



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Björn Mattsson

Maanalaisen työmaan logistiikan hallinta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Tutkinto-ohjelman nimi

Mestarityö

28.8.2020

Tekijä Otsikko	Björn Mattsson Maanalaisen työmaan logistiikan hallinta
Sivumäärä Aika	61 sivua + 3 liitettä 28.8.2020
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine	Talonrakennustekniikka
Ohjaajat	Vastaava mestari Jari Kanerva Työpäällikkö Vesa Välimaa Lehtori Anu Ilander
<p>Opinnäytetyön tilaajana toimii YIT Suomi Oy. Opinnäytetyön aiheena oli tutkia maanalaisen työmaan logistiikkaa ja miten sitä voidaan hallita ja tehostaa työmaatasolla. Opinnäytetyö tehtiin Kaitaan metroaseman työmaalle ja lisäksi hyödynnettiin Soukan aseman metrotyömaata selvittäen logistiikan tehostamista ja kehittämistä. Maanalaisen työmaan logistiikassa on paljon pieniä muuttuvia asioita, jotka täytyy ottaa päivittäin huomioon logistiikan hallinnassa ja suunnittelussa, koska maanalaiset tilat ovat runkovaiheen jälkeen erittäin rajalliset ja ahtaat.</p> <p>Opinnäytetyö rajattiin työmaan runkovaiheen jälkeiseen logistiikan kehittämiseen ja päivittäiseen hallintaan työmaan aikana. Logistiikan hallinnalla saadaan selkeä käsitys työmaan tavaraliikenteestä ja sujuva logistiikka on suuri markkinaetu yritykselle. Rakennustyömaan toimivalla logistiikalla ja sen ohjaamisella voidaan ehkäistä materiaalihävikkiä, kustannuksia, sekä niin tavarantoimittajien, työntekijöiden, että työnjohtajien hukka-aikaa. Lisäksi toimivalla logistiikalla voidaan vaikuttaa myös työmaan yleisjärjestykseen, siisteyteen ja turvallisuuteen, sekä materiaalitehokkuuteen.</p> <p>Opinnäytetyössä selvitetään työmaan logistiikan kehittämistä tutkimalla aiheeseen liittyvää kirjallisuutta, verkkosivuja, ohjelmistoja, sekä toteuttamalla haastatteluita logistiikkaa hoitaville tahoille. Tämän tutkimuksen perusteella on tarkoitus antaa tilaajayritykselle tietoa, mitä työmaalla tulee ottaa huomioon maanalaisen työmaan logistiikassa ja, miten eri toimintatavat toimivat eri tilanteissa parhaiten.</p>	
Avainsanat	Logistiikka, maanalainen työmaa, tunnelityömaa

Author Title	Björn Mattsson Managing Underground Site Logistics
Number of Pages Date	61 pages + 3 appendices 28.8.2020
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Management
Professional Major	Building Construction
Instructors	Jari Kanerva, Project Manager Vesa Välimaa, Construction Manager Anu Ilander, Senior Lecturer
<p>The study was commissioned by YIT Suomi Oy. The subject of the thesis was to study the logistics of an underground construction site and how it can be managed and made more efficient at the construction site. The study was done on the worksite of Kaitaa metro station and in addition the site at Soukka metro station was utilized, explaining the efficiency and development of logistics. There are a lot of variables in the logistics of an underground construction site that need to be taken into account on a daily basis in logistics management and planning because the underground facilities are very limited and cramped after the frame phase.</p> <p>The study was limited to the development of logistics after the frame phase of the construction site and daily management during the construction site. Logistics management provides a clear understanding of site freight traffic and smooth logistics is a major market advantage for the company. With effective logistics on the construction site material loss, costs, and wasted time for suppliers, employees, and foremen can be prevented. In addition, efficient logistics can also affect the public order, cleanliness and safety of the site, as well as material efficiency.</p> <p>The study examines the development of site logistics with the help of related literature, websites, software, and interviews conducted with logistics personnel. The purpose the study is to provide information to the subscriber company on what should be taken into account at the construction site in the logistics of the underground construction site and how different operating methods works best in different situations.</p>	
Keywords	Logistics, underground worksite, tunnel worksite

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Taustat ja tavoitteet	1
1.2	Työmaakohde	2
1.3	Tutkimusmenetelmät	3
1.4	Lopputuloksen hyödyntäminen	5
2	Tavoitteena toimiva maanalainen työmaa	6
3	Logistiikka rakennustyömailla	7
3.1	Logistiikan osa-alueet	7
3.2	Jätehuolto	9
3.3	Aluesuunnitelma	12
4	Maanalaisen työmaan erityispiirteet	17
4.1	Vaikutukset logistiikkaan	17
4.2	Ahtaiden tilojen huomiointi	19
4.3	Maanalaisen työmaan olosuhteet	20
5	Maanalaisen työmaan kalusto	21
5.1	Kuormien vastaanoton suunnittelu	21
5.2	Siirrot	26
5.2.1	Logistiikka maan päällä	26
5.2.2	Maanalaisen työmaan kalusto	27
5.2.3	Kuljetukset maan alle	34
5.2.4	Vaakasiirrot	35
5.2.5	Pystysiirot	36
6	Työmaavarastointi	39
6.1	Työmaavarastointi maan päällä	40
6.2	Työmaavarastointi maan alla	42

6.3	Varastointi työpisteessä	43
6.4	Ulkopuoliset varastointimahdollisuudet	44
7	Logistiikan hallinnan työkalut	46
7.1	Last Planner	46
7.2	Viikkopalaverit	47
7.3	Selaimella toimivat logistiikkaohjelmat	49
7.4	Viestintäsovellukset apuvälineenä	49
8	JOT periaate	51
9	Oma pohdinta ja kehitysideat	54
10	Yhteenveto	58
	Lähteet	60

Liitteet

Liite 1. Työnjohtajan muistilista toimituksien saapumista varten

Liite 2. Logistiikkakalenteri ja käyttöohje

Liite 3. Npl ohjelmiston esittely

Lyhenteet

Ajoneuvoyhdistelmä	Vetoajoneuvosta ja yhdestä tai useammasta perävaunusta koostuva ajoneuvojen yhdistelmä.
Haalaus	Haalaus on usein käytetty ammattitermi, jolla tarkoitetaan suuren, painavan tai muuten hankalan muotoisen kuorman liikuttamista.
Haalausaukko	Työnaikainen, tai purettu aukko, jonka kautta tavara siirretään. Uudistyömailla haalausaukot ovat usein työnaikaisia, jotka ummistetaan ennen rakennuksen valmistumista.
Haalausreitti	Toimitettavan tavaran suunniteltu kuljetusreitti toimituksesta tai varastosta työpisteelle tai sen läheisyyteen. Reitillä voi olla useita vaaka tai pystysirtoja.
IVKH	Ilmanvaihdon konehuone.
JOT	Ajattelumalli, joka on lyhenne sanoista juuri oikeaan tarpeeseen.
Kuormausnosturi	Kuorma-auto, joka on varustettu kuormausnostimella. Työmaakielellä myös puhutaan hiab-autoista. Hiab on valmistaja, joka on kehittänyt maailman ensimmäisen kuormausnosturin vuonna 1944.
Logistiikkakolmio	Käsite, jolla tarkoitetaan tulologistiikkaa, sisälogistiikkaa ja lähtölogistiikkaa.
Pyöräkuormaaja	Pyöräkuormaaja on maa-aineksen tai muun irtomateriaalin siirtoon tarkoitettu kone.
RATU	Rakennustuotannon ammattilaisille tarkoitettu tietopankki RATU kortistot, jota ylläpitää Rakennustieto Oy.

Savupiippuefekti	Painovoimainen ilmanvaihto perustuu korkeus- ja lämpötila-erojen, sekä tuulen aiheuttamiin paine-eroihin, jolloin lämmin sisäilma pyrkii kevyempänä ylemmäs ulkoilmaan.
TATE	Talotekniikka.
TYL	Työyhteenliittymä. Tällä tarkoitetaan tämän opinnäytetyön tekstissä työyhteenliittymää YIT & ARE.
Täsmätoimitus	Toimitus, joka voidaan tilata työmaalle tarkalleen tietyn aikaikkunan aikana. Lisäksi tuotteet voivat olla pakattu ja merkitty sovitun toimituskohteen mukaisesti esimerkiksi asunto-kohtaisesti edellyttämällä tavalla.

1 Johdanto

1.1 Taustat ja tavoitteet

Tämän opinnäytetyön idea syntyi Kaitaan metroaseman työmaalla, jossa runkovaiheen jälkeinen työmaalogistiikka osoittautui haastavaksi lukuisien toimijoiden yhteensovittamisessa maanalaisten tilojen, sekä ahtaiden tilojen vuoksi. Tutkimus on rajattu koskemaan runkovaiheen jälkeistä ajankohtaa. Louhintatyöt ja runkovaiheen työt eivät sisälly tämän opinnäytetyön tutkimukseen. Maanalaiset työmaat ovat normaaleista maanpäällisistä työmaista poikkeavia, koska pääosa rakennustoiminnasta tapahtuu maan alla louhituissa ahtaissa ja rajoitetuissa kalliotiloissa. Tilanpuute ja ahtaat kulkutiet rajoittavat työmaan liikennettä merkittävästi ja ilman ohjattua logistiikkaa ja liikenteen rytmittämistä yhteentörmäykset eri osapuolien kesken on vain ajan kysymys.

Opinnäytetyö tehtiin YIT:n infrayksikölle IST:lle ja kohdetyömaana oli Kaitaan metroasema Espoossa. Tutkimuksessa vertaillaan ja tutkitaan osittain kahta samankaltaista YIT:n maanalaista metroasematyömaata, jotka ovat Kaitaa ja Soukka. Näiden kahden työmaan avulla koitetaan saada työmaalogistiikasta selkeämpi kuva, miten sitä voidaan tehostaa ja hallita maanalaisilla työmailla.

Nykypäivänä logistiikan rooli työmaalla on kasvamassa, koska esivalmistettujen tuotteiden määrä kasvaa jatkuvasti kehityksen myötä ja näitä hyödyntämällä voidaan työmaan rakennusaikaa lyhentää merkittävästi. Työmaan tehokkaaseen logistiikkaan vaikuttaa erikseen tehtävään valittu työnjohtaja, työmaatoimituksien ohjaamisen seuraaminen ja sovittaminen, materiaalitoimituksien valvonta, tehokas resurssien hyödyntäminen, turhan varastoinnin välttäminen ja logistiikan jatkuva suunnittelu työmaatasolla toimivien osapuolien kanssa.

Opinnäytetyössä tutkitaan logistiikan kannalta tärkeää tietoa, miten saapuvia tavaratoimituksia ja työmaaliikennettä voidaan hallita. Työmaalla täytyy ottaa huomioon esimerkiksi, mitä tavaraa on tulossa ja kuinka paljon, mihin tavara on menossa, mitä resursseja tulee varata, mitä reittiä tavaran kuljetus tapahtuu, tarvitaanko mahdollista varastointia itse työmaan alueella tai työmaan ulkopuolella.

YIT Suomi Oy on Suomen suurin ja myös Euroopan mittakaavalla merkittävä rakennusyhtiö. YIT:llä on toimintaa 11 maassa ja liiketoimintoalueina ovat asuinrakentaminen, toimitilat, kiinteistöt, infra, korjausrakentaminen, kunnossapito ja kiinteistösijoittaminen. YIT:llä on noin 10000 työntekijää 11 maassa. [18.]

1.2 Työmaakohde

Opinnäytetyön kohdetyömaana on Kaitaan metroasema, jonka toteuttaa työyhteistyö TYL, jossa YIT:n kanssa toisena yrityksenä toimii talotekniikan yritys ARE Oy. Työmaa käsittää kokonaisuudessaan

- metroaseman rakennukset
- huoltotunnelin ja sisäänkäynnin rakennustekniset työt
- tekniikkakuilujen rakennustekniset työt
- asemasta erillisen sisäänkäyntikuilun metroasemalle

Osa rakenteista on maan päällä kuten asemien sisäänkäynnit, mutta itse asemalaiturit ja muu aseman toimintaan liittyvät rakenteet ja toiminnot ovat maan alla kalliotilassa. YIT toteuttaa rakennustekniset työt ja ARE toteuttaa talotekniikan toteutuksen TYL sopimuksen mukaisesti. [7,15.]

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan osittain kahta samankaltaista metroasematyömaata keskenään. Länsimetro Oy on tilaajana kummassakin hankkeessa, ja rakennusurakat toteuttavat edellä mainitun TYL yritykset. Nämä kaksi kohdetta ovat hyvin samankaltaisia keskenään, mutta eroja löytyy esimerkiksi työmaiden aluesuunnitelmien, kulkureittien ja maanpäällisten asemien pinta-alojen suhteen ja logististen ratkaisujen suhteen. Kaitaan työmaalla työskentelee viikoittain noin 30-50 urakoitsijaa ja 100-160 työntekijää.

1.3 Tutkimusmenetelmät

Tämän opinnäytetyön tutkimusmenetelminä on hyödynnetty

- tutkimalla kirjallisia lähteitä logistiikasta
- haastattelemalla työmaakohteiden työnjohtajia ja työntekijöitä
- seuraamalla kahden samankaltaisen maanalaisen työmaan toimintaa ja logistiikkaa

Rakennustyömaiden logistiikasta on tehty paljon tutkimuksia ja kirjallisuutta, joita hyödynnetään tämän opinnäytetyön tutkimuksessa. Tutkimuksessa selvitetään mitä eri ratkaisuja ja toimintamenetelmiä voidaan parhaiten hyödyntää maanalaisen työmaan logistiikan hallinnassa, sekä esitellä näitä tapoja. Tutkimuksessa hyödynnetty kirjallinen materiaali koostuu logistiikan julkaisuista, rakennustiedon ylläpitämästä RATU kortistosta, sekä RYL tietokannasta. Tutkimuksessa on hyödynnetty lisäksi myös logistiikka-alan julkaisuja.

Tutkimuksessa käydään läpi arvokasta käytännön tietoa, jota kerätään haastattelemalla YIT:n työmaakohteiden työntekijöitä ja työnjohtajia, jotka ovat työskennelleet maanalaisilla työmailla, tai muuten logistisesti haastavissa kohteissa. Haastattelu lähetettiin sähköpostilla 15 työnjohtajalle ja paperiversiona kahdeksalle työntekijälle. Vastauksia saatiin yhteensä 14 työnjohtajalta ja työntekijältä. Haastattelut toteutettiin pääosin kysymyksistä koostuvalla lomakkeella, jonka avulla tutkimukseen on saatu tärkeitä käytännön toimintatapoja ja ohjeita. Kysymyksiä oli yhteensä 21kpl, sisältäen vapaavalintaisen vastausosuuden.

Kysymykset koskivat maanalaisten tai muuten haastavien työmaiden logistiikkaa, jonka aiheita olivat:

- logistiikan hallinnasta käytännön kokemuksia
- hallinnan työkalut ja sovellukset
- aliurakoitsijoiden logistiikan ohjaus

- työn suorittamisen menettelytavoista
- logistiikan kalustosta
- miten työmaan sijainti vaikuttaa logistiikkaan
- työmaa- ja ulkopuoliset varastointimahdollisuudet
- maan alaisen kohteen erityispiirteet
- miten YIT:llä on yleisesti järjestetty maan alaisten työmaiden logistiikka
- vapaavalintainen osio, jossa haastateltavat saivat kertoa vapaasti toimivista toimintatavoista logistiikkaan liittyen

Kyselyissä hyödynnettiin työnjohtajien lisäksi myös työntekijöitä, jotka ovat toimineet logistiikkatehtävissä maanalaisissa, tai muuten haastavissa kohteissa. Tämän avulla tutkimukseen on saatu tietoa myös työtä suorittavalta taholta ja ilman sitä hyödynnettävän tiedon määrä olisi ollut suppeampi ja haastatteluiden tuoman tiedon painoarvo olisi ollut pienempi. Tutkimuksessa haastateltiin:

- YIT:n vastaavia mestareita
- YIT:n työnjohtajia
- aliurakoitsijoiden logistiikkatyönjohtajia ja työpäällikköä
- aliurakoitsijoiden logistiikkatyöntekijöitä
- nosto- ja työkoneiden kuljettajia

Kaitaan ja Soukan metroasemien työmaita vertaillaan osittain keskenään logistiikan osalta, jotka ovat toteutukseltaan samankaltaisia, mutta logistiikan kannalta eritavoin toteutettuja. Tutkimuksen tavoitteena on tutkia ja löytää toimivia työmenetelmiä logistiikan osalta ja selvittää logistiikan hallinnan tehokkaimmat työkalut, joita voidaan hyödyntää vastaavilla maanalaisilla työmailla. Tutkimuksessa on otettu huomioon näiden kahden työmaan yleisjärjestelyt, logistiikan suunnittelu, toimivat logistiset ratkaisut, sekä eri toimenpiteet tämän koko kokonaisuuden hallinnoimiseksi.

1.4 Lopputuloksen hyödyntäminen

Tämän opinnäytetyön lopputuloksen tarkoituksena on kerätä ja yhdistää toimivia ratkaisuja logistiikan hallinnasta ja tehostamisesta maanalaisilta työmailta tilaajayrityksen käyttöön. Tässä opinnäytetyössä on esitelty erilaisia vaihtoehtoja logistiikan hallintaan, logistiikan kaluston valintaan ja itse logistiikkatyön toteuttamiseen ja tehostamiseen.

Sujuva työmaalogistiikka on merkittävä kilpailuetu rakennusalalla, joka kasvattaa merkitystään tulevaisuudessa merkittävästi. Logistiikkaan soveltuvia työkoneita on pystytty hyödyntämään tilaajayrityksen työmailla usein myös asennustöihin ja tämä vaikuttaa merkittävästi kustannuksien jakamiseen. Rakennusosia ja tuotteita valmistetaan nykyään entistä enemmän esivalmisteisina, jotka vaikuttavat työmaan logistiikkaan ja toimituksien vastaanoton suunnitteluun.

Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää tilaajayrityksen maanalaisten työmaiden suunnitteluvaiheessa ennen toteutusvaihetta ja työmaan tuotantovaiheen aikana, johon tämä tutkimus keskittyy. Tuloksia hyödyntämällä pystytään kartoittamaan kaluston ja muiden resurssien menekkiä toteutusvaiheessa, sekä arvioimaan täten mahdollisia kustannuksia.

2 Tavoitteena toimiva maanalainen työmaa

Logistiikka on merkittävä osa nykyajan rakentamista ja tehokkaasti hoidetun työmaan logistiikan jokainen huomaa viimeistään siinä vaiheessa, kun sitä eniten tarvitsee. Logistiikkaa ei tule pitää itsestäänselvyytenä, vaan se on myös työmuoto, joka palvelee kaikkea muuta rakennustyömaan toimintaa.

Logistisesti toimivan työmaan tunnusmerkkejä ovat

- työmaalogistiikkaan on erikseen nimetty työnjohtaja
- työmaaliikenteen ja työvaiheiden yhteensovitus on sujuvaa
- toimituksista on ilmoitettu hyvissä ajoin logistiikkatyönjohtajalle
- kuormien toimitukset saapuvat ajallaan sovitusti
- työmaalle varastoitu vain 1-2 viikon tarpeisiin varatut materiaalit
- siistit ja toimivat varastointimahdollisuudet ja järjestelmät
- materiaalien varastointi ja suojaukset ovat kunnossa
- logistiikkaan on varattu tarvittavat koneet ja resurssit
- työmaan yleisjärjestys on kunnossa

Työmaalla logistiikan hallinta on pettänyt pahasti, jos tavarantoimittajat joutuvat odottamaan työmaan ulkopuolella, kuormia joudutaan purkamaan kauas nostureista tai itse työkohteesta. Tästä seuraa väistämättä tilanne, että varastotilat ovat ääriään myöten täynnä rakennusmateriaaleja, tavaraa siirrellään työmaalla toisaalle useaan kertaan ja materiaalihukka, sekä materiaalivahingot kasvavat.

Kustannusten osalta moni olettaa logistiikan olevan pelkkä kuluerä, mutta voidaan olettaa, että vähentämällä pelkästään materiaalihukkaa ja työntekijöiden joutoajan määrää, voidaan säästää huomattavasti kustannuksia. Tehokkaammalla logistiikalla voidaan myös vähentää työmaalla tapahtuvaa jatkuvaa tavarantoimintaa merkittävästi, sekä ylläpitää työmaan yleisjärjestystä, jolla on myös merkitystä työturvallisuudelle ja työmaan yleisilmeelle.

3 Logistiikka rakennustyömailla

Nykyajan merkityksessä logistiikkakäsite on tullut käyttöön toisen maailmansodan aikana. Sodankäynti on itsessään suuri logistinen haaste, koska sodankäynnin aikana jouduttiin siirtämään valtavia määriä jalkaväkijoukkoja, materiaaleja, sotakalustoa, sekä ylläpitämään joukkojen huoltoa. Lisäksi huollon päätavoitteena on ollut siirtää joukoille varatut materiaalit oikeaan paikkaan oikeaan aikaan. [13.]

Nykyajan logistiikka käsite on varsin nuori, mutta se on ollut yritysten perustana erittäin kauan. Nykypäivän logistiikkakäsite on syntynyt kuvaamaan kuljetustalouden ja materiaalitalouden kuvaamiseen liittyviä koordinoitavitehtäviä. Suppeammin sanottuna logistiikka sanaa käytetään nykyään tavaroiden kuljetuksesta ja varastoinnista. Laajemmassa mittakaavassa logistiikka sana käsittää materiaalien, rahan ja tietovirran hallintaa, jonka osa-alueita ovat kuljetukset, toimitusketjujen hallinta, jakelu ja eri niihin liittyvien toimintojenohjaus. [6,4.]

3.1 Logistiikan osa-alueet

Logistiikka voidaan jakaa rakennustyömailla kolmeen eri osa-alueeseen, jotka ovat tulo-logistiikka, sisälogistiikka ja lähtölogistiikka. Nämä kolme osa-aluetta muodostavat logistiikkakolmion, joka käsittää kaikki työmailla käsiteltävät materiaalit. Jokainen näistä kolmesta osa-alueesta tulee olla tehokkaasti suunniteltu resurssien ja aikataulujen mukaan. Rakennustyömaan logistiikassa tulee huomioida, mitä tavaraa työmaalle on tulossa ja minne se on menossa. Maanalaisen työmaan erityisenä haasteena on myös materiaalien kuljetukset työpisteille maan alle. Lisäksi työmaan logistiikkakolmiossa tulee huomioida työmaan sisällä tapahtuvat siirrot, sekä työmaalta poislähtevät materiaalit. Työmaan kaikki materiaalit liikkuvat kuvan 2 osoittaman toimitusketjun tavoin.



Kuva 1. Toimitusketju, joka on jaettu kolmeen eri osa-alueeseen [6.]

Tulologistiikka käsittää rakennustyömailla

- materiaalien saapumisen ja vastaanoton
- kuormien purkamisen ja varastoinnin työmaalle
- kuormien saapumisen aikatauluttaminen ja resursointi
- materiaalien varastoinnin ja suojauksen

Tulologistiikassa kuorma voidaan purkaa maan päälle merkittyyn varastoon, maan alle lähelle työpistettä tai mahdollisesti työmaa-alueen ulkopuolelle erikseen sovitulle varastoalueelle. Kuorma tai toimitus voi myös mennä suoraan asennukseen toimituksesta, jolloin tulee huomioida asennuskohteen sijainti, asennukseen vaadittavat koneet ja

laitteet, sekä muut resurssit, esimerkiksi liikenteenohjaus tai kuorman purkuun vaadittavat nostokoneet. Tulologistiikassa tulee ottaa myös huomioon muu maanalaisen työmaan ajoneuvoliikenne. [2,6.]

Sisälogistiikka käsittää työmaalla

- eri materiaalien tai kuormien siirtämistä sisäisesti työmaa-alueella
- työmaalla syntyvien jätteiden kuljetukset
- kaluston, koneiden ja muun työmaan toimintaan liittyvien materiaalien kuljetukset

Lähtölogistiikkaan käsittää

- työmaalta pois lähtevät materiaalit, esimerkiksi työpisteillä syntyneet jätteet ja siihen liittyvä jätehuolto. Maanalaisessa hankkeessa jätehuolto on merkittävä osa lähtölogistiikkaa ja sen toiminnan tehostaminen ja ylläpitäminen pitää työmaan siistinä ja yleisjärjestyksen kunnossa
- tuotepalautuksia, vuokratun kaluston palautusta työmaalta, tai ylijäämämateriaalien siirtämistä varastoon

3.2 Jätehuolto

Maanalaisen työmaan sisälogistiikasta merkittävä osuus työajasta on varattava jätehuoltoon ja jätteiden kuljettamiseen jätepisteille. Materiaaleja kuljetetaan maan alle työpisteisiin ja varastoihin päivittäin ja sen seurauksena työskentelystä syntyvät jätteet ja hukkamateriaalit hoidetaan sisälogistiikan avulla työmaan jätepisteille lajitteluun. Jätehuollon merkitys kasvaa erityisesti ahtaissa kohteissa, koska ylimääräistä tilaa ei ole ja työmaan yleisjärjestys on erityisen tärkeää ylläpitää. [2,8.]

Maanalaisen työmaan jätehuollossa haastava osa on tuoda materiaalit maan pinnalle jäteastioihin. Normaalin työmaan tavoin jätteet tuodaan yleensä alaspäin rakennuksesta maanpinnalle jäteastioille, mutta maanalaisen työmaan kohdalla tämä on vasta yksi osa jätteiden kuljetusta työmaan sisällä. Jätteet ja ylijäämämateriaalien siirto maanalaisen

kohteen kerroksista täytyy kuljettaa runkovaiheen jälkeen ajoneuvoilla maan pinnalle, joka nostaa jätehuollon kustannuksia merkittävästi. Kaitaan metroasemalla on hyödynnetty asematason laiturialuetta jätehuollossa, jossa jätteet lajitellaan ja lastataan kuorma-auton kyytiin ja kuljetetaan maanpinnalle suurempiin roska-astioihin, joka on esitetty alla olevassa kuvassa.

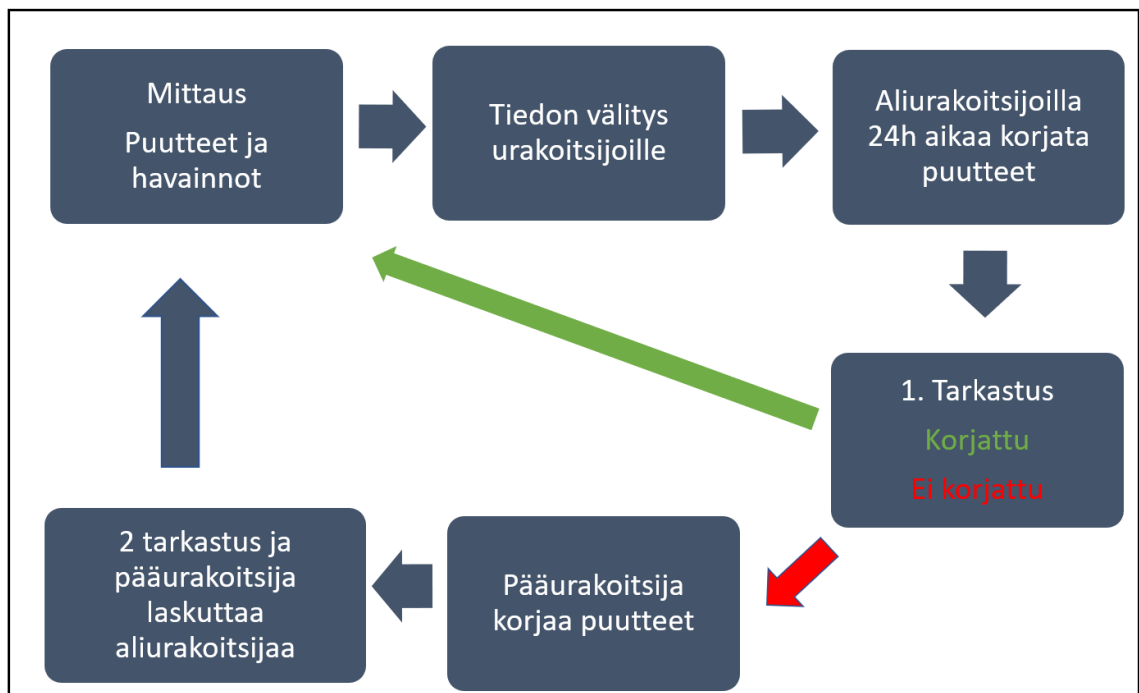


Kuva 2. Kaivinkone nostamassa tyhjät roska-astiat kuorma-auton kyydistä laiturialueelle, ja tämän jälkeen nostaa täydet roska-astiat kuorma-auton lavalle kuljetettavaksi maan pinnalle.

Jätehuollon tarkoituksena on poistaa kaikki jätteet työpisteiltä ja lisäksi ne materiaalit tai tarvikkeet, joille ei ole enää käyttöä työmaalla. Toimiva ja tehokkaasti hoidettu jätehuolto helpottaa työmaan yleisjärjestyksen ylläpitämistä, mutta se vaikuttaa myös koko logistiikkakolmion toimintaan haastavilla työmailla. Päivittäin toimivalla jätehuollolla on myös merkitys työmaan työturvallisuuteen, jolloin esimerkiksi turhia palokuormia voidaan poistaa työmaalta ja ahtaat kulkutiet pysyvät järjestyksessä ja liikenne työmaalla on sujuvampaa. [1,2,8.]

Soukan työmaalla on hyödynnetty tehokkaasti järjestyksen puutelistaa, eli JPL mittausta. Tämä mittaus toteutetaan samalla tavoin, kuin TR-mittaukset. Tällä menettelyllä pyritään mittaamaan työmaan yleisjärjestystä ja siisteyttä, sekä tuomaan korjattavat asiat kaikkien osapuolien tietoon. Mittauksen jälkeen jokaiselle urakoitsijalle lähetetään ohjelman avulla viesti korjattavista kohteista järjestykseen ja siivoukseen liittyen, jonka jälkeen urakoitsijalla on 24h aikaa korjata puutteet. JPL mittauksen prosessi on esitetty kuvassa 3.

24 tunnin jälkeen voidaan suorittaa ensimmäinen tarkastuskierros ja tarkastaa, onko urakoitsijat korjanneet omalle vastuulle kuuluvat tehtävät. Jos urakoitsijat ovat hoitaneet tehtävänsä kuntoon, niin tällöin asia on kunnossa ja JPL mittaus on onnistunut. Jos urakoitsija ei ole suorittanut tehtäväänsä annetussa ajassa, niin pääurakoitsija hoitaa tehtävän omilla työntekijöillään ja laskuttaa siitä urakoitsijaa. Tehtävään mennyt aika laskutetaan suoraan urakoitsijalta ja esimerkiksi Kaitaan asemalla minimi laskutusaika järjestyksen ylläpidosta, tai siivouksesta on yksi tunti.

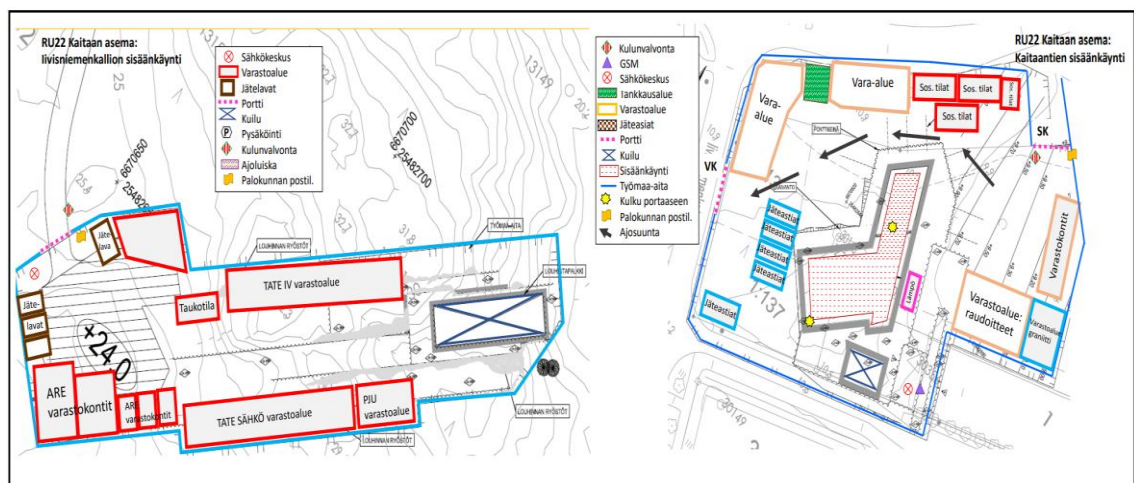


Kuva 3. JPL mittauksen prosessin kulku. [2,15.]

3.3 Aluesuunnitelma

Työmaiden aluesuunnitelmat suunnitellaan palvelemaan työmaatoimintoja sekä eri logistiikan osa-alueita koko hankkeen ajaksi. Aluesuunnitelmat muuttuvat usein työmaan rakennusvaiheiden mukana ja niiden päivittäminen ja seuraaminen ovat tärkeä seuranta-toimenpide logistiikan osalta. Aluesuunnitelmaa käytetään työmaalla osoittamaan kirjallisesti, miten eri työmaatoiminnot ovat sijoitettuna työmaalle.

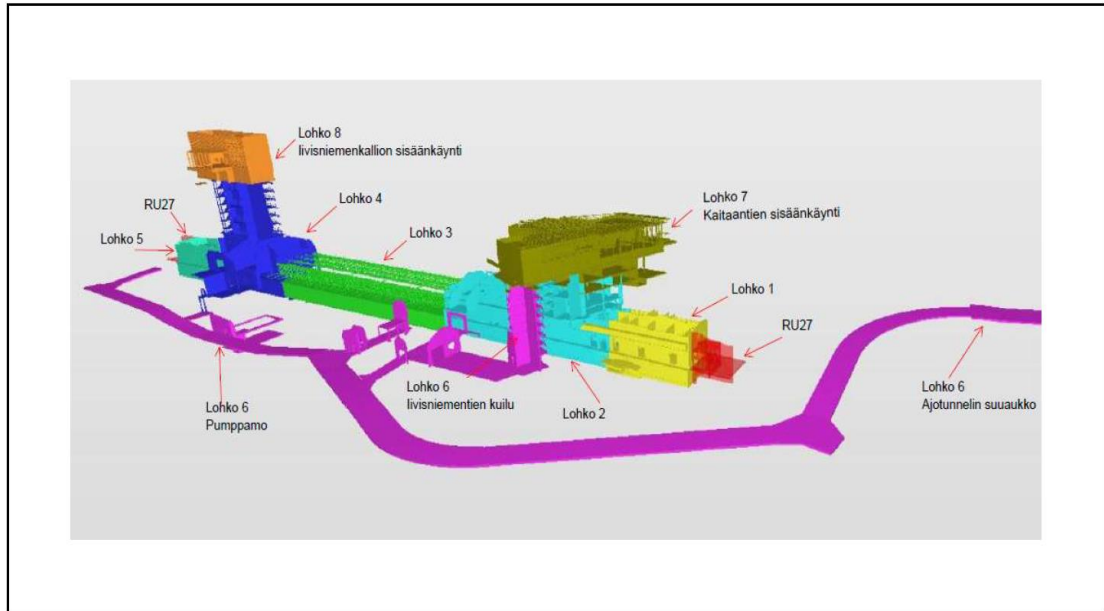
Aluesuunnitelmilla voidaan myös osoittaa urakoitsijoille varastoalueet, sekä ajoteiden mahdolliset kulkusuunnat. Aluesuunnitelmassa esitetään myös logistisesti tärkeät ratkaisut materiaalien varastointiin, kuormien vastaanotto ja purkupaikat, ajoreitit, siirtoreitit, sekä kulkuväylät. Alla olevassa kuvassa on esitetty Kaitaan työmaan aluesuunnitelmia kahdesta eri sijainnista. [2,9,10.]



Kuva 4. Kaitaan metrotyömaan aluesuunnitelma [15.]

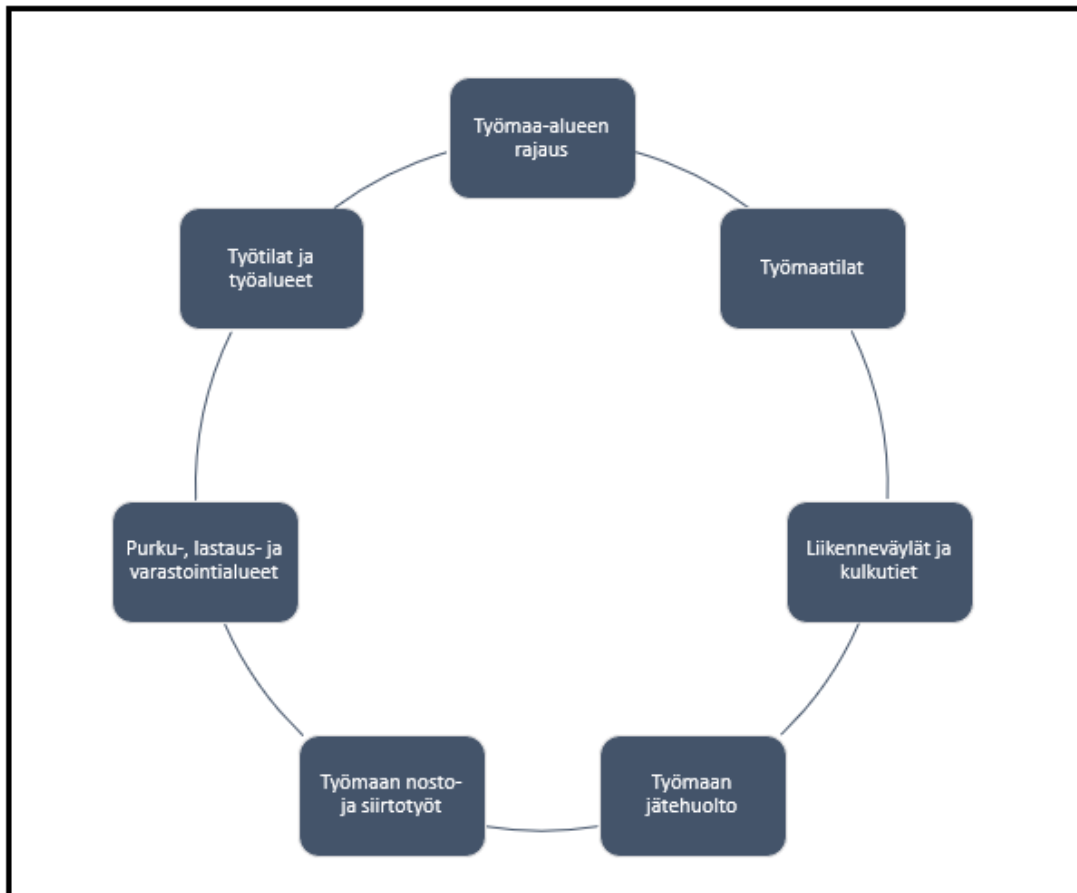
Kaitaan työmaasta on tehty myös lohkokartta, jossa työmaa on jaettu kahdeksaan eri lohkoon. Työmaan laajuuden vuoksi lohkojako on merkittävä logistiikan kannalta, koska tällä tavoin työmaalle saapuvia toimituksia voidaan ohjata suoraan oikealle lohkolle oikeaan kerrokseen. Lohkot ovat jaettu pituussuunnan mukaisesti viiteen eri lohkoon ja sisäänkäynnit, sekä huoltotunneli kolmeen lohkoon.

Työmaan asematasot ja työalueet koostuvat yhdeksästä ja tekniikkakuilut 15 kerroksesta. Kaitaan metroaseman maanalaiset tilat ovat noin 270 metriä pituudeltaan ja 25metriä leveydeltään. Lohkokartta on esitetty alla olevassa kuvassa. [15.]



Kuva 5. Kohdetyömaan lohkokartta [15.]

Aluesuunnitelma on logistiikan kannalta erittäin tärkeä koskien maanalaista työmaata, koska rakennusosat ja työmaan toiminnot, sekä kulkureitit muuttuvat jatkuvasti. Maanalaisten työmaiden erityispiirteinä ovat maanalaiset tilat, joita voidaan myös hyödyntää aluesuunnittelussa, joista tulisi tehdä myös erikseen aluesuunnitelmat maanpäällisten tilojen lisäksi. Tällä tavoin voidaan myös suunnitella varastointitilaa maan alta rakennusmateriaaleille, jotka tulisi suojata säävaikutuksilta tai mahdollisilta varkauksilta. Työmaan aluesuunnitelman muistilista logistiikan osalta on esitetty alla olevassa kuvassa. [8,10.]



Kuva 6. Aluesuunnitelman muistilista logistiikan näkökulmasta [10.]

- Työmaan liikenneväylät ja kulkutiet suunnitellaan palvelemaan niin työmaan henkilöstöä, kuin tavarantoimittajia. Työmaa-alueelle suunnitellaan toimivat kulkutiet jalankululle ja ajoneuvoille.
- Liikenneväylät maan päällä tulisi suunnitella siten, että ne ovat helposti ylläpidettävissä, riittävän leveät ja kantavat esimerkiksi elementtikuormille. Lisäksi tulisi erottaa jalankulku ja ajoneuvoliikenne toisistaan vaaratilanteiden välttämiseksi, sekä ottaa huomioon mahdollisesti työmaan ulkopuolinen liikenne. Maan alaiset väylät ovat jo suunniteltu louhinta-aikana toimiviksi, mutta niiden kunnossapito ja toiminta on varmistettava rakennusvaiheen aikana.
- Kaitaan ja Soukan työmaille kuljetaan ajoneuvoilla ajotunnelin suuaukosta, sekä maanpäällisille alueille suunniteltujen porttien kautta. Kuvassa 7 on esitetty

työmaan liikennettä varten hankitut liikennevalot ohjaamaan työmaaliikennettä tunnelin suuaukolla. [2,10,15,16.]



Kuva 7. Tunnelin suuaukolla työmaa-aikainen liikennevalo ohjaa työmaan ajoliikennettä huolto-tunneliin.

- Työmaan jätehuoltoa varten tulisi suunnitella jätteiden lajittelupisteet ja jäteastiat jokaiselle jätetyypille erikseen. Lisäksi jäteastioiden tyhjennystä varten tulisi varata riittävät tilat liikenneväylien läheisyydestä, jolloin jätekuormat saadaan mahdollisimman helposti kuljetettua jäteasemille. Jätehuollossa tulee ottaa huomioon jätteiden kuljetusreitit siten, että ne ovat tehokkaita käyttää ja haittaisivat työmaan muuta toimintaa mahdollisimman vähän. [2,10.]

Maanalaisen hankkeen kannalta tulisi huomioida jätteiden kuljetus asennuskohdeesta erikseen sovituille tyhjennyspisteille, josta jätteet kuljetetaan jäteastioihin kootusti. Työpisteet ovat usein monissa eri kerroksissa pääsääntöisesti maan alla, joten jäteastioiden sijoittaminen työmaalle tulee suunnitella muuttuvan työmaan mukaan. Jätelavat voidaan mahdollisesti tilan salliessa sijoittaa maan alle ja maan päälle erikseen merkityille paikoille, jolloin vältetään turhalta ajoneuvo-liikenteeltä ja jätteiden kuljetus jäteastioilta kierrätykseen olisi tehokasta. [2,10.]

- Työmaan nosto- ja siirtojärjestelyt suunnitellaan siten, että nosturi palvelisi työmaata mahdollisimman tehokkaasti ja nosturin sijainti olisi keskeinen työmaan aluesuunnitelmaan nähden. Henkilö- ja tavarahissien käyttäminen työmaalla on tehokasta ajan ja resurssien säästämisen kannalta. Työmaahisseillä voidaan kuljettaa suurehkoja toimituksia työmaalle ja myös poistaa jätteitä maan alta tehokkaasti maanpäällisille jätepisteille. Työmaalla voidaan käyttää rakennusai-kaista työmaahissiä tai mahdollisesti lopulliseen käyttöön tulevaa hissiä, mikäli tästä on erikseen sovittu. Työmaa-aikaisen hissin käytössä tulee suunnitella erityisesti hissin asennus ja purkuajankohdat työmaan muun toimintaan nähden. Lopullisten hissien käytöstä on aina sovittava erikseen tilaajan kanssa ja hissin pintojen suojaaminen on erityisen tärkeää mahdollisten kolhujen ja naarmujen ehkäisemiseksi. [2,10.]
- Kuormien purku ja lastaus tulee suunnitella aluesuunnitelmaan siten, että kuormien saapuminen vaikuttaisi työmaan muuhun toimintaan mahdollisimman vähän ja liikenne olisi sujuvaa työmaa-alueella. Urakoitsijoille tulisi varata aluesuunnitelmaan omat varastoalueet ja kuormien purkupaikat niiden läheisyyteen. Elementtikuormille tulisi varata purkualue mahdollisimman läheltä nosturia, muusta liikenteestä rajattuna. Tällöin elementit voidaan asentaa suoraan kuormasta välttäen muun työmaatoimintojen yläpuolelta nostamista. [2,9,10.]
- Varastoalueet tulisi sijoittaa lähelle työmaan liikenneväyliä, siten että pääsy olisi mahdollista jalan, sekä ajoneuvoilla. Varastointialueet tulee aidata työmaan ulkopuolisilta varkauksien ja ilkivallan takia. Varastoinnissa voidaan hyödyntää varastokontteja, kevytsuojia ja katoksia. [2,9,10.]

4 Maanalaisen työmaan erityispiirteet

Maanalaiset työmaat ovat luonteeltaan samankaltaisia, kuin maan päällä sijaitsevat työmaat, mutta niistä ilmenee lukuisia erityispiirteitä, jotka täytyy ottaa huomioon työmaan hallinnassa. Maanalaisessa rakennushankkeessa tulisi välttää turhaa liikennettä maan alla, sekä vähentää ja ylimääräisiä materiaaliirroja maan alle. Tämä voidaan toteuttaa ennakkosuunnittelulla, sekä työvaiheiden yhteensovittamisella eri osapuolien ja toimijoiden kesken. [2.]

Kaitaan ja Soukan metroasemilla on vain yhdet sisäänkäynnit ajoneuvoliikenteelle. Tämä vaikuttaa merkittävästi logistiikkaan, koska liikennettä maan alle on paljon. Useissa maanalaisissa parkkiloolissa on useimmiten useampia ajotunneleita ja tämä helpottaa liikennöintiä logistiikan osalta. Tunnelin sisäänkäyntiaukon työt tulisi sijoittaa ilta/yöaikaan, jolloin se häiritsee muuta liikennettä mahdollisimman vähän. Kaitaan asemalla nämä työt on toteutettu iltaisin kello 18.00 jälkeen tai viikonloppuisin. Liikennekatkoksisista ilmoittaminen tulee tehdä hyvissä ajoin kaikille urakoitsijoille ja ajotunneleita käyttäville muille osapuolille. [2,15.]

4.1 Vaikutukset logistiikkaan

Maanalaisissa hankkeissa erityinen piirre on kohteen rajattu tila, joka on louhittu tai kaivettu maan alle. Työmaalla työskentelevien koneiden työskentelyalueet ja mahdolliset koneiden kääntösaiteet ovat rajatut, joka vaikuttaa työkoneiden koon valintaan merkittävästi maanalaisilla työmailla. Isoilla ja nopeilla työkoneilla ei ole mitään vaikutusta logistiikan nopeuttamiseen, jos työkone ei itsessään mahdu työskentelemään maanalla tai vastaavissa olosuhteissa. [2.]

Maanalaisen työmaan työmaaliikenne ja kuljetukset maan alle tapahtuvat useimmiten huoltotunnelia pitkin. Saapuvien tavarakuormien liikenne tulee ohjata ja aikatauluttaa siten, ettei maan alle synny ruuhkaa tai tilanteita, joissa kuorma-autot joutuisivat peruuttamalla väistämään tunnelista poistuvia ajoneuvoja. Tätä varten maanalaisille työmaille asennetaan usein työmaa-aikaiset liikennevalot, joilla hallitaan liikennettä ajotunneleissa. Toimituksia suunnitellessa maanalle tulee myös huomioida ajoneuvojen kulkusuunta ja kuorman purkumahdollisuudet ahtaissa tiloissa. Tavaratoimitukset saattavat

olla niin suuria ja pitkiä, että ajoneuvojen saapuminen työmaalle joudutaan suunnittelemaan toisen työmaan kautta, koska kuorma-autot eivät mahdu kääntymään ahtaissa mutkissa vaan kulkureitit ja ajoreitit ovat pidettävä mahdollisimman suorina ja yhtenäisinä. Alla olevissa kuvissa on esitetty ratatunnelin ja huoltotunnelin ajoväyliä työmaan aikana. Ratatunnelissa mahtuu kulkemaan vain yksi ajoneuvo tai työkone kerrallaan, jonka takia liikenteen rytmittäminen on erittäin tärkeää. [2,15.]



Kuva 8. Vasemmanpuoleisessa kuvattuna ratatunneli ja oikeanpuoleisessa kuvattuna huoltotunneli.

Toinen merkittävä erityispiirre on maanalaisten työmaiden vaaka ja pystysirrot ja niiden etäisyydet purkupaikalta lopulliseen asennuspaikkaan nähden. Voidaan puhua myös haalausreiteistä, joita työmaalla hyödynnetään tavaran siirtämisessä esimerkiksi varastoalueelta työpisteelle. Vaaka ja pystysirroissa logistiikkatyötä voidaan tehostaa esimerkiksi sähkötrukeilla, pumppukärryillä ja sähkövinsseillä, jolloin käsin tehtävää tavaran siirtämistä tulisi mahdollisimman vähän. Logistiikan kalustoa on esitelty tarkemmin luvussa 5. [2.]

Maanalaisen työmaan ajoneuvoliikenne käsittää henkilökuljetuksen lisäksi materiaalitömitukset, sekä muut työkoneet. Ajoneuvoliikenteessä pätee useita yhteisesti sovittuja sääntöjä, joka on lueteltu alla olevassa luetelmassa. [2,15.]

- Nopeusrajoitus, esimerkiksi 20 km/h tai tarvittaessa tätäkin pienempi nopeus 10 km/h.
- Ajotunneleissa pienempi auto väistää suurempaa.
- Pääurakoitsija myöntää ajoluvat niille autoille, joilla saa ajaa tunneliin.
- Autojen määrää pyritään minimoimaan tunnelissa.
- Autojen tyhjäkäynti kielletty.
- Ajovalot tulee olla aina ajettaessa päällä.
- Pysäköidyssä autossa tulee olla vähintään pysäköintivalot päällä ja avainvirtalukossa
- Liikennevalot ahtaisiin ajotunneleihin.

4.2 Ahtaiden tilojen huomiointi

Työmaa-ajoneuvojen päivittäistä liikennettä voidaan hyödyntää tehokkaasti yhdistelemällä tulo ja lähtölogistiikkaa, jolloin saapuvan tavaran kuljetuksen jälkeen ajoneuvo lastataan työmaalta poislähtevällä jätekuormalla ja viedään mahdolliseen jätehuoltopisteeseen. Tällä tavoin hyödynnetään tehokkaasti työkoneiden työskentelyä ahtaissa paikoissa, jossa suuri osa ajasta menee itse työkoneella kohteeseen siirtymiseen. [2.]

Kohdetyömaalla on lukuisia kuiluja ja haalausreittejä, joiden kautta tavara ja jätteet liikkuvat logistiikkakolmion periaatteella. Kaikilla kohdetyömaan haalausreiteillä ei ole hissejä tai luiskia, joita voisi mahdollisesti hyödyntää logistiikassa tehokkaasti. Tällöin logistiikan apuna käytetään vaakasiirroissa manuaalisia ja sähkötoimisia pumppukärryjä, trukkeja ja pystysiirroissa sähkövinsssejä tai taljoja. Kohdetyömaan alin kerros on IVKH eli ilmanvaihdon konehuone, johon ei ole rakennettu työmaa-aikaista hissiä. Tilaan kulkee ainoastaan portaat ja tikkaat, joten tavaraliikenne toteutetaan sähkövinssin avulla. Sähkövinssin avulla voidaan nostaa konehuoneeseen tulevat asennusmateriaalit, sekä poistaa työpisteiltä syntyvät jätteet. [2,15.]

4.3 Maanalaisen työmaan olosuhteet

Maanalaisen työmaan olosuhteet vaikuttavat logistiikan osalta varastointiin maan alla, sekä niihin varautumiseen. Maanalaisella työmaalla syntyy usein ajoneuvoliikenteestä kivipölyä, joka nousee ilmaan savupiippuilmionä, joka pyrkii ylöspäin ulkoilmaan. Tämä hienojakoinen kivipöly vaikuttaa työmaan sisällä tapahtuvaan varastointiin ja materiaalien suojaamiseen ennen asennusta. [2.]

Kaikki tekniset tai muuten herkät osat tulee suojata esimerkiksi muovilla tai pressuilla, jolla ehkäistään pölyn kulkeutuminen laitteiden sisäosiin. Tämän kaltaisia laitteita voivat olla esimerkiksi lv-putket, vesijohtoputket, puhaltimet, sähkökeskukset ja valaisimet. Suojaamalla laitteet varastoinnin ajaksi ennaltaehkäistään materiaalien rikkoutumista työmaan aikana ja pidennetään laitteen lopullista käyttöikä. Alla olevassa kuvassa on suojattu sähkökeskuksia mahdolliselta kallioista tippuvalta tippuvedeltä ja pölyltä, sekä tavarat ovat nostettu irti maasta kuormalavojen päälle. Vaikka kalliooperä on lujitettu ja vuotokohdat mahdollisesti injektoitu, niin kalliooperästä tihkuva vuotovesi voi vahingoittaa rakennusmateriaaleja tai herkkiä teknisiä osia [2.]



Kuva 9. Herkkiä sähkölaitteita on varastoitu maan alle ja suojattu oikeaoppisesti muoveilla

5 Maanalaisen työmaan kalusto

5.1 Kuormien vastaanoton suunnittelu

Työmaan logistiikkatyönjohtajan yksi tärkeimmistä työntehtävistä on saapuvien kuormien vastaanoton suunnittelu ja järjestäminen. Kuorman vastaanoton suunnittelua varten tulisi tietää, mitä materiaaleja työmaalle on tulossa, koska kuorma on saapumassa, kuinka paljon kuormassa on materiaaleja ja lisäksi kuorman koko ja paino, jolloin kuorman purkua varten pystytään varata oikeat resurssit. Tällä tavoin saadaan varattua ja sovittua oikeat resurssit kuormien vastaanottamisen ja siirtoon. [2,15.]

Kohdetyömaalla oli aikaisemmin runkovaiheessa osittain käytössä sähköinen logistiikkakalenteri, johon työnjohtajat ja urakoitsijat merkitsivät logistiikkavarauksia. Kalenterin käyttö oli jäänyt kuitenkin suppeaksi ja se koettiin liian hankalaksi käyttää tai jopa turhaksi. Tämän seurauksena kohdetyömaalla otettiin tutkimuksen aikana käyttöön alla olevassa kuvassa esitetty Excel pohjainen logistiikkakalenteri, jota on hyödynnetty työmaan logistiikan hallinnassa ja suunnittelussa runkovaiheen jälkeen.

Logistiikkakalenteri		Viikko 17														
Työnumero: 10051		Työmaan nimi: RU22 Kaitaan metroasema TYL Yit&Are														
Laatija: Björn Mattsson YIT																
Tehtävä/Kuorma	Toimitus (Pvm)	Kellonaika (jos ei tarkka niin arvio)	Asemus suoraan	Varastoon (Paikka)	Tilaaaja (henkilö)	Vastuu yritys	Sijainti/lohko	Määrä (kollia)	Yks	Logistiikkayritys	Kalusto	Vastaanotta ja (Henkilö/yritys)	Toimittaja	Huomioitavaa		
Metalli palo-ovet	29.4.2020	noin klo 09-10.00		Pumppaamo	Yit TJ	YIT	Tunneli itäpää	2 lavaa	8kpl	Logistiikka x	KK+KA	Yit	Ovifirma	Toimituksen purku purkupaikalle, josta kuljetus maan alle		
Delfesin teräsporaat + kaitteet	29.4.2020	08.00	X			Delfess	Kaitaa asema	4	3-4 nostoa	Urakoitsija	Hiab	Urakoitsija	Delfess	Asennus suoraan kuormasta, kuorma kaitaan aseman länsipuolelle		
Paroc julkisivuelementit	29.4.2020	10.00		Pihavarasto	Yit TJ	Julkisivu-urakoitsija	Siohko	6		Urakoitsija	Hiab	Urakoitsija				
Sähkökeilat	29.4.2020	Aamupäivä		Are varasto	Are TJ	Are	Lohko 2, 1krs	2		Are logistiikka	Kurottaja	Are				
Putkikuorma + muuta pientä asennusmateriaalia	30.4.2020	Aamupäivä		Are varasto	Are TJ	Are	Lohko 2, 1krs	3		Are logistiikka	Kurottaja	Are				
Katon kallistusvalu	30.4.2020	10.00-14.00	X		Yit TJ	Yit	Kaitaa asema				Pumppu	Yit		Valun kesto noin klo 10-14.00. Tukki tien osittain piha-alueella		
Teräsosat laituritasolle	30.4.2020	08.00			Teräsura koitsija		Lohko 3, 1krs	3	8	Urakoitsija	KK+KA	Urakoitsija		Teräsosien pituus 8metriä, kulku tunnelin länsipäähän, josta peruuttaa laituritasolle		
Kaluston kuorma	30.4.2020	noin klo 12-14.00	X		Yit TJ		Kaitaa asema			Logistiikka x	Hiab	Yit		Kaluston palautus 12 lavametriä		
Julkisivun teräsosat	30.4.2020	10-12.00	X		Teräsura koitsija		Kaitaa asema	1	4	Urakoitsija	Hiab	Urakoitsija				
Liukuportaat + asennusmateriaalit	1.5.2020	07.00		Haalustaso	Kone		Kaitaa asema	3	12	Storent	Hiab	Urakoitsija		Urakoitsijan oma nosto-auto ja kuorman purku		
Wc-elementit	1.5.2020	09-10.00	X		Yit TJ	YIT	Kaitaa asema	2	2	Urakoitsija	Hiab	Urakoitsija		Urakoitsijan oma nosto-auto ja kuorman purku		
Graniittikivet	1.5.2020	06.30		Laituritaso	Yit TJ	YIT	Lohko 3, 1krs	8		Logistiikka x	KK+KA	Yit		Kulku tunnelin länsipäähän, josta peruuttaa laituritasolle		

Kuva 10. Tutkimuksen pohjalta tehty logistiikkakalenteri kohdetyömaalle

Työnjohtajat ja urakoitsijat ilmoittavat logistiikkavastaavalle tulevista kuormista ja tarpeista hyvissä ajoin, jotka merkitään kalenteriin. Logistiikkatyönjohtaja pystyy kalenterin avulla rytmittämään toimituksia ja resursseja, jotta yhteentörmäyksiltä ja hukka-ajalta voidaan välttyä. Kohdetyömaalla logistiikkailmoituksia otetaan vastaan sähköpostilla, puhelimitse ja kasvotusten ilmoittamalla. Kalenteriin merkitään kaikki tarpeelliset tiedot kuormasta tai resurssitarpeista:

- mitä kuorma tai tehtävä pitää sisällään
- toimituspäivämäärä
- kellonaika ja arvioitu kesto
- meneekö kuorma suoraan asennukseen vai varastoon
- varastointipaikka
- tilaajahenkilö ja urakoitsija
- sijainti / lohko
- kuorman kpl / lukumäärä
- resurssit ja kalusto
- mahdollinen toimittaja
- muuta huomioitavaa, joka vaikuttaa työmaan toimintaan

Pienien yksittäisten kuormien saapuminen työmaalle voidaan myös järjestää siten, että tavarantoimittaja purkaa kuorman kuljetusvälineestä omalla nostimellaan tai perälavalla suoraan varastopaikalle. Tästä eteenpäin työmaan logistiikka siirtää kuorman työkohteesseen tai merkittyyn varastopaikkaan odottamaan asennusta. Tässä tapauksessa tulisi aina erikseen vastaanottaa kuorma ja tarkastaa se mahdollisten kuljetusvaurioiden varalta työmaahenkilöstön toimesta. [2,9.]

Kaitaan metroasemalla on runkovaiheen jälkeen noin 30-50 eri urakoitsijaa päivittäin. Eri urakoitsijoiden työmaalle toimitettavien tai tilaamien kuormien määrä vaihtelee huomattavasti, mutta suurimpien urakoitsijoiden YIT:n ja ARE:n kuormia saapuu työmaalle päivittäin. Saapuvia kuormia tai kuormantoimittajia on esitetty alla olevassa taulukossa:

Taulukko 1. Kohdetyömaalle saapuvia kuormia

Päivittäin	Viikoittain
Graniittikivet ja maakostea	Teräsrakenneosat
TATE urakoitsijoiden putkitarvikkeet	Ovitoimitukset
TATE urakoitsijoiden sähkötarvikkeet	Tilaaajan sivu-urakoitsijat, esimerkiksi valvonta, kaasusammutus, varavirta tai muut erikoistoimittajat
TATE urakoitsijoiden IV-tarvikkeet	Betonikuormat
Rautakauppatuotteet	Julkisivu urakoitsijat
Kiinniketoimittajat	Maa-ainekset, esimerkiksi sepelitäyttöihin

Logistiikan kannalta haastavilla työmailla kuormantoimittajien kanssa tulee sopia myös erikseen ajoneuvon koon valinta. Pienillä ja ahtailla työmailla ei ole yksinkertaisesti mahdollista ottaa vastaan suurta ajoneuvoyhdistelmää. Tällä tavoin ehkäistään muun työmaaliikenteen pysähtymistä ja työmaan ulkopuolisen liikenteen ja asukkaiden häirintää ajoneuvoliikenteeltä. Kaitaan metroasemaan kuuluvalla livisniemen kuilun alueella on pieni ulkopuolinen kääntöpaikka, ja naapuriasukkaiden tontit ovat suorassa yhteydessä työmaan varastoalueeseen. [2,8.]

Saapuvat kuormat tulisi aina siirtää suoraan purkupaikalta käyttökohteisiin ja täten välttää tarpeettomia siirtoja työmaalla, mutta tämä ei ole aina mahdollista. Välivarastointimahdollisuus tulisi suunnitella etukäteen työmaalla, jonka voidaan ehkäistä äkkinäisten

yllätysten tuomaa materiaalivahinkoa, esimerkiksi väärästä varastointipaikasta johtuvaa. [2,9.]

Tätä varten Kaitaan työmaalle perustettiin tutkimuksen aikana 24H varastoalue, joka niimensä mukaisesti on käytössä vain rajatun ajan sovituille urakoitsijoille. Tämän 24 tunnin aikana kuorma on vietävä lopulliseen varastoon tai asennukseen. [2.]

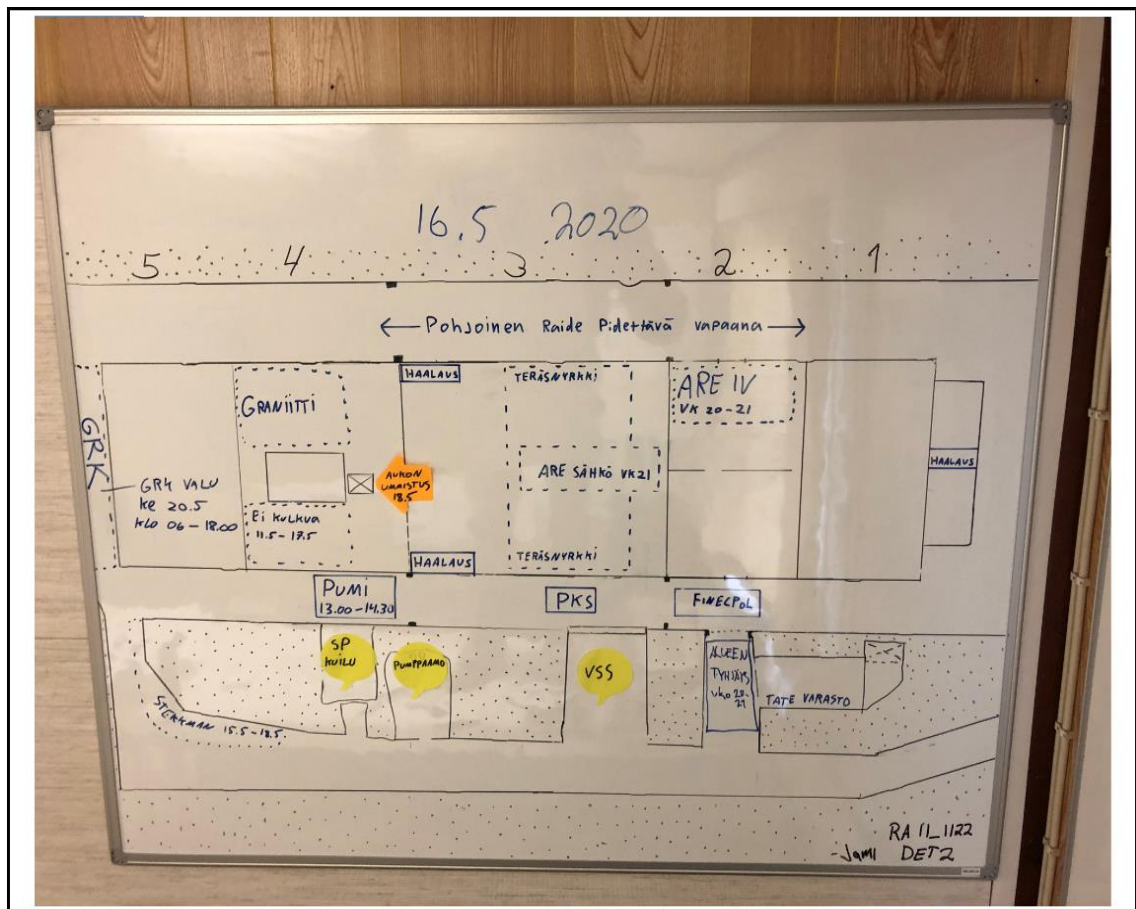


Kuva 11. Tunnelin suuaukon 24H varastoalue

Työmaalle saapuvien toimituksien vastaanoton valmistelussa logistiikkatyönjohtajan tulee myös varmistaa erikseen kuorman saapumisen aikataulu, kuorman purkualue, mahdollinen varastointipaikka, sekä siirto-, nosto- ja suojauskalusto ovat kaikki valmiina. Lisäksi mahdollinen kuljetus ja haalausreitti ovat varmistettu käyttökelpoiseksi ja esteettömäksi. Tarvittaessa haalausreitit voidaan myös rajata muun työmaan toiminnasta esimerkiksi lippusiimalla tai vastaavalla, jolla varmistetaan haalausreitien esteettömästä käytöstä kuorman siirtovaiheessa. [2,9.]

Kaitaan ja Soukan asemien työmailla on hyödynnetty tehokkaasti aluesuunnitelmapohjaa (kuva 3) logistiikan hallinnassa ja suunnittelussa. Aluesuunnitelman avulla voidaan piirtää valmiille pohjakuville logistiikan kulku, jossa on esitetty kuorman saapuminen, kuorman purkaminen, nosto ja vaakasiirrot, sekä loppuvarastointi työkohteessa. Tämä on tarpeen maanalaisilla työmailla, jossa kulku ja ajoreitit ovat haastavia ahtauden ja tilanpuutteen vuoksi.

Kuvassa 12 on esitetty Kaitaan työmaan valkotaulu, jota käytetään päivittäin eri osapuolien kesken logistiikan suunnitteluun. Kaitaan työmaalla järjestetään logistiikkapalaveriteitä päivittäin tai tarpeen mukaan viikon aikana. Logistiikkapalaverissa suunnitellaan yhdessä eri osapuolien kanssa tulevia työvaiheita. Tämän esimerkkinä olevan taulun avulla voidaan hahmottaa konkreettisesti kulkureittejä logistiikan osalta ja nähdä, miten eri työvaiheet vaikuttavat työmaan toimintaan. Lisäksi valkotaululle voidaan piirtää tussilla ajoreittejä kuormien toimituksia varten. Maan alla kohteessa on tärkeää tietää ajo-reitti ennalta valmiiksi ja joudutaanko esimerkiksi laiturialueelle ajamaan peruuttaen vai keula edellä.



Kuva 12. Kaitaan työmaalla käytössä oleva valkotaulu, jota hyödynnetään logistiikan hahmottamisessa maan alapuolisissa tiloissa.

Ratalinjoilla olevat työkoneet ja materiaalitoimitukset häiritsevät liikennettä ahtailla kulkuväylillä, joten ne on merkitty valkotaululle erikseen. Porrastamalla toimituksia ja eri työvaiheita voidaan vähentää merkittävästi yhteentörmäyksiä ja turhaa liikennettä maan

alla. Työvaiheiden ja saapuvien kuormien rytmittämällä ja ennakkosuunnittelulla voidaan myös välttyä turhilta työkoneiden siirtelyiltä ja mahdollistaa eri urakoitsijoiden tehokas suorittaminen. [2.]

5.2 Siirrot

Työmaalle saapuvien kuormien purkupaikat ovat useimmiten maan päällä, jossa varastointitilaa ja tilaa kuorman vastaanottamiselle on enemmän, kuin maan alla. Maan päällä tapahtuviin kuormien purkuun ja siirtoihin voidaan käyttää esimerkiksi torninosturia, ajoneuvonosturia, kuormausnosturia, kurottajaa, kaivinkonetta, tai pyöräkuormaajaa. Maan päällä tapahtuvissa siirroissa tulee huomioida kuorman koko ja valita nosto-, siirtokalusto kuormalle sopivaksi ja varmistaa kuorman kiinnitys kuormia siirräettäessä. [2,15.]

Turhaa materiaalien siirtoa tulisi aina välttää ja kiinnittää huomiota varastointipaikkojen sijaintiin työmaan muuhun toimintaan nähden. Tällä tavoin pyritään vähentämään materiaalien rikkoontumisia ja materiaalihävikkiä. Maan päällä tapahtuvissa siirroissa tulee huomioida myös sääolosuhteet ja varmistaa materiaalien suojaustoimenpiteet myös siirron aikana, jolla voidaan ehkäistä materiaalin vahingoittuminen. [9.]

5.2.1 Logistiikka maan päällä

Logistiikan tehokkaaseen toimintaan vaikuttaa merkittävästi koneet ja laitteet. Työmaille saapuvien kuormien koko ja paino vaikuttavat merkittävästi purku ja siirtokaluston valintaan ja siihen tulee kiinnittää huomiota myös kuorman vastaanoton suunnittelussa. Materiaalien siirrossa ja käsittelyssä tulee huomioida ja noudattaa valmistajan ohjeita ja varmistaa kaluston nostokapasiteetti. Tällä tavoin voidaan ennaltaehkäistä materiaalien vaurioitumista ja mahdollistaa työn turvallinen suorittaminen. [9.]

Raskasta kalustoa hyödynnetään maanalaisen työmaan logistiikassa usein haastavien purkupaikkojen ja haalausreittien sijaintien vuoksi. Raskasta kalustoa käyttämällä työmaan logistiikassa voidaan myös hyödyntää koneiden monipuolisuutta muihin työtehtäviin logistiikan ulkopuolella. Raskasta kalustoa ovat

- kuormausnosturit
- pyöralustainen kaivinkone
- kurottaja
- pyöräkuormaaja
- trukki

Kaitaan aseman työmaalla on hyödynnetty pyöralustaista kaivinkonetta ja kuormausnosturia myös logistiikassa muiden rakennustöiden ohella. Kuormausnosturilla suoritetaan logistiikan lisäksi työmaalle kuuluvia asennustöitä ja pyöralustaisella kaivinkoneella tehdään myös maapuolen töitä. Koneen valinnassa tulee kiinnittää huomiota monipuolisuuteen, jolloin koneen hyödyntäminen työmaan muuttuviin tarpeisiin on mahdollisimman tehokasta. Työmaan logistiikka ei sido vastaavia raskaita työkoneita jatkuvasti logistiikan työtehtäviin, jolloin työkoneiden käyttäminen muihin työtehtäviin on ensisijaisen tärkeää kustannuksien jakamiseksi usean eri työvaiheen kesken. [2.]

5.2.2 Maanalaisen työmaan kalusto

Logistiikan työskentelyä voidaan tehostaa huomattavasti ennakkosuunnittelulla, mutta myös työvälineillä ja koneilla on suuri merkitys työn nopeuteen, turvallisuuteen ja tehokkuuteen. Koneiden valinnassa tulee huomioida

- haalausreitien koko tai sijainti
- kuorman koko ja paino
- työskentelyalustan tasaisuus ja kantavuus
- tarvittava nostokorkeus
- työturvallisuus

Taulukko 2. Logistiikan kaluston plussat ja miinukset

Kone	Mihin työhön soveltuu	Plussat	Miinukset
Kuormaustururi	Taakkojen nosto ja siirtotyöt. Soveltuu hyvin myös asennustöihin	Auton ketterä liikuteltavuus, pitkä ulottuvuus, monipuoliset lisävarusteet,	Vaatii kantavan alustan, raskas omapaino, auton vaatima tilan koko
Pyöräalustainen kaivinkone	Kuormien purku ja lastaus, maatyöt	mahdollisuus käyttää kaivutoissa, nopea liikuteltavuus, runsaat lisävarustus mahdollisuudet. Ajo tieliikenteessä usein mahdollista	ei sovellu raskaiden kuormien pitkiin vaakasiirtoihin, pystysiirot vain 3-5 metriin
Kuorma-auto	Kuormien kuljetus	Raskaiden kuormien kuljetus, mahdollisuus käyttää maatoissa	Vaatii usein erillisen koneen kuormausta varten
Pyöräkuormaaja	Kuormien purku ja lastaus, avustavat maatyöt	mahdollisuus käyttää kaivutoissa, nopea liikuteltavuus, runsaat lisävarustus mahdollisuudet. Ajo tieliikenteessä usein mahdollista	vaatii usein kääntyesään leveämmän tilan, kuin pyöräalustainen kaivinkone, ei sovellu korkeisiin pystysiirotiin
Kurottaja	Kuormien purku ja lastaus, sekä vaakasiirrot	Ketterä liikuteltavuus, pitkä ulottuvuus, pystysiirot, monipuoliset lisävarusteet. Ajo tieliikenteessä usein mahdollista	vaatii usein kääntyesään leveämmän tilan, kuin pyöräalustainen kaivinkone
Trukki	Kuormien purku ja lastaus, sekä vaakasiirrot. Soveltuu hyvin myös asennustöihin	Nopea liikuteltavuus, laaja koko valikoima,	vaatii usein tasaisen alustan. Ei tieliikenteeseen
Pinoamisvaunu	Kuormien purku ja lastaus, sekä vaakasiirrot. Soveltuu hyvin myös asennustöihin	Nopea liikuteltavuus, kone voidaan nostaa tarvittaessa eri kerroksiin	vaatii tasaisen alustan
Pumppukärry	Käsin tehtävät vaakasiirrot	kevyt ja helppokäyttöinen,	vaatii tasaisen alustan, ei sovellu pystysiirotiin
Vinssit/taljat	Pystysiirot	Raskaat pystysiirot ja mahdollisesti myös sivuttaissiirrot haalauspaikkien avulla noston aikana	Hidas asentaa ja käyttää



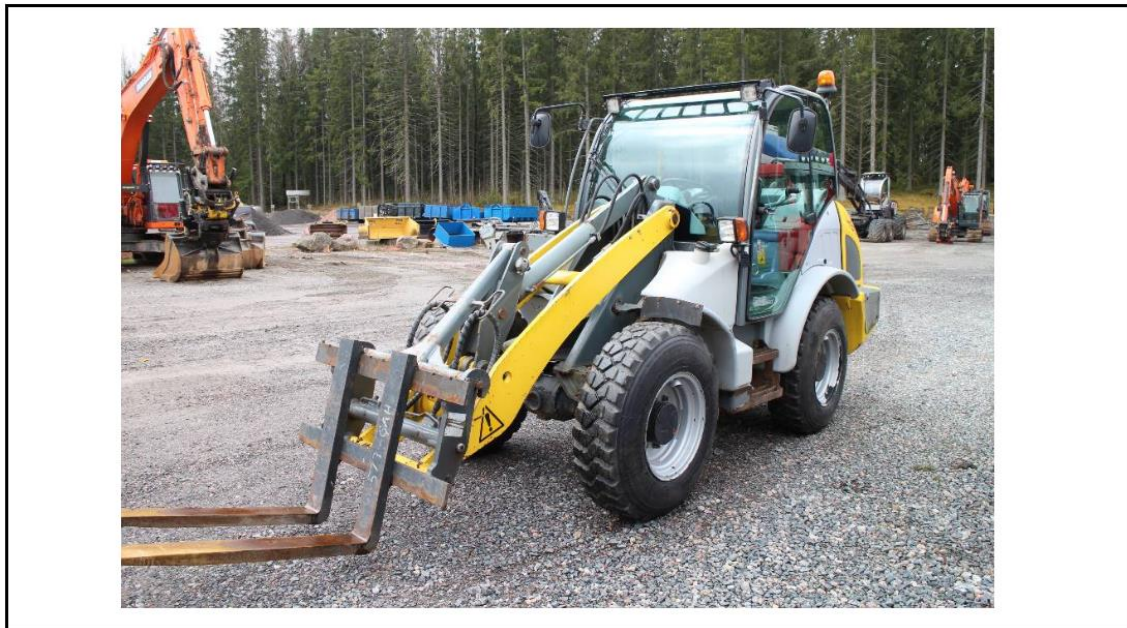
Kuva 13. Kuormausnosturi ja oikealla kuvattuna nostopuomin käyttöä ahtaassa tilassa



Kuva 14. Kohdetyömaan pyörälustainen kaivinkone



Kuva 15. Kohdetyömaan kuorma-auto



Kuva 16. Pyöräkuormaaja



Kuva 17. Kohdetyömaan kurottaja



Kuva 18. Kohdetyömaan akkukäyttöinen trukki



Kuva 19. Kohdetyömaan logistiikan käytössä oleva akkukäyttöinen pinoamisvaunu



Kuva 20. Kuvassa esitetty lyhyet ja pitkät pumppukärryt



Kuva 21. Kohdetyömaan yksi useista sähkövinsseistä, jonka avulla voidaan nostaa raskaita kuormia kerrosten välillä

5.2.3 Kuljetukset maan alle

Maanalaisen kohteen logistiikassa merkittävä osa ajankäytöstä menee kuljetuksiin maan alle varastopaikoille tai työpisteille. Nämä kuljetukset täytyy suunnitella etukäteen ja sovittaa yhteen muiden työvaiheiden kanssa yhteentörmäyksien välttämiseksi ahtailla kulkuväylillä. Materiaalien kuljetuksessa voidaan käyttää henkilöautoa, pakettiautoa, pyöräkuormaajaa, kuormausnosturia, pyörälustaista kaivinkonetta, kuorma-autoa tai muuta tilanteeseen soveltuvaa ajoneuvoa. Kuvassa 22 on esitetty ovikuorman lastaaminen kuorma-auton kyytiin 24h varastoalueelta, josta se kuljetetaan maan alle ja kuorma puretaan laiturialueelle.



Kuva 22. Ovikuorma on toimitettu 24h varastoalueelle, josta se siirretään pyörialustaisen kaivinkoneen avulla kuorma-auton lavalle.

Maanalaisen työmaan runkovaiheen jälkeen on myös mahdollista hyödyntää työmaahissejä tai lopulliseen käyttöön tulevia hissejä, mikäli näistä on erikseen sovittu tilaajan kanssa. Työmaahissien käyttö on erittäin tehokasta pystysiirtojen osalta, mikäli siihen on työmaalla mahdollisuus. Hissejä voidaan myös hyödyntää tehokkaasti työmaan henkilöliikenteessä, jolla voidaan vähentää merkittävästi hukka-aikaa pitkien välimatkojen välillä kulkemiseen. Sisälogistiikan avulla myös työmaan jätteet voidaan kuljettaa jätepileteille hisseihin mahtuvilla suloilla tai kerroskärriillä. [2.]

5.2.4 Vaakasiirrot

Vaakasiirrot ovat pystysiirtojen ohella suuri osa logistiikan toimintaa rakennustyömailla. Vaakasiirroissa hyödynnetään maanalaisia ajotunneleita, käytäviä ja oviaukkoja, sekä haalaustasoja. Vaakasiirtojen ennakkosuunnittelulla myös pyritään ehkäisemään yhteentörmäyksiä muiden toimituksien ja työvaiheiden välillä, sekä valitsemalla siirtoon soveltuva kone tai siirtotapa. [2,8,15] Työmaan aikana vaakasiirroissa voidaan hyödyntää tarkoituksenmukaista kalustoa:

- pyöräkuormaajat
- kurottajat

- kuormausnosturit
- kuorma-autot
- trukit
- pinoamisvaunut
- pumppukärryt
- kantaminen käsin

5.2.5 Pystysiirrot

Maanalaisen työmaan pystysiirrot ovat haastavia työmaan runkovaiheen jälkeen ja näiden työsuoritteiden suunnittelu tulisi aloittaa hyvissä ajoin ennen kuormien saapumista työmaalle. Kulkureitit ja haalausreitit tulisi suunnitella ja aikatauluttaa ajoissa ja varmistaa yhteentörmäyksien varalta vapaa kulku. Työmaalle saapuu lukuisia kuormia päivittäin ja haalausreittien ollessa rajatut työn tehokas ennakkosuunnittelu vaikuttaa merkittävästi työn tehokkuuteen ja hukka-ajan minimointiin. [2,8,15] Työmaan aikana pystysiiroissa voidaan hyödyntää tarkoituksenmukaista kalustoa:

- työmaahissit
- kuormausnosturit
- kurottaja
- kaivinkone
- taljat/vinssit
- kantaminen käsin

Painavat ja kookkaat kuormat aiheuttavat maanalaisilla työmailla haasteita logistiikan suunnitteluun ja toteutukseen erityisesti pystysiiroissa. Pienet kuormat voidaan kuljettaa mahdollisesti jalan portaikkoja pitkin, mutta painavat kuormat ja jätteet siirretään haalausaukkojen kautta esimerkiksi sitä varten suunnitelluilla vinsseillä tai koneilla. Maanalaisen työmaan edetessä kerrosten välinen siivous ja raivaus hidastuvat huomattavasti kerrosvälien sulkeuduttua ja pystysiirojen toteuttaminen vaatii ennakkointia ja resurssien suunnittelua.

Kaitaan työmaalle saapuu runkovaiheen jälkeen lähes viikoittain lukuisia painavia metallipalo-ovia, joiden pystysiirot on toteutettu tehokkaasti kuormausnosturilla.

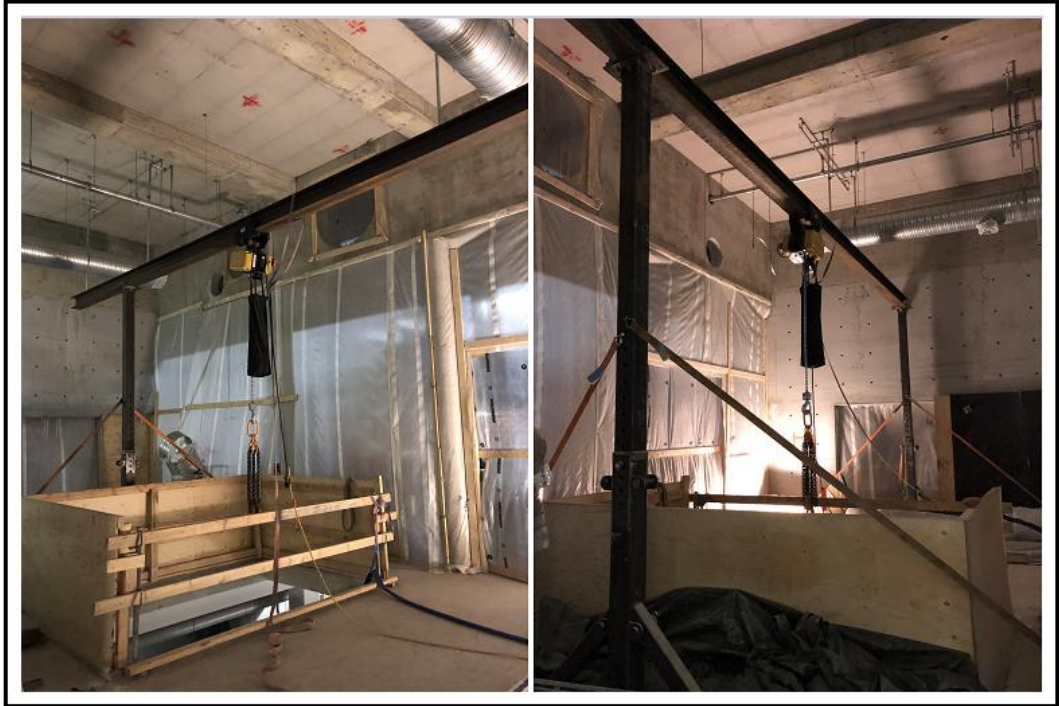
Kuormausnosturin avulla oviniput nostetaan haalausaukoista lopulliseen kerrokseen, josta ovet haalataan pumppukärrijen avulla lähelle lopullista asennuspaikkaa.

Kuvassa 23 on osoitettu pystysiirtojen haastavuutta Kaitaan työmaalla kuvien avulla. Maantasolta kuormausnosturin renkaiden kohdalta haalausaukole on noin 10 metriä ja tästä alas kuormien sijaintikerrokseen noin 12 metriä. Kuvien mukainen nostotyö onnistuu muuttuvassa työmaatilanteessa vain jibillä varustetuilla kuormausnosturilla. Kuvassa näkyvät haalausaukot ovat työmaa-aikaisia haalausaukkoja, joiden avulla eri kerrokseen haalataan tarvittavat koneet ja materiaalit. Lopuksi nämä haalausaukot ummistetaan ja näiden päälle asennetaan suunnitelmien mukaiset pintamateriaalit.



Kuva 23. Kaitaan maanpäällisellä asemalla kuormausnosturi nostaa 3-kerrosta alemmalla tasolta telineosia ja 1500kg painavan saksinostimen ylös maantasolle.

Kohdetyömaan yksi haastavimmista paikoista logistiikan suhteen on metroaseman alimmainen kerros, johon on kulku vain portaikkoa pitkin ja erillistä ajoreittiä kuljetuksia varten ei ole käytössä. Rakennusajan loppuvaiheessa tähän pohjakerrokseen pääsee myös hissillä. Tähän kerrokseen on rakennusajaksi suunniteltu tilaajan toimesta suuri väliaikainen haalausaukko, kooltaan 3m x 4,5m, jonka yläpuolelle on pääurakoitsijan toimesta toteutettu sähkökäyttöinen radio-ohjattu vinssi, joka on esitelty kuvassa 24. Vinssin avulla suoritetaan kaikki pystysiirrot kohdekerroksen ja laituritason välillä, sekä logistiikkakolmion periaatteella myös jätehuolto.



Kuva 24. Kohdetyömaan alimmaisesta kerroksestä pystysuorat siirrot suoritetaan radio-ohjatulla sähkövinsillä.






6 Työmaavarastointi

Työmaan olosuhteiden hallinnalla pyritään vähentämään rakentamisen aikana rakennukseen liittyviä riskejä ja toteuttamaan tuote turvallisena ja terveenä tilaajalle. Nykyään on kiinnitetty huomiota erityisesti kosteusriskeihin ja niiden torjuntaan työmaan rakentamisvaiheen aikana. Materiaalien varastoinnissa tulisi toimia JOT periaatteen mukaisesti. Periaatteen mukaan työvaiheet ja työmaan logistiikka suunnitellaan niin, että työmaalle toimitetaan vain ne rakennusmateriaalit, jotka ovat menossa välittömästi asennukseen tai maksimissaan varastoidaan 1-2 viikoksi työmaalle. Tällä voidaan varmistaa varastoalueiden riittävä tila ja ennaltaehkäistä materiaalihukkaa merkittävästi. [11,15.]

Lähes kaikki materiaalit mitä työmaalle saapuu, tulisi suojata ulkopuoliselta vesi- ja lumisateelta ja tuulelta. Tuulen myötä vesisade voi päästä kastelemaan rakennustuotteita myös sivuilta, joten työmaa-aikaiseen suojaamiseen tulee kiinnittää huomiota. Poikkeuksena tähän voi olla tietyt teräsrakenteet esimerkiksi sinkityt tai muuten käsitellyt ulkokäyttöön tulevat rakennustuotteet, jotka voidaan varastoida ulkotiloihin. [2,11.]

Yleisesti voidaan rakennustyömaalla suositella rakennustuotteille vastaavaa varastointiolosuhdetta, mihin se on suunniteltu asennettavaksi. Ulkokäyttöön tulevat tuotteet voidaan usein varastoida ulkona suojattuna sääolosuhteilta ja sisälle tulevat tuotteet sisätiloissa. Vahingon sattuessa ja hyvästä suojauksesta huolimatta, jos materiaalit ovat päässeet kastumaan ne tulee kuivata tai vaihtaa kokonaan. [11.]

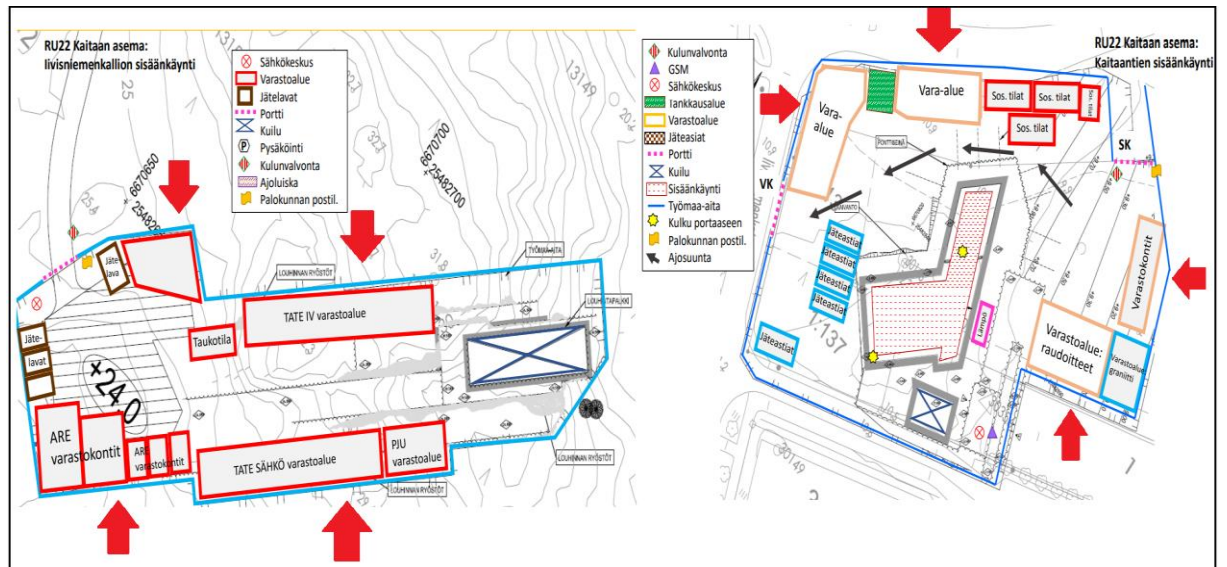
Taulukko 3. Rakennustyömaan materiaalien varastointi ennen asennusta.

Käyttötila	Lämmin tila	Sisätila	Suojainen tila	Ulkotila
				
Säilytys lämmitetyssä sisätilassa. Materiaalilla voi olla erityisiä olosuhdevaatimuksia, kuten lämpötila tai ilmankosteus.	Materiaali säilytetään lämmitetyssä sisätilassa.	Materiaali tulee säilyttää sisätilassa kastumiselta. Ei välttämättä lämpötilavaatimusta. Varastointipaikka esim. ulkorakennus tai varastokontti.	Materiaali voidaan säilyttää katetussa ulkotilassa. Esimerkiksi suojapeitteillä tai katoksella suojattu tila.	Materiaalilla ei ole erityistä suojaustarvetta.
Parketit, laminaatit				
Kalusteet				
Matot				
Kipsi- ja lastulevyt				
Pintatuotteet				
Suojaamattomat puuikkunat ja -ovet				
Pintapuutavara				
IV-koneet ja äänenvaimentimet				
			Laastit	
			Runkopuutavara	
			Puuikkunat ja -ovet (lyhytaikainen)	
			Metalli-ikkunat ja -ovet	
			Kuivabetoni	
			Lämmöneristeet	
			Metallikasetit	
			Puuelementit	
			Betonielementit	
			Keramiikka, tiilet ja laatat	
			Raudoitteet	
			Metallivarusteet	
			Maa-ainekset	
			Kattotiilet	
			Ulkovarusteet	

6.1 Työmaavarastointi maan päällä [11]

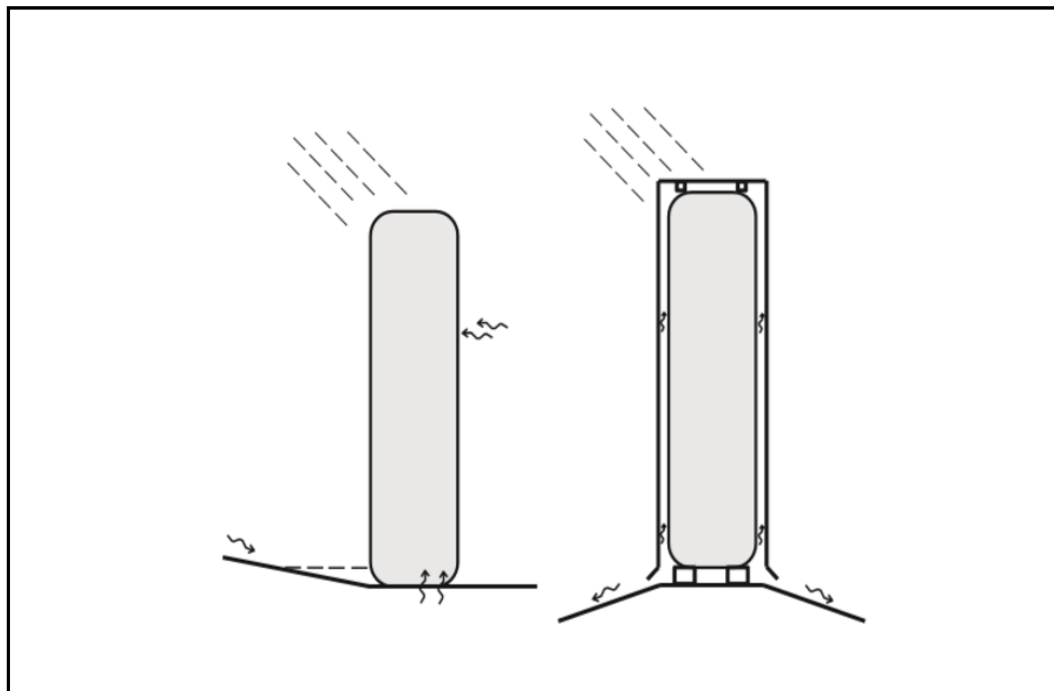
Työmaalle saapuvat kuormat ovat usein pakattuina kuljetuslaatikoihin tai esimerkiksi puutavarat ovat muovitettuina jo tehtaalta lähtiessä. Usein nämä suojat eivät kuitenkaan ole riittäviä suoja sääolosuhteita vastaan, vaan ne tulisi suojata perusteellisesti tai siirtää sisätiloihin suojaan. Tällä tavoin voidaan ennaltaehkäistä materiaalien vaurioituminen sääolojen seurauksesta ja vähentää merkittävästi materiaalihävikkiä ja kustannuksia. Työmaavarastointia varten tulisi varata työmaalle pressuja, peitteitä tai katoksia, joilla materiaalit voidaan suojata ennen lopullista asennusta. Varastoalueet tulisi merkitä ja

varata selvästi aluesuunnitelmaan ja osoittaa ne eri urakoitsijoille tai työvaiheille. Kuvan 24 aluesuunnitelman avulla voidaan osoittaa urakoitsijoille ja tavarantoimittajille varastointipaikat materiaaleille. [2,9.]



Kuva 25. Aluesuunnitelmissa nuoliilla esitetyt varastointipaikat [15,8.]

Ulkona varastoidessa tulee kiinnittää huomiota vesi- ja lumisateeseen, sekä myös mahdollisesti maasta nousevaan kosteuteen. Materiaalit tulee aina irrottaa alustasta esimerkiksi aluspuilla tai kuormalavoilla, jolla vähennetään kapillaarisesti maaperästä nousevaa kosteutta. Tähän vaikuttaa myös pintavesien ohjaaminen pois varastoitavasta materiaalista ja huomioida esimerkiksi lumen sulamisvesien poisjohtaminen. Lisäksi tulee huomioida ilman riittävä kiertäminen suojausten alla, jotta tuote pysyy kuivana ja mahdollinen kosteus pääsee haihtumaan. Kuvassa 26 on esitetty suojausten merkitys varastoinnin aikana. Suojauksien pysyminen kiinni kovalla tuulella on tärkeää, sekä työmaalla on estettävä mahdollisten lätäköiden kasaantuminen suojausten päälle. [11.]



Kuva 26. Ulkoisten olosuhteiden vaikutus varastointiin [11.]

6.2 Työmaavarastointi maan alla

Maan alaisen työmaan varastoinnissa voidaan myös hyödyntää maanalaisia tiloja, mutta tilanpuutteen ja ahtauden vuoksi varastointia tulisi hallita ja suunnitella jatkuvasti ja kiinnittää huomiota varastoitavien rakennusmateriaalien asennuksien ajankohtaan. Maan alla ei varsinaisesti ole vesi- ja lumisadetta, mutta tähänkin poikkeuksen tekee esimerkiksi pystykuilut, joiden kautta voi sateella valua maanalaisiin tiloihin vettä, jos kuilujen yläpuolella ei ole työmaa-aikaisia sääsuojia tai lopulliset kattorakenteet eivät ole vielä 100% vedenpitäviä. [2.]



Kuva 27. Rakennusmateriaalit suojattu kivipölyltä ja tippuvedeltä.

6.3 Varastointi työpisteessä

Työpisteiden läheisyydessä olevat varastointipisteet toimivat työmaan työntekijöiden lähivarastona isojen varastokonttien sijaan. Työpistevarastoihin voidaan määritellä ne rakennusmateriaalit, jotka ovat menossa välittömästi asennukseen tai lähipäivinä. Näihin varastopisteisiin voidaan esimerkiksi varastoida kiinnitysmateriaalit ja niihin lukeutuvat pientarvikkeet, jonka avulla voidaan välttää hukka-aikaa työntekijöiden hakiessa kiinnitystarvikkeita maanpäällä olevista varastokonteista. Kaitaan työmaalla Sähkö ja putkiurakoitsijat ovat toteuttaneet varastotiloihinsa puiset hyllyt, joihin varastoidaan jatkuvasti työvaiheisiin kuluvia kiinnitysmateriaaleja. Tämänkaltaisessa varastoinnissa etuna on se, että materiaalit eivät ole lattialla ja lattiapintojen kuivuminen, siivoaminen on helppoa, sekä kulkuväylät pysyvät puhtaina ja vapaana tavaroista. Työpisteiden hyllyjä on esitetty tarkemmin kuvassa 28.

Myös kooltaan pienet rakennusosat voidaan varastoida työtehtävien mukaisesti työmaalle ja työpisteiden läheisyyteen. Työpisteiden varastoinnissa tulisi välttää suuria määriä rakennusosia, jotka vaikuttavat jo valmiiksi ahtaiden tilojen hyödyntämiseen rakennustyömaalla. Työpisteiden materiaalit kootaan siirreltävien kuormalavojen päälle, jolloin materiaalien siirrot onnistuvat tehokkaasti muiden työvaiheiden aiheuttamien muutoksien tieltä.



Kuva 28. Kohdetyömaan putkiurakoitsijan ja sähköurakoitsijan kiinnikevarastoja.

6.4 Ulkopuoliset varastointimahdollisuudet

Suurilukuisten tai hankinta-aikataulun kannalta kriittisten rakennusmateriaalien varastointia ei välttämättä ole mahdollisuus varastoida työmaa-alueella. Tällöin voidaan vaihtoehtoisesti hyödyntää yrityksen muita varastoalueita työmaan lähiseudulla, tai mahdollisesti käyttää ulkopuolista varastotoimintaa tarjoavaa yritystä. Kohdetyömaan laiturialueelle varattuja graniittilaattoja on yhteensä 140 kollia ja niiden varastointiin ei ole mahdollisuuksia työmaa-alueella kokonaisuudessaan. Laattojen varastointia varten hyödynnettiin yrityksen ulkovarastoaluetta pk-seudulla, johon kaikki laatat saatiin varastoitua yhdellä kertaa. Ulkopuoliselta varastoalueelta on mahdollista toimittaa työmaan tarpeisiin sovitut laattamäärät tehokkaasti ja nopeasti työmaa tarpeiden mukaan. [2]

Ulkopuolista varastointimahdollisuutta on myös saatavilla useilta eri yrityksiltä, joiden kautta myös toimitukset työmaalle ovat saatavilla. Haastatteluiden perusteella monipuolisia varastointipalveluita tarjoavia yrityksiä on lueteltu seuraavassa listassa. Postin ja Starkin tarjoamilta varastoilta saa tarvittaessa kuljetuksen suoraan työmaalle.

- Postin terminaalipalvelut
- Stark Hub jakelukeskukset
- Yit:n omat varastoalueet pk-seudulla

7 Logistiikan hallinnan työkalut

7.1 Last Planner

Last Planner on kehitetty Yhdysvalloissa 1990-luvulla rakentamisen tuotannonohjaukseen ja täten se soveltuu myös logistiikan hallinnoimiseen. Tämä toimintatapa on merkittävänä osana kohdetyömaan työvaiheiden yhteensovittamiseen ja yhteentörmäyksien ehkäisemiseksi. Tähän menetelmään ovat sitoutuneet kaikki kohdetyömaan urakoitsijat ja Last Planner kokouksia järjestetään työmaalla viikoittain kaikkien urakoitsijoiden kesken. Tällä tavoin jokainen osapuoli pääsee vaikuttamaan omien työvaiheiden etenemiseen ja aikatauluttamiseen, sekä keskustelemaan muiden urakoitsijoiden kanssa heidän työvaiheiden etenemisestä. Tämä on erityisen tärkeää myös työmaan logistiikan osalta, koska tällä tavoin voidaan myös tuoda esille materiaalitoimituksia tai tilavaroituksia materiaaleille tai työskentelyalueille. [2,5.]

Edellä mainitulla tavalla voidaan varmistaa, että työtehtävät ovat käytännössä mahdolliset toteuttaa, eli kaikki edellytykset kyseiselle työtehtävälle on olemassa. Tähän vaikuttaa erityisesti edeltävät työtehtävät, muut työmaatoiminnot, resurssit, sekä työtehtävään liittyvät materiaalit. Viikkosuunnitelmaa laadittaessa Last Plannerin avulla paikalla tulisi olla kaikki työnjohtajat, aliurakoitsijoiden edustajat, sekä tarvittaessa muiden urakoitsijoiden edustajat. Tällä tavoin jokainen osapuoli pystyy vaikuttamaan työmaatoimituksien esittämiseen ja omien työvaiheiden yhteensovittamiseen muiden urakoitsijoiden kanssa. Eräs työmaan Last Planner tauluista on esitetty kuvassa 29. [2,5,15.]

Tämän menettelytavan käytön sitouttaminen urakoitsijoiden työnjohdolle vähentää pääurakoitsijan työnjohdon työaikaa työtehtävien yhteensovittamisessa ja aikatauluttamisessa, mikä vaikuttaa myös työmaan logistiikkatyönjohtajan työtehtäviin. Tällöin logistiikasta vastaava työnjohtaja pystyy tarkistamaan eri työvaiheiden aikataulut ja vaikutusalueet Last Planner taululta ja sovittamaan tilavaraukset ja logistiikkaan vaikuttavat työt jo seuraaville viikoille. [2,5,15.]

Taululla on esitetty eri urakoitsijoiden työvaiheet ja vaikutusalueet aikatauluineen. Tauluun on merkattu työmaan kaikki kahdeksan lohkoa eri urakoitsijoiden työvaiheiden

osalta. Työmaalla järjestetään kerran viikossa toimintatavan mukainen palaveri, jolloin taululle merkitään tulevat työvaiheet.



Kuva 29. Kohdetyömaan yksi Last Planner tauluista

7.2 Viikkopalaverit

Työmaan viikkopalaverissa käsitellään logistiikkaa omana työvaiheenaan muiden työvaiheiden tavoin. Viikkopalaverin aikana käydään läpi työmaalle saapuvat suuremmat toimitukset tai kuormat, jotka vaikuttavat työmaan muuhun toimintaan. Lisäksi urakoitsijoiden edustajilla on mahdollisuus ilmoittaa ja yhteen sovittaa toimituksia ja resursseja muiden urakoitsijoiden kanssa. Huomiota täytyy kiinnittää suuriin kokonaisuuksiin, jotka liittyvät haalausreitteihin ja niiden käytettävyyteen. Maanalaisen työmaan töiden

yhteensovittaminen korostuu tässäkin asiassa merkittävästi, koska ajoväylät ja kulkutiet ovat erittäin rajalliset. [2.]

Suuret toimitukset tulisi ilmoittaa ja vähintään 1-2 viikkoa ennen toimitusta, koska tällöin työmaan logistiikasta vastaavalla työnjohtajalla on aikaa mahdollisesti reagoida toimituksen järjestelyyn ja yhteensovittamiseen muiden työvaiheiden kanssa. Yksikin suuri toimitus voi vaatia työmaalta lukuisia erikoisjärjestelyitä, joita ei ole aina mahdollista järjestää 1-2 vuorokauden varoitusajalla. Työmaan aikana saattaa tulla samanaikaisesti useitakin erikoistoimituksia, joiden yhteensovittaminen muiden työvaiheiden kanssa on erityisen tärkeää.

Kohdetyömaalle Kaitaan metroasemalle saapuu runkovaiheen jälkeisenä aikana usein saman päivän aikana usein isoja kuormia, jotka vaativat erikoiskalustoa purkamista varten. Näistä esimerkiksi asemalle tulevat liukuportaan osat ja julkisivuun asennettavat julkisivuelementit vaativat raskasta nostokalustoa kuormien purkuvaiheessa ja varastoinnissa. Kuormien aikatauluttamisella ja logistiikan suunnittelulla työmaalla pärjää pienemmällä nosturi kapasiteetilla, joka säästää kustannuksia työmaan aikana. Lisäksi työmaalueet ovat usein pinta-alaltaan ahtaita, joten työmaille ei ole suurilla kuorma-autoilla mahdollisuutta saapua samanaikaisesti. Tämä vaikuttaa myös kuormien aikatauluttamiseen piha-alueilla, sekä maanalaisilla ajoväylillä. Ongelmia ja viivytyksiä varten tulee myös huomioida toimituksille puskuriaikaa, jonka avulla voidaan vähentää liikenteen määrää, sekä yhteensovittamiseksi ahtailla ajoreiteillä. [2.]

Kohdetyömaalla on käytössä myös päivittäinen logistiikkapalaveri, jossa työnjohtajat ja urakoitsijoiden edustajat ilmoittavat tarpeitaan logistiikkaan liittyen. Logistiikkapalaverissa käydään läpi seuraavien päivien toimituksia, tilavarauksia, kaluston varaustilannetta, sekä yleisesti työmaan liikenteeseen vaikuttavia tekijöitä. Kohdetyömaalla on tätä varten hankitut suuret valkotaulut (kuvassa 11), johon konkreettisesti suunnitellaan logistiikkapalaverissa seuraavien päivien työmaatoimintoja. Näihin tauluihin on piirretty työmaan maanalaiset tilat ja ajoväylät, sekä maan päällä sijaitsevat työmaa-alueet.

Tämän erilliselle taululle piirtämisen tarkoituksena on hahmottaa liikenteen liikkumista ja eri työvaiheiden vaatimat tilavaraukset, jotka vaikuttavat merkittävästi logistiikkaan tai muuhun liikenteeseen. Ajoradoilla on lukuisia eri työvaiheita, jotka vaativat nostimia tai

muita työkoneita työn suorittamiseen ja tämän seurauksena muu liikenne ajoradoilla voi keskeytyä kokonaan. Taulun avulla pystytään havainnollistamaan ajoneuvojen liikenteen kulkusuunnat, sekä vaikuttamaan kriittisten työvaiheiden toteuttamiseen mahdollisimman tehokkaasti keskeytyksettä.

7.3 Selaimella toimivat logistiikkaohjelmat

Verkkoselaimella toimivia logistiikan hallintaan liittyviä työkaluja on tarjolla useilta yrityksiltä. Kyseisiä palveluja tarjoaa esimerkiksi Ramirent, LTQ ja Cramo. Kyseisillä verkkopohjaisilla ohjelmilla voidaan esimerkiksi varata työmaalle merkittyjä purkupaikkoja tavarantoimituksille ja tarvittaessa myös resurssit kuorman purkua ja siirtoa varten. Verkkoselaimella toimivat ohjelmat ovat toimivia käytännössä vain, jos niitä hyödynnetään kaikkien osapuolien kesken. Haastattelujen perusteella tuli ilmi, että mikään ohjelma ei voi yksinkertaisesti toimia kunnolla, jos vain osa käyttäjistä käyttää sitä. [2.]

Liitteissä 3 on esitetty Evianet Solutions toteuttama työmaapalvelu logistiikan toiminnasta ja niihin liittyvien tietovirtojen ja seurannasta. Npl tarkoittaa Networking platform for logistics ohjelmaa ja se on ollut käytössä esimerkiksi Yit:n työmailla Helsingin Pasilassa Triplan työmaalla.

7.4 Viestintäsovellukset apuvälineenä

Whatsapp on ilmainen sovellus, jonka saa asennettua älypuhelimeen tai tietokoneelle. Sovelluksen käyttäminen on ilmaista, mutta se vaatii toimiakseen verkkoyhteyden. Whatsapp sovelluksella voi lähettää tekstiä, valokuvia, videoita, videopuheluita, äänityksiä tai muita pakattuja tiedostoja esimerkiksi pdf-tiedostoja. [17.]

Useilla työmailla työmaahenkilöstön kanssa on perustettu useita Whatsapp keskusteluryhmiä koskien työmaan informaation jakamista. Ryhmiä on esimerkiksi työnjohtajien kesken, nostokoneiden kuljettajien kesken ja eri työryhmien sisäisiä keskusteluryhmiä. Keskusteluryhmän kesken on helppo keskustella reaaliaikaisesti, jakaa kuvia, videoita ja ideoita, sekä informoida muita osapuolia tarpeen tullen nopeasti ja reaaliajassa. Kohde työmaalla on esimerkiksi Logistiikkaryhmä, johon kuuluu logistiikkaa hoitava työnjohtaja,

logistiikkatyöntekijät, sekä koneen kuljettajia. Tämän avulla tiedonsiirto on nopeaa ja tehokasta eri osapuolien kesken, joka helpottaa työvaiheiden suorittamista ja aikatauluttamista. Kohdetyömaalle on asennettu maan alle työmaa-aikainen gsm verkko, joka toimii Elisan verkossa. [2,15.]

Logistiikkatyönjohtaja hallitsee ja aikatauluttaa työmaan logistiikkaa eri urakoitsijoiden kesken, sekä ilmoittaa mahdollisista muutoksista aina jokaiselle eri taholle. Sähköpostilla tai puhelimitse ilmoittaminen on myös tehokas tapa, mutta suurin osa työntekijöistä ei käytä sähköpostia työpäivän aikana ja tähän Whatssapp sovellus on tehokas sovellus. Yhdellä viestillä voidaan tavoittaa kaikki ryhmässä olevat jäsenet ja tiedonsiirto on nopeaa ja tehokasta. Logistiikkapalaverin jälkeen valkotaululle hahmotellut toimitukset, sekä tilavaraukset on helppo jakaa kuvina sovelluksen avulla kaikille osapuolille, josta jokainen taho pystyy havainnollistamaan työmaaliikenteen ja mahdolliset solmukohtat, sekä suljetut ajoreitit.

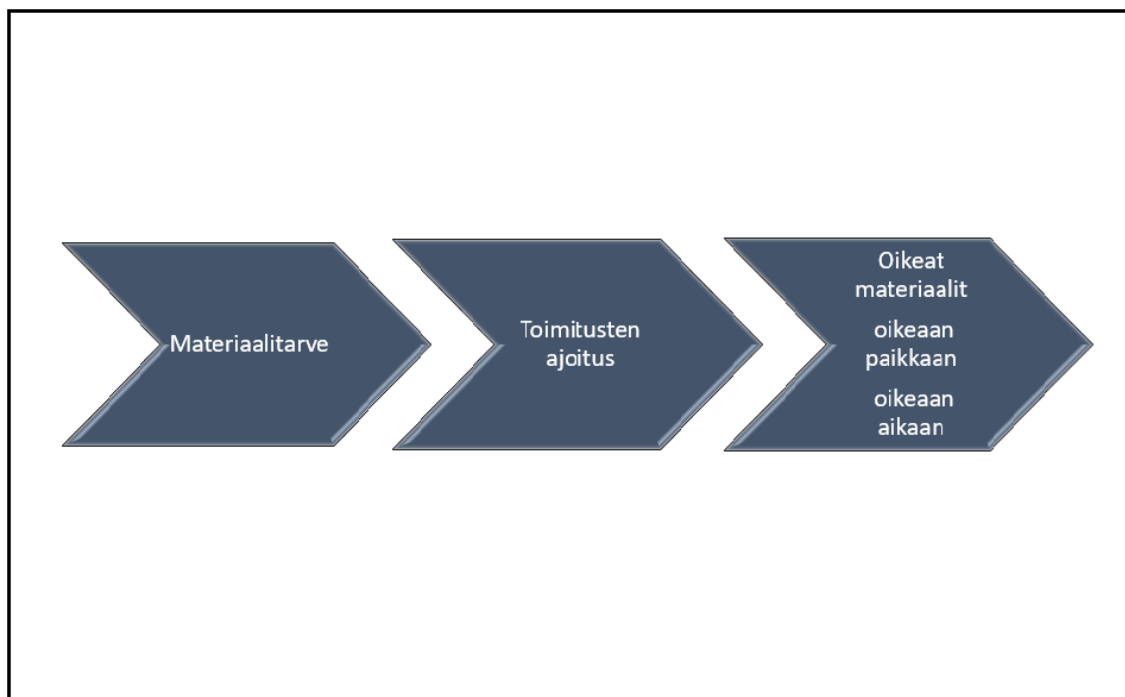
8 JOT periaate

JIT käsite on lyhennetty sanoista Just In Time, jonka alun perin kehitti Toyotan pääinsinööri Japanissa 1950 luvulla tehostamaan autotuotantoa. Suomeksi käytetään myös käsitettä JOT, joka tarkoittaa juuri oikeaan tarpeeseen. Perusideana on karsia kaikki turha varastointi, virheet, tuottamaton aika, tarpeeton tuotanto ja tarpeeton työ. [3,6.]

Kustannustehokasta toimitusketjua voidaan myös kuvata Lean-käsitteellä. Lean toimintatapa perustuu myös Toyotan kehittämisfilosofiaan, jonka tarkoituksena on tuottaa arvoa asiakkaille muokkaamalla materiaaleja, tietoa ja ihmisiä. Sen avulla pyritään välttämään kaikki ylimääräinen hukka ja ohjata tuottava puoli mahdollisimman sujuvaksi. Ajattelumallin kulmakivenä on jatkuva parantaminen ihmisten toiminnassa ja osaamisen kehittämisessä. [6.] Lean mallin toiminnalliset hukat ovat:

- ylituotanto
- varastot
- odottaminen ja etsiminen
- siirtymiset
- siirrot ja käsittelyt
- korjaustyö
- turha työ
- ihmisten osaamisen käyttämättä jättäminen
- ylikuormitus

JOT periaatteella pyritään ohjaamaan työmaan toimituksia siten, että työmaalla olisi aina oikeaan aikaan saatavilla riittävästi tarvittavia materiaaleja ja työt voisivat edetä normaalisti suunnitellun aikataulun mukaisesti. Rakennustyömaan toimituksia ohjataan ja suunnitellaan kuvan 30 mukaan. [9,12.]



Kuva 30. Toimituksien ohjauksen suunnittelu [9.]

Toimitusten suunnittelulla ja ohjauksella pyritään siihen, että toimitukset saapuisivat työmaille sopivissa erissä, jolloin työmaa-aikainen varastointi olisi mahdollisimman vähäistä ja materiaalihävikkiä voidaan vähentää huomattavasti. Lisäksi toimituksien ohjaaminen vähentää merkittävästi työmaan sisälogistiikkaa, jolloin materiaaleja ei tarvitse siirtää edestakaisin rakennustöiden edetessä työmaalla. Toimitusten ajoittamisella pyritään suunnittelemaan toimitukset siten, että ne ovat valmiina työmaalla juuri ennen työvaiheen aloitusta. Projektin aikana tulisi määritellä voidaanko työmaalla hyödyntää esimerkiksi täsmätoimituksia, jotka tuodaan työmaalle juuri ennen tiettyä työvaihetta. [2,9,14,16.]

Täsmätoimitukset kootaan terminaalissa tai myyjän tiloissa valmiiksi kuormiksi tiettyjä työvaiheita varten ja ne voivat sisältää vakiotuotteita tai erikoismittaisia valmiiksi työstettyjä materiaaleja. Tällä tavoin voidaan työmaalla vähentää myös hukan määrää, vastaanottotapahtumia, sekä ylimääräistä materiaalien siirtämistä työvaiheiden tieltä. Myös työmaalla tapahtuvaa materiaalien työstämistä voidaan vähentää, joka vaikuttaa myös jätteiden pienempään määrään ahtaissa tiloissa. [2,9,14.]

Työmaakohtaisesti valmistettavissa tuotteissa on erityisen tärkeää huomioida toimituksien ajankohdat ja tarvittaessa jakaa ne useampiin osatoimituksiin. Tämä helpottaa työmaan varastointikapasiteettia merkittävästi, sekä vähentää materiaalien edestakaista siirtoa ahtailla työmailla. Toimitukset tarkennetaan siinä vaiheessa, kun tuotteiden valmistaja on tehnyt hienokuormituksen, eli päättänyt mitä tuotteita tai rakennusosia valmistetaan seuraavassa valmistuserässä tai -jaksossa. Kohdetyömaalla Kaitaan metroasemalla tämä korostuu esimerkiksi liukuportaiden elementtien toimituksessa ja haalauksessa kohteeseen. Liukuporraselementtejä tulee pelkästään yhteen vinokuiluun yhteensä 18kpl ja näiden valmistus- ja toimitukset työmaalle ovat suoritettava tietyssä järjestyksessä. [2,14,16.]

Lukumäärältään suurilukuisten toimituksen kannalta merkittävässä roolissa kohdetyömaalla on myös laituriaseman graniittikivien asennukset. Tätä varten on ennakkoon suunniteltu ja huomioitu rakennusmateriaalien tarve, sekä asennukseen käytettävän maakostean toimitusajankohdat työvuorojen välillä, jolla voidaan välttää tärkeiden ajoiteitten tukkiminen muulta työmaaliikenteeltä. Työvaiheen materiaalien toimitukset työpisteelle ovat ajoitettu tarkasti työvaiheen etenemisen suhteen, jonka avulla materiaalien ylimääräistä varastointia työkohteessa voidaan vähentää merkittävästi. Työkohteeseen varastoidaan vain päivittäin asennukseen menevät materiaalit ja materiaalia kuljetetaan maanpäälliseltä varastoalueelta vain tarvittava määrä jokaiselle työvuorolle. Loput asennukseen varatut graniittikivet ovat varastoituna YIT:n varastoalueelle pääkaupunkiseudulla, josta toimitetaan kiviä työmaan varastoalueelle muutaman kerran viikossa mekin mukaan. [2.]

9 Oma pohdinta ja kehitysideat

Kohdetyömaalla oli ollut käytössä aikaisemmin verkkoselaimella toimiva logistiikkakalenteri, jonka käyttö oli vähentynyt ja menettänyt merkityksen. Haastatteluiden perusteella kuitenkin ilmeni, että vastaavaa ohjelmistoa käyttämällä voidaan vaikuttaa merkittävästi saapuvien kuormien hallintaan ja logistiikan tehostamiseen. Vastaavat verkkoselaimella toimivat ohjelmistot toimivat vain, jos kaikki osapuolet noudattavat yhteisiä sovittuja sääntöjä ja siitä pidetään kiinni. Liitteessä 2 on esitetty NPL järjestelmä, jonka avulla kauppakeskus Triplan työmaan logistiikka oli järjestetty. Tätä järjestelmää ylläpiti ja hallinnoi Triplassa Ramirent.

Case Kaitaan metroasema

Kohdetyömaalle saapui toimituksia runkovaiheen jälkeen usein ilman tarkkaa suunnitelmia ja hallintaa. Tämä aiheutti turhaa odottelua, yhteentörmäyksiä ja epätietoisuutta. Tämän opinnäytetyön aikana otettiin käyttöön yksinkertainen Excel-pohjainen kalenteri, jota logistiikkatyönjohtaja ylläpitää päivittäin. Tämän avulla kohdetyömaalla saatiin saapuvien kuormien vastaanoton rytmittäminen, kuormien purun resurssointi ja varastointi paremmin hallintaan.

Työmaalla oli aikaisemmin suullisesti ja Whatsappilla sovittu logistiikkakoneiden käytöstä ja varaamisesta. Nämä varaukset merkittiin valkotaululle, mutta satunnaisesti tämä oli syystä tai toisesta unohtunut, tai merkinnät olivat puutteellisia. Myös muutoksiin varautuminen pelkän valkotaulun avulla oli hidasta. Logistiikkatyönjohtajan ylläpitämän Excel-pohjaisen logistiikkakalenterin avulla myös nostokaluston varaukset saatiin hallintaan tutkimuksen aikana ja tällä tavoin myös välttyttiin päällekkäisiltä varauksilta.

Kohteen logistiikkayritys vaihdettiin myös toiseen urakoitsijaan ja työntekijöiden lukumäärä kasvatettiin kolmesta viiteen henkilöön. Tutkimuksen aikana tämä paransi työmaan logistiikkaa ja yleisjärjestystä. Tällä tavoin osa logistiikan työntekijöistä kykenee keskittymään kuormien haalaamiseen ja toinen osa jätehuoltoon, sekä yleisjärjestyksen ylläpitämiseen. Kohteeseen toimitetaan myös lukuisia suurikokoisia ja painavia metallipalo-ovia, joiden haalauksiin portaikossa vaaditaan vähintään neljä henkilöä kerralla.

Maanalaisten työmaiden logistiikasta on hyvin vähän tutkimustietoa, vaikka laajoja kohteita nykyään alkaa Suomessakin olla useita. Lukumäärältään maanalaisia työmaita on kuitenkin huomattavasti vähemmän, kuin maanpäällisiä, mutta haastavuudeltaan ne ovat täysin omaa luokkaansa. Maanalainen rakennusprojekti on täysin erilainen ympäristö maanpäälliseen verrattuna ja tätä seikkaa on yksinkertaisesti vaikea todentaa pelkästään kuvilla tai tekstillä. Maanalaisen työmaan haasteet ja ongelmat huomataan ja todetaan vasta paikan päällä käydessä tai työskennellessä. Tähän haastatteluun osallistuneista työnjohtajista ja työntekijöistä valtaosa on työskennellyt juuri maanalaisissa kohteissa haastavissa olosuhteissa.

Maanalaisen työmaan logistiikan hallinta ja tehostaminen vaativat suurta huomiota päivittäin ja se tulisi olla yhden nimetyn työnjohtajan yksi päätehtävistä. Tällöin tehtävään nimetty henkilö on se, jonka kautta kaikki materiaalivirrat ja liikenne voidaan organisoida ja suunnitella tehokkaasti yhteentörmäyksien välttämiseksi. Muuten tilanne voi olla se, että logistiikkaan liittyvä tieto kulkee useiden osapuolien välillä niin sanotusti rikkinaisen puhelimen tavoin, jolloin pienet yksityiskohdat jäävät toisilta osapuolilta saamatta ja yhteentörmäykset ovat vain ajan kysymys.

Maanalaisten tilojen ja liikenneväylien yhteensovittaminen vaatii konkreettista jatkuvaa havainnollistamista ja pienetkin yksityiskohdat voivat olla merkittäviä. Pienikin työvaihe metroaseman ajoraiteella voi estää kaiken muun liikenteen tunnelissa ja materiaaliliikenne seisoo tämän takia. Kohdetyömaa on metroasema, jonka läpi ajoraiteet kulkevat kahta tunnelia pitkin Soukan suuntaan, sekä Helsingin suuntaan. Kaitaan kohteessa ratatunneleissa on lukuisia työvaiheita, jotka tehdään radalta käsin isoilla nostokoneilla ja nämä estävät muun liikenteen täysin. Nämä työvaiheet on Kaitaan metroasemalla rytmitetty ilta tai yövuoroihin, jolloin mahdollinen haitta muulle liikenteelle olisi mahdollisimman pieni.

Haastattelujen ja Kaitaan työmaalla tehtyjen käytännön kokeilujen perusteella opinnäytetyön aikana nousi esiin lukuisia erittäin hyödyllisiä toimintatapoja, joita hyödyntämällä logistiikkaa pystytään tehostamaan ja hallitsemaan maanalaisilla työmailla.

Logistiikan ennakkosuunnittelu:

- Ensimmäinen toimenpide, joka nousi esiin haastatteluiden avulla, on töiden yhteensovittaminen viikkopalavereissa ja logistiikkapalavereissa. Tällöin jokainen osapuoli saa tuoda omat näkemyksensä julki ja työvaiheita voidaan rytmittää yhdessä ja välttää yhteentörmäyksiä. Kulkuväylillä ja kriittisillä alueilla tehtävät työt voidaan toteuttaa ilta tai yövuorossa, jolloin työkoneet eivät ole liikenteen esteenä.
- Logistiikasta vastaava työnjohtaja pyrkii auttamaan eri urakoitsijoita suorittamaan omat työvaiheensa mahdollisimman esteettömästi. Logistiikkaohjeiden noudattaminen kaikkien osapuolien kesken helpottaa kaikkien työskentelyä, parantaa työturvallisuutta ja pitää työmaan järjestyksen kunnossa.
- Kohdetyömaan valkotauluille piirretyt pohjakuvat työmaasta ovat olleet merkittävässä roolissa logistiikkavirtojen päivittäisessä havainnollistamisessa ja suunnittelussa. Tällöin jokainen osapuoli, joka osallistuu logistiikkapalaveriin, tai saa valokuvan tästä suunnitelmasta on tietoinen tulevista työvaiheista ja liikennereiteistä ahtaissa ajotunneleissa. Valkotaulua päivitetään tarvittaessa työvaiheiden, tai varastointitarpeiden mukaan.
- Liitteenä 2 esitetyn logistiikkakalenterin päivittäinen käyttäminen ja sen tarkka ylläpito. Lisäksi voidaan myös käyttää verkkoselaimella toimivia logistiikkaohjelmistoja. Urakoitsijat ja toimittajat ilmoittavat logistiikkatyönjohtajalle toimitukset tai tilavaraukset, jotka merkitään kalenteriin. Kalenterin avulla työnjohtaja hahmottelee ja ohjaa työmaan liikennettä eri osapuolien kanssa, sekä rytmittää toimituksien ja työmaaliikenteen aikatauluja. Kuormat tulee ilmoittaa logistiikkatyönjohtajalle hyvissä ajoin, jopa seitsemän (7) vuorokautta ennen toimituksen saapumista.
- JOT-periaate, eli toimitukset juuri oikeaan tarpeeseen. Tällä tavoin työmaalla voidaan mahdollistaa toteuttavan työn tehokkuus ja välttää ylimääräisten varastoitujen jatkuvaa siirtelyä. Rahtikustannusten minimointi on ymmärrettävää, mutta jatkuva materiaalien siirtäminen työmaalla rasittaa logistiikkaa ja tuo ylimääräisiä

kustannuksia huomattavasti. Työmaalle tulisi toimittaa materiaaleja noin kahden viikon asennustarpeisiin, riippuen materiaalien vaatimasta tilasta ja työmaan varastointikapasiteetista. Varastoinnista tulee aina keskustella logistiikkatyönjohtajan kanssa erikseen.

Varastoinnin huomioiminen työmailla:

- Materiaalien on oltava suojattuna työmaa-alueelle tullessa. Materiaalit on aina suojattava, jos vaarana on niiden kastuminen tai pölyntyminen. Materiaalien suojauksesta vastaa urakoitsija. Urakoitsija huolehtii varaston siisteydestä ja tyhjentää sen urakan tai työvaiheen päätyttyä.
- Työmaan ulkopuoliset varastoalueet ovat merkittävässä roolissa suurilukuisten tai projekti kohtaisten tuotteiden varastoinnissa. Tällä tavoin kriittiset materiaalit voidaan varastoida työmaan ulkopuolella ja toimitukset pystytään sovitusti aika-
tauluttaa tarkasti työmaan toimintaan nähden ja vähentää ylimääräistä varastointia.
- Kaikki jätteet on lajiteltava pääurakoitsijan antamien ohjeiden mukaisesti. Urakoitsijat ovat vastuussa oman urakka-alueensa puhtaanapidosta, sekä työvaiheen päätyttyä sen siivouksesta. Jäteastioihin ei saa varastoida mitään, vaan jäteastioissa oleva materiaali luokitellaan jätteeksi.

Kaluston ja resurssien valinnassa huomioitavaa:

- Nostokoneiden ja muun kaluston aikataulutustaminen tehokkaaksi, jonka avulla voidaan välttää hukka-aikaa ja keskittyä tehokkaampaan työskentelyyn.
- Kustannuksien jakamiseksi eri työvaiheille tai urakoitsijoille täytyy logistiikkaa hoitavan työnjohtajan tuntea myös urakkasopimuksien pohjalta sopimussuhteet etenkin logistiikan ja niihin liittyvien siirtojen osalta mahdollisten kustannuksien jakamiseksi urakoitsijoille. Esimerkiksi urakoitsijoille tarjottava logistiikka tai nostokoneet.

- Monipuoliset nostokoneet, jotka pystyvät mahdollisuuksien mukaan toimimaan logistiikan ohella myös asennustöissä. Esimerkiksi kuormausnosturit ja pyöräalustaiset kaivinkoneet pystyvät tekemään monipuolisesti erilaisia asennustöitä logistiikan lisäksi.
- Materiaalien pysty -ja vaakasiirtoon varattava oikea kalusto ja varmistettava haalausreitti.

10 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön haastavin osa oli saada tutkimukselle tarvittavat lähteet, koska tutkittavasta aiheesta on todella vähän kirjallisia tutkimuksia ja ohjeistuksia. Logistiikasta ylipäättänsä löytyy lukuisia julkaisuja, joita on sovellettu tämän opinnäytetyön tekstissä, mutta tärkeimmät tietolähteet löytyivät yrityksen omista työntekijöistä ja urakoitsijoista, jotka ovat työskennelleet pitkään vastaavilla maanalaisilla työmailla ja tämä tietomäärä on merkittävässä osassa tämän opinnäytetyön tutkimusta.

Maanalaiset rakennustyömaat ovat harvoin samankaltaisia keskenään, mutta niistä löytyvät aina samat ominaispiirteet, jotka vaikuttavat merkittävästi koko hankkeeseen. Suurien rakennustyömaiden perusongelmana on yleensä suuret materiaalihävikit ja täten kustannuksien nousu eri työvaiheissa. Väärä tapa toimia on tilata materiaaleja suuret määrät kerralla, jolloin joudutaan maksamaan vain yksi rahti.

Tosiasiassa tilanne ei ole aina kustannustehokas, jos kyseisille materiaaleille ei ole työmaalla varattua pitkäaikaista varastointipaikkaa ja materiaaleja joudutaan siirtämään lukuisia kertoja paikasta toiseen toisten työvaiheiden edestä pois. Tällöin on riskinä materiaalivahingot, ja materiaalihukka, sekä suurimpana kustannuksena materiaalien siirtoon kuluvat resurssit ja menetetty työaika. Tätä varten rakennustyömailla tulisi erityisesti suosia JOT-ajattelutapaa, jolloin tavarat tilataan juuri oikeaan tarpeeseen.

Tutkimuksen aikana saatiin selville, että logistiikka rakennustyömailla ei ole pelkästään materiaalien siirtämistä paikasta toiseen, vaan se on tärkeä osa jokaista työvaihetta. Jokaiseen työvaiheeseen liittyy jollain tavalla logistiikka, koska työvaiheet tarvitsevat siistin

työkohteen, tarvikkeet, rakennusmateriaalit, työntekijät, mahdolliset apukoneet, jätehuollon, sekä tietenkin turvallisen työympäristön. Logistiikalla on vaikutuksensa lähes jokaisessa työvaiheessa, jolloin logistiikkaa hoitavan työnjohtajan tulee jatkuvasti olla eri työvaiheiden edellä ja tietää, miten mikäkin työvaihe tulee vaikuttamaan työmaan toimintoihin ja tilavarauksiin.

Lisäksi toimituksien ennakkosuunnittelulla ja rytmittämisellä voidaan merkittävästi vaikuttaa maan alaisen työmaan sujuvaan liikenteeseen. Tällä tavoin yhteentörmäyksiä ja turhaa hukka-aikaa voidaan vähentää merkittävästi.

Lähteet

- 1 Finlex. Verkkosivu. www.finlex.fi. 179/2012 Valtioneuvoston asetus jätteistä. Luettu 22.3.2020
- 2 Haastattelut
- 3 Jukka Tikka. 2016. Logistiikan perusteet. Books On Demand. Suomi.
- 4 Karrus, K. 2003. Logistiikka. Ws Bookwell Oy. Juva.
- 5 Last Planner. Verkkojulkaisu. Last Planner - toimiva tuotannonohjaus työmaalla. www.Rakennustieto.fi. Luettu 15.5.2020
- 6 Logistiikanmaailma. Verkkosivu. www.Logistiikanmaailma.fi. Luettu 22.5.2020
- 7 Länsimetro. Verkkosivu. www.lansimetro.fi. Luettu 8.2.2020
- 8 Länsimetro. Työmaa-aineisto. Työmaalogistiikka ja yhteistoiminta, urakkaohjelman liite
- 9 Rakennustietosäätiö RTS. 2010. Ratu S-1227 Työmaan toimitusten suunnittelu ja ohjaus
- 10 Rakennustietosäätiö RTS. 2017. Ratu C2-0454 Rakennustyömaan aluesuunnittelu
- 11 Rakennustietosäätiö RTS. 2013. Ratu S-1232 Rakennustyömaan sääsuojaus.
- 12 Rakennustietosäätiö. Verkkoaineisto. Verkkosivu. Logistiikka on sujuvaa materiaalityötoimitusten hallintaa. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK98s677.pdf>. Luettu 18.5.2020
- 13 Reserviläinen. Verkkosivu. www.reservilainen.fi. Luettu 19.4.2020
- 14 Toimitusketjun hallinta talonrakentamisessa. Verkkoaineisto. <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=TOIMITUSKETJUN+HAL-LINTA+TALONRAKENTAMISESSA+&channel=trow2>. Luettu 18.5.2020
- 15 TYL YIT&ARE Länsimetron työmaan yhteistyötoimintaliite.

- 16 Vtt. Verkkoaineisto. http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2009/Rakennus-tyomaan_toimitusten_ohjaus_091116.pdf. Luettu 14.5
- 17 Whatsapp. Verkkosivu. www.whatsapp.com. Luettu 10.5.2020
- 18 YIT Oy. Verkkosivu. www.yit.fi. Luettu 8.2.2020

Työnjohtajan muistilista toimituksien saapumista varten

S-1227	Työmaan toimitusten suunnittelu ja ohjaus	17
<u>Kohde</u>		
Työnjohtajan muistilista		
Aloituspalaveri/ urakkasopimus/ toimitussopimus	Työnjohto sopii ennen toimituksia <input type="checkbox"/> toimituserät ja -ajat <input type="checkbox"/> toimitettavat dokumentit, valmistajan ohjeet, tyyppihyväksyntä-todistukset <input type="checkbox"/> työn sovittaminen muihin töihin ja toimituksiin <input type="checkbox"/> nosto- ja siirtokaluston käyttö <input type="checkbox"/> pakkaustapa ja -koko <input type="checkbox"/> kuljetuskalusto, kuljettajan soitto työmaalle <input type="checkbox"/> purkupaikka <input type="checkbox"/> nosto- ja siirtokalusto <input type="checkbox"/> varastointi ja suojaus <input type="checkbox"/> mestan vastaanotto <input type="checkbox"/> tilaukset/kotiinkutsut ja toimitusten varmistaminen <input type="checkbox"/> suunnitelmamuutoksista tiedottaminen <input type="checkbox"/> tehtäväsuunnittelu	
Toimitusten varmistaminen ja tilaus	Tarvittaessa soitto toimittajalle <input type="checkbox"/> työmaan aikataulussa pysyminen <input type="checkbox"/> toimittajan aikataulussa pysyminen <input type="checkbox"/> jos toimituserissä tai -ajoissa muutoksia, ilmoitus heti tavarantoimittajalle Tilaus <input type="checkbox"/> sovitun toimituserän kotiinkutsu	
Vastaanoton valmistelu	Työnjohto ja asentaja tarkastavat ja sopivat <input type="checkbox"/> mestan tarkastus ajoissa, korjataan tarvittaessa valmiiksi ennen toimitusta <input type="checkbox"/> muiden töiden ja toimitusten yhteensovittaminen <input type="checkbox"/> purkupaikan ja kaluston valmistelu / järjestäminen <input type="checkbox"/> varastopaikan järjestäminen <input type="checkbox"/> suojausmateriaalit	
Kuljetus työmaalle	Työnjohto, asentaja sekä kuljetusliike sopivat <input type="checkbox"/> saapuvasta kuormasta ilmoitetaan etukäteen sovitulle yhteys-henkilölle <input type="checkbox"/> opastus purkupaikalle <input type="checkbox"/> kuljettajan henkilökohtaiset suojavaolineet	
Tavaran vastaanotto	Työnjohto ja/tai asentaja hoitavat <input type="checkbox"/> kuorman sisällön tarkastaminen <input type="checkbox"/> huomattujen puutteiden reklamoiminen <input type="checkbox"/> puutteiden kirjaaminen kuormakirjaan <input type="checkbox"/> kuormakirjan säilyttäminen <input type="checkbox"/> purku, siirrot ja suojaus valmistajan ohjeiden mukaisesti suunniteltuihin paikkoihin <input type="checkbox"/> pakkausjätteiden lajittelu jätelavoille <input type="checkbox"/> Työnjohto hoitaa: <input type="checkbox"/> mittaritiedon kerääminen <input type="checkbox"/> laskun tarkastus <input type="checkbox"/> palaute toimittajarekisteriin	

Logistiikkakalenteri

Logistiikkakalenteri		Viikko 17		Työmaan nimi: RU22 Kaitaan metroasema TYL Yt&Are												
Työnumero: 10051																
Laajia: Björn Mattsson YIT																
Tehtävä/Kuorma	Toimitus (Pvm)	Kellon aika (jos ei tarkka niin arvio)	Asennus suoraan	Varastoon (pakka)	Tilaja (henkilö)	Vastuu yhteys	Sijainti/lohko	Määrä (kolilla)	Yks	Logistiikkayht	Kalusto	Vastaanotaja (henkilö/yht)	Toimittaja	Huomioitavaa		
Metallipalco-ovet	29.4.2020	noin klo 09-10.00		Pumppaamo	YIT TJ	YIT	Tunneli 2 lavaa	8kpl		Logistiikka x	KK-KA	YIT	Ovfitma	Toimituksen purku purkupaikalle, josta kuljetus maan alle		
Deffesin teräsporaa + kateet	29.4.2020	08.00	X			Deffes	Kaitaa asema	4 nostoa	3-4	Urakoitsija	Hiab	Urakoitsija	Deffes	Asennus suoraan kuomasta, kuorma kaitaan aseman länsipuolelle		
Paroc Julkisivulemmit	29.4.2020	10.00		Pihavarasto	YIT TJ	Julkitivurakkoitsija	Sioikko	6		Urakoitsija	Hiab	Urakoitsija				
Sähkökatot	29.4.2020	Aamupäivä		Are varasto	Are TJ	Are	Lohko 2, 1krs	2		Are logistiikka	Kuortaja	Are				
Purkkuorma + muuta pientä asennusmateriaalia	30.4.2020	Aamupäivä		Are varasto	Are TJ	Are	Lohko 2, 1krs	3		Are logistiikka	Kuortaja	Are				
Katon kallistusvalu	30.4.2020	10.00-14.00	X		YIT TJ	YIT	Kaitaa asema				Pumppu	YIT		Valun kesto noin klo 10-14.00. Tukki- tien ostitin pih-alueella		
Teräsosat laituritasolle	30.4.2020	08.00			Teräsurakoitsija		Lohko 3, 1krs	3	8	Urakoitsija	KK-KA	Urakoitsija		Teräsosten pitus smettiä, kulku tunnelin länsipään, josta peruttaen laituritasolle		
Kaluston kuorma	30.4.2020	noin klo 12-14.00	X		YIT TJ		Kaitaa asema			Logistiikka x	Hiab	YIT		Kaluston palautus 12 lavametriä		
Julkitivun teräsosat	30.4.2020	10-12.00	X		Teräsurakoitsija		Kaitaa asema	1	4	Urakoitsija	Hiab	Urakoitsija				
Liukuportaat + asennusmateriaalit	1.5.2020	07.00		Haalaustas	Kone		Kaitaa asema	3	12	Storent	Hiab	Urakoitsija		Urakoitsijan oma nosto-auto ja kuorman purku		
Wc-elementit	1.5.2020	09-10.00	X		YIT TJ	YIT	Kaitaa asema	2	2	Urakoitsija	Hiab	Urakoitsija		Urakoitsijan oma nosto-auto ja kuorman purku		
Granitiikkivet	1.5.2020	06.30		Laituriaso	YIT TJ	YIT	Lohko 3, 1krs	8		Logistiikka x	KK-KA	YIT		Kulku tunnelin länsipään, josta peruttaen laituritasolle		

Logistiikkakalenterin käyttöohje

Työnnumero: 10051		Työmaan nimi: RU22 Kattaan metroasema Tyl yri&Are												
Laajitus: Björn Mattsson YIT														
Tehtävä/Kuorma	Toimitus (pvm)	Kellonaika (jos ei tarkka niin arvio)	Aseennus suoraan	Varastoon (paikka)	Tilaaja (henkilö)	Vastuu yritys	Sijainti/ ohje	Määrä (kollia)	Yks	Logistikka yritys	Kalusto	Vastaanottaja (Henkilö/yritys)	Toimittaja	Huomioitavaa

Erittele työmaalle saapuva kuorma, tai työtehtävä, joka vaikuttaa logistiikkaan

Ilmoita toimituksen päivämäärä tai työvaiheen kesto

Ilmoita toimituksen kellonaika tai työvaiheen kokonaiskesto

Asemestaanko suoraa suoraan kuormasta?

Meneeko kuorma varastoon? Ilmoita paikka

Toimituksen tai työvaiheen tilaaja

Ilmoita tilaajan yritys tai työvaiheen urakoitsija

Ilmoita toimituksen tai työvaiheen loppusijainti

Kuinka monta yksikköä/Kol/m /m3 määrää kuormassa on

Ilmoita toimitukseen tai haalaukseen varattava logistiikkayritys

Työmaalla merkitty vastaanottaja

Ilmoita kuorman toimittaja/yritys /henkilö

Tähän voi ilmoittaa muita huomioitavaa, esimerkiksi ajoreitin, kulkusumman, mahdolliset liikenteen seisausket, toimitukseen liittyvät yhteyshenkilöt

Mitä kalustoa tarvitaan kuorman purkuun tai haalaukseen

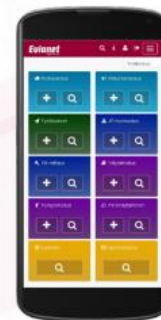
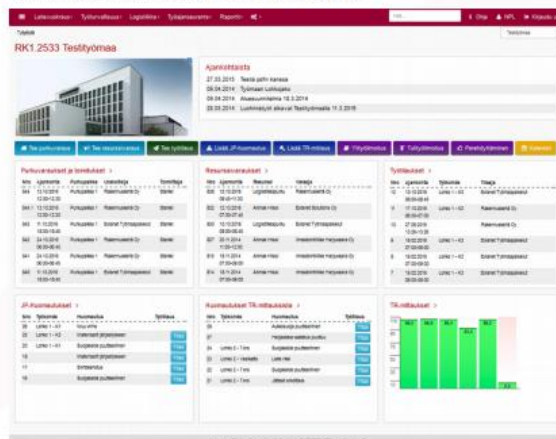
Kuinka monta laavaa kuormassa on

Kuinka monta laavaa kuormassa on

1 Yleistä

Evianet Solutions Oy:n toteutama työmaapalvelu (**NPL 2 - Networking Platform For Logistics**) on työmaan logistiikan ja toiminnan ja niihin liittyvien tietovirtojen seurannan ja ohjauksen työkalu. NPL:n avulla hallitaan niin yksittäisen kuin useammankin työmaan keskitetty ohjaaminen.

NPL-järjestelmän palvelut määritetään aina asiakaskohtaisesti. Palvelua käytetään päätelaitteesta riippumatta samasta www-osoitteesta ja samoilla tunnuksilla.



2 Käytön tavoite

Yhdenmukaistaa logistiikan toimintamallit projektin omista lähtökohdista.

- Työmaalle ei saavu yhtään toimitusta, jonka tarkkaa saapumisaikaa ei olisi sovittu etukäteen.
- Kaikki toimitukset vastaanotetaan ja tarkistetaan.
- Poikkeamiin reagoidaan välittömästi.
- Työmaan suunnitellut ja toteutuneet toimitukset ovat kaikkien osapuolien nähtävissä reaaliaikaisesti.
- Työmaan purku- ja siirtokalustoa kuormitetaan tasaisesti.
- Materiaalit otetaan työmaalla välittömästi käyttöön, varastot minimoidaan. (Taustalla tavoite, että työmaan tuotannon luotettavuus on kohdallaan)
- Hallitaan varastoon jäävän materiaalin sijaintia ja määrää
- Jäljitettävyyys - Yhteenvedot mm. toimituksittain, allurakoitsijoittain, toimittajittain

3 NPL:n eri palvelut

Palveluun on liitettävissä mm. seuraavia toimintoja.

3.1 Työmaan tietojen hallinta

- Työmaan alueet ja työkohteet
- Työmaan resurssit
- Urakoitsijoiden hallinta
 - Urakoitsijat
 - Urakoitsijoiden henkilöt
 - Urakoitsijoiden työmaakytkennät
 - Urakoitsijoiden ketjutus

3.2 Työmaan logistiikan hallinta

- Suorat toimitukset työmaalle tai terminaalista tehtävät kotinkutsut
- Toimituksen sisällön hallinta, toimitusrivikohtaisine liitetiedostoineen (Esim. CE-todistukset)
- Varastointitarve
- Asennusajankohta
- Purkuvaraukseen liittyvät resurssivaraukset
 - Varaus, hyväksyminen, varauskalenteri
- Purkuvaraukseen liittyvät alueet, purkupaikat ja tuloportit
 - Varaus, hyväksyminen, varauskalenteri
- Purkuvarauksen työtilaukset
 - Vastaanotto, varastointi, siirto, liikenteenohjaus, jne
- Saapumisilmoitukset
 - Ajankohta, vastaanottaja, jne
 - Toimituksen tuoterivien kuittaus saapuneeksi ja toimituksessa mahdollisesti olevat virheiden kuvaukset
 - Saapumisilmoitukselle voidaan ladata myös; rahtikirja, lähete, muu liitetiedosto
 - Saapumisilmoitukselle voidaan tallentaa toimitusrivikohtainen kuva (Esim. CE-merkintä tai kuljetusvaurio)



3.3 Työmaan resurssivaraukset

- Työmaalle perustettujen resurssien hallinta ja varaus
- Työmaan resurssien hallinta (torninosturit, kurottajat, jne.)
 - Varaus, hyväksyminen, varauskalenteri



3.4 JP-huomautukset

- JP-huomautukset työmaan epäkohdista
- JP-huomautusten korjaamisen eri tilojen hallinta
- JP-huomautusten korjausten hallinta, mm. työtilausten kautta

3.5 TR-mittaukset ja TR-mittauksen huomautukset

- TR-mittauksen huomautusten tilojen hallinta
- TR-mittauksen huomautusten korjausten hallinta, mm. työtilausten kautta

3.6 Työtilausten hallinta

- Työmaalla tehtyjen havaintojen korjaamiset
- Työtilausten luonti purkuvarauksista ja huomautuksista
 - Esimerkiksi purkuvarauksien; vastaanotto, varastointi, siirto, jne
- Työtilausten kommentointi
- Työtilausten resurssointi ja toteutuman raportointi
- Työtilausten seuranta palvelun tuottajalle ja urakoitsijalle jota työtilaus koskee
- Hyväksymismenettelyt laskutukseen saakka

3.7 Työmaakohtainen pientarvikevarasto

- Työmaakohtainen / yleiskäyttöinen
- Työmaakohtainen valikoima
- Saldohälytykset
- Inventointi
- Laskutuksen tuki

3.8 Työmaan muu toiminta

- Tiedottaminen
- Tullityöilmoitukset
- Viikonloppu- ja iltatyöilmoitukset
- Pehdyttämiset
- Erilaiset raportit