



Infratyömaiden logistiikan kehittäminen

Ville Pennanen

OPINNÄYTETYÖ
Marraskuu 2022

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

PENNANEN, VILLE:
Infra-yömaiden logistiikan kehittäminen

Opinnäytetyö 42 sivua, joista liitteitä 10 sivua
Marraskuu 2022

Tampereen Infra Oy on viime vuosina kehittänyt kokonaisvaltaisesti logistiikkaansa työmaillaan ja kehittäminen jatkuu edelleen. Työmaalogistiikan hallinnalla on merkittävä vaikutus työmaan aikatauluun ja kustannuksiin sekä ympäristöön, joten työmaalogistiikan kehittäminen oikeaan suuntaan luo tuotannollisia hyötyjä sekä kustannussäästöjä.

Tässä työssä tutkittiin työmaalogistiikkaa ja sen hallintaa kirjallisuudesta sekä Tampereen Infra Oy:n rakentamispalveluiden työmaalogistiikan kehittämiskohteita henkilöstön haastatteluiden avulla. Työn tavoitteena laadittiin kirjallisuuteen ja henkilöstön vastauksiin pohjautuen kehittämisohje yhtiön työmaalogistiikkaan.

Tutkimukset osoittivat, että yhtiö on kehittänyt merkittävästi kiertotalouttaan rakentamalla kiertotalous- ja välivarastoalueita työmailta syntyneille ylijäämämaille sekä kehittänyt tavara- ja rakennusmateriaalikuljetuksien organisointia luomalla kuljetustilaustaulun keskitetyn ajojärjestelyn työkaluksi. Kehittämiskohteita olivat tavaroiden ja rakennusmateriaalien tilaaminen, työkone- ja kuljetuskaluston mitoittaminen, työmaiden aluesuunnitelmien laatiminen sekä kiertotalous. Kiertotalouden hallinta työmailla on viime vuosien kehittämisestä huolimatta keskeneräinen, joten se oli edelleen yksi työmaalogistiikan kehittämiskohteista.

Viime vuosien työmaalogistiikan kehittäminen on tuottanut toivottuja tuloksia, mutta kehittämiskohteita on edelleen. Työmaalogistiikan kehittämiskohteita varten tämän työn tuloksena laadittiin kehittämisohje. Ohje tukee yhtiön viime vuosien kehitystyötä ja tuo uusia kehittämis ehdotuksia yhtiön työmaalogistiikan kehittämiskohteisiin. Ohjeen sisältöä voidaan toteuttaa heti yhtiön työmaalogistiikassa tai ohjeen sisällön kehittämistä voidaan jatkaa yhtiössä. Liitteet haastattelusta ja kehittämisohjeesta ovat poistettu julkisesta raportista.

Asiasanat: työmaalogistiikka, kiertotalous, kehittäminen

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Bachelor of Construction Management

PENNANEN, VILLE:
Development of Logistics at Infrastructure Construction Sites

Bachelor's thesis 42 pages, appendices 10 pages
November 2022

In recent years, Tampereen Infra Oy has developed logistics at its sites comprehensively and development continues. The management of site logistics has a significant impact on the scheduling and costs of the site and on the environment, so developing site logistics in the right direction creates positive benefits and cost savings.

The purpose of this thesis was to study site logistics and its management from literature, and the site logistics problems of Tampereen Infra Oy's construction services through interviews with staff. The objective of the thesis was to draw up a development guide for the company's site logistics based on the literature and staff responses.

The results show that the company has significantly developed its circular economy by building circular economy areas and temporary storage areas for sites surplus land. The company has also developed the organization of the transport of goods and building materials by creating a centralized transport order table driving arrangement as a tool. Development items included ordering goods and building materials, sizing machinery and transport equipment, drawing up site plans, and circular economy. The management of the circular economy at sites has still unfinished after the development of recent years, so it was still one of the main points of development of site logistics.

The development of site logistics in recent years has yielded the desired results, but site logistics problems can still be found. As a result of this thesis, a development guide was drawn up for the problems of site logistics. The guide supports the company's development efforts in recent years and brings new development proposals to the company's site logistics problems. The content of the guide can be implemented immediately in the company's site logistics, or the development guides content can be continued in the company. The attachments about interviews and development guide have been removed from the public report.

Key words: site logistics, circular economy, development

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	TYÖMAALOGISTIikka	6
	2.1 Yleistä työmaalogistiikasta	6
	2.2 Työmaalogistiikan hallinta	9
3	YHTIÖN LOGISTIIKAN NYKYTILANNE	13
	3.1 Tilaus-toimitusketjun hallinta	13
	3.2 Kuljetustilaustaulu	14
	3.3 Työkone- ja kuljetuskalusto	15
	3.4 Kiertotalous	16
	3.5 Työmaan aluesuunnittelu	18
4	KEHITTÄMISKOHTEET	20
	4.1 Tilaaminen tilaus-toimitusketjussa	20
	4.2 Työkone- ja kuljetuskaluston mitoittaminen	21
	4.3 Kiertotalouden haasteet	22
	4.4 Työmaan aluesuunnitelman laatiminen	22
5	KEHITTÄMISOHJEEN SISÄLTÖ	24
6	POHDINTA	31
	LÄHTEET	32
	LIITTEET	33
	Liite 1. Haastattelut	33
	Liite 2. Kehittämisohje	39

1 JOHDANTO

Logistiikan hallinnalla on merkittävä vaikutus infratyömaan aikatauluun, kustannuksiin ja ympäristöön. Erityisesti ympäristöasiat ovat viime vuosina nousseet suurempaan rooliin infratyömailla, ja kiertotaloudesta on tullut osa työmaalogistiikkaa. Tulevaisuuden infrahankkeissa työmaalogistiikan matalat kustannukset ja kiertotalouden toteuttaminen ovat kriteereitä urakan saamiseksi, joten rakennusliikkeet ovat aloittaneet kehittämään kokonaisvaltaisesti työmaalogistiikkaansa.

Infrarakentamiseen erikoistunut yhtiö Tampereen Infra Oy on viime vuosina kehittänyt kiertotalouttaan sekä muuta työmaalogistiikkaansa ja niiden kehittäminen jatkuu edelleen. Tampereen Infra Oy:n toimeksiannosta tämän työn tarkoituksena on tutkia työmaalogistiikkaa ja sen hallintaa kirjallisuudesta sekä yhtiön työmaiden logistiikan nykytilannetta ja kehittämiskohteita henkilöstön haastatteluiden avulla.

Tämän työn tavoitteena on laatia tutkimustulosten perusteella yhtiölle työmaalogistiikkaan kehittämisohje, joka tukee yhtiön viime vuosien kehittämistyötä ja kehittää tämän työn tutkimuksissa ilmenneitä kehittämiskohteita. Ohje sisältää kehittämissuhteita, jotka voidaan ottaa yhtiössä käyttöön tai niiden kehittämistä voidaan jatkaa.

Tässä työssä keskitytään yhtiön rakentamispalveluiden katu- viher- ja puistotyömaihin. Työmaalogistiikkaa tutkitaan kirjallisuudesta ja yhtiöstä tärkeimpien osa-alueiden kautta, jotka ovat tilaus-toimitusketju, työkone- ja kuljetuskalusto, kiertotalous sekä työmaan aluesuunnittelu.

2 TYÖMAALOGISTIikka

Tässä kappaleessa tutkitaan työmaalogistiikkaa ja sen hallintaa kirjallisuudesta sekä sähköisistä tietolähteistä. Työmaalogistiikan ja sen hallinnan tutkimustuloksia käsitellään tärkeimpien osa-alueiden eli tilaus-toimitusketjun, työkone- ja kuljetuskaluston, kiertotalouden sekä työmaan aluesuunnittelun näkökulmista.

2.1 Yleistä työmaalogistiikasta

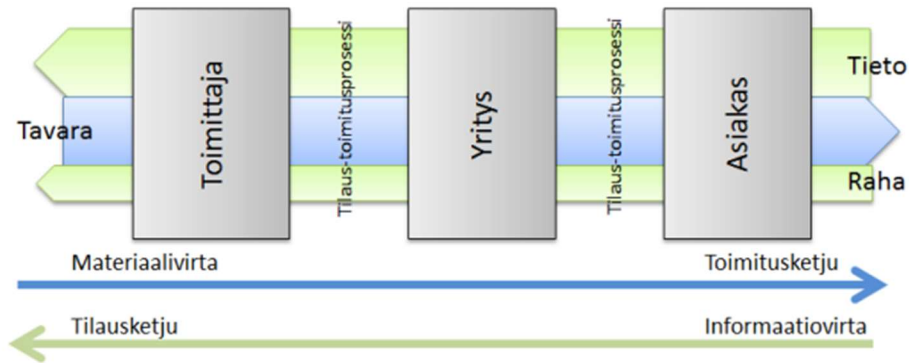
Logistiikka on materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen, hankinnan, tuotannon, jakelun ja kierrätyksen, huolto- ja tukipalvelujen, kuljetus- ja muiden lisäarvopalvelujen sekä asiakaspalvelun ja -suhteiden kokonaisvaltaista johtamista ja kehittämistä (Karrus 1998, 13).

Karruksen määritelmän mukaan logistiikka ulottuu jokaiseen tuotannon vaiheeseen esimerkiksi infrastruktuurin rakentamisessa. Logistiikan toimintoja infratyömailla ovat työkone- ja kuljetuskalusto, tavaroiden tilaaminen sekä kuljettaminen työmaalle ja työmaalta pois, materiaalien uusiokäyttö, jätteiden kierrättäminen sekä varastointi. Rakennus- ja infratyömaiden logistiikan toiminnoista käytetään nimeä työmaalogistiikka.

Työkone- ja kuljetuskalustolla tarkoitetaan työtä tekevää konekalustoa sekä materiaalien ja tavaroiden kuljettamiseen käytettävää kalustoa. Työkoneiden ja kuljetuskaluston mitoittaminen on työmaa- sekä työvaihekohtaista. Infratyömailla käytettävät työkoneet ovat usein pyörä- ja tela-alustaisia kaivinkoneita, pyöräkuormaajia, pienkuormaajia, traktorikaivinkoneita, tiehöyliä, puskutraktoreita sekä maantiivistäjiä. Infratyömailla käytettävään kuljetuskalustoon kuuluvat usein kuorma-autot, maansiirtoautot sekä traktoridumpperit.

Tavaroiden tilaamista sekä kuljettamista työmaalle kutsutaan tilaus-toimitusketjuksi (kuvio 1). Työmaalogistiikassa tavarantoimittajan tilaus-toimitusketju menee seuraavasti: työmaalle tilataan tavarat yrityksen käytäntöjen mukaisesti sähköpostitse tai puhelimitse. Tavarantoimittaja hoitaa kuljetuksen tilatuille tuotteille omalta tehtaalta, varastolta tai sopimuskumppanilta. Kuljetettu tavara saapuu perille

työmaalle, jolloin toimitettu tavara menee suoraan tuotantoon tai välivarastoidaan tulevaa käyttöä varten. Toimituksen ja tavaran mukaan kuorman purkaa kuljetusliike tai työmaan purkukalusto.



KUVIO 1. Tilaus-toimitusketju yksinkertaistettuna (Sakki 2009).

Ympäristöasiat ovat nykyään infratyömailla suuressa roolissa, joten työmaiden materiaalien uusiokäyttöä ja jätteiden kierrättämistä kehitetään. Materiaalien uusiokäyttö ja jätteiden kierrättäminen ovat osana suurempaa kokonaisuutta nimeltään kiertotalous (kuvio 2). Kiertotalous on talousmalli, jossa ei tuoteta jatkuvasti lisää tavaroita. Kulutus perustuu omistamisen sijasta palveluiden käyttämiseen: jakamiseen, vuokraamiseen sekä kierrättämiseen. Materiaaleja ei lopuksi tuhota, vaan niistä syntyy yhä uudelleen uusia tuotteita. (Maa- ja metsätalousministeriö 2022.)

Infratyömailla kiertotaloutta edistetään muun muassa hyödyntämällä leikattuja kaivumaita täyttömaita samalla tai toisella työmaalla. Jos leikattuja kaivumaita ei saada hyödynnettyä työmailla, niistä tulee ylijäämäkaita ja ne kierrätetään vastaanottopisteisiin, joista ne saadaan jalostettua uusiokäyttöön. Lisäksi työmailla kaadetut puut ja puretut materiaalit kierrätetään vastaanottopisteisiin, joista ne saadaan jalostettua uusiokäyttöön.



KUVIO 2. Materiaalien ja jätteiden kulku kiertotaloudessa (Shutterstock 2021).

Varastointialueet ja kuljetuskaluston työmaatiet ovat osana työmaan logistista suunnittelua. Varastointialueilla tarkoitetaan työmaalogistiikassa alueita, joissa säilytetään työmaan tuotannossa tarvittavia tavaroita ja rakennusmateriaaleja. Kuljetuskaluston työmaateillä tarkoitetaan jo valmiiksi olevia tai rakennettavia väyliä, joiden leveys ja kantavuus ovat riittävät työmaan suurimmalle ajoneuvolle ja työkoneelle. Varastointialueet sekä työmaatiet suunnitellaan ennen työmaan käynnistymistä ja ne merkitään työmaalle laadittavaan aluesuunnitelmaan.

Tavaroiden ja rakennusmateriaalien tilaamisen ajoituksella sekä suunnittelulla on merkittävä vaikutus työmaan varastoimisen tarpeeseen. Työmaalla välivarastoidaan tavaroita ja rakennusmateriaaleja, jotka eivät mene suoraan kuljetuksesta tuotantoon. Varastointialueiden tarve kytkeytyy työmaan varastointikäytäntöön ja yrityksen hankintapolitiikkaan.

Kuljetuskaluston työmaatiet rakennetaan työmaan ja tavarantoimittajien kuljetuskalustoa varten. Työmaateillä varmistetaan sujuva ajoneuvoliikenne työmailla. Työmaateiden laatu, tarve ja rakentaminen kytkeytyvät työmaalla käytettävään työkone- ja kuljetuskalustoon.

2.2 Työmaalogistiikan hallinta

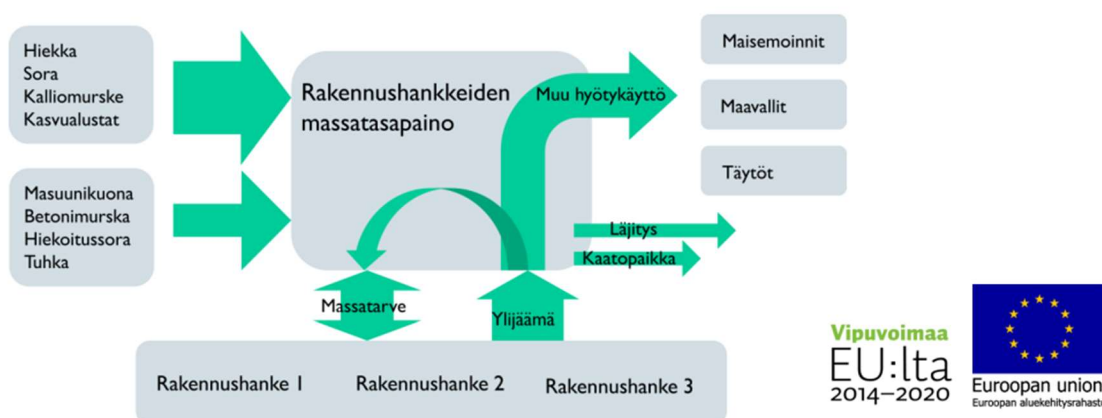
Työmaalogistiikan hallinnalla on suuri vaikutus työmaan kustannuksiin ja aikatauluun. Vuorela, Urpola ja Kankainen (2011, 141) ovat kuvanneet työmaalogistiikan vaikutuksia työmaan kustannuksiin ja aikatauluun seuraavasti: hankintojen seurauksena työmaalle toimitettavien materiaalivirtojen järkevällä suunnittelulla ja ohjauksella voidaan merkittävästi vaikuttaa kustannuksiin, laatuun ja työmaan nopeaan etenemiseen.

Työmaalogistiikan hallinnassa tilaus-toimitusketjun osapuolten eli työmaan ja tavarantoimittajan kommunikointi on tärkeää. Oikean tiedon avulla voidaan välttyä turhalta varastoimiselta ja virrehankinnoilta ja niihin liittyviltä ostotyöltä ja kuljetamisen kuluilta. Tilaus-toimitusketjun osapuolten tulee kehittää keskinäistä kommunikointia ja tietojen jakamista. Tiedon virtaus on kaksisuuntaista mutta pääsuunta on kuitenkin asiakkailta yritykseen ja edelleen tavarantoimittajille. (Sakki 2009, 22.)

Työkone- ja kuljetuskaluston rooli työmaiden onnistumisessa korostuu infrarakentamisessa. Kaivu- ja kuormauskalusto on yleensä maansiirtoketjun tahdistava resurssi, josta riippuu myös muiden resurssien työn tulos (Lindholm ja Junnonen 2012, 26). Maamassojen käsittelyssä on löydettävissä aina toistuva, kiinteästi toisiinsa yhteen liittyvä työvaiheketju: irrotus, kuormaus, kuljetus tai siirto, kuorman tyhjennys, levitys ja jalostus (Lindholm ja Junnonen 2012, 27).

Kiertotaloudessa leikattuja kaivumaita pyritään uusiokäyttämään ja työmaiden tulee olla omavaraisia maa-aineksien suhteen. Kaivumaiden ja maa-ainesten hallintaan liittyvät oleellisesti massatasapaino (kuvio 3) ja massatalous. Massatasapaino määritetään seuraavasti: maa-ainesten siirrot, hyödyntäminen ja loppusijoittaminen toteutetaan määritettävän alueen sisällä (esim. yleiskaava-alue), jotta kuljetusmatkat saadaan mahdollisimman vähäiseksi. Massatasapainossa pyritään siihen, että alue on mahdollisimman omavarainen maa-aineshuollon suhteen. (Kaivumaiden, kiviaineksen ja purkumateriaalien hyödyntämisen periaatteet maarakentamisessa 2019, 4.)

Massatasapaino edistää myös infrahankkeiden massojen kustannusten hallintaa. Massatasapaino sekä massojen kustannusten hallinta muodostavat massatalouden. Massatalous on käsiteltävien maa- ja kalliokiviainesten kokonaismäärän ja käyttökelpoisuuden sekä vaihtoehtoisten rakenne- ja tuotantoratkaisuiden kokonaiskustannusten hallintaa (Kaivumaiden, kiviaineksen ja purkumateriaalien hyödyntämisen periaatteet maarakentamisessa 2019, 4).



KUVIO 3. Massatasapaino esitettynä kuviona (Ukkola 2017).

Massatalous jaetaan suunnitteluvaiheen ja tuotantovaiheen massatalouteen. Suunnitteluvaiheessa tehdään isot massojen käyttöön vaikuttavat suunnitteluratkaisut, kuten esimerkiksi tiehankkeen linjaus ja tasaus, ja tuotantovaiheessa tehdään massojen siirron suunnittelu. Massatalouden näkökulmasta suunnitteluvaiheessa tavoitteena on tilanne, jossa kaikki leikattava materiaali käytetään hyväksi rakenteissa ja leikattavan maa- ja kalliomassan laatu on mahdollisimman hyvä ja määrä mahdollisimman pieni, mutta riittävä hankkeen massatarpeisiin. (Lindholm ja Junnonen 2012, 16.)

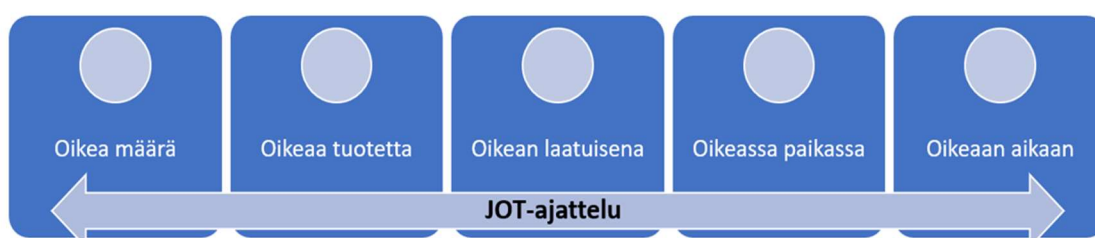
Massatalouden edistämiseksi tuotantovaiheessa infratyömaille laaditaan massansiirtosuunnitelma. Massansiirtosuunnitelmassa kustannuksia voidaan pienentää kiinnittämällä erityistä huomiota tuotannon aikaiseen materiaalin käyttöön ja käyttöjärjestykseen. (Lindholm ja Junnonen 2012, 20.)

Tyypillisesti massansiirtosuunnitelmassa noudatetaan seuraavia periaatteita:

- Kaikki käyttökelpoiset massat käytetään oikein.
- Kelvottomia massoja leikataan mahdollisimman vähän.
- Massojen välivarastointia vältetään.
- Penkereitä rakennetaan mahdollisimman vähän.
- Vuodenaikojen vaikutus otetaan huomioon.
- Otetaan huomioon alueen muut maanrakennuskohteet, joista voidaan saada massoja tai joihin voidaan toimittaa ylijäämämassoja.
- Pyritään mahdollisimman lyhyisiin kuljetusmatkoihin.
- Suositetaan meno-paluukuljetuksia. (Lindholm ja Junnonen 2012, 20.)

Kiertotalouden hallintaan liittyy oleellisena osana myös rakennus- ja purkujätteidä kierrättäminen. Rakennus- ja purkujätteet lajitellaan työmaalla erilleen ja jätteet viedään niille osoitettuihin jätteen vastaanottopisteisiin. Vastaanottopisteiden on oltava sellaisia, että jäte saadaan jalostettua uusiokäyttöön.

Työmaalogistiikan hallinnassa yrityksen hankintapolitiikka ja työmaan tilaus-toimitusketju vaikuttavat työmaalla varastoinnin tarpeeseen. Jos yrityksen tai työmaan hankintapolitiikka perustuu ”just on time” -ajatukseen eli JOT-ajatukseen (kuvio 4), tuotteita tehdään JOT-ajattelun mukaan vain tarpeeseen, jolloin varastoja ei synny (Vuorela, Urpola, Kankainen 2011, 141).

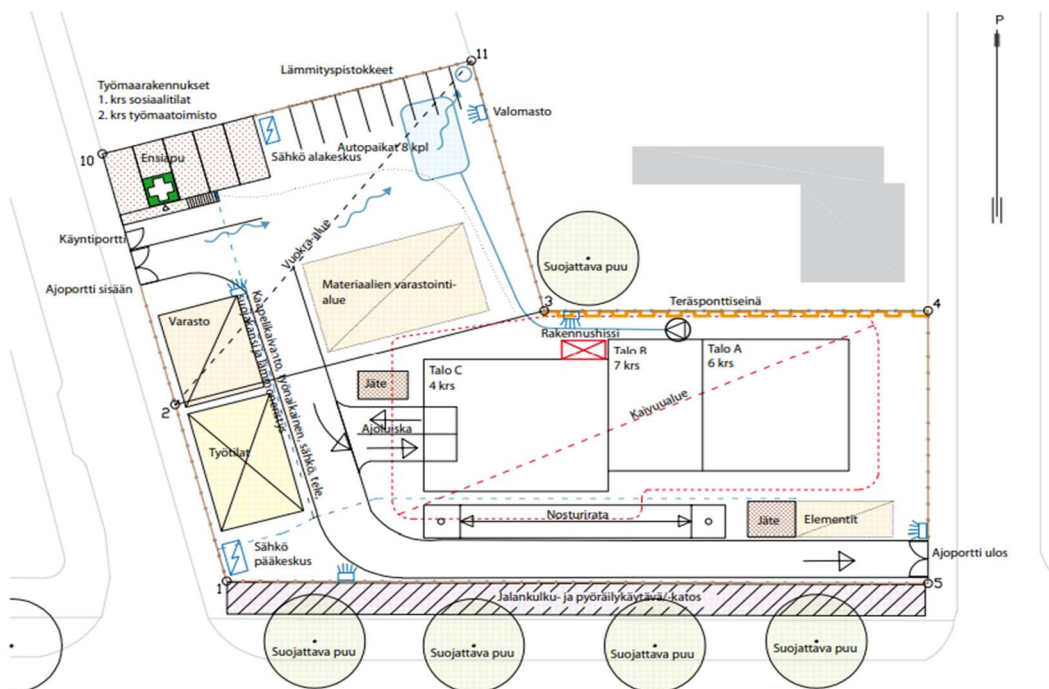


KUVIO 4. JOT-ajattelu (Pennanen 2022).

Varastoidessa tavaroita ja materiaaleja työmaalla yrityksen tai työmaan hankintapolitiikan mukaan, tehdään se minimoimalla työmaan sisäiset siirrot. Työmaan sisäisten siirtojen minimoinnilla vältetään lopputuotteen kannalta ylimääräistä työtä, säästetään kustannuksissa ja pienennetään todennäköisyyttä tavaroiden sekä materiaalien mahdollisille kolhuille ja rikkoutumisille.

Sisäisten siirtojen minimoimiseksi työmaan aluesuunnittelussa on otettava huomioon seuraavat asiat:

- Rakennustarvikkeiden vastaanottoa, kuormien purkua ja lastausta varten työmaalle suunnitellaan riittävä määrä keskeisesti sijoittuvat purku- ja lastauspaikat, joista tavarat voidaan jakaa työmaan sisäisin siirroin työkohteisiin.
- Purku- ja lastauspaikoille varataan nosto- ja siirtokoneille ja -laitteille riittävästi liikkumistilaa.
- Purku- ja lastauspaikat sijoitetaan työmaavarastojen ja varastoalueiden läheisyyteen.
- Työmaan sisäinen kuljetustieverkko suunnitellaan ja sijoitetaan keskeisesti tavaroiden ja materiaalien vastaanottopaikat, nostolaitteiden sijainnit, nousutiet huomioon ottaen.
- Rakennustarvikkeiden työmaasäilytystä ja -varastointia varten kartoitetaan varastoinnin tarve ja suunnitellaan varastoalueiden koot sekä paikat työmaalla.
- Arvioidaan varastoalueiden pohjien vahvistamistarve, alueiden aitaaminen, kevytsuojien ja varastohallien rakentaminen.
- Kaivumaiden, louheen jne. rakennustyössä syntyvien maa-ainesten sijoittamiseen ja varastointiin varataan työmaalla läjitäyttöalueet. (Rakennustyömaan aluesuunnittelu 2017, 7.)



KUVA 1. Esimerkki maanrakennustyövaiheen aluesuunnitelmasta, jossa sisäiset siirrot ovat minimoitu (Rakennustyömaan aluesuunnittelu 2017).

3 YHTIÖN LOGISTIIKAN NYKYTILANNE

Tässä kappaleessa kerrotaan Tampereen Infra Oy:n työmaalogistiikan toimintamallin nykytilanteesta tärkeimpien osa-alueiden näkökulmasta. Kappaleen teksti perustuu yhtiön henkilöstön kokemuksiin.

3.1 Tilaus-toimitusketjun hallinta

Yhtiön työmaalogistiikan nykyisessä toimintamallissa työmaalle tarvittavat suuret tavaraerät tilaa työmaan työnjohto. Toimintamallissa myös pienemmät tavaraerät työmaalle tilaa ensisijaisesti työnjohto, mutta tilauskäytännöistä usein sovitaan, että työryhmän etuhenkilö tilaa pienemmät tavaraerät työmaalle. Tilauskäytännöistä yhtiö on koonnut työntekijöilleen hankinta- ja tilausohjeet, jotka sijaitsevat yhtiön sisäisissä kanavissa.

Tavaratilaukset tehdään sähköpostitse tai puhelimitse. Ennen tilausta tai välittömästi tilauksen jälkeen tehdään SAP-järjestelmässä ostotilaus tavarantoimittajalle. Ostotilauksesta syntynyt dokumentti lähetetään sähköpostilla toimittajan yhteyshenkilölle, jotta toimittaja pystyy kohdistamaan laskun tilatusta tavarasta oikealle työmaalle. Noudetuista tavaroista tehdään ostotilauksen lisäksi kuljetustilaus.

Tavarantoimittajat ovat yhtiön hankintaosaston kilpailutusten tuloksina syntyneitä puitesopimuskumppaneita. Toimittajien kanssa tehtyihin puitesopimuksiin on sovittu tavaroiden toimitusehdot sekä niiden hinta. Tavaroiden kuljetus tilataan tavarantoimittajalta toimitettuna, jos rahti sisältyy tavaroiden hintoihin tai rahtikustannukset ovat sovittu puitesopimuksessa kannattavaksi.

Yhtiön työmaalogistiikan toimintamallissa Tampereen alueella sijaitsevalta toimittajalta tavarat voidaan tilata noudettuna. Tavarat noudetaan yhtiön käytettävissä olevilla nosturikuorma-autoilla tai pakettiautolla riippuen tavaraerän koosta.

Tavaratilaukset noudettuna koskevat pääosin yksittäisiä tilauksia, joissa tavaroiden toimitusaika on työmaan aikataululle epäsuotuisa, toimittajien rahtikustannukset ovat kalliimpia verrattuna noudon kustannuksiin tai kiirehankinnoissa, eli tavaralle tulee yllättävä tarve.

Rakennusmateriaaleista kiviainesten noutaminen poikkeaa toimintamallista. Kiviainekset pyritään tilamaan puitesopimuskumppanilta toimitettuna, mutta työmaan ja työvaiheen luonteen mukaan kiviainekset tarvittaessa noudetaan kiviainestoimittajilta työmaan kuljetuskalustolla.

3.2 Kuljetustilaustaulu

Kuljetustilaustaulu eli niin sanottu ”keikkakalenteri” on Protieto-sovellukseen yhtiön käyttöön luotu taulu (kuvio 5), jonne merkataan työmaille kuljetettavien tavaroiden kuljetustilaukset. Keikkakalenterin tarkoituksena on helpottaa yhtiön käytävissä olevien nosturikuorma-autojen kuljetuksien suunnittelua kustannustehokkaammaksi sekä organisoida kuljetukset työntekijöiden ja nosturikuorma-autokuljettajien nähtäväksi. Keikkakalenteriin on luotu taulukko viidelle nosturikuorma-autolle, joista kaksi on käytävissä rakentamispalveluille niin sanottuina ”huoltoautoina”. Keikkakalenteriin kuljetustilauksia voi tehdä jokainen yhtiön Protieto-tunnukset omaava työntekijä, mutta yhtiön työmaalogistiikan toimintamallissa kuljetustilaukset merkkavat yhtiön keskitetty ajojärjestely ja työnjohto.

Ennen keikkakalenteria, työmaiden kuljetustilaukset sovittiin huoltoautokuljettajien kanssa puhelimitse. Entisessä toimintamallissa nousi esiin ongelmia. Esimerkiksi kun samalla alueella oli useampi työmaa ja työryhmä, niin työryhmät tilasivat tavaraa työmailleen toisten työmaiden tilauksista tietämättä. Huoltoautot kuljettivat tavaraa useasti päivässä samalla alueella, vaikka työmaiden kuljetukset olisi hoidettu vähemmällä kuljetuskerroilla.

Keikkakalenteri otettiin yhtiössä käyttöön syksyllä 2021. Käyttönotossa oli käynnistysvaikeuksia ja sitä käytti muutama työnjohtaja sekä yhtiön keskitetty ajojärjestely. Alun vaikeuksien jälkeen yhä useampi työnjohtaja aloitti käyttämään keikkakalenteria ja nykyään suurin osa työmaiden kuljetustilauksista tehdään keikkakalenteriin.

Tilanne ei vielä ole vakaa, sillä tietyiltä työmailta työryhmän etuhenkilöt soittavat kuljetustilauksen suoraan huoltoautonkuljettajalle, jolloin kuljetustilaukset eivät välity keikkakalenteriin.



KUVIO 5. Kuvakaappaus keikkakalenterin näkymästä ajalta 8.8.2022-12.8.2022. Vasemmassa pystysarakkeessa huoltoautot ja ylimmässä vaakasarakkeessa päivämäärät. Vihreät palkit ovat kuljetustilauksia (Pennanen 2022).

3.3 Työkone- ja kuljetuskalusto

Rakentamispalveluilla on käytössään kolme pyörialustaista kaivinkonetta, yksi neliakselinen kuorma-auto ja viisi kolmeakselista kuorma-autoa. Yhtiön työmaalogistiikan toimintamallissa rakentamispalveluiden käytössä oleva työkone- ja kuljetuskalusto työllistetään ensisijaisesti ennen kuin samankaltaista kalustoa tilataan puitesopimuskumppaneilta.

Työmaan tarvittaessa työkone- ja kuljetuskalustoa, tilaa yhtiön keskitetty ajojärjestely työnjohtoon pyytämän kaluston työmaalle. Jos rakentamispalveluiden kalusto on työllistettyinä, tilaa ajojärjestelijä pyydetyn kaluston yhtiön järjestämän kilpailutuksen tulosten mukaisesti. Käytännössä tämä tarkoittaa, että ensimmäisenä tiedustellaan kalustoa halvimmalta puitesopimuskumppaneilta.

Kalustoa tilatessa voidaan puitesopimuskumppanien järjestyksessä poiketa, esimerkiksi jos työmaalla on erityisen vaativaa työtä ja tiedetään hyväksi tunnistettu kalusto kuljettajineen tietyltä puitesopimuskumppanilta.

Toimintamallissa työmaan työnjohto on vastuussa kaluston sopivuudesta ja mitoittamisesta työmaalle. Työnjohdolla on oltava näkemystä ja ammattitaitoa mitoittaa kaluston tarve oikein. Muu työkonelakusto, esimerkiksi valssijyrät ja pienemmät maantiivistäjät vuokrataan ensisijaisesti yhtiön sisäisesti kalustopalveluilta tai varastopalveluilta. Jos ei yhtiöllä vaadittavaa kalustoa ole, niin maantiivistäjät vuokrataan yhtiön puitesopimuskumppaneilta. Yhtiö ei suuria maantiivistäjiä omista, joten kaikki suuremmat valssijyrät vuokrataan puitesopimuskumppaneilta.

3.4 Kiertotalous

Maa-ainesjätteen syntymistä voidaan ratkaisevasti vähentää optimoimalla irrotettavan maa-aineksen määrä sekä suunnittelemalla etukäteen ylijäämämaa-aineksen hyödyntäminen samassa tai muissa rakentamiskohteissa (Infrarakentamisen jätehuolto ja materiaalitehokkuus 2019, 8).

Yhtiön työmailla pyritään edellisen kappaleen mukaiseen massatasapainoon. Tavoitteena työmailla on, että kaivumaat käytetään samassa kohteessa. Työmaille ylijäämämaita kuitenkin syntyy, joten niiden hyödyntämistä tiedustellaan yhtiön muilta työmailta. Jos ei muillakaan työmailla ole tarvetta ylijäämämaille niin ne viedään läheisimmälle kiertotalousalueelle tai maanvastaanotto paikalle.

Kitkamaita kierrätetään hyvin yhtiön työmaiden välillä, koska ne soveltuvat kantaviksi täyttömaiksi. Kitkamaat ovat maalajeja, joiden rakeiden yhdistävänä voimana toimii rakeiden välinen kitka. Kitkamailla on kitkakulma, joka riippuu mm. maarakeiden muodosta ja karheudesta. Kitkamaihin lukeutuvat mm. hiekka, sora, kivet ja moreeni. (Maalajiluokitukset 2022.)

Kitkamaiden vastakohtia ovat koheesiomaat (esimerkiksi savi) joiden koossapitävä voima on kitkan lisäksi maapartikkeleiden välinen koheesio (Maalajiluokitukset 2022).

Koheesiomaiden kierrättäminen yhtiön työmaiden välillä on haastavaa ja suuri määrä koheesiomaista päätyy maanvastaanotto-alueille. Koheesiomaita käytetään esimerkiksi kasvualustan pohjissa, tieluiskissa ja meluvälleissa, joten ne ovat hyödynnettävissä yhtiön työmailla.

Yhtiö on viime vuosina kehittänyt kiertotalouttaan ja sen kehittäminen jatkuu edelleen. Yhtiö on ottanut käyttöönsä ylijäämämaiden kiertotalousalueena Tarastenjärven kiertotalousalueen sekä yhtiö on yhteistyössä Tampereen kaupungin kanssa rakentanut uuden kiertotalousalueen Lahdesjärvelle. Lisäksi ylijäämämaiden välivarastointialuetta kartoitetaan Hervantaan.

Kiertotalouden kehittämisen yhtenä työkaluna toimii maapörssi (kuvio 6), jolla kartoitetaan yksityisten henkilöiden ja yritysten tarvetta yhtiön työmailta syntyneille ylijäämämaille. Yhtiöllä ei ole tarkoitus myydä ylijäämämaita, joten ne ovat ilmaisia. Yksityinen henkilö tai yritys noutaa ylijäämämaat kohteesta, joten yhtiö hyötyy taloudellisesti maapörssistä säästämällä kuljetus- ja maanvastaanottomaksut. Yhtiön ollessa Tampereen kaupungin ”in house”-yhtiö, se ei saisikaan myydä yli 0,5 miljoonalla eurolla maa-aineksia yksityisille yrityksille tai henkilöille. Maapörssi toimii yhtiön kannalta tällä hetkellä säästökanaavana maanvastaanottomaksuille ja kuljetuskustannuksille.

maapÖRSSI

Tietoa palvelusta

Hinnasto
Yhteystiedot
Anna palautetta

Selaa ilmoituksia

Ilmoita ilmaiseksi
Maalajikuvaukset

Lipukekauppa

MaaApp

Lisäpalvelut

Kirjaudu sisään

Rekisteröidy

Hakutulokset

Vastaanottavien haku Tarjoavien haku

TAMPERE + KAIKKI MAA-AINEKSET +

Tarjotaan alku pvm: Valitse päivämäärä
Tarjotaan loppu pvm: Valitse päivämäärä

Tarjotaan maa-ainesta
Näytä vain sisäiset ilmoitukset

Moreeni	5.11.2022	50000 t	Tampere	>
Täyte - ja muut savensekaiset maat	3.11.2022	3000 t	Tampere	>

Jätä ilmoitus >

KUVIO 6. Kuvakaappaus maapörssin näkymästä (Pennanen 2022).

Kiertotalouden noudattamista valvotaan seuraamalla maakuormien liikkumista. Yhtiön toimintamallissa kuljetuskaluston kuljettajan on ilmoitettava Protieto-sovelluksessa kuorman maalaji, määrä ja loppusijoituspaikka. Seuranta vaikeuttaa joidenkin kuljettajien puutteelliset ilmoitukset. Tästä syystä yhtiö kehittää mallia, jossa kuljettajat voivat laskuttaa työtunneista vain ilmoittamalla ajettujen maakuormien tiedot.

3.5 Työmaan aluesuunnittelu

Yhtiössä aluesuunnitelmia tehdään vaihtelevasti työmaille. Lähes kaikille suurille työmaille aluesuunnitelma on laadittu, mutta pienemmille työmaille niitä laaditaan harvoin. Lisäksi laadittuja työmaan aluesuunnitelmia ei päivitetä.

Jokaiselle työmaalle tulee laatia aluesuunnitelma, jossa esitetään logistiikan näkökulmasta tavaroiden ja rakennusmateriaalien varastointialueet, maan läjityspaikat, työmaatiet sekä kulkureitit työmaalle. Lisäksi ne tulee suunnitella huolellisesti, jotta säästytään ylimääräiseltä työltä.

Varastointi

Työmaan aikana varastoidaan tavaroita, rakennusmateriaaleja sekä kiviaineksia. Varastoinnille järjestetään työmaan suuruudesta riippumatta yksi varastointialue, jonne sijoitetaan työmaalle saapuvat tai tuotannon ylimääräiset tavarat, materiaalit ja kiviainekset.

Työmaalla työskenteleville osoitetaan töiden käynnistyessä työmaan varastointialue. Töiden edetessä ja painopisteen siirtyessä työmaalla, varastointialueiden määrä muuttuu yhdestä suuremmasta varastointialueesta useampaan pienempään varastointialueeseen. Lisäksi tavaroiden, materiaalien ja kiviainesten varastointikäytännöt vaihtelevat työryhmän ja työmaiden välillä. Joillakin työmaille rakennusmateriaalit suojataan ja säilytetään irti kosteasta pintamaasta, ja joillakin työmaille rakennusmateriaalit ovat suojaamatta sekä niitä varastoidaan syksyisin ja talvisin kostean pintamaan päällä.

Tampereen Atalassa sijaitsee yhtiön varasto, jonne saapuneet tavaraerät vietään ennen työmaalle saapumista, jos työmaalla varastointitila on rajallinen tai ei

ole järkevää ottaa materiaaleja suoraan työmaalle. Varastolla on tavaran purkukalusto sekä työntekijöitä lastien purkamiseen. Lisäksi varasto toimii työmailta syntyvien ylijäämätavaroiden sijoituspaikkana, jonka vuoksi siellä on suuri määrä tavanomaisella työmaalla käytettäviä tavaroita ja rakennusmateriaaleja.

Työmaatiet

Uuden työmaan alkaessa kartoitetaan kulkuväylät työkone- ja kuljetuskalustolle. Kulkuväylänä voi toimia alueelle jo valmiiksi rakennetut tiet tai väylät. Valmiiden kulkuväylien puuttuessa, työmaalle rakennetaan työkoneille ja kuljetuskalustolle työmaatiet.

Työmaatiet rakennetaan työmaakohtaisesti. Työmaateiden on kestettävä työkoneiden ja kuorma-autojen liikkumisesta aiheutuva rasitus. Työmaatiet rakennetaan usein hyödyntäen ylimääräisiä kitkamaita muilta työmailta. Yleisimmät työmaatien rakennekerrokset ovat suodatinkerros (usein suodatinkangas), louhe ja 0–90 mm kalliomurske louheen kiilatavarana.

4 KEHITTÄMISKOHTEET

Tässä kappaleessa kerrotaan yhtiön työmaalogistiikan kehittämiskohteista, jotka ovat tilaaminen tilaus-toimitusketjussa, työkone- ja kuljetuskaluston mitoittaminen, kiertotalous ja työmaan aluesuunnitelman laatiminen. Kehittämiskohteet perustuvat henkilöstön haastatteluihin.

4.1 Tilaaminen tilaus-toimitusketjussa

Yhtiön työmaalogistiikan toimintamallissa tilaus-toimitusketju on pääosin toimiva, mutta tilauskäytännössä on hieman kehitettävää. Tavaroiden tilaamisen kehittämiskohteet ovat seuraavanlaisia:

- Työryhmän etuhenkilön tilaamat tavarat ja rakennusmateriaalit eivät aina välity työnjohdolle.
- Yhtiön laskentaosasto ei riittävästi osallistu tavaroiden tilaamiseen.
- Tavaraa tilataan liian usein automaattisesti tavarantoimittajalta.

Tampereen Infra Oy:n työmaapäällikkö Antero Hammar (2022) kertoo haastattelussaan, että ”yhtiön tilaus-toimitusketjun hallinta on pääosin toimiva, mutta kaikki tilaukset eivät ole tulleet työnjohdon tietoon. Työmaalle saapuneet tavarat ja rakennusmateriaalit tulee kuitenkin selvittää työnjohdon puolesta ja se olisi hyvä tehdä yhteistyössä työryhmän kanssa”.

Työnjohto tilaa tavaraerät työmaille, vaikka laskentaosastolla on ensisijainen tieto työmaille tarvittavien tavaroiden toimittajista, saatavuuksista ja hinnoista. Laskentaosaston riittämätön osallistuminen tarkoittaa ajoittain sitä, että tilaaminen on työnjohdolle työläämpää ja tavaroiden tiedustelu tehdään toistamiseen. Puisto- ja viherrakentamisen työmailla tämä kehittämiskohde korostuu, sillä niillä työmailla esiintyy usein erityisempiä tavaroita.

Tavaraa tilataan uutena, vaikka aina ei tarvitse. Yhtiöllä on Atalassa varasto, jonne toimitetaan päätyneiden työmaiden ylimääräiset tavarat. Työmaat eivät ole samanlaisia, mutta usein samanlaisia tavaroita käytetään eri työmaiden välillä. Työntekijät soittavat ajoittain varaston työntekijöille ja tiedustelevat työmaalla

tarvittavien tavaroiden saatavuutta, mutta sitä ei tehdä järjestelmällisesti. Yhtiössä on toimintaa, jossa kaikki työmaalle tarvittavat tavarat ja rakennusmateriaalit tilataan suoraan toimittajalta, vaikka varastolla on kyseisiä tavaroita ylimääräisenä.



KUVA 2. Salaojaputkia sekä maakaapelin suoja-putkia Atalan varaston pihalla (Pennanen 2022).

4.2 Työkone- ja kuljetuskaluston mitoittaminen

Kuten tämän opinnäytetyön luvussa 3.3 ilmenee, yhtiön toimintamallissa työnjohto on vastuussa kaluston sopivuudesta ja mitoittamisesta työmaalle. Toimintamalli vaatii työnjohdolta ammattitaitoa työmaan töiden etenemisestä. Osalla työnjohdosta ei ole kokemuksen tuomaa tietämystä kaluston mitoittamisesta, jonka vuoksi työmailla työskentelee ajoittain epäsopivaa kalustoa. Yhtiöllä ei ole esimerkiksi ohjetta kokemattomalle työnjohdolle kaluston mitoittamisesta työmaalle.

Työkone- ja kuljetuskaluston mitoittamisen oleellinen osa on töiden ennakointi. Työnjohdolta tulee kiireisiä yhteydenottoja keskitettyyn ajojärjestelyyn kaluston tilaamisesta työmaalle, jolloin pyydettyä kalustoa ei välttämättä ole saatavilla nopealla aikataululla. Lisäksi ajojärjestelyä pyydetään tilaamaan ajoittain kalustoa lyhytaikaisiin töihin. Lyhytaikaisiin töihin sopivaa ja tarvittavaa määrää kalustoa on vaikeampi saada, sillä puitesopimuskumppanit työllistävät kalustoaan ennemmin pitkäaikaisempiin töihin.

4.3 Kiertotalouden haasteet

Tiedonjako on puutteellista, eli missä muodostuu maita ja missä tarvitaan maita. Lisäksi maiden läjityspaikkoja ei ole riittävästi. Hyviä kaivumaita tulee hyödyntää paremmin työmaakohteissa. (Suhonen 2022.)

Tampereen Infra Oy:n rakennuttajapäällikkö Kati Suhosen haastattelusta käy ilmi, että yhtiöllä on kehityksestään huolimatta haasteita kiertotalouden suhteen. Ongelmana on maiden läjityspaikkojen määrä, tiedonjako ja maiden kokonaisvaltainen kiertokulku. Optimitalanteessa kun maita kuljetetaan toiselle työmaalle, maanvastaanotto paikalle tai kiertotalousalueelle, kuljetetaan paluukuorman mukana työmaalle tarvittavaa maa-ainesta. Optimitalanteen massatasapaino ei toteudu yhtiön työmailla.

Tiedonjaossa ja sen ennakoinnissa on kehitettävää. Nykyään ylijäämämaiden viestintäkanavana toimii puhelinsovellukseen luotu ryhmä, johon kuuluvat yhtiön työnjohtajat sekä muita toimihenkilöitä. Sovellukseen tulleet ilmoitukset työmailta syntyneistä ylijäämämaista jäävät usein huomiotta. Lisäksi ylijäämämaista tai täyttömaiden tarpeesta ilmoitetaan töiden ollessa jo käynnissä. Muut työmaat eivät ehdi reagoimaan ilmoitukseen, jolloin päädytään viemään ylijäämämaat lähimmälle maan läjityspaikalle tai ostamaan täyttömaita kiviainestoitimitalta.

4.4 Työmaan aluesuunnitelman laatiminen

Rakennustyömaan aluesuunnittelu on koko hankkeen toteutuksen ajan jatkuva rakentamisvaiheittain etenevä toimintasarja. Työmaan aluesuunnittelu on osa rakennushankkeen toteutuksen tuotannosuunnittelua. Se koostuu yleis- ja

rakentamisvaiheen suunnittelusta, aluesuunnitelman laadinnasta ja ylläpitämisestä sekä työmaa-alueen käytön ohjauksesta suunnittelun mukaisesti. Aluesuunnitelmaa täydennetään, muutetaan ja laajennetaan rakentamisvaiheittain rakentamisen edetessä työmaalla. (Rakennustyömaan aluesuunnittelu 2017, 1.)

Työmaan aluesuunnittelu on oleellisena osana tuotannosuunnittelua, mutta silti yhtiössä tehdään vaihtelevasti työmaan aluesuunnitelmia. Vaihtelevuus aiheutuu työnjohtajista sekä hankkeiden koosta, vaikka työmaan aluesuunnitelma pitää lain mukaan laatia hankkeen suuruudesta piittaamatta. Työmaalogistiikan optimaalinen hallinta ei toteudu ilman työmaan aluesuunnitelmaa.

Ongelmana ei ole vain työmaan aluesuunnitelmien laatimatta jättäminen, vaan myös niiden päivittäminen. Laadittuja aluesuunnitelmia ei täydennetä, muuteta ja laajenneta töiden aikana. Tämän vuoksi työmaan edetessä esimerkiksi varastointialueiden ja kulkuteiden sijainnit aluesuunnitelmassa ovat virheelliset. Töiden edetessä häviää työmaan aluesuunnitelman vaikutuksesta syntyvä järjestelmällisyys työmailla.

Tavaroiden ja rakennusmateriaalien varastoimisessa on kehittävää. Tampereen Infra Oy:n työmaapäällikkö Heikki Saarinen (2022) viittasi haastattelussaan varastointiin kertomalla, että ”varastoimisen osaaminen vaihtelevaa työntekijöillä ja useita pieniä varastointialueita syntyy työmailla”. Työntekijöiden osaamisen vaihtelevuus johtuu olettamuksista. Osa työnjohdosta olettaa, että kaikilla työntekijöillä on osaaminen tavaroiden ja rakennusmateriaalien oikeanlaiseen varastointiin, minkä vuoksi siihen ei puututa työnjohtajien toimesta.

5 KEHITTÄMISOHJEEN SISÄLTÖ

Tässä kappaleessa avataan tämän työn liitteenä olevan kehittämisohjeen (liite 2) sisältöä perusteluineen. Ohje sisältää kehittämisehdotuksia yhtiön työmaalogiikan kehittämiskohteiden parantamiseen. Ehdotukset perustuvat tämän työn aiempien tutkimuksien tuloksiin.

Tilaaminen tilaus-toimitusketjussa

Kuten kappaleessa 4.1 kerrotaan, tavaroita tilataan työmaille määräluettelon mukaisesti toimittajilta, vaikka työmaalla tarvittavia tavaroita on ylimääräisenä yhtiön varastolla Atalassa. Työnjohto kokee, että tavaroiden katsastaminen varastolta on työläämpää kuin niiden tilaaminen suoraan toimittajilta. Varastolta tavaroita katsastetaan käymällä varastolla tai soittamalla puhelimitse varaston työntekijöille, jotka muun työn ohessa etsivät suurelta varastoalueelta työnjohdon pyytämät tavarat. Sama käytäntö toistuu jokaisen työnjohtajan tai työntekijän katsastaessa varaston tavaroita.

Varastolta tavaroiden tilaamisen helpottamiseksi ehdotetaan, että varastolla suoritetaan inventaario kaikista tavaroista (liite 2). Inventaario dokumentoidaan sähköiseksi tavaralistaksi, joka tallennetaan yhtiön sisäisiin kanaviin. Varastolla työntekijät ylläpitävät tavaralistaa tavaroiden muuttuvista määristä. Tavaralistan ajankohtainen tieto vaatii, että kuljettajat, työntekijät ja työnjohto ilmoittavat noudeutuista tavaroista varastotyöntekijälle, joka päivittää tavaralistaa. Lisäksi työnjohto ja työntekijät veloitetaan katsomaan töiden alkaessa tavaralistaa tai tiedustelemaan varaston työntekijöiltä tavaroiden saatavuutta ennen kuin tilaavat toimittajilta tarvittavat tavarat (liite 2).

Kehittämiskohteiden haastatteluissa käy ilmi, että työnjohdolla ei ole ajantasaista tietoa työmaalle tilatuista tavaroista. Tämän asian kehittämiseksi työryhmän etuhenkilö tai toinen tilausoikeutettu työntekijä ilmoittaa tilaamistaan tavaroista sekä dokumentoi toimituksien rahtikirjat ja määrät (liite 2). Näin kehitetään yhteistyötä työnjohdon ja työntekijöiden välillä sekä vältetään tavaratilausten päällekkäisyydet.

Työnjohto sopii työryhmän etuhenkilön sekä muiden tilausoikeutettujen työntekijöiden kanssa työmaaperehdytyksessä tavaroiden tilausoikeudet sekä seuraukset ilmoittamatta jääneistä tavaratilauksista (liite 2).

Haastatteluissa korostetaan laskentaosaston aktiivisempaa osallistumista tavaroiden tilaamiseen. Osallistumista toivotaan varsinkin puisto- ja viherrakennustyömaille, koska niillä työmaille on usein erityisiä tavaroita. Laskentaosaston tehtävänä on kysellä toimittajilta erityisten tavaroiden hintoja työmaiden kustannus- ja tarjouslaskentaa varten, joten laskentaosasto tulevaisuudessa tilaa erityiset tavarat (liite 2). Työnjohdon tutkiessa erityisten tavaroiden saatavuuksia sekä hintoja lisää tarpeetonta työtä, koska laskentaosasto on jo samaisen työn tehnyt. Työnjohto ja laskentaosasto sopii tilausten jakamisen mahdollisimman tehokkaaksi.

Työkone- ja kuljetuskaluston mitoittaminen

Työkone- ja kuljetuskaluston mitoittaminen sekä ennakointi ovat työnjohdon vastuulla. Ajoittain on hankalaa mitoittaa työmaalle tarvittavan kaluston määrää ja sopivuutta. Työkone- ja kuljetuskaluston mitoittamiseen löytyy ohjeita RT-kortistosta ja muista tietolähteistä, mutta tiedon etsiminen on ajallisesti työlästä. Tiedon etsimisen nopeuttamiseksi kootaan työnjohdolle erillinen ohjedokumentti kunkin työlahin ja -tavan suositellusta kalustosta (liite 2). Erillinen ohjedokumentti rakennetaan aihealueen RT-kortiston ja muiden tietolähteiden pohjalta. Erilliseen ohjeeseen lisätään myös henkilöstön kokemuksia kaluston valintaan ja määriin. Ohjedokumentti tallennetaan yhtiön sisäisiin kanaviin, joiden kautta se on helposti luettavissa.

Sopivan työkone- ja kuljetuskaluston saatavuus lyhytaikaisiin töihin on hankalaa, mutta kalustoa ei säilytetä ylimääräisenä työmaalla. Puitesopimuskumppanit suostuvat työllistämään pyydettyä kalustoa yhtiön työmaille yhteistyökykyisemmin, jos kalustoa työllistetään pidemmäksi ajaksi. Lyhytaikaisiin töihin kalustoa tilatessa, veloitetaan työnjohto kommunikoidaan keskenään ja suunnittelemaan kaluston käyttöä siten että kalustolla on jatkuvuutta. Sopivan kaluston saanti on todennäköisempää, jos kalustolle on töitä pidemmäksi ajaksi (liite 2).

Kiertotalous

Yhtiö kehittää järjestelmällisesti kiertotalouttaan toiminnassaan sekä on pyytänyt ulkopuolisia tahoja tutkimaan ja kehittämään kiertotalouttaan, mukaan lukien tämän työn. Tämän työn kappaleessa 2.2 ilmenee termi nimeltään massansiirtosuunnitelma. Massansiirtosuunnitelma mainitaan kirjallisuudessa ja sähköisissä tietolähteissä, mutta ei yhtiön toimintamallissa.

Ehdotetaan, että yhtiön toimintamallissa laaditaan työmaille massansiirtosuunnitelmat (liite 2). Massansiirtosuunnitelman laatii työnjohto ennen työmaan käynnistymistä. Massansiirtosuunnitelma kehittää työnjohtoa suunnittelemaan maamassojen loppusijoituspaikkaa ja sen avulla työmaalla työskenteleville on selvää, minne maat läjitetään ja kuljetetaan. Massansiirtosuunnitelmalla parannetaan maamassojen kierrättämistä sekä vähennetään kuljetuksia maanvastaanottopaikoille. Nykyään työnjohto pyrkii ratkaisemaan maamassojen loppusijoituspaikkaa työmaalla töiden ollessa käynnissä. Tämä tarkoittaa sitä, että työnjohdolle helppoin ja nopein ratkaisu on usein viedä maamassat maanvastaanottopaikoille tai läjittää ne työmaalle ilman niiden uusiokäyttöä.

Nykyään työmailta kertyvistä ylijäämämaista ilmoitetaan puhelinsovelluksessa, kun kaivutyöt ovat käynnissä. Syntyy tilanne, että ylijäämämaista on päästävä eroon ja muilla työmailla kyseisille maille ei ole sillä hetkellä tarvetta. Ennakointia kehitetään ilmoittamalla ennen työmaan käynnistymistä ja töiden aikana yhtiön sisäisiin kanaviin kaivutöistä syntyvä maiden määrä ja arvioi maalajeista (liite 2). Maaleikkauksista syntyvä määrä on laskettu määräluetteloon. Kaikki kaivumaat eivät ole ylijäämämaita, joten töiden aikana tarkennetaan muiden työmaiden käyttöön vapautuvista maiden määristä. Työnjohto seuraa päivittäin alustalla olevia tietoja. Samalle alustalle ilmoitetaan myös työmaan täyttömaiden määrä ja toivotut maalajit (liite 2).

Työmaan ylijäämämaita viedessä kiertotalousalueelle tai välivarastoon, ei saada työmaalla tarvittavia täyttömaita paluukuormaan, vaikka niitä kiertotalousalueilla ja välivarastoilla on. Tästä syystä ehdotetaan, että hankitaan kuormaaja kiertotalousalueille ja välivarastoille kuormaamaan maita (liite 2). Ehdotuksessa tiedostetaan, että kiertotalousalueilla ja välivarastoilla ei ole toiminnan käynnistyttyä kokopäiväistä kuljetusliikennettä. Lisäksi tiedostetaan, että kuormaajan

työllistäminen sovituille ajanjaksoille ei toimi, sillä ylijäämämaiden kaivamista ja kuljettamista ei voida töiden etenemisen vuoksi aikatauluttaa vain tietyille ajanjaksoille. Kehittämisehdotuksesta syntyvien kustannuksien näkökulmasta on järkevää, että kiertotalousalueilla ja välivarastoilla työskentelee yhtiön pyöräkuormaajat tai traktorit kuskeineen. Kuormaustoiminnan käynnistyessä on ylimääräistä työaika, joten heitä käytetään lähellä sijaitsevien työmaiden tai kunnossapidon työryhmien apuna.

Kiertotalousalueiden ja välivarastojen käyttöastetta lisää muiden yritysten työmailta syntyneiden maiden toimittaminen alueille. Kannustetaan yrityksiä toimittamaan ylijäämämaitaan kiertotalousalueille ja välivarastoille (liite 2). Muiden yritysten ylijäämämaista veloitetaan pieni korvaus ja korvaus on sitä pienempi, mitä puhtaampaa ja tasalaatuisempaa maa on. Esimerkiksi miltei puhdas kitkamaa otetaan maksutta, mutta saven tai siltin sekaisesta kitkamaasta veloitetaan mallillinen maksu.

Kaivumaita pyritään hyödyntämään täyttömaina, mutta usein ostetaan kiviaineksia täyttömateriaaleiksi. Samanaikaisesti yhtiön toisella työmaalla louhitaan kalliota, josta syntyy louhetta käytettäväksi myös muille työmaille. Esimerkiksi 1.1.-31.10.2022 välisenä aikana yhtiö on louhinut työmaillaan 36 695 m³ verran kalliota, joista 33 488 m³ on sijainnut Kolmenkulman työmaalla. Kolmenkulman työmaalla louhitun kallion määrä on suuri, joten siellä työskentelee oikeaoppisesti murskausyksikkö

Loput 3207 m³ kalliosta on louhittu useammalta pienemmältä työmaalta. Pie-neltä työmaalta syntyvän louheen määrä on vähäinen työmaakohtaiseen murskausyksikköön, jonka vuoksi pienen työmaan hyödyntämätön louhe viedään kiertotalousalueelle tai välivarastoon. Jos rakennushankkeeseen liittyy kallion irrottamista, selvitetään kallion laatu ja suunnitellaan sen perusteella optimaalinen tapa hyödyntää kalliokiviaines joko louheena tai korkeamman jalostusasteen murskeina rakentamisessa (Infrarakentamisen jätehuolto ja materiaalitehokkuus 2019, 8).

Seuraavassa taulukossa esitetään, kuinka suuri määrä pienempien työmaiden louheista saadaan jalostettua kalliomursketta, jos ne sijoitetaan samaan

paikkaan murskattavaksi (taulukko 1). Taulukossa louheen määrä murskataan tasaisesti neljään yleisimpään raekokoon ja esitetään, paljonko maksaa samainen kalliomurske halvimmalta puitesopimuskumppanilta noudettuna. K1-kerroin on löyhtymiskerroin, joka kuvaa louheen murskaamisesta aiheutuvaa löyhtymistä, kun siitä jalostetaan eri raekoon kalliomurskeita.

TAULUKKO 1. Pienemmiltä työmailta louhitun kallion murskaamisesta saadut kalliomurskemäärät ja niiden hinta ostettuna (Pennanen 2022).

Raekoko	Kallioleikkaus (m3ktd)	K1-kerroin	KaM (m3itd)	KaM (ton)	€ / ton	Yhteensä	€
#0-150	801,75	1,80	1443,15	2453,36	5,00	12266,78	€
#0-90	801,75	1,80	1443,15	2453,36	5,15	12634,78	€
#0-32	801,75	1,80	1443,15	2309,04	5,35	12353,36	€
#0-16	801,75	1,95	1563,41	2345,12	6,10	14305,22	€
	3207		5892,86	9560,87		51560,14	€

Taulukko osoittaa sen, että kuinka paljon louheiden murskaus edistää kierrättämistä taloudellisesti. On kannattavaa, että yhtiö järjestää louheille oman murskausyksikön ja välppäyksen (liite 2). Murskausyksikkö ja välppäys toimii esimerkiksi Lahdesjärvellä sijaitsevalla kiertotalousalueella tai sen lähistöllä. Kiertotalousalueella kiviaineksia siirtää sekä kuormaa paikalla oleva pyöräkuormaaja tai traktori. Oma murskausasema toimii keskitetysti pienemmille työmaille. Murskausasema vähentää kiviainesten ostamista ja säästää pitkällä aikavälillä kustannuksia. Louhetta murskattavaksi voi kiertotalousalueen tapaan toimittaa myös muut yritykset.

Kiertotalouden toteuttamisesta on ohjeita ja käytäntöjä, mutta sen toteutumisen perustana on yhtiön henkilöstön motivaatio. Ulkoista motivaatiota lisätään palkitsemalla rahallisesti työryhmää sekä työnjohtoa työmaista, joissa on osuudeltaan kaikista ylijäämämaista vähiten loppusijoitettu maanvastaanottoaikoille (liite 2). Rahapalkkio sitouttaa työntekijät yhtiön kiertotalousmalliin ja ylijäämämaiden kuljetukset maanvastaanottoaikoille vähenevät huomattavasti.

Työmaan aluesuunnitelman laatiminen

Tämän työn tutkimuksissa ilmenee, että aluesuunnitelma laaditaan vain suurille työmaille ja ne jäävät usein päivittämättä työmaiden edetessä. Pienemmille työmaille aluesuunnitelman laatiminen on puutteellista.

Yhtiön työmaa-aikataulut ovat koottu yhteiseen kansioon, josta työpäälliköt valvovat työmaiden aikatauluja. Ehdotetaan, että aluesuunnitelmien kanssa toimitaan samoin. Työpäälliköt muistuttavat työnjohdon laatimaan jokaiselle työmaalle aluesuunnitelman. Työmaiden aluesuunnitelmat kootaan yhteiseen kansioon, josta työpäälliköt ja työmaainsinööri valvovat aluesuunnitelman toteutumista ja päivittämistä (liite 2). Näin varmistetaan, että hankkeisiin laaditaan aluesuunnitelmat ja niitä päivitetään.

Aluesuunnitelman tyylillä ei ole väliä, mutta ne ovat nopeampi laatia tietokoneella piirustusohjelmilla kuin paperille kynällä piirtäen. Tietokoneen piirustusohjelmien käyttö on hankalaa osalle työnjohtajista, joten aluesuunnitelmien laatiminen vie heillä aikaa. Aluesuunnitelmien laatimisen nopeuttamiseksi, yhtiö järjestää koulutusta työnjohdolle tietokoneen piirustusohjelmien käytöstä ja siitä, kuinka niillä tehdään aluesuunnitelma (liite 2). Koulutus auttaa työnjohtoa käyttämään piirustusohjelmia ja nopeuttaa aluesuunnitelmien laadintaa, joten aluesuunnitelma laaditaan pienemmille työmaillekin. Lisäksi koulutuksella helpotetaan aluesuunnitelman päivittämistä.

Haastatteluissa käy ilmi, että osalla työntekijöistä ei ole osaamista oikeanlaiseen varastointiin. Yhtiön työmaiden tavanomaisia tavaroita ja rakennusmateriaaleja, kuten betonikaivoja ja -putkia, valurautaisia vesijohtoja sekä PVC-maaviemäreitä, tarvitaan lähes jokaisella yhtiön työmaalla. Yleisyyden vuoksi niiden oikeanlainen varastointi on tärkeää. Betonikaivot ja -putket varastoidaan irti pintamaasta esimerkiksi piirujen päällä. Valurautaiset vesijohdot varastoidaan myös irti pintamaasta, minkä lisäksi päät tulpataan tiiviisti, jotta maa-ainesta tai sadetta ei mene vesijohdon sisään. Lisäksi vesijohdot suojataan suojapeitteillä. PVC-maaviemärit varastoidaan kuten edellä mainitut tavarat, minkä lisäksi ne suojataan suojapeitteillä myös kesäisin auringon UV-säteilyn aiheuttaman korroosion vuoksi.

Ehdotetaan, että yhtiö järjestää työmaan tavanomaisten tavaroiden ja rakennusmateriaalien varastoinnista koulutuksen sekä laatii varastoimisesta erillisen ohjeen (liite 2). Varastointiohje liitetään työmaakansioon, jotta työntekijät pystyvät hyödyntämään ohjetta päivittäisessä toiminnassa.

Talvisin sääolosuhteiden myötä varastointi työmailla vaikeutuu huomattavasti. Haasteena on tavaroiden ja rakennusmateriaalien säilytys ulkona. Lämmitetty varasto tai suojakatos ratkaisevat ongelman, mutta niiden kustannukset ovat liian suuret tarkasteltaessa hyötyjä. Talven varastointiin vaikutetaan tavaratilausten ajoittamisella, sillä varastoinnin määrä johtuu työmaalla olevista tavaroista ja rakennusmateriaaleista. Talvivarastointi ja siihen liittyvät työt minimoidaan JOT-ajattelulla (liite 2).

Työmaatiet rakennetaan ja ylläpidetään työmailla, jotta kaluston liikkuminen työmaalla onnistuu. Optimitilanteessa työmaatiet tehdään hyvin, jotta niiden korjaus ja uudelleenrakentaminen eivät vie ylimääräistä aikaa muiden töiden kustannuksella. Rakennetaan yhtiön työmaille laadukkaat ja kantavat työmaatiet (liite 2).

Työmaatiet mitoitetaan työmaan suurimman kaluston mukaan. Työmaateiden rakentaminen hyvin vähentää tavaroiden ja rakennusmateriaalien sisäisiä siirtoja työmaalla. Siirroissa tavaroilla ja rakennusmateriaaleilla on riski kolhuille ja rikkoutumisille.

6 POHDINTA

Yhtiön työmaalogistiikassa on viime vuosina painotettu kiertotalouden edistämistä sekä tavara- ja rakennusmateriaalikuljetuksien organisointia. Yhtiö oli kehittänyt kiertotalouttaan rakentamalla kiertotalous- ja välivarastoalueita työmailta syntyneille ylijäämämaille sekä tavara- ja rakennusmateriaalikuljetuksien organisointia luomalla kuljetustilaustaulun keskitetyn ajojärjestelyn työkaluksi.

Työmaalogistiikan osa-alueiden kehittäminen on tuottanut toivottuja tuloksia, mutta yhtiön työmaalogistiikka on laajaa ja sen vuoksi kokonaisuudessa on edelleen kehittämiskohteita. Henkilöstöä haastateltaessa ilmeni kehittämiskohteita, jotka olivat tavaroiden ja rakennusmateriaalien tilaaminen, työkone- ja kuljetuskaluston mitoittaminen, työmaiden aluesuunnitelmien laatiminen sekä kiertotalous.

Tämän työn tavoitteena oli laatia kehittämisohje yhtiön työmaalogistiikkaan ja tavoite toteutui. Kehittämisohjeen sisältö perustuu henkilöstön kokemuksiin ja tietolähteistä tutkittuun tietoon. Kehittämisohjeen sisällön toteuttamisessa tarvitaan laskelmia ohjeen hyödyistä. Tämän työn kehittämisohje perustuu suurelta osin henkilöstön kokemuksiin, joten henkilöstön ajatukset ja mielipiteet vaikuttavat enemmän kuin laskennallinen tietoperusta. Toisaalta työmaalogistiikka on iso osa tuotannon toteutusta, joten henkilöstön kertomiin kehittämiskohteisiin ohjeella vastataan.

Ehdotetaan, että kehittämisohjetta hyödynnetään ja kehitetään yhtiön työmaalogistiikassa. Kehittämisohjeen sisällöstä otetaan käyttöön helposti toteutettavissa olevat ehdotukset ja tarvittaessa kehitetään niitä paremmaksi. Kustannuksiltaan suurimpien ehdotuksien toimivuus varmistetaan ennen käyttöönottoa ja tarvittaessa kehitetään niitä paremmaksi.

LÄHTEET

Hammar, A. Työmaapääällikkö. Haastattelu 23.9.2022. Tampere

Helsingin kaupunki. 2019. Kaivumaiden, kiviaineksen ja purkumateriaalien hyödyntämisen periaatteet maarakentamisessa. Verkkosivu. Viitattu 30.9.2022. <https://dev.hel.fi/paatokset/m dia/att/de/decab9693b7a4a2c0313669e0c14f676fdb9ddc2.pdf>

Karrus, K.E. 1998. Logistiikka. Mitä logistiikka sitten oikeastaan on. 3.–5.painos. Helsinki: WSOY.

Lindholm, M., Junnonen, J.M. 2012. Infrahankkeen tuotannonhallinta. 1.painos. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.

Maa- ja metsätalousministeriö. n.d. Kiertotalous on Suomelle mahdollisuus. Verkkosivu. Viitattu 30.9.2022. <https://mmm.fi/kiertotalous>

Maalajiluokitukset. n.d. Maaporssi. Verkkosivu. Viitattu 15.11.2022. <https://www.maaporssi.fi/maalajikuvaukset>

Ratu C2-0454 Rakennustyömaan aluesuunnittelu. 2017. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

RT 103063 Infrarakentamisen jätehuolto ja materiaalitehokkuus. 2019. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

Saarinen, H. Työmaapääällikkö. Haastattelu 23.9.2022. Tampere.

Sakki, J. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta. 7.painos. Vantaa: Jouni Sakki Oy.

Shutterstock. Circular Economy. Kuvio. Viitattu 30.9.2022. <https://www.shutterstock.com/fi/image-vector/circular-economy-recycling-figures-sustainable-illustration-1646271160>

Suhonen, K. Rakennuttajapääällikkö. Haastattelu 23.9.2022. Tampere

Ukkola, J. 2017. Resurssiviisas infrastruktuuri. Kiertotalous maarakentamisessa. Pdf-dokumentti. Viitattu 2.11.2022. <https://kuntatekniikka.fi/wp-content/uploads/sites/2/2017/02/5.-Resussiviisas-infra-Jussi-Ukkola-Oulun-kaupunki.pdf>

Vuorela, K., Urpola, J., Kankainen, J. 2001. Johdatus rakentamistalouteen. Hankintatoimi. 1.painos. Espoo: Jasur Oy.