

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

2022

Jere Keskitalo

# LINJAHANKKEEN MATERIAALIVIRTA

**TURKU AMK**   
TURKU UNIVERSITY OF  
APPLIED SCIENCES

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

2022 | 71 sivua

Jere Keskitalo

## LINJAHANKKEEN MATERIAALIVIRTA

Materiaalivirta on merkittävä osa linjahankkeen etenemistä ja tuloksellista onnistumista. Ideaalitulanteessa materiaalit virtaavat suunnitellusti. Tavoitteena on saada oikea tuote oikeaan paikkaan, oikeaan aikaan, mahdollisimman pienin kustannuksin halutulla palvelutasolla.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää ahtaiden työmaiden materiaalivirran logistiikkaa. Tavoitteena on luoda toimiva strategia Rakennuspalvelu J. Martti & Co Oy:n ahtaiden työmaiden logististen haasteiden ratkaisemiseksi sekä kehittää riskienhallintaa kohteiden suunnittelussa. Teoriaosuudessa koottua materiaalivirran strategiaa testataan esimerkkityömaalla, jossa havainnoidaan ja edelleen kehitetään materiaalivirtojen toimivuutta.

Luodun logistisen ajattelumallin tarkoituksena on tuottaa kustannus- ja aikataulutehokkuutta materiaalivirtojen suunnittelussa, sekä tuottaa kokonaishyötyä työmaan vaiheistuksen näkökulmasta. Toimeksiantajayrityksen dokumenttipohjat päivitetään tämän opinnäytetyön pohjalta.

Asiasanat:

linjasaneeraus, työnjohtaja, rakennushankkeen logistiikka, materiaalivirta

Bachelor's / Master's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Bachelor of Civil Engineering

2022 | 71 pages

Jere Keskitalo

## The material flow of a renovation site

The material flow is a significant part of the progress and successful outcome of a construction project. Ideally, the materials will flow as planned. The goal is to get the right product, in the right place, at the right time, at the lowest possible cost at the desired levels of service.

The aim of this thesis was to develop the logistics of cramped construction sites. The aim was to create a functional strategy for aligning the logistical challenges of Rakennuspalvelu J. Martti & Co Oy's cramped construction sites and to develop risk management in site design. The purpose of the created logistics operating model is to produce cost and schedule efficiency in the planning of material flows, as well as to provide the overall benefit from the site phasing perspective.

The theoretical part of the thesis deals with the basics of material flow, logistics and construction site as well as analytical tools for studying material flow. The theory part creates the basis for a thorough case site, where the presented theoretical part is applied into practice on site. The operation of the case site as a whole was monitored, developed and observed.

Keywords:

line renovation, site manager, logistics, material flow

# Sisältö

<b>Käytetty sanasto</b>	<b>6</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>7</b>
<b>2 Logistiikan teoria</b>	<b>10</b>
2.1 Logistiikka yleisesti	10
2.2 Materiaalivirrat	11
2.3 Toimitusketju	12
2.4 Logistiset muodot	13
<b>3 Projektitason logistiikka suunnittelu</b>	<b>16</b>
3.1 Hankesuunnittelu	16
3.2 Urakoitsijakokous	21
3.3 Aikataulu	21
3.4 Kaupunki toimintaympäristönä	23
3.5 Ahtaan työmaan logistiset ratkaisut	24
3.6 Purkutyöt	25
3.7 Sopimusten raja-pinnat	27
3.8 Materiaalivirtojen hallinta	28
<b>4 As Oy Aninkaistenkatu 16</b>	<b>34</b>
4.1 Työmaan perustaminen	38
4.2 Purkutyövaihe	44
4.3 Rakennustyövaihe	47
4.4 Loppuvaihe	53
<b>5 Logistinen toimintamalli ahtaille työmaille</b>	<b>55</b>
<b>6 Pohdinta</b>	<b>61</b>
<b>Lähteet</b>	<b>64</b>

## **Liitteet**

- Liite 1. Nostotyösuunnitelma
- Liite 2. Perustusvaiheen hankinnat
- Liite 3. Purkutyöaikataulu
- Liite 4. Lisätyöaikataulu
- Liite 5. Hankinta-aikataulu, kylpyhuoneet

## **Kuvat**

- Kuva 1. Työmaatilojen asettelu kohteessa 39
- Kuva 2. Työmaatilojen nostovaihe taloyhtiön sisäpihalle 42
- Kuva 3. Työmaatilojen nostokalusto 43

## **Kaaviot**

- Kaavio 1. Logistiikan tieto-, raha-, materiaali- ja paluuvirrat 11
- Kaavio 2. Yrityksen tulo-, sisä- ja lähtölogistiikka 13
- Kaavio 3. Työmaan vaiheet 34
- Kaavio 4. Materiaalivirran kulkusuunta 35
- Kaavio 5. Työmaan aluesuunnitelma 37
- Kaavio 6. Työmaan informaatiovirta 56

## **Taulukot**

- Taulukko 1. Kylpyhuoneiden koolauksen ja levytyksen materiaalimenekin litterointi taulukko. 52
- Taulukko 2. Asuntojen kalusteet 53

## Käytetty sanasto

**Aliurakoitsija** urakoitsijan tilauksesta työtä suorittava toinen urakoitsija. (RT 16-10660. 1998. 3.)

**Aluesuunnitelma** on kirjallinen esitys työmaatoimintojen sijoittelusta työmaalla. Aluesuunnitelmaa ylläpidetään rakennushankkeen edetessä ja siitä tehdään yksityiskohtaiset suunnitelmat rakentamisen eri vaiheita ja tehtäviä varten. (Ratu C2-0454, 2017. 1.)

**Linjasaneeraus** eli putkiremontti tarkoittaa rakennuksen vesi- ja viemärijohtojen kunnostusta tai uusimista. Perinteinen putkiremontti tarkoittaa koko kiinteistön käyttöveden-, lämmitysveden- ja viemäriputkien uusimista. Lisäksi märkätilojen vesieristykset, laatoitukset ja vesikalusteet uusitaan. (Ratu G-0295, 2016, 1.)

**Logistiikka** on materiaali-, raha- ja tietovirtojen hallintaa (Logistiikanmaailma, 2022.)

**Materiaalivirta** sisältää materiaalien tai tuotteiden kuljettamisen ja säilyttämisen. Jos materiaalivirta sujuu hyvin, se näkyy käytännössä esimerkiksi tuotteen lyhyenä toimitusaikana ja lopulta asiakastyytyväisyytenä. (Logistiikanmaailma, 2022.)

**Projektinjohtourakka** sopii hankkeisiin, joissa vaaditaan osapuolten välistä tiivistä yhteistyötä ja ratkaisukeskeisyyttä; toteutetaan joko tavoitebudjetilla laskutyönä tai tavoite- ja kattohintaisena, mikä sisältää myös toiminnalliseen onnistumiseen sidoksissa olevat taloudelliset kannusteet. (Kaunisvirta, L. 2019.)

# 1 Johdanto

Materiaalivirta on merkittävä osa linjahankkeen etenemistä ja tuloksellista onnistumista. Ideaalitulanteessa materiaalit virtaavat suunnitellusti eli tavoitteena on saada oikea tuote, oikeaan paikkaan, oikeaan aikaan, mahdollisimman pienin kustannuksin ja halutulla palvelutasolla. Koska materiaalien osuus linjahankkeiden kustannusrakenteessa on kasvanut maailmantalouden muutosten vuoksi, materiaalien hallinta ja hankintatoimen rooli ovat korostuneet linjahankkeiden toteuttamisessa. Maailman muutosten tuomiin riskeihin varaudutaan suunnittelemalla ja realisoimalla materiaalivirran kulkua rakennushankkeissa.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää ahtaiden työmaiden logistiikkaa. Tavoitteena on luoda toimiva strategia ahtaiden työmaiden logististen haasteiden linjaamiseksi sekä kehittää riskienhallintaa kohteiden suunnittelussa. Tarkoituksena on luoda toimeksiantajayritykselle logistinen toimintamalli nykyiselle ja tuleville ahtaille työmailla. Toimintamallin tarkoituksena on tuottaa kustannus- ja aikataulutehokkuutta materiaalivirtojen tarkalla suunnittelulla sekä kokonaishyötyä työmaan vaiheistuksen näkökulmasta. Työn tuloksena tuotettua logistista toimintamallia pyritään hyödyntämään tulevaisuudessa vastaavanlaisilla ahtailla työmailla. Yrityksen dokumenttipohjat päivitetään tulevaisuudessa tämän opinnäytetyön pohjalta, mutta ei laiteta salassapitosyistä itse työhön liitteiksi.

Työn tilaaja, Rakennuspalvelu J. Martti & Co Oy, on vuonna 1991 perustettu vaativien rakennuspalveluiden ja saneeraustöiden toteuttamiseen erikoistunut rakennusalan yhtiö. Rakennuspalvelu J. Martti & Co Oy työllistää tällä hetkellä noin 44 työntekijää, toimihenkilöt ja työntekijät yhteenlaskettuna. Vuonna 2020 yrityksen liikevaihto oli 25,5 miljoonaa euroa. (Rakennuspalvelu J. Martti & Co Oy 2022.)

Opinnäytetyö toteutetaan Turun ammattikorkeakoulun rakennus- ja yhdyskuntatekniikan insinööriopintojen päättötyönä. Opinnäytetyö on toteutettu toiminnallisessa muodossa eli toiminnallisena opinnäytetyönä, jossa

opinnäytetyön tekijä toimii aktiivisesti esimerkkityömaalla työnjohtajana. Toiminnallisen opinnäytetyön lähtökohtana on konkreettinen olemassa oleva tehtävä, johon etsitään ratkaisua opinnäytetyön avulla. (Karelia, 2022.) Opinnäytetyön aiheena on toimeksiantajayrityksen logistiikan kehittäminen. Yrityksen pääpaino logistiikassa on työmaakohtainen ja altis olosuhteiden muutoksille. Logistiikan ja materiaalivirran osa työn tuottavuudessa on mittava ja hyvin suunniteltuna ja toteutettuna, tuo huomattavaa etulyöntiasemaa kustannuspohjaisesti ja aikataulullisesti.

Opinnäytetyössä tarkastellaan ahtaan linjasaneeraustyömaan logistiikasta aiheutuvia ongelmia ja etsitään ratkaisuja niiden korjaamiseksi. Tämän opinnäytetyön tutkimuskohteena on Turun keskustassa sijaitsevan asunto-osakeyhtiön Aninkaistenkatu 16:sta kiinteistösaneeraus. Kohde on vuonna 1936 rakennettu seitsemänkerroksinen paikallaan valettu kerrostalo. Taloyhtiössä on yhteensä 73 asuinhuoneistoa ja 6 liiketilaa.

Opinnäytetyössä tarkastellaan työmaan logistiikkaa, materiaalivirtaa ja niiden hallintaa. Tutkimustyö on rajattu työmaalle saapuvien toimitusten toimivuuteen, kehittämiseen, optimoimiseen sekä työmaan sisäisen materiaalivirran hallintaan ja optimoimiseen. Työssä seurataan ja havainnoidaan työmaan materiaalivirtojen toimivuutta sekä pyritään löytämään logistisia ratkaisuja ja kehitysideoita tuleville haastaville keskusta alueiden linjahankkeille. Lopputuotteena pyritään rakentamaan toimintamalli tulevien haastavien keskusta alueiden työmaiden logistiikan ja materiaalivirran suunnittelun ja hallinnan tueksi.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään tuottamaan ratkaisuja haastavassa kaupunkiympäristössä sijaitsevan saneerauskohteen logistisesta toteuttamisesta eri rakennustyövaiheiden aikana. Kohdetyömaan tontti on ahdas, ja kohteen mittavien korjaustoimenpiteiden takia logistiikan suunnittelu tuottaa hankaluuksia.

Teoriaosuudessa käsitellään materiaalivirran, logistiikan ja työmaan perusteita sekä analyyttisiä työkaluja materiaalivirran tutkimiseen. Teorialla luodaan pohjaa esimerkkityömaan tutkimuksen todentamiseksi. Esimerkkityömaan



tutkimuksessa käytetään tutkimusongelman selvittämiseksi eri työmaa- ja yrityskohtaisia materiaaleja, sekä työn ohella havainnoituja tapahtumia ja toimeksiantajan kanssa käytyjä keskusteluja.

## 2 Logistiikan teoria

### 2.1 Logistiikka yleisesti

Logistiikkakanavalla tarkoitetaan varastoinnin, käsittelyyn, siirtämiseen, kuljettamiseen ja viestintätoimintaa osallistuvista toimitusketjun osapuolista koostuvaa verkkoa, joka edistää tehokkaita tavaravirtoja (Hokkanen, S. 2014, 12). Logistiikka kytketään strategiseen johtamiseen. Logistiikka on materiaali- ja pääomavirtojen integroitu prosessi, jonka päämääränä on parantaa yrityksen tuottoa strategisilla valinnoilla ja kehittää lisäarvoa asiakkaille samalla kun parannetaan materiaaleihin liittyvien toimintojen kustannustehokkuutta ja lisäämällä ymäristövaikuttamisen työkaluja. (Hokkanen, S. 2014, 13).

Logistiikassa tunnetaan kaksi perusvirtaa, informaatiovirta ja fyysinen materiaalivirta. Informaatiovirta on alunperin ollut suullista, mutta teknologian kehittyttyä ja yhteiskunnan laajennuttua tilaukset voidaan hoitaa digitaalisesti. (Hokkanen, S. 2014, 14).

Tärkeänä osana logistiikkaa ovat myös kustannusten ja pääoman käytön minimointi materiaalin virtausta toteuttaessa. Rakentamisen logistiikka ei kosketa raaka-aineen alkulähdettä, sillä lopputuotteelle on jo olemassa tavarantoimittaja, joka on hoitanut ensimmäisen osan materiaalien siirtämisestä tuodessaan sen omaan varastoonsa. Tämän seurauksena vastuu tuotteen kunnosta pysyy tavarantoimittajalla, jolta loppukäyttäjä voi vaatia tarvittaessa uutta vastaavaa tuotetta. (Hokkanen, S. 2014, 14).

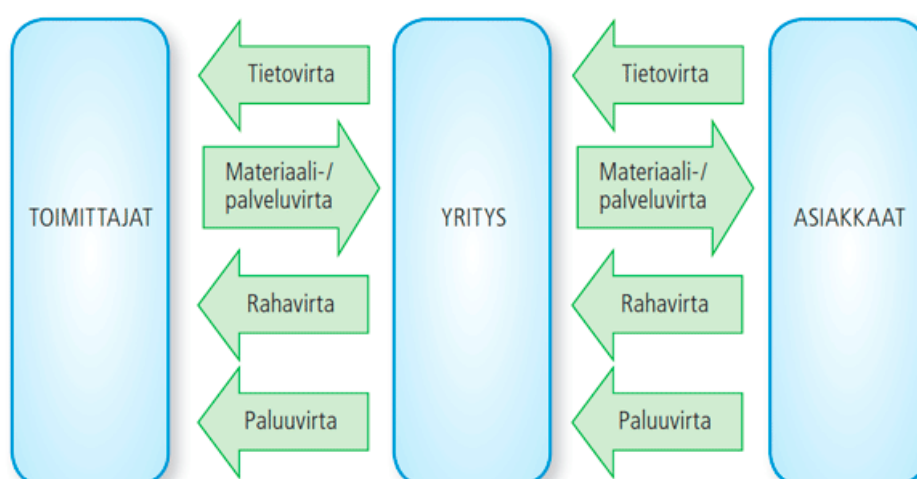
Logistiikan tavoitteena on ohjata yrityksen toimintaa siten, että liiketoiminnassa saavutetaan yritykselle edulliset asiakasarvot- sekä tuote-, että asiakaspalveluarvot, kustannustaso ja pääomien sitoutuminen. Logistiikkaa säätelevät asiakkaiden toiveet ja tarpeet. Eli logistiikan tavoitteena on saada oikea tuote, oikeaan paikkaan, oikeaan aikaan, mahdollisimman pienin kustannuksin halutulla palvelutasolla (Mäkelä, T. 2005, 8).

Myöhästynyt toimitus merkitsee aina kustannuksia asiakkaalle. Mikäli tuote ei ole käytettävissä silloin kun sille on tarvetta, on asiakkaan ratkaistava jatkotoimenpiteensä. Vaihtoehtoina on joko odottaa uutta toimitusta tai hankittava korvaava tuote. Ratkaisu riippuu kauppaehtoista ja korvaavan tuotteen saatavuudesta ja vaihtokustannuksista. Ratkaisusta riippumatta asiakkaalle aiheutuu lisäkustannuksia odottelun ja seisokkien myötä. (Hokkanen, S. 2014, 17).

Yrityksen näkökulmasta logistiikka on keskeinen kilpailutekijä, jota on vaikea erotella erilliseksi osatoiminnokseen. Se pitää sisällään yrityksen hankinnan, tuotannon ja sieltä lähtevän materiaalivirran. Materiaalivirta tarvitsee oikein ohjautuakseen riittävän määrän informaatiota. (Mäkelä, T. 2005, 9).

## 2.2 Materiaalivirrat

Tietoa, materiaaleja ja rahaa liikkuu niin asiakkailta toimittajille kuin toimittajilta asiakkaille. Toimitusketjut voivat olla pitkiä, mikäli toimittajat tilaavat tuotteet tai raaka-aineet omilta toimittajiltaan ja asiakkaat toimittavat tuotteet edelleen loppuasiakkaille. Kaaviossa 1 kuvataan logistiikan tieto-, raha- ja materiaalivirtojen kytkeytimistä toisiinsa. (Logistiikanmaailma, 2022).



Kaavio 1. Logistiikan tieto-, raha-, materiaali- ja paluuvirrat (Logistiikanmaailma, 2022).

Tehokkaan logistiikan mahdollistamiseksi tiedon on kuljettava myös toimittajilta asiakkaille. Tämän vuoksi logistiset virrat kulkevat molempiin suuntiin. Tietovirran voidaan katsoa olevan alku koko logistiikkaprosessille. Materiaalivirta sisältää materiaalien tai tuotteiden kuljettamisen ja säilyttämisen. Kun materiaalivirta sujuu hyvin, se näkyy käytännössä esimerkiksi lyhyenä toimitusaikana tai asiakastytyvyytenä. Materiaalivirta edellyttää kuitenkin tietovirtaa. Pääoma- ja rahavirta on tuotteista maksettava vastike ja siten se on materiaalivirran vastainen. Paluuvirta pitää sisällään materiaalivirran eri vaiheissa poistuvaa jäte- tai sivutuotevirran sekä käytöstä poistettujen tuotteiden ohjaamisen takaisin kiertoon tai loppukäsittelyyn. (Ritvanen, V. 2011, 22).

### 2.3 Toimitusketju

Toimitusketju on verkosto, jossa eri organisaatiot yhteistyössä ohjaavat ja kehittävät materiaali- ja palveluvirtoja sekä niihin kytköksissä olevia raha- ja tietovirtoja. Toimitusketjussa jokaisella organisaatiolla on oma roolinsa. Toimitusketjun rakenne riippuu yrityksen tuotteista, toimialasta ja asiakkaista. Toimitusketju on siis kokonaisuus, jossa painotetaan kustannustehokkuutta, asiakaslähtöisyyttä ja lisäarvon tuottamista. (Ritvanen, V. 2011, 22).

Toimitusketju on luonnollisesti sitä suurempi mitä vähemmän siinä on väliportaita. Pitkissä toimitusketjuissa muun muassa välivarastot, logistiikkayritykset ja tukkuliikkeet ovat yleisiä. Kukin vaihe lisää toimitusketjun kustannuksia ja samalla eri vaiheisiin sitoutunutta aikaa. Tämän vuoksi toimitusketjua on tarkasteltava myös toimintokohtaisesti ja pohdittava hankintojen, varastoinnin ja kuljetuksen merkitystä ja tarpeellisuutta osana ketjua.

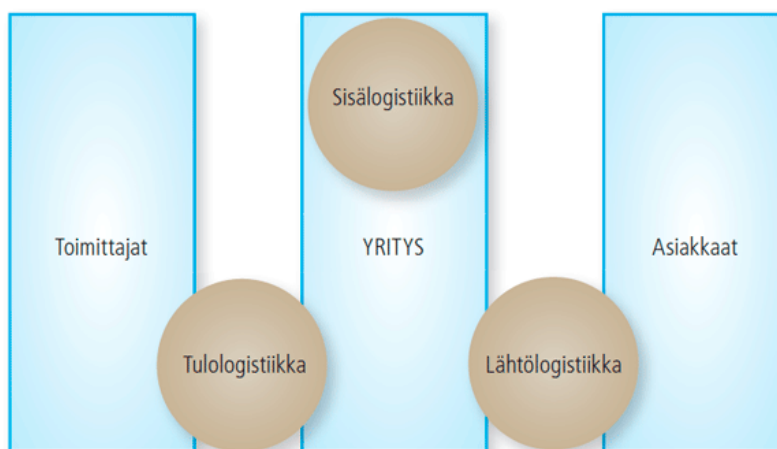
Toimitusketjun hallinnalla tarkoitetaan yritysverkoston materiaalivirran ja siihen liittyvien tieto- ja rahavirtojen kokonaisvaltaista suunnittelua, ohjausta ja johtamista. Toimitusketjun hallinnan menestymiseen vaikuttaa ja sen menestymistä mitataan sillä, miten hyvin se onnistuu saavuttamaan muun muassa seuraavat asiat:

- Yrityksen kilpailukykyyn, kannattavuuden ja tehokkuuden jatkuva kehittäminen.
- Tiedonvälitys.
- Toiminnan mittaaminen ja raportointi.
- Ongelmanratkaisukyky.

Toimitusketjun hallinnan sidosryhmät, kuten asiakkaat ja toimittajat arvioivat toiminnan hyödyllisyyttä omista lähtökohdistaan nähdessä ja sen perusteella miten he hyötyvät kyseisestä toiminnasta. (Ritvanen, V. 2011, 23).

## 2.4 Logistiset muodot

Logistiikka työmailla koostuu kolmesta eri logistisesta muodosta, jotka ovat tulo-, sisä- ja lähtölogistiikka. Kuviossa 1 havainnollistetaan tulo-, sisä- ja lähtölogistiikan käsitteitä. Tulologistiikan ensimmäinen vaihe on hankintatoimi. Tulologistiikka pitää sisällään tavaran vastaanoton, tarkastuksen, purkamisen ja varastoon sijoittamisen. Sisälogistiikalla tarkoitetaan materiaalien ja tuotteiden käsittelyä oman organisaation sisällä silloin, kun kyse ei ole tulo- tai lähtölogistiikasta. Sisälogistiikan toimintoja ovat muun muassa kokoonpano, joka lähtölogistiikan muodossa luovutetaan asiakkaalle. Valmiin tuotteen luovutusta ei mielletä rakennuslalla lähtölogistiikkaan vaan se pitää sisällään palautettavat materiaalit, koneet ja jätehuollon. (Ritvanen, V. 2011, 20).



Kaavio 2. Yrityksen tulo-, sisä- ja lähtölogistiikka (Logistiikanmaailma, 2022).

## Tulologistiikka

Tulologistiikka pitää sisällään materiaalihankintoja, joita tarvitaan hankkeen valmistumiseksi. Tulologistiikka on tärkeä osa-alue työmaan tuottavuuden näkökulmasta ja sen hallitsemisella sekä suunnittelulla on valtava merkitys työmaan logistiikan toimivuuden kannalta.

Logistiikkapalvelujen avulla helpotetaan työmaan logistiikkaa. Lisäpalveluita käyttämällä työmaa säästyy monilta työvaiheilta ja tarpeettomilta siirroilta. Jos lisäpalvelu tulee halvemmaksi kuin vastaaavien vaiheiden toteuttaminen työmaalla, on logistiikkapalveluiden käyttö kannattavaa. (Wegelius-Lehtonen, 1996, 9).

Toimittajilta voidaan tilata lisäpalveluita kuten:

- Pakkauksien merkitseminen kerros-, huone- tai huoneistokohtaisesti
- Materiaalien lastaaminen purkujärjestyksen mukaan.
- Palveluautot, joilla pikatoimitukset pientavarassa mahdollisia
- Suojaava pakkaaminen
- Purkukalusto
- Materiaalin leikkaus määrämitta
- Rakennustuotteiden pakkaaminen osakohteittain

Mikäli työmaalle saapuvassa materiaalissa on virhe, toimitus on myöhässä tai jostain muusta syystä aiheutuu toimittajan syyksi laskettavia kustannuksia, tehdään asiasta aina kirjallinen reklamaatio. Tavaraa vastaanotettaessa välittömästi tehty tarkastus ja reklamaatio takaavat, ettei myöhemmin voida syyttää työmaata tavarantoimituksen laadun heikkenemisestä, vaan vahinko voidaan todistaa tapahtuneen kuljetuksen tai valmistuvaiheen aikana.

Palautteen ei kuitenkaan aina tarvitse olla negatiivista, sillä rakentava palaute auttaa toimittajaa kehittämään omia toimintatapojaan ja korjaamaan virheitään. Reklamaatio tehdään kuitenkin usein vain negatiivisista asioista. Pitkäaikaisten yhteyistyösuhteiden ylläpitämiseksi, myös positiivisen palautteen antaminen on tärkeässä osassa. (Wegelius-Lehtonen, 1996, 39).

### **Sisälogistiikka**

Sisälogistiikalla tarkoitetaan työmaan sisäisiä logistisia siirtoja. Sisälogistiikka pitää sisällään materiaalien vaaka- ja pystysiirrot. Pystysiirtojen ennakkosuunnittelussa tulee huomioida miten materiaalit sijoitetaan väliavarastoihin. (Ritvanen, V. 2011, 20).

### **Lähtölogistiikka**

Lähtölogistiikka pitää sisällään rakennusjätteiden lajittelun ja poiskuljetuksen kaatopaikalle tai uusiokäyttöön. Lähtölogistiikka käsittää myös palautettavat työkoneet, laitteet ja materiaalit. Siisti ja hyvässä järjestyksessä oleva työmaa on merkki toimivasta lähtölogistiikasta. Työpisteet siivotaan aina työvaiheen päätettyä ja jätteet kuljetetaan jätelavoille. Taloudellisen optimoinnin lisäksi tulee lähtölogistiikassa huomioida ympäristöasiat. (Ritvanen, V. 2011, 20).

## 3 Projektitason logistiikka suunnittelu

### 3.1 Hankesuunnittelu

Korjausrakentamisessa on uudisrakentamista enemmän kohteessa tehtävää käsityötä vanhan rakennuksen ehdoilla. Korjaustöiden edetessä yleensä vanhoista rakenteista paljastuu enemmän työnaikaisia yllätyksiä ja ongelmatilanteita kuin uudisrakentamisessa. Tämän vuoksi yleinen käytäntö on, että suunnittelijat käyvät työmaalla purkutyön aikana tarkistamassa jo tehtyjen suunnitelmien sopivuuden ja tarkentavat korjaussuunnitelmat purkutöiden jälkeen todellista tilannetta vastaaviksi. Suunnittelijoiden resursseja tulee olla varattuna huomattavasti enemmän työnaikaiseen suunnittelutyöhön kuin uudisrakentamisessa.

Korjausrakentamisessa erityisesti purku- ja tuentatöihin liittyvät työjärjestykset edellyttävät työnaikaista suunnittelua, päätöksiä ja tiedottamista. Korjausrakentamisessa lisähaasteita tuovat muun muassa:

- Työskentely rakennetussa ympäristössä
- Rakennuksen käyttö korjauksen aikana
- Korjaustoimenpiteiden laajuus
- Rakennuksen kunnosta riippuvat erilaiset korjaustarpeet

Korjausrakentaminen painottuu projektin alkuvaiheen selvitys- ja suunnittelutyöhön. Olemassa olevien lähtötietojen riittävän varhainen inventointi on oleellinen osa suunnittelua. Apuna käytetään rakennuksesta eri aikoina laadittuja piirustuksia ja selostuksia. Usein kuitenkin vanhoissa piirustuksissa on mittavirheitä ja tämän vuoksi rakennuksen tarkemmittaaminen ennen suunnittelun aloittamista varmistaa mittatietojen oikeuden.



Toteutusvaiheessa pääsuunnittelija käy läpi hankesuunnitteluvaiheessa laaditut asiakirjat ja varmistaa, että ne ovat ajantasalla eivätkä sisällä ristiriitaisuuksia. Näiden pohjalta laaditaan lopulliset toteutusasiakirjat joita ovat muun muassa:

- Lupa-, työ- ja osapiirustukset ja työselostukset
- Teknisten järjestelmien asennuksen työpiirustukset ja -selostukset
- Huoneselosteet, joissa lueteltuna toimen

(Ratu S-1231, 2012, 1-2).

### **Aikataulu- ja resurssisuunnitelmat**

Hankkeen aikataulusuunnittelussa määritetään ensin kuinka paljon itse rakentamiseen on käytettävissä aikaa. Tämän jälkeen kohde jaetaan osakohteisiin ja tuotantotehtäviin. Tehtäville määritetään työjärjestys ja ne tahdistetaan. Tehtävistä laaditaan aikataulu, jonka toteutuskelpoisuus tarkistetaan.

Korjauskohteiden aikataulusuunnittelussa tulee huomioida muun muassa:

- Kohteessa esiintyvät purku-, tuenta- ja vahvistustyöt
- Kohteen tilapäiset asennukset ja rakenteet
- Korjausasteen vaihtelu rakennuksen sisällä
- Vanhojen rakenteiden todellisen kunnan tietäminen
- Ahtaat työkohteet
- Tilakohtainen rakennusaika on tyypillisesti lyhyt
- Kiinteistössä asutaan tai työskennellään työn aikana
- Käyttäjien muutot ja tarpeet.

(Ratu S-1231, 2012, 5).

Työmaan osapuolten tulee olla tietoisia työmaan tapahtumista, milloin, mitä ja kuka tekee. Kun edelliset asiat ovat kaikilla osapuolilla tiedossa, on mahdollista ohjata materiaalivirtoja niin että ne saadaan oikeaan paikkaan oikeaan aikaan. Työnjohdon tehtävä on tarkentaa omien vastualueidensa työsuunnittelua yleissuunnitelmien pohjalta. Työsuunnittelun edellytyksenä on, että työsuunnitellaan yhteistyössä varsinaisten tekijöiden kanssa. Työsuunnittelussa tulee huomioida myös käytössä oleva kalusto. Suunnitelmat voidaan laatia tehtäväsuunnitelmien tai viikkosuunnitelmien muodossa.

Lähtötiedot ja reunaehdot suunnittelulle annetaan työvaihe aikatauluissa, aloituspalavereissa ja urakoitsijakokouksissa. Viikkosuunnitelmassa esitetään keskeisimpien tehtävien aliurakoiden työt riittävällä tarkkuudella paikkaan sidottuna. Viikkoaikataulua käytetään aliurakoitsijoiden ja asennusryhmien ohjaamiseen. Viikkoaikatauluissa voidaan esittää myös materiaalien vastaanottoajankohdat. (Ratu S-1227, 2010, 13).

### **Hankintasuunnitelma**

Toimitusten saapuminen oikea-aikaisesti työmaalle ja toimitusten aikataulussa pysyminen edellyttävät tarjous- ja toimitusajat huomioon ottavaa hankinta-aikataulua sekä tarvittavien suunnitelmien saamista ajoissa. Rakennushankkeelle tehdään hankintasuunnitelma heti projektin aikataulutuksen jälkeen.

Hankintasuunnitelma pitää sisällään hankintakokonaisuuksien ja hankintavastuiden määrittämisen sekä hankintatapahtumien ajoittamisen hankinta-aikataululle. Hankintakokonaisuus pitää sisällään materiaalierät ja työkokonaisuudet, jotka ovat sopivimmat kilpailuttamisen, toimittamisen ja rakentamisen kannalta. Hankintasuunnitelma on alisteinen muulle suunnittelulle. Kun rakennushanke käynnistetään, osa hankinnoista pyritään käynnistämään välittömästi, jotta pystytään varmistamaan ettei rakentamisen aloitus viivästy. Kiirehankintoja ovat muun muassa tuotteet, joilla on erityisen pitkä toimitusaika. (Ratu S-1227, 2010, 6).

Hankinta-aikataulun avulla sidotaan rakennushankkeen hankinnat yleisaikatauluun ja näin varmistetaan materiaalien oikea-aikainen saanti ja aliurakoiden aikataulunmukainen aloittaminen. Hankintatapahtumat ajoitetaan toimituksen aloituksesta taaksepäin siten, että tarjouspyynnölle, tarjouksen antamiselle ja käsittelylle sekä neuvotteluille ja päätöksille varataan riittävä määrä aikaa. Aikaan voivat myös vaikuttaa markkinatilanne, hankinnan kriittisyys ja hankintaan liittyvä suunnittelun tarve.

Projektilla ja tavaraerillä on aina omat myöhästymisriskinsä, jonka vuoksi toimitukset pyritään ajoittamaan jollekin toimitusikkunalle. Tavarantoimittajan tulee olla valmis toimittamaan materiaalit toimitusikkunan alkuun, mutta varsinainen toimitus tehdään vasta työmaan kotiinkutsusta. Materiaalien väliaikaisesta säilyttämisestä toimittajan varastossa tulee sopia toimittajan kanssa, josta usein muodostuu lisäkustannuksia. Hankintavaiheessa suunnitellaan alustavasti toimituserien lukumäärä, eräko, pakkaustapa, ajoitus, varastointi, siirrot, suojaus ja toimitusehdot, jotta nämä voidaan esittää jo tarjouspyyntö vaiheessa.

Suunnitteluvaiheessa pyritään aina huomioimaan työmaan olosuhteet. Materiaalit valitaan niin, että ne soveltuvat helposti käytettäviksi kyseiseen rakenteeseen ja kestävät työmaalla vallitsevat olosuhteet vaurioitumatta. Työmaalle voidaan tilata määrämittäisiä materiaaleja ja esivalmistettuja rakenneosia, jolloin hukka saadaan minimoitua. Teoreettiset materiaalimenekit lasketaan kuitenkin aina piirustuksista. (Ratu S-1227, 2010, 7).

## **Aluesuunnitelma**

Työmaan aluesuunnitelma on päätoteuttajan laatima perussuunnitelma työmaan toimintojen ja tehtävien järjestämisestä. Aluesuunnitelma laaditaan aina ennen varsinaisten rakennustöiden aloittamista. Työmaan aluesuunnittelulla välitetään tietoa hankkeessa toimiville työmaan sisäisistä ja ulkoisista logistiikkajärjestelyistä sekä työ- ja turvallisuusjärjestelyistä. Yleissuunnitteluvaiheessa laadittua työmaan aluesuunnitelmaa muotoillaan,

täydennetään ja karsitaan töiden etenemisen mukaan, kun työmaa-alueen käyttö muuttuu.

Rakennustyömaan aluesuunnitelma laaditaan kirjallisena tai vastaavana vähintään maanrakennus-, perustus-, runko- ja sisätyövaiheisiin. Pienehköissä rakennuskohteissa rakentamisvaiheiden aluesuunnitelmat voidaan laatia ensimmäistä aluesuunnitelmaa päivittämällä. Aluesuunnitelmaa käytetään tiedonvälitysvälineenä hankkeen eri osapuolille ja sitä pidetään ajantasalla. (Ratu C2-0454, 2017, 2).

### **Logistiikkasuunnitelma**

Työmaan alkuvaiheessa tehdään päätökset työmaalla käytettävistä resursseista, laaditaan aikataulu ja taloudellisuustarkastelut eri vaihtoehdoista, päätetään työmaan nosto- ja siirtokalustosta sekä mahdollisesta kulkuaukkojen ja siirtoreittien rakentamisesta. Logistiikkasuunnitelma on yhteenveto valituista toimintatavoista ja tarvittavista resursseista. Logistiikkasuunnitelman tärkeimmät osat ovat:

- Laskelma logistiikkakustannuksista
- Päätökset logistisista ratkaisuista ja toimintatavoista
- Materiaalien eräkohtaiset toimitusaikataulut

Logistiikkasuunnitelmassa etsitään vaihtoehtoja perinteisille tuotteiden toimitustavoille. Perinteinen toimitusjärjestelmä hyödyntää toimittajan kuljetusjärjestelmää. Optimoinnin näkökulmasta usein työmaalle toimitetaan liian suuria kuormia ja tuotteet joudutaan varastoimaan piha-alueelle. Yleensä tuotteet siirretään pääurakoitsijan resursseilla, vaikka tuotteiden hankinta kuuluisi johonkin aliurakkaan. Hankinta on onnistunut, kun tavarat ovat ajoissa työmaalla ja hankintahinta on ollut alhaisin markkinahinta. Logistiikkasuunnitelma tarkastelee työmaata kokonaisuutena. Hankintaprosessi on hoidettu loppuun vasta kun tuotteet on asennettu ja jätteet siivottu. Kaikista eri työvaiheista

muodostuu kustannuksia. Logistiikkasuunnittelussa tuotteiden käsittely, siirrot ja siivous pyritään minimoimaan. (Pahkala, S, 2020, 678).

### 3.2 Urakoitsijakokous

Urakoitsijakokouksilla varmistetaan nopea ja suora tiedonjakelu kaikille työmaan osapuolille sekä vuorovaikutus osapuolten kesken. Aliurakoitsijat eivät ole sopimussuhteessa keskenään, tämän vuoksi työmaaorganisaation tehtäviin kuuluu ohjata aliurakoitsijoiden välistä yhteistyötä. Kokouskäytännön onnistuminen vaatii osallistumisvelvoitetta ja sen kirjaamista aliurakkasopimukseen ja järjestelmällistä kokousten johtamista. Kokouksissa tulee ratkaista aliurakoitsijoiden mahdolliset ongelmat ripeästi yhteistyöllä. Erityisesti logistiset asiat tulee huomioida tarkkaan urakoitsijapalaverissa. (Ratu S-1227, 2010, 14).

### 3.3 Aikataulu

Rakennushankkeiden aikatauluttaminen on tärkeässä roolissa työn sujuvuuden ja aikataulussa pysymisen kannalta. Ajallinen suunnittelu ja ohjaus vaativat projektijohdollista osaamista. Aikataulusuunnittelulla varmistetaan, että rakennushanke sujuu ilman häiriöitä. Aikataulutuksen avuksi on saatavilla monia ohjelmistoja, joiden avulla aikataulutus voidaan suorittaa helpommin. (Ratu KI-6031, 2017, 3). Ajallisen suunnittelun tarkoitukset ja menetelmät pysyvät samoini rakennushankkeesta riippumatta. Aikataulutukseen käytettyjä menetelmiä ovat:

- Hankkeen kesto ja ajoitus määrittää rakentamiselle aikataulun
- Kohteen osien lohkoaminen ja rakentamisjärjestyksen suunnittelu
- Tuotannon jakaminen tehtäviin ja toteutuskokonaisuuksiin
- Tehtävien mitoitus sopiviin toteuttamisaikoihin
- Työjärjestys
- Tarkistus tehtävien katkeamattomuudesta
- Aikataulun laatiminen sekä jana -ja paikka-aikataulun tarkistus

- Tuotantosuunnittelun läpikäynti
- Aikataulussa pysymisen jatkuva valvonta  
(Ratu KI-6031, 2017, 62).

### **Hankinta-aikataulu**

Rakennushankkeen käynnistyessä osa hankinnoista tehdään välittömästi, jotta rakentamisen aloittaminen ei viivästy. Tästä syystä hankintoja aikataulutetaan karkeasti jo hankkeen alussa. Hankintojen aikataulutusta tarkennetaan hankinta-aikatauluksi, kun työaikataulu on saatu valmiiksi. Hankinta-aikataulussa ajoitetaan hankintatapahtumat toimituksen aloituksesta taaksepäin siten, että tarjouspyynnölle, tarjouksen antamiselle ja käsittelylle sekä neuvotteluille ja päätöksille jää riittävästi aikaa.

Hankinta-aikataululla sidotaan hankinnat työaikatauluun. Tällä varmistetaan materiaalien ja rakennusosien oikea-aikainen saanti työmaalle ja aliurakoiden aikataulunmukainen aloittaminen. (Ratu KI-6031, 2017, 51).

### **Jana-aikataulu**

Jana-aikataulu kuvaa kuinka pitkään hanke ja sen tehtävät kestävät. Tehtävien kestot on esitetty tehtävien kohdalle piirrettyinä janoina. Jana-aikataulussa tehtävien kestot esitetään piirrettyinä janoina. Aikataulun muodostamista varten projekti pilkotaan sopiviin tehtäväkokonaisuuksiin ja niille arvioidaan alkamis- ja lopetushetki. (Ratu KI-6031, 2017, 21).

### **Vinoviiva-aikataulu**

Vinoviiva-aikatauluja ovat paikka-aikakaavio ja tuotantokaavio. Paikka-aikakaaviolla kuvataan tuotannon etenemistä ajan ja paikan suhteessa ja tuotantokaavio tuotannon etenemistä ajan ja tuotannon määrän suhteessa. Paikka-aikakaaviossa työn edistyminen sidotaan paikkaan, joka on esimerkiksi

yksi osakohde, kerros tai huoneisto. Paikka-aikakaavioon merkitään kohteen toteuttamisen kannalta kriittiset, työkohteita sitovat aikataulutehtävät.

Aikatauluun piirretään tehtävien kulku ajan ja paikan suhteessa. Näiden vinoviivojen avulla kuvataan tehtävien kestot, suoritusjärjestys ja toteutuksen aikavälit. Tehtäväviivojen kaltevuus osoittaa tuotantonopeuden. (Ratu KI-6031, 2017, 25).

### 3.4 Kaupunki toimintaympäristönä

Kaupunkialueiden ahtailla tonteilla rakentaminen tuottaa erilaisia logistisia haasteita. Haasteita tuottavat rajalliset toimintaympäristöt, jotka heijastuvat materiaalityöihin ja muihin työmaan logistisiin toimintoihin. Kaupunkialueilla tavaratoimituksien tarkemman suunnittelun merkitys korostuu entisestään. Kaupunkialueilla usein joudutaan purkamaan materiaalityöt liikennöidyillä tiellä, jolloin tiealue joudutaan sulkemaan väliaikaisesti. Tiealueiden sulkemisesta on aina ilmoitettava kaupungin asianomaisille viranomaisille. Kaupunkiympäristössä tulee huomioida muu liikenne toiminnassa ja aiheuttaa mahdollisimman vähän häiriötä muulle liikenteelle. Kun materiaalien toimitusmäärät ovat suuria, hyvin suunnitellulla purulla mahdollistetaan toiminnan ongelmaton sujuminen ja näin vähennetään työturvallisuusriskejä ja aikatauluviivettä.

Kaupunkialueella tilojen rajallisuuden vuoksi, on mahdollista vuokrata kaupungilta kokonaisia tai osittaisia katualueita varastointitarkoitukseen tai esimerkiksi jätelavoille. Katualueet voidaan vuokrata lyhyt- tai pitkäaikaiskäyttöön, joka tietysti vaikuttaa vuokrauskustannuksiin. Katualuiden vuokraaminen ahtaalla työmaalla tulisi huomioida jo hankesuunnitteluvaiheessa, jotta pystytään varautumaan mahdollisiin kustannuksiin. Kustannusten suuruuden vuoksi tätä pyritään välttämään ja katualueet vuokrataan vain pakon edessä. (Turku, 2022).

### 3.5 Ahtaan työmaan logistiset ratkaisut

Ahtaalla työmaalla on tärkeää kiinnittää huomiota materiaalien, jätelavojen ja työmaakoneiden sijoitteluun ja varastointiin työmaa-alueella. Työmaa-alueen suunnittelussa ja logistiikan toiminnassa tulee huomioida tarkasti muu liikenne, jotta voidaan välttyä mahdollisilta työturvallisuusriskeiltä ja liikenneonnettomuuksilta. Työmaa-alue tulee rajata ulkopuolisilta ja työmaaportti tulee olla selkeä. Materiaali- ja tavaratoimittajille täytyy olla selvä ajoreitti ja purkupaikka työmaalla sekä tarpeeksi tilava ja kantava purkualue.

(Ratu 1214-S, 2005, 12).

Työmaan perustusvaiheessa rakennustarvikkeiden toimitukset ja vastaanotot sekä siirrot ja varastointi työmaalla suunnitellaan sellaisella tarkkuudella, että samalla on mahdollista suunnitella niiden käsittelyyn tarvittavat henkilöresurssit, kuljetustiet, purkualueet, siirto- ja nostokalusto sekä varastointialueet ja tilat. Rakennustarviketoimitukset, -siirrot ja -varastointi huomioidaan työmaan aluesuunnitelmaa laadittaessa. Rakennustarvikkeiden purku- ja varastointipaikat tulee olla mahdollisimman lähellä käyttöpaikkaa sekä niiden täytyy täyttää kantavuusvaatimukset. (Ratu 1214-S, 2005, 12).

Tarvikehankinnat, -kuljetukset ja -siirrot suunnitellaan yhteiseksi kokonaisuudeksi niin, ettei niistä aiheudu ylimääräisiä kustannuksia. Tarvikehankintasopimuksilla varmistetaan ja sovitaan aina erikseen toimittajalle kuuluvat kuljetukset, siirrot ja nostot. Tarvikkeet tilataan, puretaan ja siirretään käyttökohteeseen asunnusjärjestyksessä niin, että ylimääräisten siirtojen määrä jää mahdollisimman vähäiseksi. Tällä vältytään ylimääräisten kustannusten syntymiseltä. Toimittaja merkitsee tavarat tunnuksilla, jolloin siirrot saadaan suoraan oikeille paikoilleen ja oikeisiin kohteisiin. (Ratu 1214-S, 2005, 12).

Työmaalle tilataan työvaiheittain oikea määrä tuotteita, jolloin tarvikkeiden vaurioituminen ja materiaalihukka sekä varastointi -ja siirtotarve pienenee. Toimitusajankohdat valitaan siten, että tarvikkeet ovat työmaalla mahdollisuuksien mukaan juuri ennen tarvetta. Tarvikkeiden käsittelykertoja on mahdollista vähentää käyttämällä tarvike-toimittajien toimitus -ja lajittelupalveluita,



jolloin tarvikkeet siirretään sopivan kokoisissa toimituserissä työmaalle suoraan toimittajan varastosta.

Kokonaispalvelun sisältävässä tarviketoimitus -ja lajittelupalvelussa toimittaja ja työmaa sopivat keskenään tarvikkeiden oikean lastaus- ja toimitusjärjestyksen sekä toimitusajankohdan. Toimittajan kuljetus- ja purkukaluston sopivuus kohteeseen täytyy varmistaa työmaa- ja työvaihekohtaisesti. Työmaan nostot ja siirrot toteutetaan aina työmaan alue- ja turvallisuussuunnitelmien mukaisesti. (Ratu 1214-S, 2005, 13).

Rakennustarvikkeet siirretään käyttökohteisiin siirtokoneita ja muita apuvälineitä käyttäen niin, että voidaan välttää työntekijöiden hankalat työasennot ja turha kuormitus. Pientarvikkeiden hankinnat ja noutokuljetukset pyritään suunnittelemaan viikkotasolla niin, että vältetään yksittäisen tarvikkeiden suurilta kuljetuskustannuksilta. (Ratu 1214-S, 2005, 13).

### **Rakennushissi**

Rakennushissin pystytyspaikka tasataan, tiivistetään ja tarvittaessa vahvistetaan tai hissin alle valetaan teräsbetoni-laatta. Alustan tulee olla vaakasuora, tasainen, luja ja painumaton. Rakennushissi asennetaan käyttöpaikalleen ja rakennetaan käytön edellyttämät rakenteet hissin valmistajan käyttö-, huolto- ja turvallisuusohjeiden mukaisesti. Rakennushissin käytön aikana hissi, kulkusillat ja hissin alusta on pidettävä siistinä ja vapaana rakennusmateriaaleista ja jätteistä. (Ratu 1211-S, 2004, 6).

### **3.6 Purkutyöt**

Purkutöitä tehdään saneeraus-, osa- tai kokonaispurkuna. Saneerauspurussa purku koskee vain saneerauksen vaatimia rakennusosia esimerkiksi uusia putkireittejä. Osapurussa rakennuksessa jätetään jokin osa esimerkiksi runko purkamatta. Kokonaispurulla tarkoitetaan koko rakennuksen purkamista. Haitallisten ja vaarallisten aineiden purkutyöt suoritetaan omana purkutyönään.

Pölynsidonta ja -hallinta tehdään ympäristön vaatimalla työmenetelmällä. (Palolahti, T. 2014, 8).

### **Saneerauspurku**

Ennen purkutöiden alkamista selvitetään rakenteiden sähkö-, lämpö- ja vesiliittymien omistussuhteet, työrajat sekä kustannusjako. Talotekniikan järjestelmien sulkeminen kuuluu urakoitsijalle, mikäli se on kirjattu urakkasopimukseen. Muutoin täytyy ennen töiden aloittamista varmistaa, että rakennuttaja on hoitanut asian. Purettavien, siirrettävien ja suojattavien rakenteiden sekä purkujätteiden omistussuhteet osoitetaan suunnitelma-asiakirjoissa. Purkaminen tehdään suunnitelma-asiakirjojen mukaisessa laajuudessa. Suunnittelijoiden tehtävänä on tarkistaa purun laajuus ja rakenteiden kantavuus. Ennen toteutusta ja toteutuksen aikana kaikki työvaiheet ja muutokset tiedoitetaan asukkaille ja käyttäjille sekä sovituilta osilta muualla asuville osakkeenomistajille.

Sähkö- ja putkistojärjestelmät kytketään pois päältä ennen työhön ryhtymistä. Poiskytkennät teetetään ammattilaisella ja ilmoitus niistä tehdään toimittavalle alirakoitsijalle, jotta työmaa aikaiset lämpö-, sähkö- ja vesisopimukset saadaan voimaan. Työskentelyalue erotetaan suojaseinillä muusta ympäristöstä. Suojaseinät tulee rakentaa paloturvallisuus ja pölyntiiveysvaatimukset huomioon ottaen. Säilytettäväksi suunnitellut kalusteet tulee suojata huolellisesti tai siirtää säilytykseen muualle. Terveydelle haitallisia ja vaarallisia aineita purettaessa tehdään purkutyö aina alipaineistetussa työskentelytilassa, kun työmenetelmä sen edellyttää.

Purkutöistä syntyvä jäte eritellään erilaisiin jäteastioihin ja kuljetetaan jätelajien mukaisille jätelavoille. Pölyävät jätteet kuljetetaan kannellisissa astioissa tai pusseissa. Jätteet käsitellään ympäristöviranomaisen määräysten ja ohjeiden mukaisesti. (Palolahti, T. 2014, 8).

### 3.7 Sopimusten raja-pinnat

Logistiikkaa kehitettäessä on tärkeää huomioida rakennustyömaan kaikki osapuolet. Rakennusliike, rakennuttaja, suunnittelijat, materiaalitoimittajat ja aliurakoitsijat, joilla kaikilla on oma vastuunsa logististen prosessien läpiviennissä. Materiaalitoimittajalla on mahdollisuus vaikuttaa suoraan omalla toiminnallaan rakennusliikkeen logistiikkakustannusten suuruuteen ja sama pätee myös päinvastoin. Suurin kehitystarve löytyy eri toimijoiden välisten sopimusten rajapinnoista. Osapuolet voivat toimia mielestään yksin tehokkaasti, mutta yhteistoiminnalla saatetaan päästä parempaan lopputulokseen. (Wegelius-Lehtonen 1997, 7).

Pääurakoitsijan ja aliurakoitsijoiden välisissä sopimuksissa määritetään kenelle kuuluu esimerkiksi pysty- ja vaakasiirrot rakennusvaiheessa. Sopimuksissa voisi ottaa kantaa aliurakoitsijan osallistumiseen logistiikan suunnittelussa. Yhteisellä resurssien suunnittelulla ja toimitusten yhteensovittamisella molemmat osapuolet pääsisivät säästöihin työmaan logistiikan toimivuuden kannalta. Sopimusneuvotteluissa tai aloituspalavereissa työmaaorganisaation tavaratoimittajan tai aliurakoitsijan täytyy suunnitella ja sopia tilauksista seuraavat asiat (Lehtinen 2019):

- töiden ja toimitusten yhteensovittaminen
- kuljetuskalusto
- kuljettajan ilmoittaminen työmaalle saapumisesta
- työmaanpurkupaikat
- siirto- ja nostokaluston käyttö ja aikataulutus
- toimituserät ja -ajat
- saapuvien materiaalien suojaus ja varastointi työmaalla
- toimitusten varmistaminen
- tehtäväsuunnitelma
- toimituserän kotiinkutsu ja suunnitelmamuutoksien tiedottaminen.

### 3.8 Materiaalivirtojen hallinta

Hyvällä materiaalitoimitusten suunnittelulla pystytään minimoimaan ylimääräiset kustannukset, joita syntyy liiallisesta varastoinnista ja materiaalipuutteista. Suunnittelun aloittaminen ajoissa vähentää rakentamisessa ja logistiikassa syntyvää hävikkiä ja vaurioita. Toimituksia on vaikea suunnitella rakennusurakan alussa riittävällä tarkkuudella sillä lähtötiedot eivät ole tarpeeksi tarkkoja.

Rakentamisaikataulu määrää materiaalitoimitusten suunnittelun. Ensimmäisenä hankinnat jaetaan toimituseriin ja toimitushetken lähentyessä hankintojen suunnittelua tarkennetaan. Toimitusten sisältö, toimituspäivä ja toimituksen yksityiskohdat täytyy sopia erikseen tavaratoimittajan kanssa. Materiaalien määrät, toimituspäivät ja työmaan materiaalien vastaanotto ja -tarkastaminen kuuluu työnjohdon tehtäviin. Tarkemmasta tilauksesta on sovittava toimittajan kanssa etukäteen ja tällä voidaan ehkäistä unohdettuja asioita tilaukseen liittyen. (Pahkala, S. 2020, 680-681).

#### **Toimitusten varmistaminen ja materiaalien käsittely työmaalla**

Toimituksen varmistus sisältää toimituksen tarkan suunnittelun ja tarkkojen toimitusohjeiden välittämistä toimittajalle. Lähtötiedot saadaan sopimuksesta ja tilauksesta. Toimituksen varmistaminen tehdään ajoissa, jotta toimittajalla on aikaa reagoida. Tämän onnistuminen vaatii kirjanpitoa toimitusajankohdista ja siitä kuinka paljon aikaisemmin toimituksen varmistus tulisi tehdä. Hankinnat kohdistetaan työkohteille: lohkoittain, kerroksittain tai tarkemmin. Näin määrälaskenta sekä toimitusajat ja -paikan suunnittelu helpottuvat.

Toimitusten varmistuksessa suunnitellaan:

- Toimituksen vastaanottoon tarvittavat henkilöresurssit (joku on aina vastuussa toimituksen tarkastamisesta vastaanoton yhteydessä)
- Lopulliset materiaalimäärät
- Tarkka toimitusaika

- Purkupaikka ja -kalusto
  - Varastointi ja suojaus
  - Siirrot asennuspaikalle sekä tarkennukset logistiikkapalveluihin.
- (Pahkala, S. 2020, 682).

Toimituserät kotiinkutsutaan ennalta sovitulla tavalla. Työnjohto varmistaa, että toimittajan tuotanto ja toimitukset ovat aikataulussa. Työmaa informoi toimittajaa työmaan mahdollisista aikataulu- ja suunnitelmamuutoksista. Tuotetoimituksen täytyy olla asennuspaikalla aikataulun mukaisesti. Tuotetoimituksissa tulee huomioida, että osan tuotteista täytyy tasautua asennusolosuhteisiin.

Kotiinkutsun yhteydessä selvitetään yhteyshenkilön tiedot ja pyydetään kuljettajaa ilmoittamaan mahdollisesta häiriötilanteesta välittömästi työmaalle. Toimittajalle ja kuljetusliikkeelle voidaan lähettää työmaan aluesuunnitelma, johon on merkittynä materiaalien purkupaikat. Asentajan tarvitsemaa materiaalien määrää seurataan. Mikäli asentaja tekee arvioitua vähemmän hukkaa, työmaalle ei tarvitse tilata suunniteltua määrää materiaaleja. Näin vältetään tilaamasta liikaa materiaaleja, joille ei löydy tarkoituksenmukaista käyttöä ja vähennetään materiaalihukkaa. (Ratu S-1227, 2010, 14).

### **Vastaanotto**

Tarvikkeet puretaan ja siirretään käyttökohteeseen asennusjärjestyksen mukaisesti niin, että mahdolliset ylimääräiset siirrot saadaan minimoitua. Työmaasiirroissa pyritään mahdollisimman vähäisiin siirtokertoihin ja yksinkertaisiin menetelmiin ajan ja kustannusten minimoimiseksi ja tarvikkeiden mahdollisen vaurioitumisen välttämiseksi. Toimittajat merkitsevät tavarat tunnuksilla, jolloin siirrot saadaan suoraan oikeille paikoilleen ja oikeisiin kohteisiin. Tuotteita vastaanottaessa työmaahenkilöstö valvoo ja ohjaa kuljetusliikkeen toimintaa, erityisesti kun kyseessä on hankalasti siirrettävät, paljon varastointitilaa vaativat ja suojattavat tuotteet ja materiaalit. Tällä estetään purkamisen väärään paikkaan. (Ratu S-1227, 2010, 15).

Rakennusmateriaalit ja -tuotteet puretaan kuljetusajoneuvosta työmaalle, jonka jälkeen ne tavallisesti siirretään tuotekohtaisiin työmaavarastoihin tai suoraan asennuspaikalle. Siirtotehtävät voidaan jakaa pääurakoitsijan ja aliurakoitsijan kesken esimerkiksi niin, että pystysirrot kuuluvat pääurakoitsijalle ja vaakasirrot kerroksissa aliurakoitsijalle. (Ratu S-1227, 2010, 15).

### **Varastointi**

Välivarastoinnissa selvitetään materiaalien valmistajien asettamat varastointiohjeet ja niitä noudatetaan. Toimittajalle reklamoidaan välittömästi väärin suojattuina toimitetuista materiaaleista. Ohjeista saadaan selville materiaalien sallitut varastointiajat ja suojausohjeet. Materiaalit varastoidaan paikkaan, jossa muu työmaatoiminta tai liikenne ei aiheuta materiaalivaurioita.

Varastointi suunnitellaan etukäteen ja tarvittaessa hankitaan tilapäiset varastosuojat materiaaleille. Säänvaikutuksille alttiit materiaalit suojataan maan kosteudelta, vesisateelta, lumelta, jäältä ja auringonvalolta. Materiaalit varastoidaan aina aluspuiden tai kuormalavojen päälle niin, ettei maan kosteus pääse vaikuttamaan materiaaleihin.

Jo asennetut materiaalit suojataan sään vaikutuksilta. Veden valuminen estetään asennettuihin materiaaleihin. Työmaalle tulee varata ylimääräisiä suojia ja peitteitä, jotka on mahdollista ottaa tarvittaessa nopeasti käyttöön. Rikkoutuneet materiaalisuojat tulee vaihtaa tai korjata välittömästi. Varkaudet estetään lukitsemalla arvokkaat materiaalit lukittavissa oleviin säilytystiloihin tai käyttämällä vartiointia. (Ratu S-1227, 2010, 15).

### **Toimitusten tarkastukset ja reklamointi**

Kunkin toimituksen laadun tarkkailu vastaanoton ja materiaalien käytön yhteydessä kuuluu työmaalle. Mikäli toimitettu tuote, toimitusaikataulu tai -tapa ei ole sovitun mukainen, on työmaan ilmoitettava siitä toimittajalle välittömästi

esimerkiksi puhelimitse, jonka jälkeen täytyy asiasta tehdä kirjallinen reklamaatio. Reklamaatio tehdään aina, jos tuotteessa on jotain vikaa. Reklamaatio tulee tehdä, vaikka viallista tuotetta käytettäisiin, sillä reklamaatio on toimittajalle arvokasta palautetta. Rakennusliike pystyy omalla toiminnallaan parantamaan toimitusvirheitä antamalla toimittajalle tarpeeksi tietoa ja luomalla toimittajiin vakiintuneet suhteet, joissa on käytössä pysyviä menettelytapoja. (Pahkala, S. 2020, 682).

### **Jätehuollon suunnittelu ja logistiikka**

Työmaan tavanomaiset rakennus- ja ongelmajätteet kerätään ja lajitellaan erilleen toisistaan Jätteiden keräysmenetelmät ja jätteiden keräykseen ja siirtoon tarvittava kalusto suunnitellaan työmaan perustamisvaiheessa työmaasuunnittelun yhteydessä. Korjausrakennustyömaalla purkujätteen käsittely, kuljetus ja loppusijoitus suunnitellaan purkus suunnitelmaa tehtäessä.

Työmaan jätehuollon järjestämiseksi suunnitellaan:

- Jätteiden keräys, lajittelu ja kuljetus työmaalla
- Jätteiden hyötykäyttö työmaalla
- Hyödynnettävien jätteiden vastaanotto ja varastointi
- Jätteiden kuljetus kaatopaikalle
- Jätelavojen paikat ja kuljetusreitit työmaa-alueella

Keräysvälineet ja jätelavat sijoitetaan ja tyhjennysaikataulu pyritään suunnittelemaan niin, että työmaan toiminnalle ei aiheudu haittaa. Jätelavat pyritään tyhjentämään täysinä, jotta ylimääräisiltä tyhjennysajoilta vältytään. Jätehuoltoyhtiön kanssa sovitaan erikseen millaisella aikavarauksella tyhjennystarve tulee ilmoittaa. (Ratu 1214-S, 2005, 13-14).

Työmailla kerätään ja lajitellaan erikseen omiksi jätteiksi:

- Energiajäte
- Lasi

- Kipsilevy
- Puu
- Sekajäte
- Saneerausjäte
- Kiviaines
- Metalli
- Pahvi
- Keräyspaperi
- Ongelmajäte

Korjausrakennustyömaalla purkujäte lajitellaan purkutyön yhteydessä purkukohteessa ja pakataan jätelajista riippuen muovi-, paperi- tai muovikuitusäkkeihin tai jäteastioihin Ongelmajätteet kuljetetaan kaatopaikalle tai ongelmajätteiden vastaanottopisteeseen purkutyösuunnitelma sisältämän jätteiden käsittely- ja sijoitussuunnitelman mukaisesti. (Ratu 1214-S, 2005, 13-14).

### **Siirtoasiakirja**

Siirtoasiakirja laaditaan aina, kun rakennus- ja purkujätettä siirretään työmaan ulkopuolelle. Siirtoasiakirjan tarkoituksena on parantaa rakentamisen jätteiden seurantaa sekä ehkäistä jätteiden laitonta häviämistä. Siirtoasiakirjan laatimisesta on vastuussa jätteen haltija. Asiakirjan laatiminen voidaan sopimuksella siirtää kuljetuksen tarjoavan yrityksen tehtäväksi. Jätteen alkuperäisen haltijan ja vastaanottajan täytyy säilyttää dokumentit kolmen vuoden ajan. (RT 69-11183, 2015, 3).

### **Jätteiden lajittelu**

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava hankkeen suunnittelussa ja toteuttamisessa siitä, että käyttökelpoiset esineet ja aineet otetaan talteen etusijajärjestyksen mukaan. Etusijajärjestyksen mukaan tulee ensisijaisesti



vähentää jätteen syntymistä. Jos jätettä syntyy, tulee se uudelleenkäyttää, kierrättää tai hyödyntää aineena tai energiana. Jos mikään edellä mainituista ei ole mahdollista, voidaan jäte loppusijoittaa kaatopaikalle.

Jätelaissa kielletään jätteiden sekoittaminen keskenään. Jätteiden lajittelu on tarpeen myös, jotta eri jättejakeita voidaan hyödyntää raaka-aineena. Erilliskerättyjen jätteiden puhtausaste on parempi ja niitä on täten helpompi hyödyntää kierrätyksessä. Kierrätysmateriaali säästää neitseellisiä raaka-aineita ja tuotannossa syntyvät kasvihuonepäästöt ovat vähäisempiä. Jättejakeiden lajittelu säästää ympäristön lisäksi jätehuollon kustannuksia, sillä lajittelemattomasta sekajätteestä veloitetaan korkeampi maksu. (Ympäristöosaava, 2022).

## 4 As Oy Aninkaistenkatu 16

Esimerkkityömaalla Aninkaistenkadulla tehdään laaja ja haastava linjasaneeraus, joka sisältää rakennus- ja LVIS-tekniset työt sekä uuden IV-konehuoneen rakennuksen ullakolle. Esimerkkityömaakokonaisuus on jaettu neljään eri työmaavaiheeseen. Jakoperusteena ovat suurimmat rakennustyön kokonaisuuksien vaihtelut. Kaaviossa 3 havainnollistetaan rakennushankkeen käsiteltävien kokonaisuuksien kulkua. Jokainen työmaavaihe sisältää eri materiaalivirran ja logistiikan toimintoja, sekä haasteita. Kokonaisuus koostuu jokaisen työmaavaiheen läpikäymisestä, jotka sisältävät vastaukset; mitä materiaalivirtaa työvaiheeseen kuuluu, miten materiaalivirta ohjataan logistisesti työmaalle, mitä materiaalivirran haasteita työvaihe sisältää, miten materiaalivirran haasteita tulisi ratkaista työvaiheessa.



Kaavio 2. Työmaan vaiheet.

Jakoperusteena työmaan rakennustyön vaiheistukselle voidaan nähdä materiaalivirran kulku ja suunta. Perustamisvaiheessa materiaalivirta alkaa kulkemaan kohti työmaata. Purkuvaiheessa materiaalivirta koostuu pääosin purettavasta materiaalista ja purkujätteestä, joka virtaa poispäin työmaalta. Rakennustyövaiheessa materiaalivirta koostuu eri työvaiheisiin tilatuista nimikkeistä, jolloin materiaalivirta virtaa työmaata kohti. Loppuvaiheessa

materiaalivirta koostuu työmaan perustamisvaiheessa tuotujen materiaalien poistamisesta tai siirtämisestä seuraavalle työmaalle. Kaaviossa 4 havainnollistetaan materiaalivirran kulkusuuntaa eri työmaan vaiheissa.



Kaavio 3. Materiaalivirran kulkusuunta.

### Kohdetiedot

Esimerkki työmaana toimii As Oy Aninkaistenkatu 16, jossa Rakennuspalvelu J. Martti & Co Oy toimii pääurakoitsijana. Työmaa sijaitsee Aninkaistenkadun ja Tuureporinkadun kulmassa. Kohteen kiinteistösaneeraus tehdään tavoitehintaisena projektinjohtourakkana, joka pitää sisällään rakennus -ja LVIS-tekniiset työt. Rakennus on rakennettu vuonna 1936. Asuntoja rakennuksessa on yhteensä 73 kappaletta, 2 porrashuonetta, 7 asuinkerrosta, 6 liiketilaa sekä kellari ja ullakko. Kohteen huoneistoala on 2.735 m<sup>2</sup> ja tilavuus 12.500 m<sup>3</sup>. Samassa urakassa kiinteistön ullakolle rakennetaan uusi IV-konehuone, joka palvelee kiinteistöä. IV-konehuoneen tarkoituksena on nykyaikaistaa kohteen ilmanvaihto.

### Työmaa-alue

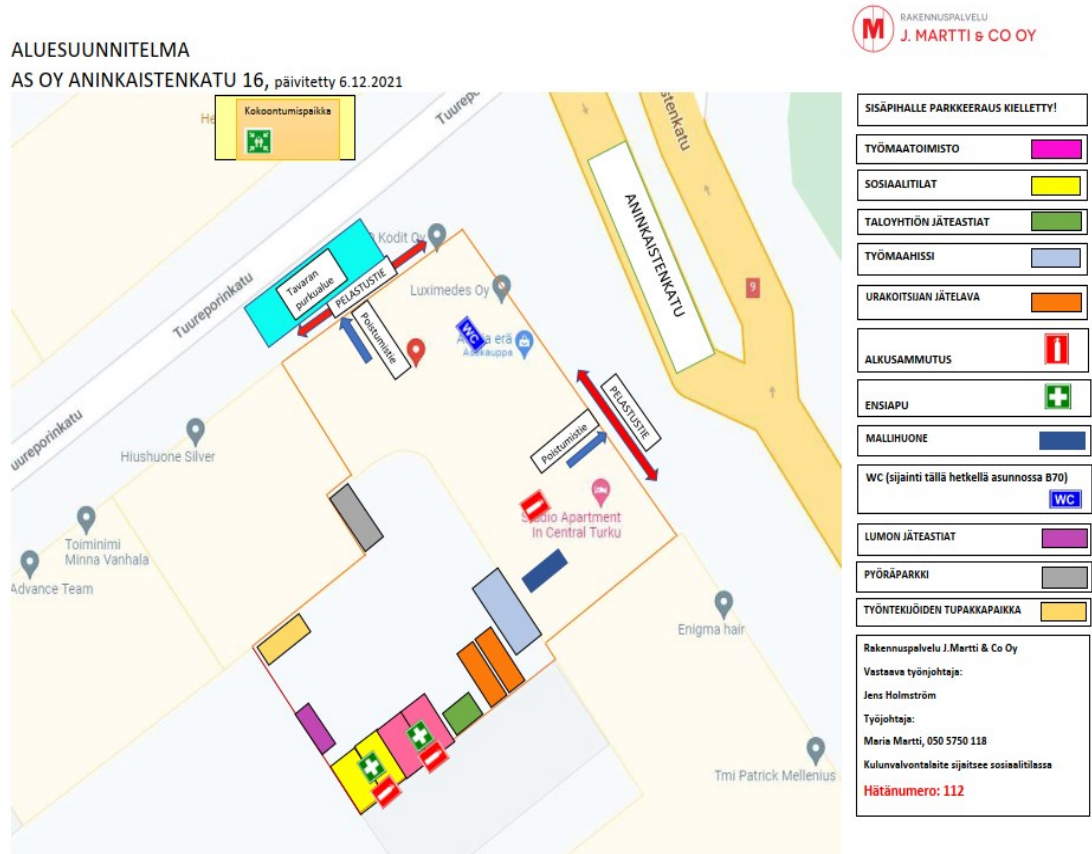
Työmaa-alueena toimii As Oy Aninkaistenkatu 16:sta sisäpiha. Sisäpiha on ahdas ja osittain viereisen taloyhtiön omistuksessa. Sisäpiha on vuokrattu työmaan käyttöön koko urakan ajaksi toiselta taloyhtiöltä. Sopimusehtoihin kuuluu pysäköinnin järjestäminen kyseisen taloyhtiön asukkaille, joilla on

autopaikat taloyhtiön sisäpihalla. Pihakannen alla sijaitsee parkkihalli, jonka vuoksi pihakannen kantavuus on vain 500 kg/m<sup>2</sup>. Pihakannella sijaitsevat työmaatoimisto, sosiaalitulat, rakennushissi, 2 jätelavaa, pieni varastointialue, taloyhtiöiden roska-astiat sekä pääsisäänkäynti As Oy Aninkaistenkatu 16 työmaalle. Työmaan sisäpihalle johtava porttikongi on kooltaan 2400x2600 mm, jonka vuoksi työmaan jätehuolto ja jätelavojen tyhjennykset ovat erittäin haastavia organisoida. Ainoastaan yhdellä kuljetusliikkeellä Turussa on tarvittavaa kalustoa hoitaa kyseisen työmaan jätehuolto, pienen kulkuväylän vuoksi. Jätehuollon käytössä on vain yksi auto, jolla on mahdollista ajaa taloyhtiön sisäpihalle tyhjentämään jätelavoja.

Tavaran vastaanotto tapahtuu Tuureporinkadun puolella Ase ja Erä liikkeen edessä kaavion 5 mukaisesti. Tavaran vastaanotossa täytyy tarkkaan huomioida viereisen taloyhtiön parkkihallin sisäänkäynti, jonne kulkua ei voi poistaa ilman erillistä tiedotusta ja lupaa taloyhtiöltä. Työmaan varastointi tapahtuu osittain taloyhtiön sisäpihalla. Ahtaan sisäpihan vuoksi tavaratoimitukset täytyy sopia niin, että tilatut materiaalit saadaan siirrettyä suoraan kerroksiin käyttöön käynnissä oleviin työvaiheisiin. Välivarastoinnin mahdollisuus pihakannella on olematon.

Työmaalle on kolme sisäänkäyntiä, jotka ovat työmaan käytössä. Työmaan viereiset tilat ovat käytössä koko urakan ajan ja taloyhtiön toisessa portaassa asuu asukkaita aina elokuun alkuun asti, jolloin aloitetaan kyseisen portaan rakennustyöt. Työt suoritetaan arkisin 7.00-18.00 välillä ja viikonloppuisin töitä on mahdollista tehdä lauantaina kello 9.00-16.00 välillä. Viikonlopputöiden suorittamiselle täytyy hakea erillinen lupa taloyhtiöltä rakennushankkeen edetessä.

## Työmaan aluesuunnitelma:



Kaavio 4. Työmaan aluesuunnitelma.

## Logistiikan työturvallisuus

Logistiikan työturvallisuuden valvonta työmaalla kuuluu pääurakoitsijan työnjohtolle ja tilaajan nimeämälle valvojalle. Logistiikan työturvallisuus työmaalla toimii hyvin. Työmaa-alueella liikuttaessa kaikella henkilöstöllä täytyy olla huomiovaatetus, suojalasit, turvakengät ja kypärä. Suojavaatetuksen laiminlyönnistä huomautetaan ja mikäli toisen huomautuksen jälkeen varustuksessa havaitaan puutteita, niin henkilö poistetaan työmaalta.

Työmaa sijaitsee vilkkaasti liikennöidyllä alueella, jonka vuoksi muun muassa ajoneuvo- ja jalankulkuliikenne täytyy huomioida töiden ja kuljetusten

järjestämisessä. Työmaa-alueelle kulkevat asukkaat lukeutuvat myös työturvallisuusriskeihin. Taloyhtiön jäteastiat sijaitsevat sisäpihalla joihin asukkaille on järjestettävä turvallinen ja helppo kulkuyhteys. Asukkaiden kulkeminen työmaa-alueella ei ole vakio, vaan vaihtelee päivittäin. Tämän vuoksi työmaa-alueella varastoinnissa ja työskentelyssä tarvitsee jatkuvasti huomioida asukkaiden turvallisuus työmaan olosuhteissa. Ulkopuoliset ihmiset tulevat usein taloyhtiön sisäpihalle etsimään sisäänkäyntejä viereisiin kiinteistöihin. Kaaviossa 5 on esitetty työmaan aluesuunnitelma, joka havainnollistaa rakennustyömaan alueen käyttöä ja sijaintia.

Logistisissa siirroissa täytyy käyttää oikeaoppisia siirtomenetelmiä ja kalustoa, jotta työntekijöihin kohdistuvaa ylimääräistä kuormaa ei synny. Kuormien puruissa ja nostoissa huomioidaan aina kuormien kiinnityksen pitävyys, jolloin kaikki putoamisen riskit saadaan minimoitua. Työmaalla suoritetaan viikoittain TR-mittauksia pääurakoitsijan työnjohdon toimesta, jossa oikein/väärin menetelmällä tarkastetaan työmaan työturvallisuusasiat. TR-mittauksen yhteydessä tarkastetaan myös logistiikan työturvallisuus. Tämä pitää sisällään materiaalien varastoinnin, siirtovälineiden kunnon tarkastamisen ja muun muassa työmaan rakennushissin viikottaistarkastukset sekä kulkusiltojen kunnon. TR-mittauksessa havaitut virheet tulee korjata viimeistään seuraavana työpäivänä. Välittömästi korjattavia puutteita ovat muun muassa putoamissuojauksen virheet.

#### 4.1 Työmaan perustaminen

Työmaan perustaminen aloitettiin 1.11.2021. Työmaan perustamiseen on yleisaikataulussa varattu 10 päivää. Työmaan perustamisvaiheen materiaalivirta painottuu pääsääntöisesti työmaan suuntaan. Työnjohto aloittaa työmaan perustamisen aluesuunnitelman laatimisesta. Aluesuunnitelmaan merkitään tiedot kaikista työmaa-alueen käyttöön, työmaa-alueen turvallisuuteen ja järjestykseen liittyvistä järjestelyistä. Aluesuunnitelmaa ylläpidetään ja päivitetään koko työn ajan.

Työmaan perustamisen töihin kuuluu työmaatoimiston ja sosiaalitojen hankinta, rakennuksen suojaus, -sähköistys, -palonsuojelu, koneiden ja laitteiden hankinta, jätteiden kuljetuksen ja lajittelun järjestäminen. Työmaan sosiaalitojen sijoittelu on kuvattu kuvassa 1. Työmaan perustaminen aloitetaan osittain päällekkäin aikaisemman työmaan loppuvaiheen kanssa. Edelliseltä työmaalta siirretään tarvittavaa kalustoa ja työvoimaa uudelle työmaalle tarpeen mukaan.



Kuva 1. Työmaatiloiden asettelu kohteessa.

Työmaan kaluston määrään työnjohto laatii Excel-taulukon, jossa on määritettynä alustavasti työmaalla tarvittavien työkoneiden ja sähköistykseen tarvittavien laitteiden määrät liitteen 2 mukaisesti. Työmaan perustaminen aloitetaan työmaan yleistilojen suojauksella ja sähköistyksellä. Työmaan yleisten tilojen suojaukseen kuuluu muun muassa portaiden suojaaminen porrassuojilla, porrastasanteiden suojaaminen esimerkiksi Tuprotec:illä tai ActivePro pintasuojalla ja kovalevyllä, kaiteiden suojaus kaidesuojilla ja rakennuksessa olevan hissien suojaaminen. Työmaan sähköistyksessä, jokaiselle kerrokselle asennetaan yksi 32A alakeskus, josta töiden alkaessa saadaan jatkettua kerrosten sähköverkkoa asuntoihin. Yleisten tilojen valaistuksessa käytetään hyväksi kaarevaa porraskuilua ja kaiteisiin kiinnitetään led-nauhaa valaistukseen.

Ensimmäinen materiaalivirta työmaalle on suojaustarvikkeet, jotka tilataan ulkopuoliselta toimittajalta. Suojaamiseen käytetyt kovalevyt tilataan valmiiksi puolitettuna, jotta niiden käsittely ja haalaaminen työmaalla helpottuu. Porras- ja kaidesuojat saamme käyttöön vanhalta työmaalta ja ne toimitetaan pakettiautolla työmaan sisäpihalle. Aluksi työmaan sosiaaliloina toimii vuokrattu asunto A-portaassa. Suurin ja haastavin materiaalivirta työmaalle on sosiaalililat, työmaatoimiston ja rakennushissin toimitus.

Rakennushissi asennetaan rakennuksen julkisivuun injektoimalla. Työmaan logistiikka järjestetään pääosin rakennushissin avulla. Rakennushissin viereen rakennetaan telineet, joista pääsee rakennukseen sisään kolmelta eri tasolta. Rakennushissin paikalle ei ollut järkevää vaihtoehtoa, jotta se saadaan toimivaksi pihakannen kantavuus huomioon ottaen. Rakennushissin kulkutasoilta kerroksiin puretaan vanhat ikkunat pois ja rakennetaan työmaa-aikaiset ovet kulkua varten. Rakennushissi pääsee todelliseen käyttöön purkutöiden alkaessa. Rakennushissin materiaalit, joudutaan pääosin nostamaan rakennusten ylitse sisäpihalle, osien suuren koon vuoksi.

Työmaan nostot koskevat pääosin työmaan perustamisvaiheen työmaatilojen ja rakennushissin nostoja, uuden IV-konehuoneen valua ja uusien IV-koneiden nostoja. Nämä nostot hoidetaan mobiilinnosturilla, rakennusten korkeuden ja nostomatkan vuoksi. Nostoja suunniteltaessa täytyy tarkasti huomioida muu liikenne ja hakea kaupungilta kadun aitaamis- ja vuokralupaa. Nostot pyritään suorittamaan Tuureporinkadun puolelta, jolloin työt voidaan suorittaa päiväsaikaan liikennejärjestelyiden avulla. Lupahakemus täytyy jättää viimeistään kaksi päivää ennen nostoa, jotta käsittelyaika on kohtalainen. Hätätilanteessa luvan saa myös samalle päivälle soittamalla lupapalveluun. Liikennejärjestelyistä tulee toimittaa piirretty suunnitelma kaupungille.

Uusien IV-koneiden ja sääsuojan nosto joudutaan suorittamaan Aninkaistenkadun puolelta, jolloin työ täytyy suorittaa yöaikaan katualueen runsaan liikenteen vuoksi. Nosturin käytön etuina ovat siirtojen nopeus ja helppous. Työmaan pienempi materiaalivirta pihalta rakennukseen hoidetaan rakennushissin avulla, sekä portaita pitkin kerroksiin.



Työmaalla nosturista on sekä hyötyä, että haittoja. Hyvällä suunnittelulla voidaan toteuttaa nostoja nopeasti ja helposti. Nosturi mahdollistaa myös isojen massojen ja koneiden nostot työmaalla. Kuitenkin nosturin vuokraushinta on suhteellisen kallis, nostot aiheuttavat työturvallisuusriskejä, nostot vaativat katualueen vuokran ja liikennejärjestelyt sekä työnjohdolta ylimääräisiä resursseja nostojen suunnitteluun.

Rakennushissi mahdollistaa työmaalla yhden työntekijän tekemät siirrot ja niitä voidaan suorittaa jatkuvasti. Rakennushissi on turvallinen, eikä rasita työntekijöitä. Huonoja puolia hississä on sen koko. Rakennushissillä suurten kappaleiden siirrot ovat vaikeita tai mahdottomia, se vie paljon tilaa pihakannelta ja siirtäminen on suhteellisen hidasta. Rakennushissi täytyy myös injektoida rakennuksen julkisivuun.

## **Haasteet**

Työmaan merkittävimpiä ongelmia ovat pihakannen ahtaus, kulku sisäpihalle ja pihakannen kantavuus, jonka seurauksena materiaalit ja tavarat joudutaan varastoimaan tiiviisti ja tehokkaasti kantavuus ja työmaan muu liikenne huomioon ottaen. Työmaan jätehuollon vaatima tila ja jäteauton liikenne aiheuttaa myös ongelmia varastoimisen näkökulmasta. Jätehuollolle pitää olla jatkuvasti järjestettynä kulku jätelavoille.

Materiaali- ja tavaratoimitukset puretaan Tuureporinkadun puolelle, josta ne tuodaan työmaan porttikongista rakennuksen sisäpihalle. Työmaan piha-alue sijaitsee parkkihallin yläpuolella, jonka vuoksi kantavuus työmaa-alueella on olematon. Koska tavaratoimitukset joudutaan purkamaan liikennöidyllä kadulla, tulee tarkasti huomioida jalankulkijat ja autoilija. Tämän vuoksi katu voidaan usein joutua katkaisemaan materiaalityötoimitusten purun ajaksi.

Työmaan perustamisessa ensimmäiset haasteet tulevat työmaatoimiston ja sosiaalitulojen hankinnasta ja nostoista työmaan sisäpihalle. Kuvassa 2 havainnoidaan työmaatilojen siirtämisen suurinta haastetta, eli nostovaihetta.



Kuva 2. Työmaailojen nostovaihe taloyhtiön sisäpihalle.

Työmaalle tilataan neljä työmaailaa; työmaatoimisto, kokoustila, sosiaalitila ja työntekijöiden henkilökohtaisille tavaroille pukuhuonekontti. Ennen työmaailojen saapumista työmaalle, kuljetus- ja vuokrausliikkeelle toimitetaan työmaailojen logistiikkasuunnitelma, josta ilmenee työmaailojen asennus- ja saapumisjärjestys sekä työmaailojen paikat pihakannella.



Kuva 3. Työmautilojen nostokalusto.

Katualueen vuokraamiseen vaaditaan liikennejärjestelyjen järjestäminen ja liikennejärjestelysuunnitelman toimittaminen katualueen vuokrahakemuksen liitteenä. Nostotöissä tilaamme kaiken osana työmaatoimistojen toimitusta, jolloin työmaan työnjohto ei joudu käyttämään aikaa lupien hakemiseen ja liikennejärjestelyiden organisoimiseen.

Työmaatilat toimitettiin työmaalle väärässä järjestyksessä, jonka vuoksi tilat jouduttiin lähettämään vuokrapalveluliikkeen varaston pihalle takaisin. Tämän jälkeen ne lastattiin kuljetusliikkeen autoihin uudelleen, aikaisemmin toimitetun suunnitelman mukaisesti. Tästä syntyi työnjohdolle ylimääräistä selvitystyötä ja väärin hoidettu toimitus hidasti työmaan perustamista. Nosturin paikoituksessa huomioidaan kadun yli kulkeva sähkölinja, jonka vuoksi mobiilnosturi joudutaan sijoittamaan viereisen kiinteistön eteen. Viereistä kiinteistöä tiedotetaan nostosta aiheutuvista haitoista, joihin lukeutuu muun muassa taloyhtiön sisäpihalle ja parkkihalliin pääsyn estyminen noston aikana. Parkkihalliin kulun estymisen seurauksena parkkipaikkaa tarvitseville asukkaille täytyy tarjota vaihtoehtoja pysäköintiä tai maksaa pysäköintimaksut nostojen ajalta.

## Ratkaisut

Työmaan suojaukseen ja sähköistykseen liittyvät materiaalitilaukset hoidetaan työmaan nokkamiehen toimesta, yhdessä työmaan työnjohdon kanssa. Työnjohto ilmoittaa nokkamiehelle tilattavien materiaalien toimittajat. Tämän jälkeen nokkamies pystyy itse hoitamaan tilaukset ja määrälaskennan työmaalle, mikäli työnjohto on vielä kiinni edellisellä työmaalla. Työmaalle saapuvasta vuokratilauksesta pidetään kirjaa työnjohdon toimesta Excel-taulukossa, johon kirjataan vuokratilauksen saapumis- ja palautuspäivämäärät, sovitut vuokrahinnat ja noudon tilauspäivä. Näin pystytään perillä tulevista vuokratilauksista ja sovitusta vuokratilauksen toimituksista ja takaisin noudoista.

Työmaatilojen hankinnan varmistumisen jälkeen tehdään suunnitelma tilojen toimitus- ja asennusjärjestyksestä. Suunnitelma toimitetaan ja käydään läpi kuljetus-, asennus-, nosto- ja vuokraliikkeen edustajien kanssa. Näin pystytään minimoimaan mahdolliset ongelmat toimitusvaiheessa. Nostotöistä tehdään myös erillinen nostotyösuunnitelma, joka käydään yksityiskohtaisesti nostotyön suorittajan kanssa lävitse. Lopuksi se allekirjoitettiin pääurakoitsijan ja nostoliikkeen edustajan toimesta. Nostotyösuunnitelmassa käydään läpi kaikki noston onnistumisen kannalta oleelliset asiat, jotka esitetään liitteessä 1.

### 4.2 Purkutyövaihe

Purkutöiden materiaalivirta on pääosin työmaalta pois päin kulkeutuvaa. Tämän vuoksi suuressa osassa materiaalivirran hallintaa on oikein suunniteltu ja järjestetty jätehuolto. Ennen purkutöiden aloitusta tehdään purku-urakoitsijan työnjohdon kanssa yhteistyössä purkutyö-aikataulu liitteen 3 mukaisesti. Tämän aikataulun pohjalta purkutyöt suoritetaan rakennuksessa asunto ja kerroskohtaisesti. Kun kerroksen purkutyöt ovat valmiit, luovutetaan työ pääurakoitsijan työnjohdolle. Purkutyöt aloitetaan asuntojen ulko-ovien purkutöistä, jonka jälkeen pääurakoitsija aloittaa sähköistämään asuntoja. Aikataulun avulla pystytään ennakoimaan ja järjestämään jätehuolto niin, ettei purkutyöt keskeydy.

Purkutyöt koskevat pääosin asuntojen kylpyhuoneiden, alakattojen ja yleistilojen purkua. Pääurakoitsija hoitaa omana työnään kylpyhuoneiden posliinien ja tekniikan purun. Purkutyövaiheessa syntyy runsaasti eri jätelajeja, joka aiheuttaa jätehuollon sekä kierrätyksen kannalta ongelmia. Pihakannelle mahtuu ainoastaan kaksi jätelavaa, jotka olivat pääsääntöisesti saneeraus- ja kivijätelavoja. Kun pihan välivarastointi pisteisiin saadaan varastoitua lavan täyttöä varten tarpeeksi suuri määrä esimerkiksi posliinia, täytetään lava kerran kyseisellä jätteellä. Tämän jälkeen lava siirtyy takaisin normaaliin käyttötarkoitukseensa. Lavoja tyhjentää yksi auto klo 7.00-18.00 välillä jatkuvasti. Lavan vaihtoväli oli tavallisimmin noin tunnin. Tämän tunnin aikana saadaan aina seuraava lava täyteen. Tämän seurauksena jätehuollon materiaalivirta pystytään järjestämään katkeamatta.

## **Haasteet**

Työmaan ahtaus vaikuttaa materiaalien toimituksien aikataulutukseen. Käytössä oleva rakennushissi ja sen käyttö etenkin purkutyövaiheessa aiheuttaa sen, että materiaalien haalaukset kerroksiin täytyy suorittaa iltatöinä. Päivisin rakennushissi on jatkuvassa käytössä purkutöistä syntyvien jätteiden haalaukseen. Materiaalitulaukset täytyy arvioida saapumisajankohdaltaan sopiviksi niin, että materiaalit saadaan siirrettyä suoraan työpisteeseen, jossa kyseinen työvaihe on käynnissä. Kaikki materiaalien varastointi piha-alueella pyritään välttämään. Materiaalihankinnat täytyy tehdä pienissä erissä työmaa-alueen ahtauden, pihakannen kantavuuden vuoksi. Tilauksissa on huomioitava ettei työmaa-alue ruuhkautuisi liiallisen materiaalimäärän takia.

Myös jätelavojen vähäisen määrän vuoksi kierrättäminen ja kestävän kehityksen ylläpitäminen on haastavaa järjestää toimivasti työmaalla. Työmaan käytössä on vain kaksi pientä jätelavaa, joita kuljetusliike ajaa tyhjentämässä jatkuvasti klo. 7.00-18.00 välillä. Tästä syntyy työmaalle lisäkustannuksia kuljetusmaksuissa, jättekuluissa ja ylimääräisen työn näkökulmasta. Turun alueella on vain yksi ajoneuvo, joka pystyy tyhjentämään työmaan jätelavoja pienen kulkuväylän

vuoksi. Mahdollinen auton rikkoutuminen vaikeuttaa logistiikan organisoimista työmaalla.

Purkutyön logistiikan haasteisiin kuuluu myös työntekijöiden suuri määrä. Tämän seurauksena rakennushissi ja työmaa-alue ruuhkautuu ajoittain. Purkutyö vaatii myös ajalteltua enemmän resursseja, jotta se saatiin suoritettua sovitussa aikataulussa. Tämän vuoksi purkutöitä tehdään viikonloppuisin, jotta pysytään aikataulussa. Purkutyöt ovat kokonaisuudessaan haastavia ja rakenteista löytyy runsaasti muun muassa vanhaa muottilautaa, hiekkaa ja eristeitä. Purkutöissä täytyy huomioida myös hissin ja hissitasanteiden kantavuus. Myös työmaan poistumisreitit eivät saa täyttyä purkujätteestä, sillä siitä muodostuu työturvallisuusriski. Viikonloppuna suoritettavien purkujen suurin ongelma on, ettei jätehuoltoa voida järjestää viikonloppuisin.

### **Ratkaisut**

Purkutyön meluavia töitä saadaan suorittaa klo 7.00-18.00 välillä, jonka seurauksena purkujätteen haalaus suoritetaan iltatyönä. Purkujäte varastoidaan asuntoon purkusäkkeihin tai laatikoihin, jotka kannettiin alas jätelavoille iltaisin. Jätteen suuren määrän vuoksi kuljetusliikkeen kanssa sovitaan, että purkutöiden ajan jätelavoja tyhjennetään jatkuvasti, jotta purkutyöt eivät keskeydy. Purussa syntyy myös paljon erilaisia jätteitä, jonka vuoksi muun muassa posliineille, asukkaiden kodinkoneille ja metallille määritetään työmaan piha-alueelta väliaikaisvarastointi paikat. Rakennushissin käytölle tehdään erillinen aikataulu, josta ilmenee eri urakoitsijoiden hissin käyttö ajat.

Metallin kuljetukseen tilataan erillinen toimija, joka käy työmaalla 2 kertaa viikossa tyhjentämässä metallin varastointialueen. Posliinit ja muut erityisjätteet toimitetaan jätelavoille, kun välivarastoon on kertynyt jätelavallisen verran jätettä. Näin saadaan jätekustannuksia pienennettyä ja panostettua kestävään kehitykseen ja kierrätykseen.

Viikonlopun purkutöille pyydetään erillinen lupa taloyhtiöltä. Jätteiden tyhjennykseen ei saada viikonloppuisin toimijaa, joten perjantaisin toimitetaan ylimääräinen jätelava kadulle, josta vuokrataan alue Turun kaupungilta työmaan käyttöön. Ennen viikonloppua varmistetaan, että kaikki jätelavat ovat tyhjiä. Kuljetusliikkeen auton rikkouduttua, vain kadulla sijaitsevaa jätelavaa voidaan hyödyntää. Kadulle saadaan tarvittaessa mahtumaan isompi jätelava.

Kadulle sijoitettavalle jätelavalle joudutaan hakemaan Turun kaupungilta pitkäaikaisvuokraa. Jätettä kuskataan tarvittaessa Avant:illa tai trukilla työmaan piha-alueelta kadulla sijaitsevalle lavalle. Kuljetusliikkeen on mahdollista tyhjentää kadulla sijaitsevaa lavaa isommalla autolla. Kuljetusliikkeen kanssa sovitaan ettei työmaan työnjohto täytä siirtoasiakirjoja, vaan sen hoitaa kuljetusliike. Työnjohto seuraa jatkuvasti siirtoasiakirjojen oikeudenmukaisuutta, ettei ylimääräistä laskutusta tapahdu.

#### 4.3 Rakennustyövaihe

Rakennustyövaiheessa materiaalivirta virtaa pääosin työmaalle päin. Kyseisessä työvaiheessa materiaalivirta on suurimmillaan ja erilaisien materiaalien määrä on suuri. Tämän vuoksi työnjohdolta vaaditaan erittäin tarkkaa materiaalivirtojen suunnittelua, jotta työmaalle saapuvat materiaalit saadaan kerroksiin ilman töiden seisomista tai ylimääräistä varastointia ja siirtoja. Rakennustyövaihe aloitetaan päällekkäin purkutyön kanssa, jonka vuoksi materiaalivirran hallinta vaikeutuu entisestään.

Logistiikan hallinta alkaa aina materiaalin tai työn hankinnalla, joka pitää sisällään tarjouspyynnöt ja neuvottelut. Hankinnassa on tärkeää huomioida materiaalien saapumisaika, kuormien purkumenetelmä ja purun suorittaja sekä haalaukseen tarvittavat henkilöresurssit. Työmaan suuret kuormapäivät käydään läpi viikottaisessa urakoitsijapalaverissa, jossa aliorakoitsijoiden nokkamiehet tai työnjohto ilmoittaa heidän tulevan viikon kuormapäivänsä. Tässä palaverissa eri urakoitsijoiden kuormien saapuminen työmaalle yhteensovitetaan tarpeen vaatiessa. Pääurakoitsijan kuormapäiviksi on sovittu tiistait ja torstait.

Materiaalien saapumisen ajankohta on aikataulullisesti suuressa roolissa, sillä työmaan varastointitilan määrä on vähäinen. Logistiikkaa työmaalla organisoii pääurakoitsijan työnjohto. Aliurakoitsijat hoitavat oman logistiikkansa yhteistyössä pääurakoitsijan työnjohdon kanssa.

Materiaalikuormien purkutyö suoritetaan Tuureporinkadun puolella. Viereisen kiinteistön porttikongin ja parkkihallin sisäänkäynnin vuoksi kuljetukset täytyy ohjata aina Ase ja Erä liikkeen eteen kaavion 5 mukaisesti, jotta viereisten kiinteistöjen liikenne ei kärsinyt.

Materiaalitoimitusten purun suorittaa pääurakoitsija, aliurakoitsija tai materiaalin kuljettaja sopimuksen mukaan. Työntekijöiden henkilökohtainen parkkeeraus on jokaisella urakoitsijalla itsellään hoidettavana. Pääurakoitsijan parkkipaikat sijaitsevat puutorin parkkihallissa korttelin päässä työmaasta. Suurien materiaalitoimitusten aikataulutus ja sopiminen pyritään hoitamaan niin, ettei kahta kuormaa ole purettavana samanaikaisesti. Purkualueelle syntyy kuitenkin ruuhkaa varsinkin purkutyövaiheessa, jätelavojen tyhjennyksen vuoksi.

Pääurakoitsijan työnjohto tekee viikoittain aikataulun tarvittaessa jopa tuntikohtaisesti, jolloin kuormien päällekkäinen saapuminen työmaalle voidaan minimoida. Viikkosuunnitelma annetaan aina maanantaina pääurakoitsijan nokkamiehelle, jotta hän osaa myös varautua henkilöresurssien ohjaamiseen materiaalikuormien purkuun oikeaan aikaan.

### **Työmaan varastointi**

Työmaan varastointi tapahtuu taloyhtiön sisäpihalla sen sallimissa rajoissa. Varastointitilan olemattomuuden vuoksi materiaalit pyritään siirtämään suoraan työpisteille, juuri ennen kunkin eri työvaiheen alkamista. Materiaaleja varastoidaan myös asuntoihin, ottaen huomioon rakennuksen rakenteiden kantavuus. Materiaalit suojataan niiden herkkyyden ja varastointiajan sekä toimittajan ohjeiden mukaisesti sateelta, pölyltä, kosteudelta ja tuulelta. Kaikki materiaalit varastoidaan kertopuiden tai kuormalavojen päälle, jotta vältytään



suoralta kosketukselta maahan. Tämän lisäksi ne suojataan aina varmuuden vuoksi peitteillä.

Työmaan väliaikaisvarastona toimii A-rapun asunto 2, jossa varastoidaan pääurakoitsijan työkoneet ja pientavara. Työmaalla on käytössä myös Würth Oy:n kaapit, joita täydennetään viikoittain VMI periaatteella. Urakoitsija rakentaa kaapin sisällön kohde kohtaisesti, yhdessä työmaan oman henkilöstön kanssa. Kaapit pidetään lukittuna, ja omalle henkilöstölle jaetaan avaimet kaappeihin. 1. kerroksen porrashuoneeseen ja kellariin rakennetaan pääurakoitsijalle ja aliurakoitsijoille hyllyt työkoneiden ja materiaalien säilytystä varten. Pääurakoitsijan ja aliurakoitsijoiden varastointi alueet määritetään tarkkaan ja mikäli aliurakoitsijat tarvitsevat lisää varastointitilaa, sovitaan niistä urakoitsijapalaverissa pääurakoitsijan työnjohdon kanssa erikseen.

Materiaalien ja työvälineiden oikeaoppinen suojaus ja varastointi tarkastetaan päivittäin pääurakoitsijan toimesta. Materiaalien varastoimisen asennusjärjestys on otettava tarkkaan huomioon, jotta tarvittavat materiaalit on saatavilla helposti ilman ylimääräisiä siirtoja.

### **Työmaan logistiset siirrot**

Työmaalle saapuvista materiaalikuormista, materiaalit puretaan käsin, pumppukärryillä, auton omalla pilkkinostimella tai -trukilla. Purku -ja siirtotapa valitaan kuljetusajoneuvon, materiaalien ja jälkivarastoinnin mukaan. Työmaalle on myös tilattu tarpeen vaatiessa trukki materiaalien siirtoja varten. Logististen siirtojen valvonta ja suunnittelu vaatii työmaan työnjohdolta paljon resursseja.

Materiaalien siirrot suoritetaan pääsääntöisesti vuokratyövoimalla, joilla ei ole selvää kuvaa materiaalien varastointi- tai asennuspaikasta, eikä aina itse työmaastakaan. Materiaalien siirrot joudutaan usein tekemään iltatyönä, jotta rakennushissin käyttöä ei rajoiteta normaalin työpäivän aikana. Materiaaleja joudutaan siirtämään myös työmaan sisäisesti työvaiheiden edetessä, jotta tilaan päästään työskentelemään.

Työmaan sisäisiltä siirroilta ei pystytä välttymään, mutta kokonaisvaltaisella suunnittelulla ne pystytään minimoimaan. Siirtojen välttämiseksi on tärkeää, että urakan kaikki urakoitsijat ovat tietoisia työvaiheiden etenemisestä ja muiden urakoitsijoiden suurista kuormista, jotka ruuhkauttavat työmaan sisäistä liikennettä hetkellisesti. Työnjohdolta vaaditaan kommunikointia muiden urakoitsijoiden kanssa, jotta työmaan logistiikka ja varastointi voidaan hoitaa ongelmitta.

### **Haasteet**

Rakennustyövaiheen ja purkutyövaiheen päällekkäisyys aiheuttaa haasteita rakennushissin käytön kannalta. Kaikki materiaalihaalaukset rakennustyövaiheeseen jouduttiin toteuttamaan iltatyönä, jotta purkutyö ei keskeytynyt. Myös hissin maksimi nostokapasiteetin vähyyden vuoksi haalaukseen täytyi kiinnittää erityistä huomiota, ettei hissin rajat ylitä. Hissi on usein korjattavana ja suurin osa korjauskerroista ovat huolimattomuuden aiheuttamia.

Maailman tilanne vaikuttaa myös suuresti materiaalivirtoihin. Toimittajilla on erityisen paljon toimitusvaikeuksia, eikä tavaraa ole saatavilla. Tämän seurauksena monia materiaaleja täytyy tilata suurina määrinä ennakkoon.

### **Ratkaisut**

Työmaan suurimpien hankintojen materiaalivirtoja hallinnoidaan erilaisilla hankinta-aikatauluilla, jotka ovat työmaan käytössä olevassa pilvipalvelussa työnjohdon nähtävillä, mikäli esimerkiksi sairaspoissaoloja tulee. Aikataulusta voidaan seurata reaaliaikaisesti milloin hankinnat täytyy olla työmaalla, jotta rakennustyöt eivät keskeydy. Asukkaiden lisä- ja muutostöistä tehdään erillinen aikataulu liitteen 4 mukaisesti. Aikataulusta ilmenee muun muassa asennettavien keittiöiden ja muiden materiaalien rahtipäivät, milloin asentajat, haalajat ja materiaalit täytyy olla viimeistään tilattuna.

Asuntojen kylpyhuoneiden massoista tehdään erillinen tilausaikataulu liitteen 5 mukaisella periaatteella. Aikataulusta työnjohto näkee milloin mitkäkin massat täytyy olla tilattuna työmaalle, jotta työt ei keskeydy. Aikataulu annettiin myös työmaan nokkamiehelle, joka pääsääntöisesti hoitaa massojen tilauksen työn edetessä. Nokkamiehelle toimitetaan myös eri materiaalien toimittajista luettelo, jonka työnjohto on laatinut kilpailuttaessaan eri materiaaleja ja tuotteita. Kaikista suuremmista työvaiheista laaditaan hankinta-aikataulu, jotta tarvittavat materiaalit saadaan työmaalle ennen töiden aloittamista. Hankinnoissa täytyy aina huomioida haalaus kerroksiin, joka on yhden rakennushissin vuoksi usein haastavaa normaalin työajan puitteissa.

Materiaalitalaukset tehdään pääsääntöisesti aina kerros tai kaksi kerrosta kerrallaan. Poikkeuksina ovat osa pienemmistä tilauksista. Uudet KPH välivet tilataan kaikki yhdellä rahdilla. Kylpyhuoneiden alakattojen materiaalit tilataan kahdessa erässä, jotta haalukseen menevä työ ei ole liian suuri yhdelle päivälle. Materiaalit jaettiin aina asuntokohtaisesti, jonka avulla jokaisessa asunnossa on aina sinne tarvittavat materiaalit eikä niin sanottuja välivarastoja eri asuntojen osalta tarvittu. 1. kerroksen varastoon otetaan aina ensimmäisessä kuormassa hieman ylimääräistä hukkaa. Ylimääräiset materiaalit voidaan tasata urakan lopussa viimeisessä käynnissä olevassa kerroksessa. Maailman tilanteen vuoksi heikosti saatavilla olevia materiaaleja joudutaan tilaamaan suuremmissa erissä. Tämän seurauksena työmaan työnjohto laskee koko talon materiaalit kerrallaan. Työnjohdolta vaaditaan ennakkointia, jotta tarvittavat materiaalit saadaan työmaalle ajallaan, sillä toimitusajat olivat parhaimmillaan useita viikkoja.

Eri työvaiheiden materiaalimenekkiä seurataan jatkuvasti litteroimalla taulukon 1 mukaisesti, jossa esimerkiksi kylpyhuoneiden koolaus ja levytys työhön käytetty

aika ja materiaalmäärät kirjataan asuntokohtaisesti työntekijöiden ja työnjohdon toimesta.

Kylpyhuoneiden koolaus ja levytys			
Kohde:			
Työntekijä:			
Asunto	pvm	tunnit	materiaalit

Taulukko 1. Kylpyhuoneiden koolauksen ja levytyksen materiaalienekin litterointitaulukko.

Näin pystytään ennakoimaan alempien kerroksien materiaalmäärien tilaukset tarkemmin, eikä hukkaa synny yhtä paljon. Hyvänä esimerkkinä toimii myös kylpyhuoneiden lattiavalut, joissa ensimmäisen kerroksen asuntojen valuja tehtäessä, tekijä kirjoittaa asunnon kylpyhuoneen seinään valumassojen menekin säkkimäärissä, joka litteroitiin vastaavanlaiseen taulukkoon, kuin taulukko 1.

Asuntojen kalusteiden ja materiaalien tilaukseen hyödynnetään HomeRun palvelusta ladattavia Excel-tiedostoja, joista näkee jokaisen asunnon tilattavat materiaalit taulukon 2 mukaisesti. HomeRun palvelua käytettäessä työnjohdon ei tarvitse erikseen käydä jokaisen asunnon huoneistokorttia lävitse ja tarkastaa mitä kukin asukas on asuntoonsa tilannut.

Tuote	Tuoteryhmät	Osasto	Kokonaismäärä	Yksikkö	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23
<b>Seinälaatta: Seinälaatta Arctic white matt, valkoinen, matta, 20x40 cm</b>	Seinälaatat	Kylpyhuone	57 kpl			19	19		19		
- Seinälaatta: Seinälaatan saumaväri (Schönox Uf Premium): light grey/vaaleanharmaa		Kylpyhuone	2				1	1			
- Seinälaatta: Seinälaatan saumaväri (Schönox Uf Premium): white/valkoinen		Kylpyhuone	1							1	
<b>Seinälaatta: Seinälaatta Arctic white glossy, valkoinen, kiiltävä, 20x40 cm</b>	Seinälaatat	Kylpyhuone	76 kpl		19			19		19	19
- Seinälaatta: Seinälaatan saumaväri (Schönox Uf Premium): light grey/vaaleanharmaa		Kylpyhuone	4		1			1		1	1
<b>Tehosteseinälaatta 20x40cm: Matrix wall Light Grey, vaaleanharmaa</b>	Seinälaatat	Kylpyhuone	6 kpl					3			3
- Tehosteseinälaatta 20x40cm: Saumaus väri: light grey/vaaleanharmaa		Kylpyhuone	2					1			1
<b>Tehosteseinälaatta 20x40cm: Matrix wall Grey, Harmaa</b>	Seinälaatat	Kylpyhuone	3 kpl							3	
- Tehosteseinälaatta 20x40cm: Saumaus väri: grey/harmaa		Kylpyhuone	1							1	
<b>Tehosteseinälaatta 20x40cm: Matrix wall Dark Grey, tumman harmaa</b>	Seinälaatat	Kylpyhuone	3 kpl								3
- Tehosteseinälaatta 20x40cm: Saumaus väri: dark grey/tummanharmaa		Kylpyhuone	1								1
<b>Tehosteseinälaatta 20x40cm: Kaikki seinät tehostelaatalla - lisähintainen tuote</b>	Seinälaatat	Kylpyhuone	3 kpl		3						
- Tehosteseinälaatta 20x40cm: Seinälaatta: Matrix wall Dark Grey		Kylpyhuone	1		1						
- Tehosteseinälaatta 20x40cm: Saumalaasti: grey/harmaa		Kylpyhuone	1		1						
<b>Lattialaatta 10x10: Matrix Light Grey</b>	Lattialaatat	Kylpyhuone	2 kpl			1					1
- Lattialaatta 10x10: Saumaus väri: light grey/vaaleanharmaa		Kylpyhuone	2				1				1
<b>Lattialaatta 10x10: Matrix Grey</b>	Lattialaatat	Kylpyhuone	2 kpl					1	1		
- Lattialaatta 10x10: Saumaus väri: grey/harmaa		Kylpyhuone	2					1	1		
<b>Lattialaatta 10x10: Matrix Grey</b>	Lattialaatat	Sauna	1 kpl						1		
- Lattialaatta 10x10: Saumaus väri: Grey		Sauna	1						1		
<b>Lattialaatta 10x10: Matrix Dark Grey</b>	Lattialaatat	Kylpyhuone	3 kpl		1	1					1
- Lattialaatta 10x10: Saumaus väri: dark grey/tummanharmaa		Kylpyhuone	3		1	1					1
<b>Lattialaatta 10x10: Matrix Dark Grey</b>	Lattialaatat	Sauna	2 kpl			1					1
- Lattialaatta 10x10: Saumaus väri: dark grey/tummanharmaa		Sauna	2			1					1
<b>Laattaulkokulmalista: Laattaulkokulmalista</b>		Kylpyhuone	6 kpl		1	1	1	1	1	1	1
- Laattaulkokulmalista: Laattalistan väri: Kromi		Kylpyhuone	6		1	1	1	1	1	1	1
<b>Laattaulkokulmalista: Ei tarvetta laattaulkokulmalistalle</b>		Kylpyhuone	1 kpl							1	

## Taulukko 2. Asuntojen kalusteet.

Hissin toimittaja perehdyttää työmaan henkilöstön hissien käyttöön, jolla vältetään turhat huoltokäynnit. Toimittajalta tilataan myös koulutusmateriaalit, jotka tulostetaan hissiin. Näin huolimattomuusvirheet hissien käytössä saadaan minimoitua eikä korjaajaa tarvita enää työmaalla ilman oikeaa syytä.

### 4.4 Loppuvaihe

Loppuvaiheessa materiaalivirta kääntyy poispäin työmaalta. Loppuvaihe pitää sisällään pitkälti rakennustyön viimeistelytyöt, itselleluovutuksen ja tilaajalle luovutuksen. Loppuvaiheessa aletaan siirtämään perustamisvaiheessa työmaalle tuotuja työkaluja, laitteita, materiaaleja seuraavalle alkavalle työmaalle. Loppuvaiheessa materiaalivirta suunnitellaan niin ettei työmaalle jää ylimääräisiä rakennusmateriaaleja, joita ei voida hyödyntää seuraavissa kohteissa.

### Haasteet

Suurin haaste loppuvaiheen materiaalivirran hallinnassa on, että työnjohto on laskenut rakennusvaiheessa tarvittavat materiaalit niin tarkkaan, ettei ylimääräistä

hukkaa jää työmaalle. Myös työmaan nokkamiehen täytyy olla jatkuvasti tietoinen jäljellä olevan materiaalin määrästä, jottei ylimääräisiä materiaali varastoja synny työmaalle. Seuraavan työmaan perustusvaihe alkaa usein käynnissä olevan työmaan kanssa päällekkäin, jonka vuoksi materiaalivirta alkaa liikkumaan pois työmaalta töiden ollessa vielä käynnissä. Tässä vaiheessa on tärkeää, ettei pois lähetetä materiaaleja, joita tarvitaan vielä käynnissä olevalla työmaalla.

### **Ratkaisut**

Rakennusmateriaalien hukka minimoidaan tarkistamalla alimmassa kerroksessa jäljellä olevien materiaalien määrä ja tilaamalla tarkalleen tarvittava määrä materiaalia. Ylemmissä kerroksissa on mahdollisuus tilata suurpiirteisemmin materiaaleja. Työnjohdon täytyy laskea jäljellä olevat materiaalit ja tasata tilanne, kun siirrytään alimpaan kerrokseen. Tasauksella tarkoitetaan materiaalin tilaamista vain tarvittavan määrän mukaisesti ja käyttämällä aikaisemmista tilauksista syntynyt hukka.

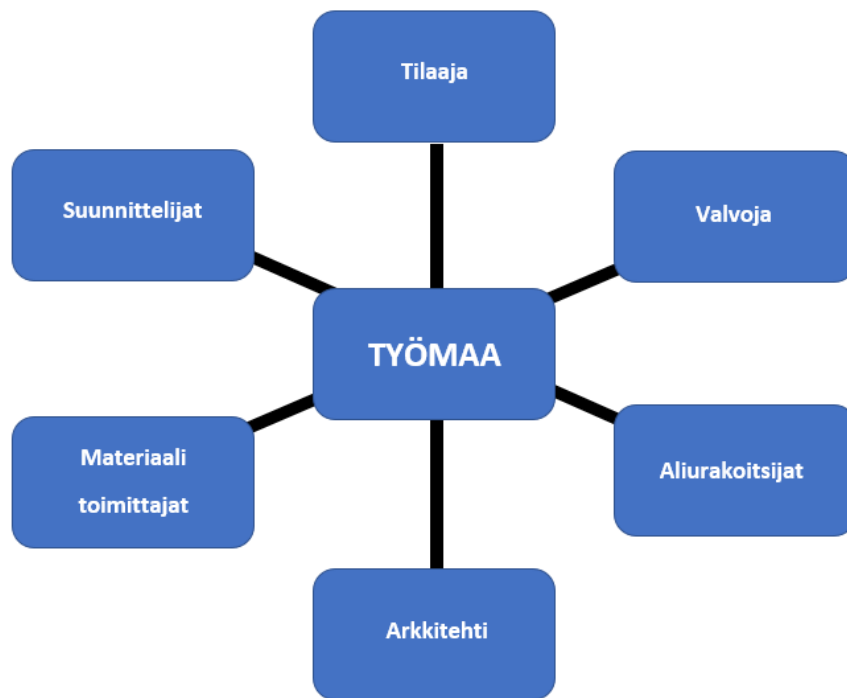
## 5 Logistinen toimintamalli ahtaille työmaille

Korjaustyömaat ovat kaikki erilaisia eikä niille ole yhtä oikeaa tapaa suunnitella ja toteuttaa logistiikkaa. Kaikkien rakennushankkeen eri toimijoiden yhteistyöllä on mahdollisuus päästä merkittäviin kustannussäästöihin, ajankäytön tehostumiseen ja toimijoiden välisen yhteistyön paranemiseen. Ahtaalla työmaalla suunnitelmallisuutta tulee painottaa entisestään. Virhearviot toimitusten ajoituksessa tai toimituserien suuruudessa voivat seisauttaa koko työmaan toiminnan hetkellisesti.

Pääurakoitsija on aina vastuussa rakennushankkeen logistiikan organisoinnista eri toimijoiden ja materiaalitoimittajien välillä. Pääurakoitsijan tulee ottaa kantaa aliurakoitsijoidensa materiaalivirtaan ja materiaalien työmaakäsittelyyn sekä ajoitukseen, jotta yhteistoiminta saadaan sujuvaksi. Työmaan toimijoilla on vastuu kokonaislogistiikasta. Resursseja yhdistämällä kaikki toimijat pääsevät kustannussäästöihin. Logistisen toimintamallin tavoitteena on helpottaa työmaan materiaalivirran hallintaa ja logistiikan kokonaisvaltaista suunnittelua ja toteutusta. Toimintamallissa nostetaan esille opinnäytetyössä mainittuja logistiikan suunnittelun kannalta kriittisiä asioita.

### Tiedonkulku

Työmaa toimii informaation jakajana ja välittäjänä kaikkien osapuolien välillä kaavion 6 osoittamalla tavalla. Informaatiovirran katkeamattomuus kaikkien toimitsijoiden välillä, luo pohjan logistiikan onnistumiselle ja materiaalivirtojen toiminnalle työmaalla. Työmaan osapuolten on ilmoitettava omista muutoksistaan ja mahdollisista poikkeuksista työmaalle, jotta niihin ehditään reagoimaan. Työmaa on myös velvollinen ilmoittamaan omat logistiset muutoksensa kaikille, joiden toimintaan muutos voi vaikuttaa. Urakoitsijapalavereissa käydään viikoittain tulevan viikon suuret toimitukset eri toimijoilta ja ne yhteensovitetään heti.



Kaavio 6. Työmaan informaatiovirta.

### Hankesuunnittelu

Urakoitsijan hankesuunnittelussa logistiikkasuunnitelman tulee olla työmaan resurssien mukaista. Hankintasopimuksia tehtäessä tulee ottaa huomioon työmaan kannalta taloudellisin suhde kuljetusten, siirtojen ja varastoinnin välille. Hankesuunnitteluvaiheessa luodaan perusta koko hankkeen logistiikan toiminnalle työmaalla. Työmaan hankintoja tehtäessä tulee olla tietoinen työmaan resursseista, koska sopimuksen teon jälkeen ei voida muuta kuin sopeuttaa resurssit hankintojen mukaan. Hankinnoissa tulee ottaa huomioon myös mahdolliset ilta aikaan tehtävät materiaalien siirrot työmaalle. Ennen sopimuksen tekoa tulee erilaisten logistiikkapalveluiden käytöstä eri materiaalien kohdalla täytyä olla selvä.

### Työmaan materiaalivirran vastuut



Rakennushankkeen eri vaiheissa on tehtävä suunnitelmia logistiikan toimimisen varmistamiseksi. Logistiikkasuunnitelman tekeminen ennen rakentamisen aloittamista on lähtökohta koko rakennushankkeen logistiikan järjestämiselle. Logistiikkasuunnitelma on suositeltavaa tehdä perustamis-, purkutyö-, rakennustyö- ja loppuvaiheelle erikseen. Suunnitelma esitetään kirjallisena piirroksena ja siihen merkitään kaikki työmaan keskeiset toiminnot. Aluesuunnitelman avulla liitetään yhteen logistiikan järjestäminen ja työturvallisuussuunnittelu työmaa alueella. Rakennushankkeen eri vaiheissa tulee tehdä suurimmista materiaalivirroista aikataulut joiden avulla pystytään päivä tarkasti näkemään milloin työvaiheiden tarvitsemat materiaalit täytyy olla toimitettuna työmaalle.

Työmaan etenemisen kannalta on tärkeää neuvotella aliorakoitsijoiden kanssa suurimpien materiaalierien saapumisesta työmaalle ja urakoitsijoiden resurssien yhteensovittamisesta. Työmaan toimitukset käydään viikkoa ennen urakoitsija palaverissa läpi ja sovitaan toimintatavat kyseisille toimituserille. Työmaan työnjohdon on tehtävä materiaalien toimitusvarmistukset riittävän ajoissa ennen sovittua toimituspäivämäärää. Varmistukset tulee tehdä sähköpostitse, jotta saadaan kirjallinen muistijälki tapahtumasta. Sähköpostista voidaan tarkastaa tilaus ja todeta sen oikeellisuus, mikäli toimituksessa on reklamoitavaa. Toimituksen varmistuksessa tarkastetaan erän koko, ajoitus ja kuljetustapa sekä mahdollisen purkukaluston ja -resurssien tarve. Tarkalla suunnittelulla ja materiaalien varastoimisella voidaan säästää työmaan logistiikkakustannuksissa, kun täydennyskuljetusten määrä saadaan minimoitua.

Nosto- ja siirtokaluston kokonaisvaltainen suunnittelu on työmaan logistiikan onnistumisen kannalta kriittisessä roolissa. Kalustossa täytyy huomioida sen taloudellisuus niin, että työmaan eteneminen varmistetaan, eikä se kärsi kaluston vuoksi. Nostokalusto tulee kilpailuttaa tarkasti, sillä kustannuseroja toimittajien välillä on hurjasti.

Materiaalitoimitusten laaduntarkkailulla on tärkeässä osassa työmaan materiaalivirtaa. Laaduntarkkailu on tärkeä apuväline parempaan yhteistyöhön ja vakiintuneisiin toimitussuhteisiin jatkossa. Työmaa ei voi vaatia

materiaalitoimittajalta parempaa palvelua, jos virheistä ei reklamoida. Jos toimituksessa ilmenee puutteita, tulee toimittajalle tehdä aina kirjallinen reklamaatio, jotta tapahtumasta jää kirjallinen jälki.

Työmaan jätehuollon järjestäminen on aina työmaan vastuulla. Siirtokalusto ja välivarastointimenetelmillä varmistetaan, että jätteet on mahdollista siirtää ilman turhia siirtoja. Materiaalihukka ja jätteen siirrot ovat kustannuksiltaan suuria ja maksavat usein eniten työmaan jätehuollossa. Tämän vuoksi jätehuolto tulee suunnitella hyvin rakennushankkeen eri vaiheissa. Jätehuollosta on hyvä tehdä suunnitelma eri työmaavaiheisiin, jotta jätteet on mahdollista lajitella tarkasti, jolloin lisäkustannuksia ei synny esimerkiksi turhaan lähetystä sekajätteestä tai likaisesta betonijätteestä.

### **Työmaan materiaalivirtojen hallinnan muistilista**

Tähän on koottu muistilista työmaan eri vaiheiden mukaisesti logistiikan suunnittelun ja onnistumisen kannalta tärkeistä asioista.

#### **Perustamisvaihe**

- Aluesuunnitelma
  - o materiaalivirtojen kannalta tärkeitä ovat muun muassa jätelavojen, varastointialueiden, kulkureittien, rakennushissin sijoittelu työmaa-alueelle.
- Logistiikkasuunnitelma
  - o nosto- ja siirtokaluston suunnittelu
- Toimitusvarmistukset, ”muistijälki”
- Toimitukset:
  - o Sosiaalitulojen hankinta työmaalle.
  - o Suojaus-, sähköistys-, palohallinta-, sosiaalitulojen materiaalien ja tarvikkeiden tilaus.
  - o Tarvittavan työmaakaluston litterointi ja hankinta työmaalle.

- Tarvittavan vuokrakaluston kilpailutus, litterointi ja hankinta työmaalle.
- Resurssien yhteensovittaminen
  - Urakoitsijapalaverit
- Logistiikkapalvelut
- Toimitusten laaduntarkkailu ja reklamointi
- Lähtölogistiikka
  - jätehuollon järjestäminen

### **Purkutyövaihe**

- Purkutyöaikataulu
  - jätehuollon järjestäminen (siirtoasikirjojen täytön vastuun siirtäminen kuljetusliikkeelle.)
- Välivarastointialueet purkumateriaaleille
- Työmaan siirrot iltatyönä
  - Ohjeet ja aikataulu ilta työryhmälle, joka käydään läpi ennen töiden aloitusta.
- Viikkoaikataulu rakennushissin käytöstä

### **Rakennustyövaihe**

- Hankinta-aikataulut isoista ja tahdistavista työvaiheista:
  - Kylpyhuoneiden lattiavalut
  - Kylpyhuoneiden koolaus ja levytys tai rappaus
  - Kylpyhuoneiden vesieristys ja laatoitus
  - Kylpyhuoneiden kalustus
  - Alakattotyöt
  - Lattia-asennukset
  - Tasoitus- ja maalaustyöt
  - Listoitus
  - Lisätyöt

- Materiaalimenekkiä litterointi ja seuranta eri työvaiheissa
- Toimitusten laaduntarkkailu ja reklamointi
- Resurssien yhteensovittaminen
  - o urakoitsijapalaverit
- Toimitusten varmistaminen, ”muistijälki”
- Logistiikkapalvelut
- Lähtölogistiikka
  - o jätehuollon järjestäminen

### **Loppuvaihe**

- Inventaario työmaan kalustosta
  - o litterointi
- Materiaalien tasaaminen alimmissa kerroksissa
- Toimitusten varmistaminen, ”muistijälki”
- Lähtölogistiikka

## 6 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää toimeksiantajayrityksen logististen haasteiden ja logistisen materiaalivirran hallintaa ahtailla korjaustyömailla. Tarkoituksena oli luoda toimiva strategia ahtaiden keskusta-alueiden työmaiden materiaalivirtojen suoraviivaistamiseksi sekä kehittää logistiikan riskienhallintaa, jolla luodaan kustannustehokkuutta ja kokonaisuutena työmaan vaiheistukseen. Työn tuloksena on kerätty työmaalogistiikan materiaalivirran hallintaan liittyviä kokonaisuuksia, joita olisi mahdollista hyödyntää saman kategorian vastaavilla työmailla.

Tutkimustyötä aloittaessani tulin tulokseen, että ahtaan työmaan materiaalivirtojen suunnittelulle ja tehostamiselle oli selvästi tarvetta nykyisessä ja tulevaisuudessa rakennushankkeissa. Opinnäytetyötä aloittaessani työmaalla vallinnut tilanne mahdollisti tulevien rakennustyövaiheiden materiaalivirtojen suunnittelun ja eri toimintatapojen kokeilun hankkeen edetessä. Työmaan materiaalivirtojen hallinta alkoi aukeamaan heti, kun asiaan suhtauduttiin strategisella näkemyksellä ja oikeanlaisella tahtotilalla. Työmaan toimituksia ei voi vain tilata ja toivoa, että ne saapuvat sovitusti ja ilman päällekkäisyyksiä muiden toimitusten kanssa. Oikeanlainen materiaalivirtojen hallinta vaatii työnjohdolta jatkuvaa suunnittelua, litterointia ja yhteistyötä muiden urakoitsijoiden kanssa. Työmaan logistiikan ja materiaalivirtojen suunnittelu ja sen laajuus tullaan jatkossa huomioimaan tarkemmin ja sen suunnitteluun käytetään rakennushankkeen eri vaiheissa enemmän resursseja.

Opinnäytetyössä käsiteltyä materiaalivirtaa peilataan toimeksiantajayrityksen käynnissä olevan työmaan As Oy Aninkaistenkatu 16:sta. Minulla ei ollut aikaisempaa kokemusta poikkeuksellisen ahtaan työmaan logistiikan hallinnasta. Pääsin vastaamaan logistiikan ja työmaan materiaalivirtojen organisoimisesta ja kehittämistä korjaushankkeen edetessä. Työmaan materiaalivirtojen hallinta kokonaisuutena oli erittäin silmiä avaava kokemus, jossa työnjohto pääsi jatkuvasti peilaamaan teoriaa käytäntöön ja yhdistämään niitä. Opinnäytetyön toteutus kokonaisuutena oli vaativa ja opettavainen prosessi, joka varmasti

auttaa tulevien haastavien ja ahtaiden työmaiden logistiikan suunnittelua, heti hankkeen alkuvaiheesta asti. Työ onnistui odotetusti ja antoi hyvän pohjan kehittää nykyisen ja tulevien työmaiden materiaalivirtojen hallintaa entisestään.

Opinnäytetyö rakentui yhdessä toimeksiantajan kanssa muotoonsa esimerkkityömaan pihan ahtauden ja haasteellisuuden vuoksi. Tehtävänanto muodostui tarpeesta kehittää nykyisen ja tulevien korjaushankkeiden logistiikkaa resurssi- ja kustannustehokkaaksi ja yhtenäistämään toimintatapoja yrityksen työnjohdon sisällä. Opinnäytetyön lopputuotoksena syntynyt logistinen toimintamalli on apuväline työnjohtajille logistiikkaa ja materiaalivirtoja suunniteltaessa ja toteutettaessa työmaille. Pohjassa on hyvät raamit, jotka muokkautuvat varmasti työmaakohtaisesti, mutta peruseriaate pysyy samana.

Opinnäytetyöprosessi käynnistyi käytännön merkeissä työmaalla, sillä aihe kokonaisuudessaan oli läsnä päivittäisessä työssäni työnjohtajana. Koulutukseni kursseilla rakennushankkeiden logistiikan käsittely jäi hyvin vähäiseksi, joten tiedon hankinta on jäänyt suurimmaksi osaksi itseni hoidettavaksi ja opittavaksi käytännön kautta. Toimeksiantajalta sain paljon tietoa, miten logistiikkaa on aikaisemmin toteutettu linjasaneeraustyömailla, mutta esimerkkityömaan kaltaista yhtä ahdasta työmaata ei ole aikaisemmin tullut vastaan.

Opinnäytetyön kirjoittaminen opetti prosessina ajan hallintaa, tiedon hakua ja ymmärtämistä, sekä edellämainittujen asioiden hyödyntämistä käytännössä. Prosessi oli kokonaisuudessaan opettavainen, josta on varmasti hyötyä jatkossa vielä kirjoittamisen jälkeen.

Opinnäytetyössä käytettyä tietoa yhdistettiin useista eri kohteista ja muutamilta eri henkilöiltä eheän kokonaisuuden saavuttamiseksi. Tieto itsessään oli eri muodoissa ja eri näkökulmista koottua, minkä vuoksi tiedon yhtenäistäminen sai aikaan ensimmäiset haasteet. Opinnäytetyössä löysin itseni huomioimasta asioita, jotka eivät alun perin vaikuttaneet relevanteilta työmaan materiaalivirran organisoimisen kannalta. Huomasin kuitenkin niiden liittyvän vahvasti materiaalivirtojen hallinnan kokonaisuuteen. Prosessissa on monta

vaihetta, jotka voivat epäonnistua ja aiheuttaa huomattavia kustannuksia ja vaikutuksia työmaalle aikataulun näkökulmasta.

Opinnäytetyössä käytettyjä materiaalivirtojen hallinnan menetelmiä todennäköisesti joutuu soveltamaan työmaakohtaisesti. Opinnäytetyöstä työnohtaja saa kuitenkin raamin onnistuneeseen materiaalivirtojen hallintaan ja suunnitteluun, joita muutetaan työmaakohtaisesti tarpeen vaatiessa. Logistiikan yhtenäistämiseksi työmailla on tarvetta ja toimintatapoja on yhtä monia kuin työnohtajiakin. Materiaalivirtojen hallintaa pystyy jatkuvasti parantamaan ja kehittämään omalla toiminnallaan. Materiaalivirta pitää sisällään paljon muutakin kuin tavaran tilauksen ja saapumisen työmaalle.

## Lähteet

Fira 2019. Urakkamuodot vertailussa- Valitse oikea toteutusmuoto rakennushankkeelle. Blogi 29.8.2019. <https://www.fira.fi/blog/valitse-oikea-toteutusmuoto-rakennushankkeelle-urakkamuodot-vertailussa/>.

Hokkanen, S. 2014. Johdatus logistiseen ajatteluun. Jyväskylä: Sho Business Development Oy.

Karelia. Opinnäytetyön eri muodot. Viitattu 17.3.2022. <https://libguides.karelia.fi/c.php?g=679019&p=4901221>.

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

Logistiikan maailma 2022. Tieto-, raha- ja materiaalivirrat. Viitattu 13.2.2022. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimitusketju/tieto-raha-ja-materiaalivirrat/>.

Mäkelä, T & Mäntynen, J & Vanhatalo, J. 2005. Logistiikka ja kuljetusjärjestelmät. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.

Pahkala, S. 2020. Logistiikka on sujuvaa materiaalitoimitusten hallintaa. Helsinki: Rakennustieto.

Palolahti T. 2014. Purkutyöt Ohjeita teettäjälle ja tekijälle. INFRA ry, Talonrakennusteollisuus ry

Rakennuspalvelu J. Martti & Co Oy 2022. Yritys. Viitattu 12.2.2022. <https://www.jmartti.fi/yritys>.

Ratu C2-0454. 2017. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Helsinki: Rakennustieto.

Ratu G-0295. 2006. Linjasaneeraus. Helsinki: Rakennustieto.

Ratu KI-6031. 2017. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: Mittaviiva Oy

Ratu S-1231. 2012. Korjausrakentamisen tuotannosuunnittelu. Helsinki: Rakennustieto.



Ratu 1214-S. 2005. Työmaan aputyöt ja huolto. Helsinki: Rakennusteollisuus RT ry

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

Ritvanen V. 2022. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Saarijärvi: Offset Oy

RT 69-11183. 2015. Rakentamisen jätehuolto. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Turku. Katujen ja viheralueiden käyttöluvut ja vuokraus. Viitattu 17.3.2022. <https://www.turku.fi/palvelut/katujen-ja-viheralueiden-kayttoluvat-ja-vuokraus>.

Wegelius-Lehtonen, T. 1996. Tehokkaat materiaalitöimitukset. Opas rakentamisen logistiikkaan. Helsinki: Kyriiri Oy.

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö, kierrätys ja jätehuolto. Viitattu 16.3.2022. [https://www.ymparisto.fi/fi-fi-rakentaminen/korjaustieto/rakennusmateriaalien\\_tietopankki/uudelleenkaytto\\_kierratys\\_ja\\_jatehuolto](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/rakentaminen/korjaustieto/rakennusmateriaalien_tietopankki/uudelleenkaytto_kierratys_ja_jatehuolto).

Ympäristöosaava, Viitattu 16.3.2022, Jätehuolto, <https://www.ymparistoosaava.fi/rakennusala/index.php?k=22807>.

RT 16-10660. 1998. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. Helsinki: Rakennustieto.

Ratu 1211-S. 2004. Nostot ja siirrot. Helsinki: Rakennustieto.



## Nostotyösuunnitelma

### NOSTOTYÖSUUNNITELMA

Nostettava taakka:	Suunnitelman laatijat:
Pvm:	

Suunnitelmaan liitetään piirustuksia tarpeen mukaan.

Nostettavan taakan paino	
Nostettavan taakan painopiste	
Nostokohdat	
Nostopaikat ja -suunnat	
Käytettävät nostomenetelmät, -laitteet ja -apuvälineet	
Noston olosuhteet	
Tarvittavat maapohjan tai eri rakenteiden vahvistukset	
Nostotyön vaiheet ja ajoitukset	
Henkilöstön opastuksen ja ohjeiden tarve	
Tarvittavat turvallisuustoimenpiteet esim. suojavyöhykkeet, varottavat sähköjohdot ym.	
Vastuuhenkilöt	

## Perustusvaiheen hankinnat

Vuokrahinnasto muuttuvia kustannuksia varten  
Työmaa: As Oy Aninkaistenkatu 16

Hinnasto hinta ALV =0%

Tuote	määrä	vuokraamohinta €kk/kpl	hinta yhteensä vuokraamosta €kk	alennettu hinta 85 % vuokrahintaan €kk/kpl	alennettu vuokrahinta yhteensä €kk
<b>Rakennuskoneet - betonointikalusto</b>					
Paljuasekotiin 80-120 l	2				
Väpökonet	3				
<b>Rakennuskoneet - pumput</b>					
pienet oppopumput	0				
<b>Rakennuskoneet - mittaus- ja tutkimusvälineet</b>					
Tasolaser	1				
Röytäaser	4				
Poraukokohtain, lähtö ja vastaanotin	1				
Eläisyysmittari	2				
Pintakosteusmittari	1				
<b>Rakennuskoneet - pora- ja piikkaukukalusto</b>					
Poravaara 500-800 W (Hilti TE 7 tai vastaava)	3				
Poravaara yli 1000 W (Hilti TE-80 tai vastaava)	1				
Piikkaukukone yli 1500 W (Hilti TE-1000)	2				
Herkkilyöntiset akkuvälärinnet ja -porakoneet	8				
Pöytä, teräsi jne ssa- PJJU					
<b>Rakennuskoneet - hiomakoneet ja jyrsimet</b>					
Kulmahiomakone 230 V, pieni	1				
Kulmahiomakone 230 V, iso	1				
Akkukulmahiomakone 18 V	4				
Timarthiomakone 230 V 125mm	1				
Urjain 230 V	1				
Kalkaisu- ja hiontakone (Multimaster)	6				
<b>Rakennuskoneet - nauhas- ja kiinnityskalusto</b>					
Pinosauhin	2				
Hakosauhin	2				
Väestelysauhain ilmanpaine tai akku	3				
<b>Rakennuskoneet - sahat, sirkkelit ja leikkurit</b>					
Työmasasirkkeli 230 V / 400 V	2				
Jinasirkkeli, terin kallistussäädöllä (sis. Jalusta)	3				
Jinasirkkeli, akkukäyttöinen, terin kallistussäädöllä	2				
Käsinsirkkeli akku 18 V	3				
Käsinsirkkeli 230 V	1				
Puukkosaha, akkukäyttöinen 18 V	4				
Puukkosaha 230 V	2				
Kuviosaha akkukäyttöinen 18 V	4				
Käsikäyttöinen akku 18V	2				
Timarthiekkuri 300mm 230 V	1				
Messapuristin 18 V	2				
<b>Rakennuskoneet -siivous ja pesukalusto</b>					
Teollisuusimuri, 1200-1500 W	6				
Teollisuusimuri, 2000-2500 W	1				
Teollisuusimuri yli 2500 W HEPA	1				
<b>Kompressorit, paineilma- ja louhintakalusto</b>					
Painekompressorit ja paineilmaletkut	2				
<b>Sähköistyys, valaistus, lämmitys ja kuivaus</b>					
Alakeskus 16 A	10				
Alakeskus 32 A	7				
Alakeskus 63 A	0				
Jalkojhto 10/16 A / 230 V 10 m	105				
Jalkojhto 16 A / 400 V 10 m	6				
Jalkojhto 32 A / 400 V 10 m	28				
Jalkojhto 63 A / 400 V 10 m	2				
Led työmaavalaisin ketjutehtävä poiju 230 V	150				
Led valonauha 50m	3				
Lämpöpuhallin 2-3 kW, 230 V	8				
Lämpöpuhallin 9 kW, 400 V	4				
<b>Tilat, kortit ja telineet</b>					
Työmaatoimisto	4				
Levyntuuletusvaunu	1				
<b>Muut (sisältyy PJJU-pakkioon)</b>					
Sulot	30				
2-akseliset kikkaat	8				
3-akseliset kikkaat	8				
A-kikkaat	8				
Teliseksooppit	250				
Porrasaujal	300				
Nokkakäärät	2				
Pumppukäärät	1				
<b>Yhteensä kaikki</b>					
			<b>€kk/vuokraamon lata- hinta</b>	<b>€kk/muuttuvin kuutan- rukain</b>	

## Purkutyoaikataulu

Purkutyo aloitus 2.2.2022		Purkumiehet kpl: 9				
<b>Kerros 7</b>	<b>Kylpyhuoneen purku alkaa</b>	<b>Kylpyhuoneen purku valmis</b>	<b>Huoneiston roilotukset alkaa</b>	<b>Roilotukset valmiina</b>	<b>Asunto tyhjä jätteistä</b>	<b>2.2-9.2.2022</b>
44	2.2.2022	3.2.2022	4.2.2022	4.2.2022	4.2.2022	
43	2.2.2022	3.2.2022	4.2.2022	4.2.2022	4.2.2022	
42	2.2.2022	3.2.2022	4.2.2022	4.2.2022	4.2.2022	
41	2.2.2022	3.2.2022	4.2.2022	4.2.2022	4.2.2022	
40	4.2.2022	7.2.2022	8.2.2022	8.2.2022	8.2.2022	
39	4.2.2022	7.2.2022	8.2.2022	8.2.2022	8.2.2022	
38	4.2.2022	7.2.2022	8.2.2022	8.2.2022	8.2.2022	
<b>Kerros 6</b>	<b>Kylpyhuoneen purku alkaa</b>	<b>Kylpyhuoneen purku valmis</b>	<b>Huoneiston roilotukset alkaa</b>	<b>Roilotukset valmiina</b>	<b>Asunto tyhjä jätteistä</b>	<b>11.2-17.2.2022</b>
44	2.2.2022	3.2.2022	4.2.2022	8.2.2022	8.2.2022	
43	2.2.2022	3.2.2022	4.2.2022	8.2.2022	8.2.2022	
42	2.2.2022	3.2.2022	4.2.2022	8.2.2022	8.2.2022	
41	2.2.2022	3.2.2022	4.2.2022	8.2.2022	8.2.2022	
40	4.2.2022	7.2.2022	8.2.2022	11.2.2022	11.2.2022	
39	4.2.2022	7.2.2022	8.2.2022	11.2.2022	11.2.2022	
38	4.2.2022	7.2.2022	8.2.2022	11.2.2022	11.2.2022	
<b>Kerros 5</b>	<b>Kylpyhuoneen purku alkaa</b>	<b>Kylpyhuoneen purku valmis</b>	<b>Huoneiston roilotukset alkaa</b>	<b>Roilotukset valmiina</b>	<b>Asunto tyhjä jätteistä</b>	<b>21.2-24.2.2022</b>
44	2.2.2022	3.2.2022	4.2.2022	9.2.2022	9.2.2022	
43	2.2.2022	3.2.2022	4.2.2022	9.2.2022	9.2.2022	
42	2.2.2022	3.2.2022	4.2.2022	9.2.2022	9.2.2022	
41	2.2.2022	3.2.2022	4.2.2022	9.2.2022	9.2.2022	
40	4.2.2022	7.2.2022	8.2.2022	16.2.2022	16.2.2022	
39	4.2.2022	7.2.2022	8.2.2022	16.2.2022	16.2.2022	
38	4.2.2022	7.2.2022	8.2.2022	16.2.2022	16.2.2022	
<b>Kerros 4</b>	<b>Kylpyhuoneen purku alkaa</b>	<b>Kylpyhuoneen purku valmis</b>	<b>Huoneiston roilotukset alkaa</b>	<b>Roilotukset valmiina</b>	<b>Asunto tyhjä jätteistä</b>	<b>1.3-4.3.2022</b>
44	2.2.2022	3.2.2022	4.2.2022	11.2.2022	11.2.2022	
43	2.2.2022	3.2.2022	4.2.2022	11.2.2022	11.2.2022	
42	2.2.2022	3.2.2022	4.2.2022	11.2.2022	11.2.2022	
41	2.2.2022	3.2.2022	4.2.2022	11.2.2022	11.2.2022	
40	4.2.2022	7.2.2022	8.2.2022	21.2.2022	21.2.2022	
39	4.2.2022	7.2.2022	8.2.2022	21.2.2022	21.2.2022	
38	4.2.2022	7.2.2022	8.2.2022	21.2.2022	21.2.2022	
<b>Kerros 3</b>	<b>Kylpyhuoneen purku alkaa</b>	<b>Kylpyhuoneen purku valmis</b>	<b>Huoneiston roilotukset alkaa</b>	<b>Roilotukset valmiina</b>	<b>Asunto tyhjä jätteistä</b>	<b>9.3-12.3.2022</b>
44	2.2.2022	3.2.2022	4.2.2022	15.2.2022	15.2.2022	
43	2.2.2022	3.2.2022	4.2.2022	15.2.2022	15.2.2022	
42	2.2.2022	3.2.2022	4.2.2022	15.2.2022	15.2.2022	
41	2.2.2022	3.2.2022	4.2.2022	15.2.2022	15.2.2022	
40	4.2.2022	7.2.2022	8.2.2022	24.2.2022	24.2.2022	
39	4.2.2022	7.2.2022	8.2.2022	24.2.2022	24.2.2022	
38	4.2.2022	7.2.2022	8.2.2022	24.2.2022	24.2.2022	
<b>Kerros 2</b>	<b>Kylpyhuoneen purku alkaa</b>	<b>Kylpyhuoneen purku valmis</b>	<b>Huoneiston roilotukset alkaa</b>	<b>Roilotukset valmiina</b>	<b>Asunto tyhjä jätteistä</b>	<b>17.3-20.3.2022</b>
9	15.2.2022	16.2.2022	17.2.2022	17.2.2022	17.2.2022	
8	15.2.2022	16.2.2022	17.2.2022	17.2.2022	17.2.2022	
7	15.2.2022	16.2.2022	17.2.2022	17.2.2022	17.2.2022	
6	15.2.2022	16.2.2022	17.2.2022	17.2.2022	17.2.2022	
5	24.2.2022	28.2.2022	1.3.2022	1.3.2022	1.3.2022	
4	24.2.2022	28.2.2022	1.3.2022	1.3.2022	1.3.2022	
3	24.2.2022	28.2.2022	1.3.2022	1.3.2022	1.3.2022	
<b>Kerros 1</b>	<b>Kylpyhuoneen purku alkaa</b>	<b>Kylpyhuoneen purku valmis</b>	<b>Huoneiston roilotukset alkaa</b>	<b>Roilotukset valmiina</b>	<b>Asunto tyhjä jätteistä</b>	<b>28.3-31.3</b>
2	17.2.2022	18.2.2022	21.2.2022	21.2.2022	21.2.2022	
1	17.2.2022	18.2.2022	21.2.2022	21.2.2022	21.2.2022	

## Lisätyöaikataulu

		Nimetön												Aikataulu						
Hier	Nimi	Kesto	Alku	Loppu	2022															
					7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
					Heinäk.	Helmik.	Maalis.	Huhtik.	Toukok.	Toukok.	Toukok.	Toukok.	Toukok.	Toukok.	Toukok.	Toukok.	Toukok.	Toukok.	Toukok.	Toukok.
1 -1	7. krs asunnot (38,39)	25 pv	25.02.22	31.03.22			1													
2	1.1 Tasote ja maalausyöt asunnoissa	6 pv	21.03.22	28.03.22			1.1													
3	1.2 Keitto tiirtu toimittajalla viimeistään	1 pv	25.02.22	25.02.22			1.2													
4	1.3 Kalusteet tontille	1 pv	24.03.22	24.03.22			1.3													
5	1.4 Kalusteiden haalaus	1 pv	24.03.22	24.03.22			1.4													
6	1.5 Keittiöasennus sovittu viimeistään	1 pv	07.03.22	07.03.22			1.5													
7*	1.6 Keittiöasennus (38,39) KOSKISSET	2 pv	28.03.22	29.03.22			1.6													
8*	1.7 Lattia asennus sovittu viimeistään KOSKISSET	1 pv	07.03.22	07.03.22			1.7													
9	1.8 Lattiamateriaalit tiirtu	1 pv	07.03.22	07.03.22			1.8													
10	1.9 Lattiamateriaalit tontilla	1 pv	24.03.22	24.03.22			1.9													
11	1.10 Lattia materiaalien haalaus	1 pv	24.03.22	24.03.22			1.10													
12	1.11 Lattiaaotosten asennus (39)	1 pv	25.03.22	25.03.22			1.11													
13	1.12 Lattia asennus luhkatammi (38)	1 pv	28.03.22	28.03.22			1.12													
14	1.13 Lattia asennus (43,41)	1 pv	29.03.22	29.03.22			1.13													
15	1.14 Sähkötyöt	1 pv	30.03.22	30.03.22			1.14													
16	1.15 Pukkiyöt	1 pv	29.03.22	29.03.22			1.15													
17	1.16 Vaihinnan materiaalit tontilla	1 pv	24.03.22	24.03.22			1.16													
18	1.17 Vaihinnan materiaalien haalaus	1 pv	24.03.22	24.03.22			1.17													
19	1.18 Vaihinnan laatuoloselvityn asennus (38,39)	1 pv	29.03.22	29.03.22			1.18													
20	1.19 Loppusivous	1 pv	31.03.22	31.03.22			1.19													
21	1.20 Iiselleluovutus ja viimeistely	1 pv	31.03.22	31.03.22			1.20													
23 -2	6. krs asunnot (34,31)	26 pv	04.03.22	08.04.22			2													
24	2.1 Tasote ja maalausyöt asunnoissa	6 pv	29.03.22	05.04.22			2.1													
25	2.2 Keitto tiirtu toimittajalla viimeistään	1 pv	04.03.22	04.03.22			2.2													
26	2.3 Kalusteet tontille	1 pv	31.03.22	31.03.22			2.3													
27	2.4 Kalusteiden haalaus	1 pv	31.03.22	31.03.22			2.4													
28	2.5 Keittiöasennus sovittu viimeistään	1 pv	16.03.22	16.03.22			2.5													
29	2.6 Keittiöasennus (34,31)	1 pv	06.04.22	06.04.22			2.6													
30	2.7 Lattia asennus sovittu viimeistään	1 pv	16.03.22	16.03.22			2.7													
31	2.8 Lattiamateriaalit tiirtu	1 pv	16.03.22	16.03.22			2.8													
32	2.9 Lattiamateriaalit tontilla	1 pv	31.03.22	31.03.22			2.9													
33	2.10 Lattia materiaalien haalaus	1 pv	31.03.22	31.03.22			2.10													

Laatinut :

Päivitetty : 16.03.22

Sivu 1/5

# Hankinta-aikataulu, kylpyhuoneet

