman avulla suunnitellaan muun muassa tontin sisään- ja ulosajo, eri tarvikkeiden purku- ja varastointialueet, jätelavojen sijainnit sekä sosiaalityöt. Etukäteissuunnittelussa havainnoidaan todellinen tilan tarve ja pystytään ajoissa tekemään tarvittavia toimenpiteitä logistiikan hoitamiseksi, esimerkiksi vuokraamaan lisää tilaa työmaa-alueeksi. Aluesuunnitelma päivittyy rakennushankkeen edetessä ja sitä tulee muokata, kun siirrytään seuraavaan rakennusvaiheeseen.

Logistinen prosessi voidaan jakaa osiin sen mukaan, kuuluuko vastuu niiden suorittamisesta esim. rakennusliikkeelle, materiaalitoimittajalle vai suunnittelutoimistolle. On kuitenkin tärkeää, että logistista ketjua tarkastellaan kokonaisuutena. Esimerkiksi rakennusliikkeen toimintatavoilla on huomattava vaikutus materiaalitoimittajan kustannuksiin ja päinvastoin. Vaikka kaikki osapuolet toimisivatkin erikseen tarkasteltuna tehokkaasti, voi kokonaisuuden toiminnassa olla huomattavia puutteita. (Rakentajan kalenteri, 1998.)

### 3 Logistiikan aikatauluttaminen

#### 3.1 Logistiikan aikatauluttamisen perusteet

Logistiikan aikatauluttaminen perustuu hankinnan ja työmaan yhteistoimintaan. Aikatauluttamisella pyritään yhteensovittamaan työmaalle saapuva tavaraliikenne ja työmaan muu toiminta. Aikataulutus on onnistunut siinä vaiheessa, kun materiaali ei ole pitkään työmaalla varastoitavana eikä vastaavasti materiaalia tarvitsevat urakoitsijat ja työntekijät joudu odottamaan työn aloittamista puuttuvan materiaalin takia. Toimiva työmaalogistiikka on monien eri tahojen yhteistoimintaa, joka parhaimmillaan palvelee jokaista ketjun osapuolta.

#### 3.2 Aikataulutus suunnitteluvaiheessa

Työmaan alkuvaiheessa on luotu jo alustava yleisaikataulu, jonka perusteella voidaan lähteä suunnittelemaan tulevaa logistiikkaa. Yleisaikataulun perusteella tarkastellaan mitä rakennusmateriaaleja on milloinkin tulossa. Projektin alkuvaiheessa on tärkeää tehdä yhteistyötä työmaan hankintahenkilöstön kanssa, koska heillä on tiedossa paljon tulevia toimituksia tarvikkeiden ja rakennusmateriaalien osalta, joista he ovat tehneet jo hankinnan rakenteilla olevaan kohteeseen. Logistiikkasuunnittelun perustaksi on suotavaa luoda erillinen toimitusaikataulu, josta pääsee tarkastelemaan milloin ja mitä tavaraa työmaalle on tulossa. Liitteessä 1 on havainnoitu kerrostalon runkovaiheen logistiikan toimitusaikataulua, johon voidaan etukäteen ennen runkovaihetta kirjata ylös jo ennalta sovitut toimituspäivät eri rakennustarvikkeiden, elementtien ja valujen osalta.

Osa rakennushankkeen hankinnoista tehdään välittömästi projektin käynnistyessä, jotta ei viivästytetä rakentamisen aloitusta. Tämän takia hankintoja aikataulutetaan suuntaa antavasti jo hankkeen alussa. Hankinta-aikataulu laaditaan heti, kun koko rakennushankkeen yleisaikataulu on tehty. Hankinta-aikataulun avulla voidaan sitoa hankinnat työaikatauluun, jotta materiaalit ja rakennustarvikkeet ovat saatavilla silloin, kun työvaihe on tarkoitus aloittaa. (Ratu KI-6031)

Runkovaiheen logistiikka koostuu pääsääntöisesti elementtitoimituksista, rakennuksen runkovaiheessa sisään nostettavien materiaalien toimituksista ja betonivaluista rungon eri vaiheissa. Runkovaiheen käynnistyessä useiden materiaalien toimitusajat pystytään määrittämään melko tarkasti, koska rakennuksen runkovaihe toistaa itseään kerrostalossa aikataullisesti kerros toisensa jälkeen. Logistiikka-aikataulua seurattaessa on jatkuvasti havainnoitava päiväkohtaisesti, onko tietty toimitus saapunut tontille. Häiriöitä syntyy helposti yhden tai kahden päivän toimitusviivästyksen kautta, jolloin asiaan tulee reagoida välittömästi ja suunnitella tuleeko se aiheuttamaan häiriöitä runkovaiheen edetessä.

Materiaalitoimitusten hyvän suunnittelun avulla voidaan välttää liiasta varastoinnista ja materiaali puutteiden aiheuttamista viivästyksistä johtuvat kustannukset. Ajoissa tehty suunnittelu vähentää hävikkiä ja vaurioita. Lähtötiedot ovat alussa epätarkkoja, joten toimituksiaan ei kannata suunnitella heti täysin tarkasti. Materiaalihankinnat suunnitellaan ensin karkeasti lohkoittain useaan toimituserään rakentamisaikataulun mukaisesti, ja suunnitelmia tarkennetaan vasta toimituspäivän lähestyessä ja tietojen tarkkuuden kasvaessa. (Rakentajan kalenteri 1998.)

### 3.3 Logistiikan aikataulutus käytännötasolla

Työmaan alkuvaiheessa logistiikasta vastaavan työnjohtajan on suunniteltava, kuinka hän aikoo järjestää työmaan logistisen toiminnan ja pyrkiä ennakoimaan tulevia toimituksia mahdollisimman pitkälle tulevaisuuteen. Yleisellä tasolla suuret hankinnat kohteeseen kilpailuttaa hankinnoista vastaava henkilö, ja onkin erityisen tärkeää, että yhteistyö toimii heti työmaan alkumetreiltä. Työnjohtaja suunnittelee työmaan logistiikan yleisaikataulun pohjalta, ja logistisen suunnittelun avulla hankinnoista vastaava henkilö saa tilattua toimitukset toivottuun ajankohtaan. Näiden pohjalta saadaan toimituspäivät lukittua pitkälle ajanjaksolle, helpottaen lyhyempien aikavälien tarkempaa suunnittelua.

Toimituskalenterin kokoaminen on yksi keino hallita saapuvaa tavaravirtaa. Toimituskalenteri voi olla Excel pohjainen taulukko, jossa on päivämäärien kohdalle merkitty, milloin ja mitä tavaraa työmaalle on tulossa. Samalla on hyvä havainnoida, tarvitaanko purkukalustoa, tarvitseeko tyhjentää varastointialuetta ja varautua materiaalien suojaamiseen. Joidenkin materiaalien toimitukset saattavat vaatia myös työvoimaa esimerkiksi haalaukseen, riippuen tavarantoimittajien ja urakoitsijoiden kanssa solmittujen sopimuksien sisällöistä ja ehdoista.

Toimituskalenterina olemme käyttäneet työmaalla yksinkertaista tussitaulua, johon kirjataan jatkuvasti seuraavat työmaa-alueelle saapuvat toimitukset tunnin tarkkuudella. Kerrostalojen ollessa eri rakennusvaiheissa, pystytään havainnoimaan, millainen tilanne työmaan tontilla on tietynä päivänä, kun suunnitellaan sopivaa päivää tavarantoimitukselle. Tauluun pyritään kirjaamaan kaikki asiat, jotka vaikuttavat alueelle saapuvaan ja lähtevään liikenteeseen. Mikäli yhdelle päivälle on pakko saada päällekkäisiä toimituksia, suunnitellaan logistiikkaa aluesuunnitelman avulla, jolloin voidaan havainnoida miten kaikki työnjohtajat mahtuvat toimimaan oman toimituksensa suhteen. Kuvassa 2 on työmaan päivittäisessä käytössä ollut toimituskalenteri seuraavalle viidelle viikolle.

VKO	MA	TI	KE	TO	PE
35	30.8. Palokellon D-TALO Kittaus D-TALO	31.8. Tuplaus →	1.9. Julkisuus lauant	2.9. Mike pois  Lauri pois 13:30 →	3.9.
36	6.9. Kukaan muurauus Pilaava Korot IV-Koneh. Pinnointi Sähköt - 7.00 - 10.00 - 15.00	7.9. Työmaa kokous  1P. Torninmäen parku →	8.9. Pilaava 1-2 krs IV-konekasaus	9.9.	10.9. Tanssittajät alkaa  Lauri koulussa Tanssi pois
37	13.9. IV-lattia valu loput Sisäpuolen täyttö  Tanssi pois	14.9. Alapohjanontelot	15.9. 7.00 Konekasaus	16.9. Pilaava 1-4 krs	17.9.  14.00 Aco-toimitus 1.krs
38	20.9. Laatat 7-9 krs 13.00 Hissikaudin toimitus Skp1 14.00 Porat 1-2.krs Elementtejä: 7.00 8.00 9.00	21.9. Elementtejä: 7.00 8.00 9.00 14.00 Hissitoimitus 1.krs 14.00 Aikataulualue RC	22.9. Elementtejä: 7.00	23.9. Elementtejä: 7.00	24.9. 7.krs ontelot  Lauri koulussa
39	27.9.	28.9. Elementtejä: 7.00 8.00 9.00 14.00 Hissitoimitus 2.krs	29.9.	30.9. 14.00 Aco-toimitus 2.krs	31.9. 16.9. Elementtejä: 7.00 8.00 9.00 13.00 Hissitoimitus 1-2.krs  66

Kuva 2. Logistiikkasuunnittelussa käytetty tussitaulu (Simola 2021)

Toimituskalenterin pohjalta suunnitellaan myös työntekijöiden tehtäviä kahden viikon syk-leissä. Esimerkiksi pumpatun lattiamassan toimituspäivän perusteella tiedetään, koska mestojen valmistelut tulee aloittaa, jotta se on valmiina toimitukselle. Kalenteri toimii siis pitkälti töiden tahdistavana tekijänä työmaalla.

## 4 Työmaan logistiikan kulmakivet

### 4.1 Toimitusajat

Toimitusaikoja suunniteltaessa on arvioitava työmaan tilanne suunniteltuna toimituspäivänä. Mikäli samalle päivälle tulee useita kuormia, tulee kuormat pyrkiä jakamaan tasaisesti koko päivän ajalle, jotta kaikilla toimittajilla riittää tilaa oman kuorman turvalliselle ja tehokkaalle purkamiselle. Toimitusaikojen suunnittelussa on tehtävä yhteistyötä hankintaosaston kanssa, jotta pystyy ennalta varautumaan jo sovittujen lähetysten saapumiseen.

Maanantai ja perjantai ovat työmaan toiminnan kannalta huonoimmat päivät tavaran vastaanottamiselle. Maanantaisin alkaa usein uusia työvaiheita ja saapuu henkilöitä perehdyttäväksi, jolloin työnjohtajan aika kuluu usein näiden asioiden parissa. Mikäli perjantaille sovitaan kuljetus ja jos se jää saapumatta, on viivästykseseen reagoimiseen enää vähän aikaa.

Aliurakoitsijoille saapuvien toimitusten aikatauluttaminen on tärkeä ottaa huomioon pääurakoitsijan oman logistiikkasuunnittelun ohella. Aliurakoitsijoilta tulee vaatia aikataulu, jolla he osoittavat omien toimitusten päivämäärät ja mikäli saapuvasta kuormasta ei ilmoiteta työmaan työnjohdolle ajoissa, kuormaa ei oteta vastaan. Näin toimimalla logistiikasta vastaava työnjohtaja pystyy limittämään eri toimitukset aikataulullisesti toimivaksi kokonaisuudeksi ja välttymään saapuvien kuormien päällekkäisyyksiltä. Tiedonkulkua työmaahenkilöstön ja aliurakoitsijoiden välillä voi helpottaa käymällä läpi tulevan viikon toimitusaikataulun viikoittaisessa aliurakoitsijapalaverissa.

### 4.2 Kuljetuksien suunnittelu

Työmaan tavaraliikennettä suunniteltaessa, tulee huomioida jokaisen kuljetuksen sujuva pääsy, purkualue ja poistumisreitti. Tilan tarve tulee huomioida sen mukaan, minkälaista tavaraa on saapumassa, millä tavalla se tullaan purkamaan auton kyydistä ja mitä muuta tapahtumaa rakennustyömaa-alueella on juuri kyseisenä hetkenä.

Tavarat toimitetaan työmaalle pääsääntöisesti kolmella eri tavalla. Nouto, suoratoimitus ja täsmätoimitus ovat vaihtoehdot rakennusmateriaalin saamiseksi tontille. Suoratoimituksessa tavara tulee suoraan työmaalle joko tehtaalta, rautakaupasta tai tukkuliikkeen varastosta. Suoratoimituksella tarkoitetaan toimintamallia, jossa työmaa pyytää tavaran työmaalle osatoimituksina, jotka on etukäteen sovittu. Kuljetuksen tarvittavalle materiaalille järjestää joko tavaran myyjä osapuoli tai työmaa. (Ratu S-1227)

Täsmätoimitus on toimitustapa, jossa toimitusajankohta on ennalta sovittu. Täsmätoimituksella saapuvat tarvikkeet ovat merkattu kerros- tai huoneistokohtaisesti. Tällaisia toimituksia voivat olla esimerkiksi kerrostalon kalusteet tai kodinkoneet. Jos tarvikkeita tai tavaraa toimitetaan täsmätoimituksina, on työmaan ja toimittajien yhteistyö oltava toimivaa ja molempien osapuolien tulee kommunikoida keskenään välittömästi mahdollisten viivästyksien sattuessa. (Ratu S-1227)

Rakennustarvikkeiden nouto on harvoin järkevä ratkaisu ja noutoa käytetään toimitustapana vain harvoin pienien tarvikkeiden osalta. Pientarvikkeet voidaan toimittaa työmaalla tyypillisesti sijaitsevaan pientarvikkeiden varastoon. Työmaan työjohto tai rautakauppa huolehtii pientarvikkeiden varaston ylläpidosta ja tavaroiden tilaamisesta. (Ratu S-1227)

### 4.3 Tavarankuljetus työmaalla

Kun tavaraa saapuu työmaalle, tulee saapuva materiaali tarkastaa mahdollisten virheiden ja vaurioiden osalta, ennen kuin tavaraa puretaan pois kuljetuksesta. Tällöin pystytään osoittamaan tavarankuljetuksen vaurioituminen jo aikaisemmissa käsittelyvaiheissa ja merkitsemään vaurioita rahtikirjaan viotuneen tavarankuljetuksen osalta. Mahdolliset kuljetusvauriot on hyvä dokumentoida ja välittää tavarankuljettajalle osapuolelle välittömästi jatkokäsittelyä varten.

Saapuvan tavarankuljetuksen laadusta riippuen tulee tavarankuljetusjärjestelyssä niin, että vältetään ylimääräisiä siirtoja. Mitä vähemmän tavaraa joudutaan siirtämään työmaan sisällä ennen sen asentamista, sitä parempi. Vähäisillä siirtokertoilla vältetään ylimääräisiä kustannuksia, säästetään aikaa ja vältetään materiaalin vaurioituminen siirtojen aikana. Työmaahenkilöstön tulee ohjata ja valvoa tavarankuljetusta, jotta vältetään esimerkiksi väärään paikkaan tapahtuva purkaminen ja siitä aiheutuvalta ylimääräiseltä siirtokerralta. (Ratu S-1227)

### 4.4 Tavarankuljetus

Ennen tavarankuljetuksen saapumista työmaalle tulee olla suunniteltu, mihin tavarankuljetus vastaanotetaan ja miten materiaali suojataan. Varastoinnin osalta on syytä tutustua valmistajien varastointiohjeisiin ja noudattaa niitä, jotta materiaali säilyy käyttökelpoisena varastoinnin aikana. Sääsuojaukseen tulee varautua suojausmateriaalilla, esimerkiksi pressuilla, joilla vältetään tavarankuljetuksen kastuminen. Varastoitaessa on myös huomioitava maasta nouseva kosteus sekä aurinkovalo, jotka voivat mahdollisesti vaikuttaa tavarankuljetuksen käytettävyyteen. Mikäli tarvikkeet on suojattava pakkaselta ja jäältä, tulee ne varastoida erillisessä lämmitetyssä varastokontissa tai rakentuvan rakennuksen sisällä. Varastoalueen tulee olla suunniteltu siten, ettei se häiritse työmaan päivittäistä toimintaa ja siellä tapahtuvaa liikennettä.

Rakennusmateriaalien ja tarvikkeiden varastoinnissa on huomioitava niiden valvonta ja variointi. Esimerkiksi sähkökaapelit ja erilaiset laitteet ovat helposti varastettavissa olevia arvokkaita materiaaleja. Varkauksia voidaan estää varastoimalla materiaalit lukitussa tilassa ja järjestämällä kameravalvonta rakennettavalle alueelle tai sisälle rakennettavaan kohteeseen.

#### 4.5 Tavaroiden siirto työkohteeseen

Tavoitteena suunniteltaessa työmaalle nosto- ja siirtokalustoa on löytää ratkaisu, joka on mahdollisimman turvallinen ja edullinen, mahdollistaen rakentamisen etenemisen tuotantosuunnitelmien mukaisesti. Nostojen suunnittelu on osa työmaan turvallisuussuunnittelua ja työmaa-alueen käytön suunnittelua. Työmaan sisäisiä siirtoja tulisi välttää ja minimoida niiden määrä. (Ratu S-1227)

Rakennustarvikkeiden siirto työkohteeseen voi tapahtua esimerkiksi kantamalla, tavarahissillä tai nostamalla. Eri materiaalien siirroissa tulee suunnitella kunkin materiaalin kohdalla taloudellisin ja tehokkain tapa. Raskaat ja suuret tavarat on syytä nostaa rakennuksen sisälle jo runkovaiheessa, mutta suurin osa sisävalmistusvaiheen materiaaleista viedään rakennuksen sisälle vasta runkovaiheen päätyttyä. Tässä vaiheessa tarvikkeiden nostaminen suoraan rakennuksen sisälle on käytännössä mahdotonta. Rakennushissillä pystytään siirtämään paljon tavaraa kerralla pystysuunnassa, mutta vaakasuuntainen siirto jää silti käsin tehtäväksi. Tiettyjä materiaaleja on järkevää nostaa kurottajalla tai vastaavalla nostoapuvälineellä esimerkiksi parvekkeelle, mutta tällöin täytyy huomioida turvallisuustekijät ja parvekelaan kantavuus.

#### 4.6 Tavaroiden varastointi sisällä

Materiaalit tulee varastoida sellaiseen paikkaan, etteivät ne häiritse tai estä työmaan muuta toimintaa. Erilaisia materiaaleja varastoitaessa on huomioitava materiaalivalmistajan ohjeet varastoinnin osalta. Peruserä on varastoida materiaalit vähintään sellaisessa olosuhteissa, kun ne tulevat asennuksen jälkeen olemaan. Materiaalin sääsuojausten lisäksi on huomioitava materiaalin mahdollinen likaantuminen ja kolhiintuminen. (Ratu S-1232)

Rakennuksen runkovaiheessa rakennuksen sisälle nostettavat rakennusmateriaalit tulee varastoida niin, etteivät ne pääse kastumaan tai muuten vaurioitumaan. Tärkeää materiaalien nostovaiheessa on huomioida, että kulku rakennuksen sisällä pysyy mahdollisimman vapaana ja materiaalit eivät ole tulevien työvaiheiden tiellä. Jos väliseinämateriaalit nostetaan esimerkiksi tulevalle väliseinälinjalle, joudutaan mahdollisesti tekemään välisiirtoja, joita pitäisi pyrkiä työmaan logistiikassa välttämään. Hyvä peruserä nostoja tehtäessä

on pyrkiä nostamaan tavarat mahdollisimman keskelle huonetta. Tällöin huonetilassa pääsee kulkemaan tarvikkeiden ympärillä, ja ne tulevat epätodennäköisesti seuraavien työvaiheiden haitaksi.

#### 4.7 Syntyvän jätteen käsittely

Rakennustyöstä syntyvää jätettä ohjataan monilla eri lainsäädännöillä. Kun jätehuolto suunnitellaan ja toteutetaan tehokkaasti, saadaan pienennettyä kustannuksia, parannettua työturvallisuutta ja samalla täytetään lainsäädännön vaatimukset. Lajittelun ja jätehuollon tavoitteena on ehkäistä ympäristön pilaantumista ja edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä. Lainsäädäntö on asettanut valtakunnallisen tavoitteen rakennustyölle, jossa 70% kaikista syntyvistä jätteistä tulisi kierrättää vuoteen 2020 mennessä. Kun suunnitellaan rakennuskohteen jätehuoltoa, tulee kiinnittää huomiota vastuukysymyksiin, jätteiden lajittelun käytännön järjestelyihin ja jätteisiin liittyvään kirjanpitoon sekä raportointiin. (RT 69–11183)

Jätettä syntyy työmailla esimerkiksi mittahukkana, rakennusmateriaalin vahingoittumisena tai pilaantumisenä ja pakkaus- sekä suojausmateriaaleista. Materiaalitehokkuutta voidaan parantaa hyvällä rakennussuunnittelulla, toimitusten ja siirtojen huolellisella suunnittelulla, laadunvalvonnalla ja urakoitsijoiden työohjauksella. Materiaalihävikkiä vastaavasti vähentää materiaalin huolellisella käsittelyllä ja suojauksella ja määrämittaisilla materiaalityömuutoksilla. (RT 69–11183)

Työmaan alkuvaiheessa työmaan logistiikka- ja aluesuunnitelmaa laadittaessa on tärkeää huomioida jätteen käsittely työmaalla. Jokaisen hankkeen kohdalla on suunniteltava ja havainnoitava mitä eri jätelajeita työmaalta tulee eri rakentamisen vaiheissa, millaisiin lajiin ne on kannattavaa kerätä ja miten jätteen poiskuljetus järjestetään sujuvaksi. Lain vaatima 70% kierrätysaste on syytä huomioida suunnitelmaa laatiessa. Jätehuollon huolellisella suunnittelulla pystytään hallitsemaan jätehuollosta syntyviä kustannuksia tehokkaasti, sillä kaiken syntyvän jätteen kerääminen sekalaiseksi rakennusjätteeksi tulee todennäköisesti kalliiksi vaihtoehdoksi. Samalla on kuitenkin huomioitava mitä useampaa eri jätelajetta kerätään, sitä useampi keräysastia kyseiselle jätelajelle tarvitaan.

## 5 Logistiikkasuunnitelman laatiminen

### 5.1 Logistiikan erityispiirteet asutussa ympäristössä

Rakennettaessa vaiheittain valmistuvalla alueella on jatkuvasti päivittäisessä toiminnassa huomioitava ympärillä olevat asutut rakennukset. Työajat tulee suunnitella, sopia ja selvittää niin, ettei asukkaille aiheudu ylimääräistä häiriötä vieressä rakentuvalta työmaalta. Logistiikan osalta tämä merkitsee saapuvien tavarakuormien etukäteen tapahtuvaa ohjaamista oikeaan paikkaan ja toimitusaikojen sopimista. Mahdollinen polttomoottorikäyttöinen nosturi aiheuttaa meteliä, joten sen käyttöajat tulee tiedostaa tarkasti työmaa-arjessa.

Eryityisesti melua aiheuttava työvaihe rakentamisessa on mahdollisesti tapahtuva (lyönti)paalutus, joka kestää useita päiviä riippuen rakennettavan kohteen perustusolosuhteista ja pohjapinta-alasta. Paalutus aiheuttaa rakennettavan kohteen ympäristöön melusaasteen lisäksi myös tärinää, jota valvotaan myös erilaisilla tärinä mittareille ja antureilla. Lainsäädännössä YSL 527/2014 asiasta todetaan seuraavaa:

*Toiminnanharjoittajan on tehtävä kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle sähköisesti ilmoitus rakentamisesta, yleisötilaisuudesta tai muusta tilapäistä melua tai tärinää aiheuttavasta toimenpiteestä tai tapahtumasta, jos melun tai tärinän on syytä olettaa olevan erityisen häiritsevää. Jos toimenpide tehdään tai tapahtuma järjestetään usean kunnan alueella, ilmoitus tehdään sille valtion valvontaviranomaiselle, jonka toimialueella melu tai tärinä pääasiallisesti ilmenee.*

*Toimenpiteeseen ei saa ryhtyä tai toimintaa aloittaa, ennen kuin ilmoituksen tekemisestä on kulunut 30 vuorokautta tai kunnan ympäristönsuojelumääräyksissä määrätty tätä lyhyempi aika. Ilmoituksen käsittelevä viranomainen voi kuitenkin ilmoituksen johdosta tehtävässä päätöksessä sallia toimenpiteeseen ryhtymisen tai toiminnan aloittamisen edellä mainittua ajankohtaa aikaisemmin.*

*Valtioneuvoston asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä ilmoituksen sisällöstä ja sen tekemisestä.*

Rakennustyöstä aiheutuvasta melusta ja tärinästä on tehtävä ilmoitus tarpeeksi ajoissa ennen rakennustyövaiheen aloittamista. Työn käynnistämiseksi vaaditaan usein myös tiedottamaan naapurikiinteistöjä alkavasta rakennustyöstä ja sen kestosta. Naapurikiinteistöjen ja asukkaiden tiedottaminen on tärkeää ennen projektin käynnistymistä, sillä näin pystytään saavuttamaan luottamusta ympärillä asuvien ihmisten kanssa.

Alueen rakentuessa vaiheittain on syytä päivittäisessä toiminnassa huomioida asuttujen kerrostalojen pelastusteiden esteettömästä pääsystä. Joissain tapauksissa jokin asutulle

rakennukselle tarkoitettu pelastustie saattaa olla toteutettu viereisen työmaan kautta, jolloin reitti pelastustielle on pidettävä avoinna jatkuvasti. Tällöin reitille ei voida varastoida materiaalia ja tulevien toimituksien vastaanotot tulee hoitaa etäällä tästä osoitetusta reitistä. Pelastuslaki 2011/379 §11 kertoo asiasta yksiselitteisesti seuraavaa:

*Kiinteistön omistajan ja haltijan sekä toiminnanharjoittajan on osaltaan huolehdittava siitä, että hälytysajoneuvoille tarkoitetut ajotiet ja muut kulkuyhteydet (pelastustiet) pidetään ajokelpoisina ja esteettöminä ja että ne on merkitty asianmukaisesti.*

*Pelastustielle ei saa pysäköidä ajoneuvoja eikä asettaa muutakaan estettä.*

## 5.2 Logistiikkasuunnitelma maanrakennus ja perustustyövaiheessa

Rakennusprojekti käynnistyy käytännössä aina maanrakentamisella ja perustustöillä. Maanrakennuksessa tarvitaan isoja koneita ja laitteita, joten niiden siirtäminen kohteelle ja toimiminen työmaalla tulee suunnitella huolella. Rakennuksen pohjalla tehdään perusmaan poisvientä, täyttöjä, kevennyksiä ja leikkauksia. Maamassojen poisvientiin ja uuden maaineksen kuljetuttamiselle tulee järjestää riittävän kantava ja leveä ajoreitti työmaalle sisään ja sieltä pois. Aluesuunnitelma tulee käydä huolella läpi työtä suorittavan urakoitsijan kanssa, jotta kuljetukset toimivat rakennettavalla alueella halutulla tavalla. Mikäli kohteen perustusolosuhteet ovat sellaiset, että joudutaan paaluttamaan, täytyy suunnitella myös paalutuskoneen ja paalujen logistiikka työmaalle. Kuvassa 3 on havainnointu yksinkertainen malli työmaan maanrakennus- ja perustustyövaiheen logistiikkasuunnitelmasta.



### Kuva 3. Maanrakennusvaiheen aluesuunnitelma (Simola 2021)

Työmaan maanrakennus ja perustustyövaiheen logistiikkasuunnitelmassa on valmiiksi suunniteltu ja merkitty reitti maa-aineksia kuljettaville kuorma-autoille, kaivinkoneen lastausalue ja tarvittaessa käytettävissä olevat läjitysalueet maamassoille. Paras tilanne olisi tietysti se, että kuorma-autot saisivat läpikulun työkohteen viereltä, jolloin välttyttäisiin turhalta peruuttamiselta. Tämä lisäisi myös työturvallisuutta työmaalla kulkevien työntekijöiden osalta. Tässä tapauksessa läpiajon toteuttaminen olisi vaatinut kokonaan uuden tieliittymän rakentamista jalankulkuväylän yli, ison maa-alueen vuokraamista ja uudet liikennejärjestelyt työmaareitin osalta, joten työmaalogistiikka päätettiin järjestää kokonaan jo olemassa olevien liittymien avulla.

Maanrakennus- ja perustustyövaiheen suunnitelmassa on huomioitava molempien työvaiheiden yhteen sovittaminen. Perustustyövaiheessa työmaalle tarvitaan puutavaraa muottitöihin, terästä ja erilaisia eristeitä. Näiden rakennustarvikkeiden varastointi ja käsittely tulee tapahtua työmaalla niin, ettei maanrakennusvaiheen liikenne häiriinny. Samalla on huomioitava, että valupäivinä betonipumpulle ja betoniautoille löytyy riittävästi tilaa. Maanrakennus- ja perustustyövaiheiden limittyessä on hyvä myös huomioida koneiden parkkeeraus työmaalla, sillä huonoimmassa mahdollisessa tilanteessa kaivinkone on pysäköitynä esimerkiksi betonipumppuautolle suunnitellulla paikalla ja maanrakennusurakoitsija ei ole paikalla työmaalla konetta siirtämässä.

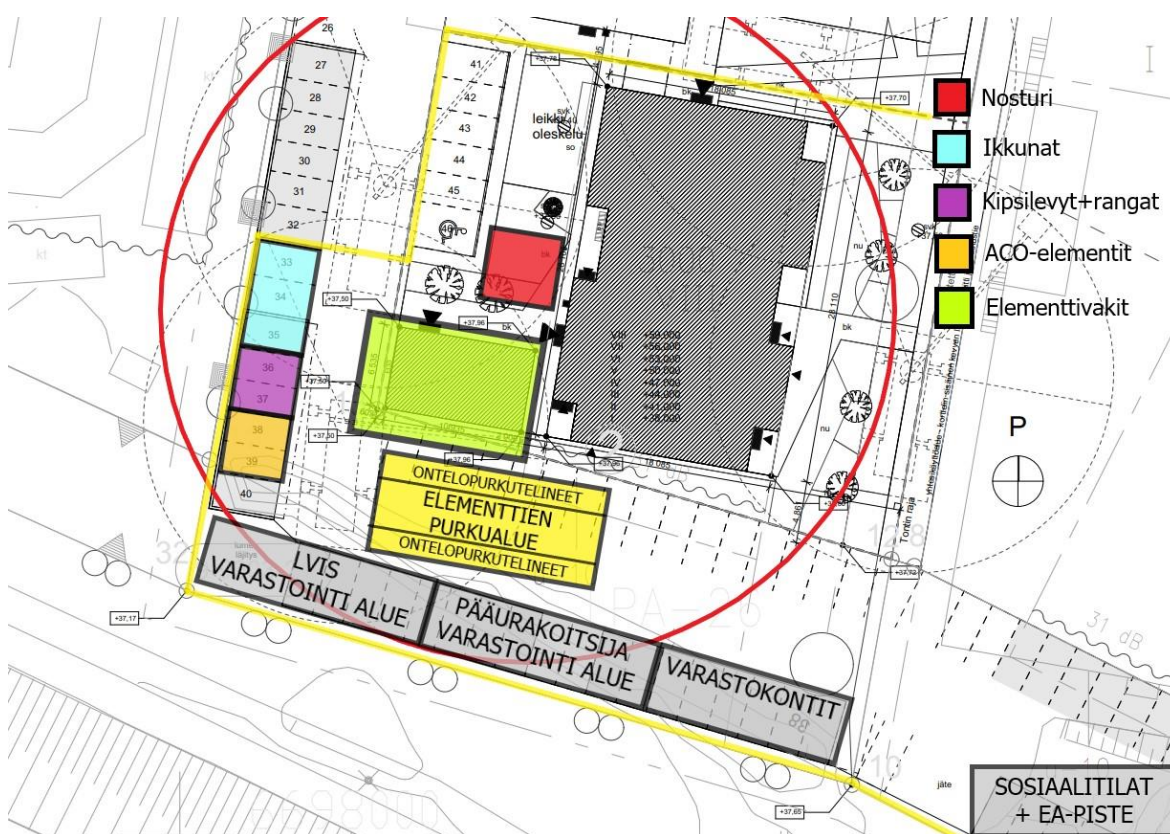
### 5.3 Logistiikkasuunnitelma rakennuksen runkovaiheessa

Runkovaiheeseen siirryttäessä rakennuksen maanrakennustyöt on saatu valmiiksi ja aloitetaan rakennuksen runkotyöt. Pääsääntöisesti asuinkerrostalon runko tehdään joko elementeistä, paikallaan valettavana tai näiden yhdistelmänä. Käytännössä kaikki runkoratkaisut vaativat työmaalle riittävän suuren nosturin, joka vaikuttaa suuresti runkovaiheen logistiikkasuunnitelmaan, sillä työmaalla toimivan nosturin tulee yltää varastoitavana olevien rakennustarvikkeiden yläpuolelle. Mikäli rakennustarvikkeita joudutaan siirtämään vaakatasossa tontilla, on usein epäonnistuttu logistiikan suunnittelussa. Torninosturin ulottuma on yksinkertaista suunnitella logistiikkasuunnitelmassa piirtämällä oikean kokoinen ympyrä nosturin keskipisteestä ja näin päästään helposti havainnoimaan minne runkovaiheessa tarvittavia rakennustarvikkeita pystytään varastoimaan.

Elementtien varastointi on työmaalla hankalaa, joten niiden logistiikka ja kuljetukset suunnitellaan asennusaikataulun mukaisesti. Asennussuunnitelmassa on suunniteltu mitkä elementit asennetaan milloin, ja missä järjestyksessä. Asennusaikataulun pohjalta voidaan laatia elementtien kuljetussuunnitelma, jossa määritellään elementtikuormien sisältö ja

niiden asennusjärjestys. Suunnitelma tulee laatia niin, että välivarastointia tapahtuu työmaalla mahdollisimman vähän eikä asennustyö häiriinny puuttuvien elementtien takia. Mikäli on mahdollista, suunnitellaan elementtikuljetuksien reitit niin, että kuljetusautoilla on ympäriajomahdollisuus työmaa-alueella. (Ratu KI-6020)

Kuvassa 4 on esitetty työmaan logistiikkasuunnitelma, jossa havainnoidaan nosturin ulottuma ja varastointialueet eri rakennusmateriaaleille.



Kuva 4. Runkovaiheen logistiikkasuunnitelma (Simola 2021)

Runkovaiheen logistiikkasuunnitelmassa korostuu varastointialueiden riittävyys. Suunnitelmaa tehtäessä tulee selvittää tarkasti hankinnan, alirakkoitsijoiden ja työmaan omien hankintojen määrät ja toimitusajankohdat. Varsinaisen rakennuksen rungon osalta suurin yksittäinen kokonaisuus on rakennuksen runkomateriaali eli tässä tapauksessa teräsbetonelementit. Elementtikuormia varten on suunniteltava tarvittavat liikennereitit, purkualueet, varastointialueet ja tarvittaessa kuorma-autojen odotusalue. Liikennereitin osalta voidaan usein hyödyntää samaa reittiä, jota on käytetty jo maanrakennusvaiheessa. Purkualueen tulee olla järjestetty niin, että elementtien nostot kuljetusautosta tapahtuu turvallisesti ja mahdollisimman lyhyillä vaakasuuntaisilla siirroilla.

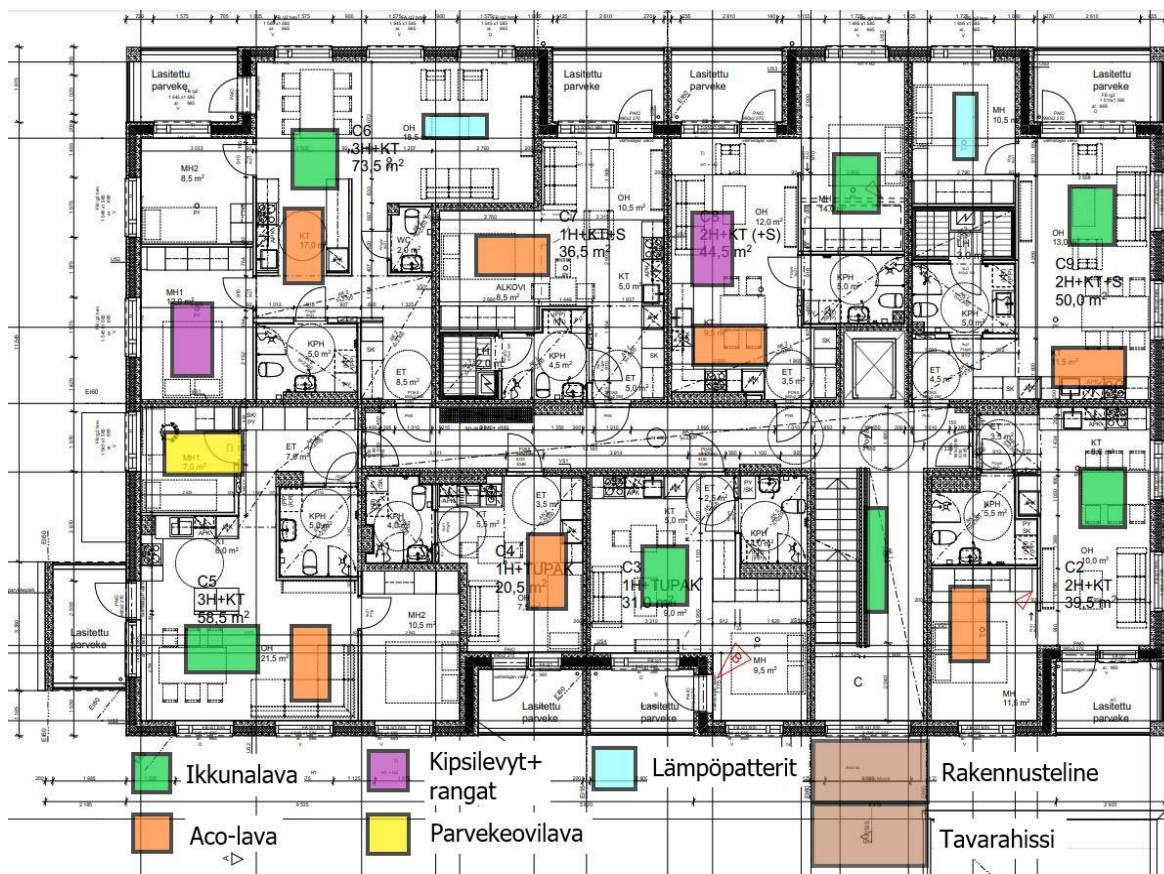
Elementit varastoidaan elementtitalleihin, sillä elementtien asennus suoraan autosta rakennuksen runkoon pitkittää kuorman purkuaikaa huomattavasti, joka taas aiheuttaa

välillisiä kustannuksia. Elementtitelineiden osalta tulee suunnitella rakennuksen yhden kerroksen elementtimäärä ja toimitusajat verrattuna asennusaikaan, jotta varastointikapasiteetti ei ylitä missään vaiheessa. Elementtitelineiden sijoittelu tulee suunnitella elementtikuvien avulla, jotta nähdään kuinka pitkiä ovat pisimmät varastoitavat elementit. Esimerkiksi väliseinäelementit voivat olla jopa yli kymmenen metriä pitkiä.

Rakennuksen runkovaiheessa työmaalle tarvitaan varsinaisen runkomateriaalin lisäksi väliseinäateriaalia, ikkunoita ja ovia, raudoitustarvikkeita ja eristeitä. Lisäksi tässä vaiheessa tulee huomioida aliurakoitsijoiden tarvitsevat materiaalit, jotka ovat logistisesti järkevintä nostaa rakennuksen sisälle jo rakennuksen runkovaiheen edetessä. Runkovaiheen edetessä rakennuksen sisälle nostetaan jo valmiiksi edellä mainittuja materiaaleja, sillä monet tarvikkeet, esimerkiksi ikkunat, voivat olla niin suuria, ettei niitä pystytä nostamaan rakennuksen sisälle enää rakennuksen rungon ollessa valmis.

Runkovaiheessa rakennus on sääälle altis, joten materiaalien varastoinnissa on huomioitava vallitsevat ja tulevat sääolosuhteet. Kaikkien rakennusmateriaalien osalta on suunniteltava, millaiselle alustalle ne tulee varastoida, tarvitaanko suojausta sateelta tai voivatko materiaalit vahingoittua pakkasessa. Esimerkiksi kipsilevyt muuttuvat helposti käyttökelvottomiksi, jos niitä ei ole asianmukaisesti suojattu varastoitaessa. Ikkunat ja ovet ovat myös herkkiä sateelle, ja maalivaurioiden syntyessä on työlästä ja kallista jälkikäteen paikata karmeja siistin näköisiksi.

Rakennuksen rungon noustessa, on logistisesti järkevää nostaa erilaisia tarvittavia rakennusmateriaaleja vaiheittain rakennuksen sisälle. Useat materiaalit ovat raskaita ja hankalia haalata rakennuksen sisään rakennuksen rungon ollessa ylhäällä. Esimerkiksi väliseinäateriaalit, ikkunat ja ovet, rauditusverkot ja lämpöpatterit ovat hankalia ja aikaa kuluttavia materiaaleja lähteä haalaamaan parvekkeilta tai rappukäytäviä pitkin. Ikkunat voivat olla niin suuria, että niiden saaminen rakennuksen sisälle jälkikäteen voi muuttua mahdottomaksi. Kuvassa 5 on havainnoitu suunnitelma, miten rakennuksen sisälle nostetut materiaalit on hajautettu järkevästi ympäri taloa, kuitenkin niin, etteivät ne estä tulevia työvaiheita ja materiaalien siirto voidaan toteuttaa mahdollisimman lyhyellä sivuttaissiirrolla asennuskohteeseen.



Kuva 5. Rakennuksen sisälle nostetut materiaalit runkovaiheessa (Simola 2021)

Materiaalien järjestely rakennuksen sisällä suunnitellaan siten, että niiden siirtäminen kerrostasolla on mahdollisimman helppoa ja ne eivät estä tulevia työvaiheita ennen materiaalien siirtymistä osaksi rakennusta. Tämän opinnäytetyön esimerkkikohteessa on rappukäytävän ikkuna, jonka koko on 2250x2250 mm. Jos tämä ikkuna nostetaan rakennuksen runkovaiheessa huoneistoon sisälle, sen siirtäminen asunnon puolelta rappukäytävään muuttuu lähes mahdottomaksi, sillä ikkuna ei mahdu asunnosta pois liian matalan oviaukon kautta.

Materiaalien osalta on selvitettävä missä päin rakennusta niitä tarvitaan ja pyrkiä nostamaan ne jo mahdollisimman lähelle tulevaa asennuspaikkaa. Tämä korostuu etenkin ikkunoiden osalta, sillä niiden vaakasuuntainen siirto aiheuttaa ylimääräistä työtä ja ne vaurioituvat helposti vaakasuuntaisissa siirroissa. Pohjakuvasta pystytään havainnoimaan mihin asuntoihin tavarat, jotka tullaan siirtämään ympäri kyseistä kerrosta, kannattaa sijoittaa. Asunnon oviaukon ja käytävän tulee olla samassa linjassa, jotta isot tarvikkeet saadaan sujuvasti siirrettyä huoneistosta toiseen. Huomioitavaa on myös, että materiaalit ovat irti seinäpinoista ja seinän vierustoille on vapaa kulku. Samoin väliseinälinjoille varastoimista tulee välttää, sillä se estää helposti sisävalmistusvaiheen väliseinätöiden aloittamisen.

#### 5.4 Logistiikkasuunnitelma rakennuksen sisävalmistusvaiheessa

Rakennuksen runkovaihe päättyy, kun rakennuksen vaippa on ummistettu ja talossa on vesikatto vedenpitävässä kunnossa. Tässä vaiheessa talossa on ikkunat asennettu paikalleen ja rungon sisällä on jäljellä sinne runkovaiheessa nostetut rakennusmateriaalit kuten väliseinämateriaalit ja LVIS-tarvikkeet.

Sisävalmistusvaiheessa rakennuksen sisällä toimii useita eri osa-alueen ammattilaisia, kuten sähkö-, lvi-, laatoitus-, ja kalusteurakoitsijoita. Urakoitsijoiden varastointipaikat rakennuksen sisällä tulee suunnitella ja osoittaa jo hyvissä ajoin, jotta materiaalien ylimääräiseltä siirtämiseltä eri rakennustöiden tieltä vältyttäisiin. Urakkasopimuksissa ja aloituspalaverissa on syytä täsmentää urakoitsijoille toimituksien oikea-aikaisuudesta ja saapuvista lähetyksistä ilmoittamisesta. Mikäli jotain materiaalia tai tarviketta varastoidaan työmaalla pitkän aikaa ennen sen asentamista, tulee se usein siirrettäväksi kertaalleen ennen asentamista.

Sisävalmistusvaiheen logistiikan kannalta työmaalle tarvitaan tapauskohtaisesti tavarahissi, jolla voidaan nostaa kerrokseen kuhunkin työvaiheeseen tarvittavat materiaalit. Hissi pystytetään usein jo osittain rakennuksen runkovaiheessa, jotta helpotetaan ja nopeutetaan etenkin rakennuksen ylempiin kerrokseen kulkemista. Tavarahissiä käytettäessä on huomioitava aina siihen liittyvät painorajoitukset, kun suunnitellaan materiaalien nostamista kerrokseen. Kuvassa 6 on tavarahissi, jolla voidaan siirtää työntekijöitä ja materiaalia pystysuunnassa.



Kuva 6. Rakennushissi työmaakäytössä (Simola 2020)

Sisävalmistusvaihe käynnistyy yleensä väliseinätöillä, jolloin runkovaiheessa rakennuksen sisään nostetut väliseinämateriaalit kiinnittyvät osaksi valmistuvaa rakennusta. Väliseinätyöt tulee olla huomioitu jo runkovaiheessa, ettei väliseinälinjoille ole nostettu mitään materiaalia ja työ pääsee käynnistymään esteettä. Sisävalmistusvaiheessa työmaalle saapuu tavaraa täsmätoimituksina. Nämä toimitukset on syytä huomioida toimituskalenterissa ja varmistaa edellytykset tavarankuljetukselle.

Sisävalmistusvaihe jatkuu tasoite ja maalaustöillä, jolloin rakennuksen rungon sisällä olevat materiaalit ja jätteet tulisi minimoida mahdollisimman tehokkaasti. Materiaalien sijoitteluun tulee kiinnittää erityistä huomiota, sillä seinäpinnat tulee olla vapaana tavarasta ja huoneissa pitää olla tilaa kulkea vapaasti.

## 5.5 Logistiikkasuunnitelma rakentamisen viimeistely ja luovutusvaiheessa

Rakennushankkeen alussa tilaaja on määritellyt oman tarpeensa tiloille. Hankkeen alussa tilaajalla tulee olla näkemys siitä, minkälaisia tiloja hän tarvitsee, jotta ne palvelevat tilaajan suunnittelemaa toimintaa mahdollisimman hyvin. Rakennushanke on investointina pitkälle tulevaisuuteen tähtäävä, joten tilaajan tulee myös suunnitella, miten oma tilantarve muuttuu tulevaisuudessa ja miten nyt suunniteltavat tilat vastaavat tulevaisuuden tilan tarvetta. Valitsemillaan ratkaisuilla tilaaja määrittää hankkeen kustannustason. Kustannustaso on riippuvainen hankkeen aikataulusta, laajuudesta, laatutasosta ja hankintatavasta. Kustannukset määräytyvät suuresti jo tässä vaiheessa, ennen kuin rakentamisen suunnittelu ja toteutus ovat käynnistyneet. Kustannukset toteutuvat rakennushankkeen edetessä, kun aikaisemmin tehtyjen päätösten perusteella tehdään suunnittelutyötä ja hankintoja. (Ratu KI-6033)

Rakennushankkeessa tilaajan hankinnat konkretisoituvat projektin loppuvaiheilla. Tilaaja on projektin alussa määrittänyt tilan tarpeen, mutta erilaiset laite- ja materiaalihankinnat tulevat ajankohtaiseksi projektin loppupuolella. Tästä syystä rakennushankkeen loppuvaiheilla on keskusteltava tilaajan kanssa tulevista toimituksista ja niiden sovittamisesta rakennushankkeen aikatauluun. Rakennettavaa kohteeseen voi olla tulossa erilaisia koneita ja laitteita, jotka tilaaja on hankkinut itse, eivätkä ne kuulu varsinaiseen rakennusurakkaan urakoitsijan hankittavaksi. Nämä toimitukset tulee selvittää hyvissä ajoin, jotta ne saadaan ajoissa rakennettavaa kohteeseen ja niihin liittyvät erilaiset kytkentä ja asennustyöt ehditään suorittaa ennen kohteen luovuttamista.

## 6 Logistiikan erityispiirteet P1-kohteessa

P1 on rakennustöiden puhtausluokitus ja sitä käytetään kohteissa, joissa pyritään sisäilmastoluokkaan S1 tai S2 ja jossa päätavoitteena on estää minkäänlaisten rakennusaikaisen epäpuhtauksien päätymistä sisäilmaan. Erityisesti tämä painottuu siis kohteen pölyisyyden sekä kosteuden hallintaan rakentamisen aikana. Tilaaja tai rakennushankkeeseen ryhtyvä määrittelee tavoitellun sisäilmastoluokan jo kohteen suunnitteluvaiheessa. Logistiikan osalta P1-luokitus kohteessa tarkoittaa entistä vaativampaa suunnittelua. Kaikki materiaalien ja henkilöiden liikkuminen rakennuksessa vaikuttaa pölyn- ja kosteudenhallintaan ja siksi sitä tulee kontrolloida. (RT 07–11299)

Henkilöiden ja materiaalin liikkuminen tulee miettiä ja rajoittaa niin, että siivottujen lohkojen läpi kulkemista tulisi mahdollisimman vähän. Osastot tulee merkitä selkeästi ja loppuvaiheessa siivottujen osastojen kulkua voidaan rajoittaa väliaikaisilla lukoilla.

Materiaalien osalta P1-kohteessa pyritään siihen, että välivarastointi olisi aina mahdollisimman lyhyt ajanjakso ja että varastoinnissa olisi vain sen hetkisen työvaiheen vaatimat materiaalit. Kaikki ylimääräiset varastoidut materiaalit hankaloittavat siivousta ja näin ollen vaikeuttavat pölynhallintaa. Erityisesti ilmastointikanavien toimitukset tulee urakoitsijan kanssa sopia täsmätoimituksina asennusaikataulun mukaisesti, jotta ne ei eivät likaantuisi työmaalla. Kuljetuksessa tulee huomioida, että ilmanvaihtokanavien päät on tulpattu ja että myöskään pinta ei saa likaantua.

Varastoinnissa tulee kiinnittää erityistä huomiota siihen, kuinka tavaraa säilytetään. Materiaalit tulee varastoida kuormalavojen päälle, jotta ne ovat helposti siirreltävässä siivousta varten sekä turvassa mahdollisen maan/lattianpinnan kosteudelta. Materiaali tulee myös suojata, jotta pölyntyminen ja likaantuminen estetään. Mikäli kohteessa on P1-luokka, tulisi jo hankintojen tilausvaiheessa kiinnittää huomiota materiaalien pakkaustapaan, jotta vaatimukset täyttyvät ja logistinen suunnittelu helpottuu.

Puhtaudenhallintasuunnitelma, joka on pakollinen P1-kohteissa, vaatii myös erillisen suunnitelman jätehuollon toteuttamisesta. Jätelavojen tyhjennykset sekä jätepisteiden sijoittelu kohteessa tulee myös ottaa huomioon, kun suunnitellaan kohteen logistiikkaa ja varastointia.

## 7 Työturvallisuuden huomioiminen logistiikassa

Rakennustyön turvallisuus on erilaisia toimenpiteitä, joilla pyritään ennakoimaan turvallisuusvaaroja ja torjumaan niitä. Tärkeimpiä näistä toimenpiteistä ovat ennakkosuunnittelu, erilaiset työmaalla tehtävät tarkastukset ja turvallisuusseuranta. Turvallisuuden ylläpito on jatkuva prosessi työmaalla, mutta perusasiat turvallisuuteen liittyen tehdään jo suunnitteluvaiheessa. Ylläpito koostuu töiden turvallisuussuunnittelusta, työhön perehdyttämisestä ja yhteistoiminnasta urakoitsijoiden sekä työntekijöiden keskuudessa. (Lehtinen, R. 2019. 108.)

Työturvallisuus on huomioitava kaikessa rakentamisessa, myös työmaan logistiikassa. Suurimpia riskejä työturvallisuuden osalta logistiikassa ovat työmaan tavaraliikenne, jolloin kuljetusauton alle jääminen tai puristuminen on mahdollista. Tämä estetään suunnittele- malla autojen reitit niin, etteivät ne häiritse työmaan sisällä tapahtuvaa jalankulkuliikennettä. Työmaan sisäänkäynnin, sosiaalitilojen ja työmaan uloskäynnin reitti suunnitellaan mahdollisimman turvallisesti ja pyritään pitämään ajoneuvot pois näiltä reiteiltä.

Työturvallisuuslaissa 258/2002 35§ todetaan asiasta seuraavaa:

*Työpaikan ajoneuvo- ja jalankulkuliikenne tulee järjestää turvallisesti. Työnantajan on tarvittaessa laadittava työpaikan sisäisen liikenteen järjestämistä varten tarkoituksenmukaiset liikenneohjeet.*

*Tavarannosto, kuljetus, käsittely ja varastointi sekä tavarannoston käsittely- ja kuormauspaikat on suunniteltava ja järjestettävä siten, että nosto- ja siirtolaitteista tai tavarannoston siirroista tai puottoamisesta ei aiheudu haittaa tai vaaraa työntekijöiden turvallisuudelle tai terveydelle.*

Työmaalla tapahtuvat tavaroiden nostot ja siirrot ovat iso työturvallisuus riski, jolloin mahdollinen alle jääminen tai puristuminen noston aikana on mahdollista. Työmaan tulee suunnitella nostot ja tavarannoston siirrot siten, että ne tapahtuvat turvallisesti ja vaarantamatta työntekijöiden turvallisuutta. Työturvallisuus parantuu logistiikan osalta huomattavasti, kun nämä asiat on suunniteltu työmaakohtaisesti etukäteen.

## 8 Yhteenveto ja pohdinta

Yhteenvetona rakennustyömaan logistiikasta voidaan todeta, että logistiikan onnistuminen perustuu työmaan huolelliseen suunnitteluun, työmaan päivittäisen toiminnan jatkuvaan seurantaan ja eri tahojen yhteistyöhön sekä kommunikointiin. Suunnittelun avulla erilaisiin mahdollisiin ongelmiin pystytään varautumaan ajoissa ja mitä tarkempaa suunnittelua logistiikasta tehdään, sen vähäisemmiksi jää käytännötasolla kohdattavat ongelmat. Yhteistyön ja kommunikaation avulla saavutetaan toimiva yhteishenki työmaalle, jolloin neuvotellut logistiikan suhteen pysyvät toimivina. Yhteistyötä logistiikan osalta tuleekin jatkuvasti tehdä pääurakoitsijan hankintaosaston, aliorakoitsijoiden, tavarantoimittajien ja materiaalivalmistajien kanssa. Pienillä yksityiskohdilla logistiikassa ennaltaehkäistään helposti materiaalien vaurioitumista, tavarapurkujen epäonnistumista ja työmaan epäjärjestystä.

Olen itse toiminut nyt puolitoista vuotta opinnäytetyön tilaajana toimivan Varte Lahti Oy:n palveluksessa työnjohtajana ja päässyt perehtymään työmaan toimivaan logistiikkaan käytännön tasolla. Ennakointia ja suunnitelmallisuutta jokaisessa rakentamisen vaiheessa ei voi koskaan mielestäni liikaa korostaa. Samalla on tullut opittua myös mahdollisia ongelma-kohtia kantapäähän kautta oppimalla. Toimiva logistiikka on monen eri asian ja tekijän summa. Jos jokin kohta epäonnistuu logistiikkaketjussa, voi epäonnistumisella olla kauaskantoisia seurauksia. Usein kuitenkin kekseliäisyydellä ja soveltamisen taidolla päästään helposti yli kohdanneesta epäonnistumisesta. Yksittäisinä ja tärkeimpinä asioina logistiikassa haluan korostaa toimitusten oikea-aikaisuutta, materiaalien suojasta ja ennakkosuunnittelua helpottamaan työmaan päivittäistä toimintaa.

Opinnäytetyötä kirjoittaessani huomasin, että logistiikka on paljon muutakin kuin tavarantoimittajien tilaamista ja sen vastaanottamista. Logistiikan eri vaiheissa on paljon mahdollisuuksia epäonnistua ja sitä kautta välillisesti heikentää rakennushankkeen taloudellista kannattavuutta ja työn sujuvuutta. Pienillä asioilla voidaan helposti välttää työmaalle syntyviä ylimääräisiä kustannuksia ja kertyviä miestyötunteja. Alerakentamishankkeessa korostuu myös eri kohteiden työnjohtajien keskinäinen kommunikointi ja yhteistyö työmaan sisällä. Logistiikan osalta alueella toimivien työnjohtajien tulee olla tietoisia mitä tavaraa ja milloin on työmaalle tulossa, jotta tulevat toimitukset pystytään sujuvasti toimittamaan rakentavalle alueelle.

## Lähteet

Pelastuslaki 379/2011 11§ Viitattu 13.9.2021. Saatavissa <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110379#L3P11>

Rakentajain kalenteri 1998. Rakentajain kustannus. Viitattu 20.9.2021

Ratu S-1227 Työmaan toimitusten suunnittelu ja ohjaus. Rakennustietosäätiö RTS. Viitattu 28.10.2021

Ratu S-1232 Rakennustyömaan sääsuojaus. Rakennustietosäätiö RTS. Viitattu 17.10.2021

Ratu KI-6020 Talonrakentamisen tuotantotekniikka. Rakennustieto Oy. Viitattu 30.10.2021

Ratu KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Rakennustieto Oy. Viitattu 30.10.2021

Ratu KI-6033 Rakennushankkeen kustannushallinta. Rakennustieto Oy. Viitattu 25.10.2021

Ratu KI-6034 Rakennushankkeen työturvallisuus. Rakennustieto Oy. Viitattu 1.11.2021

RT 69-11183 Rakentamisen jätehuolto. Rakennustietosäätiö RTS. Viitattu 13.10.2021

RT 07-11299. Sisäilmastoluokitus 2018. Rakennustietosäätiö RTS. Viitattu 25.9.2021.

Työturvallisuuslaki 738/2002 35§. Viitattu 3.9.2021. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>

Ympäristösuojelulaki 527/2014 118§. Viitattu 9.9.2021. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527#L12P121>

