



Annette Forssell

Rakennustyömaan logistisen toimintamallin kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

Mestarityö

19.1.2024

Tiivistelmä

Tekijä: Annette Forssell
Otsikko: Rakennustyömaan logistisen toimintamallin kehittäminen
Sivumäärä: 60 sivua + 2 liitettä
Aika: 19.1.2024

Tutkinto: Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka
Ohjaajat: Joonas Pusila, Lehtori
Henri Kiviluoma, Deputy Managing Director

Rakennusalalla tuottavuus on tänä päivänä entistä tärkeämpää ja logistiikan rooli rakennusprojektin onnistumisessa korostuu jatkuvasti. Lisääntynyt aliurakoiden määrä sekä työmaan materiaali- ja informaatiovirtojen hallinta muuttuvassa ympäristössä luo haasteita. Jokaisella työmaalla on lisäksi omat johtamis- ja tuotannonohjaustavat, jotka ovat haasteena logistiikan yhdenmukaistamiselle yrityksissä.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Hausia Oy:lle yhtenäinen toimintamalli työmaiden logistiikan ohjaamiseen sekä selvittää, voisiko jokin yksinkertainen sovellus helpottaa työmaiden logistiikan suunnittelua.

Työn teoreettisessa viitekehyksessä käsiteltiin logistiikkaa yleisesti sekä tarkemmin rakennushankkeen suunnittelun ja toteutuksen näkökulmasta. Teoriaosan lopussa käsiteltiin Lean-filosofiaa sekä siihen perustuvaa tahtituotantoa ja Last Planner -menetelmää.

Työn empiirisessä osassa tuli esiin, että logistiikan suunnittelu, erityisesti etukäteissuunnittelu ja vaihtoehtojen punnitseminen, on erittäin tärkeää. Haasteita tuo urakoitsijayhteistyö, tiedottaminen, vastuuhenkilön puute ja suunnittelun sekä yhtenäisten käytäntöjen puutteet. Ratkaisuna haasteisiin työssä ehdotettiin logistista toimintamallia sekä Trello-sovellusta tiedottamisen ja organisoinnin työkaluksi.

Avainsanat: Rakennustyömaa, työmaalogistiikka, materiaalityökalut, materiaali- ja informaatiovirrat

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Annette Forssell
Title: Development of a logistic operating model for the construction site
Number of Pages: 60 pages + 2 appendices
Date: 19 January 2024

Degree: Bachelor of Construction Management
Degree Programme: Construction Site Management
Instructors: Joonas Pusila, Senior Lecturer
Henri Kiviluoma, Deputy Managing Director

In today's construction industry, productivity is even more important than before and logistics as a key factor is constantly emphasized. The increased number of subcontracts and management of material and information flows on the construction site in a changing environment brings challenges. In addition, each site has its own management- and production styles, which complicates standardization of the site operations.

The aim of this graduate study was to draw up a unified operating model for controlling the logistics of construction sites for Hausia Oy and to find out whether there is a simple application to facilitate planning of site logistics.

The theoretical framework of the study addresses logistics in general and also more specifically from the perspective of the design and implementation of the construction project. At the end of the theoretical section Lean philosophy, takt time production and Last Planner is discussed.

In the empirical part of the work, it emerged that planning logistics, in particular pre-planning and weighing alternatives is crucially important. Challenges are brought by contractor cooperations, information sharing, lack of the person who is responsible and the lack of planning and consistent practices. As a solution, a logistic operating model has been proposed. Trello has been suggested as a tool for organizing information in logistic tasks.

Keywords: Construction site, site logistics, material supply, material and information flow

Sisällys

1	Johdanto	3
1.1	Tutkimuksen tavoite	4
1.2	Rajaukset	4
1.3	Tutkimusmenetelmä ja aineistonkeruu	5
2	Logistiikka	7
2.1	Rakennushankkeen erityispiirteet logistiikan näkökulmasta	8
2.2	Logistiikan suunnittelu rakennusprosessin aikana	9
2.2.1	Työmaalogistiikan toteutus	11
2.2.2	Logistiikkasuunnitelma	12
2.2.3	Työmaan aluesuunnitelma	13
2.2.4	Materiaali- ja tavaratoimitusten suunnittelu	14
2.3	Logistiikan tehostamisen keinoja	15
2.4	Logistiikan kokonaisratkaisu	19
2.5	Lean	22
2.5.1	Tahtituotanto	24
2.5.2	Last Planner	26
3	Tutkimustulokset	27
3.1	Kuvaus työmaista	27
3.2	Logistiikan merkitys kohteissa	28
3.3	Logistiikan suunnittelu työmaan alkaessa	30
3.3.1	Sisälogistiikan suunnittelu	31
3.3.2	Logistiikkasuunnitelma	32
3.4	Hankinnat	34
3.5	Hyvät käytännöt ja logistiikan tehostamisen keinot	36
3.6	Hyvät viestinnän ja tiedonsiirron käytännöt	37
3.7	Haasteet työmailla	39
3.8	Logististen haasteiden kehittäminen	42
3.8.1	Logistiikasta vastaava tai logistiikan ulkoistaminen	44
3.8.2	Esivalmisteet	45
3.8.3	Tahtituotanto	47
4	Johtopäätökset	49
4.1	Kehitysehdotukset	49

4.2	Logistinen toimintamalli	51
4.3	Logistiikan tehostamisen työkalu	53
4.3.1	Trello	54
4.4	Pohdinta	58
4.5	Yhteenveto	59
	Lähteet	61
	Liitteet	63

Kuvat

Kuva 1.	Logistiikan materiaali-, tieto-, raha- ja paluuvirrat	7
Kuva 2.	Rakennushankkeen vaiheet	9
Kuva 3.	Esimerkki työmaan aluesuunnitelmasta	13
Kuva 4.	Erilaisia logistiikkakeskuksen käyttötapauksia	18
Kuva 5.	Runko toimitetaan asennustyönä tahdistamana täsmätoimituksena	19
Kuva 6.	Täydentävät rakenteet ja talotekniikka toimitetaan täsmätoimituksena Logistiikkakeskuksesta holville	20
Kuva 7.	Sisävalmistusvaiheen materiaalit tilataan päiväkohtaisesti logistiikka- keskuksesta.	21
Kuva 8.	Pientarvikkeet noudetaan toimittajan hallinnoimasta varastosta	22
Kuva 9.	Esimerkki tahtiaikataulusta	24
Kuva 10.	As Oy Verkkoneula 5 työmaa ja aluesuunnitelma	27
Kuva 11.	Havainnekuva ja aluesuunnitelma Luoteisrinne 7	28
Kuva 12.	Ehdotus logistisesta toimintamallista	52
Kuva 13.	Trello-sovelluksen päänäkymä	55
Kuva 14.	Esimerkki Trello-kortista	56
Kuva 15.	Esimerkki board-näkymästä	56
Kuva 16.	Trellon kalenterinäkymä	57

Taulukot

Taulukko 1.	Työmaiden hyvät toimintamallit logistiikan tehostamiseen	36
Taulukko 2.	Viestinnän ja tiedonsiirron hyvät käytännöt	38

Käsitteet

Aluesuunnitelma	Kirjallinen esitys työtoimintojen sijoittamisesta rakennuspaikalla.
Esivalmiste	Esivalmisteella tarkoitetaan useasta tuotesasta rakennuspaikan ulkopuolella ennalta valmistettua kokonaisuutta.
Haalaus	Kantaa, vetää tai siirtää materiaalia tai laajempaa kuormaa.
Hukka	toiminta, joka kuluttaa resursseja, muttei tuota lisäarvoa.
JIT	Just-In-Time, toimintamalli ja ajattelutapa materiaalityötoimittamisen toimittamisesta käyttökohdeeseen juuri oikeaan aikaan.
Kuivaketju10	Rakennusprosessin kosteudenhallinnan toimintamalli, jolla vähennetään kosteusvaurioiden riskiä rakennuksen koko elinkaaren ajan.
Last Planner	Tuotannonohjausmenetelmä, jonka keskittyy lyhyen aikavälin suunnitteluun. Päämääränä on tuotannon häiriöiden minimoiminen varmistamalla tehtävien ja toimintojen suoritusedellytykset.
Lean	Tuotannon filosofia, jossa pyrkimyksenä minimoida hukka.
Logistiikkakeskus	Varasto, johon varastoidaan materiaaleja väliaikaisesti. Synonyymejä logistiikkakeskukselle ovat terminaali,

täsmäterminaali ja välivarasto. Tässä opinnäytetyössä käytetään termiä logistiikkakeskus.

Läpimenoaika	Aika, joka kuluu tuotteen siirtymiseen läpi logistisen ketjun.
Setitys	Rakennustuotteiden pakkaamista osakohteittain lajittelun vähentämiseksi työmaalla.
Tahtituotanto	Tuotantomuoto, jossa työ tahdistetaan suunnitelmien, ohjeistuksen ja jatkuvan parantamisen keinoin hukkaa vähentäen.
Täsmätoimitus	Logistinen toimintatapa, jossa oikea määrä materiaalia toimitetaan tiettyyn paikkaan tiettyä aikana.
Vaakasiirto	Rakennusmateriaalin siirto vaakasuunnassa, esimerkiksi kerroksessa tapahtuva siirto huoneistosta toiseen.
Virtaus	Materiaalien liikkuminen suunnitellusti ilman häiriötä.

1 Johdanto

Rakennusalalla, kilpailun koko ajan koventuessa, tuottavuudesta on tullut entistä tärkeämpää. Sanonta ”aika on rahaa” on ymmärretty myös työmailla ja aikataulut ovat entistä kireämpiä. Tiukka aikataulu lisää häiriöherkkyyttä, joka taas korostaa osaltaan suunnittelun tasoa ja laadukkuutta. Haastavassa ympäristössä erityisesti materiaali- ja tietovirtojen hallinta korostuu. Lisääntynyt aliurakoiden määrä vaatii myös toimivia keinoja materiaali- ja tietovirtojen käsittelyyn. Tietovirran pitäisi kulkea saumattomasti osapuolten välillä. Logistiikka on laaja käsite ja vaikuttaa moneen asiaan rakennustyömaalla. Näin ollen logistiikalla on iso merkitys siihen, miten työt rakennustyömaalla sujuvat ja sitä kautta myös projektin tuottavuuteen.

Rakennusalalla toimitusketjun ja työmaan logistiikan hallinnan tärkeyttä ei ole täysin ymmärretty. Jokaisella rakennustyömaalla on omat johtamis- ja tuotannonohjaustavat, jotka ovat haasteena logistiikan yhdenmukaistamiselle yrityksissä. Usein materiaali- ja informaatiovirtojen johtaminen on puutteellista, eikä työmailla ole aikaa kehittää yhdenmukaisia toimivia ratkaisuja ongelmaan. Kommunikointi tilauksista, toimituksista ja reklamaatioista tehdään tehottomilla manuaalisilla menetelmillä. Ongelmat näyttäytyvät materiaalivirtojen häiriöinä, joka aiheuttavat työmaille ylimääräistä työtä ja kustannuksia. Kun yhtenäisiä käytäntöjä ei ole materiaalihallinta, eli työmaan sisäinen logistiikka, on usein sattumanvaraista ja koko työmaa on sekalaista varastoaluetta. [1, s.3.]

Logistiikan hallinta ja tarkempi ohjaus vähentää toimitusten määrää ja materiaalihukkaa, käsittely- ja siirtokustannukset pienenevät ja materiaalien vaurioitumisriski vähenee. Kun materiaalit ovat niille varatuilla paikoilla, niiden etsimiseen kuluu vähemmän aikaa ja myös työn tekeminen on mielekkäämpää ja tehokkaampaa. Siisti ja järjestyksessä oleva työmaa näyttää hyvältä myös ulospäin ja vähentää lisäksi tapaturmia ja lisää turvallisuutta. [1, s.3-4.]

Tämän tutkimuksen tarkoitus on luoda yhtenäinen toimintamalli rakennustyömaan logistiikan ohjaamiseen sekä ehdottaa yksinkertaista

sovellusta logistiikan organisointiin. Tutkimuksessa tehtiin teoreettinen kirjallisuuskatsaus ja empiirinen osa, joka perustuu rakennustyömailla tehtyihin syvähaastatteluihin.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään logistiikkaan liittyviä asioita pääasiassa rakennustyömaan näkökulmasta. Tuotannonhallintaa ja siihen liittyvää logistiikkaa lähestytään Lean-filosofian näkökulmasta, jossa paneudutaan lähemmin tahtituotantoon ja Last Planner -menetelmään.

Tämä opinnäytetyö tehtiin Hausia Oy:lle, joka on vuonna 2013 perustettu espoolainen pääkaupunkiseudulla toimiva rakennusyritys. Yhtiö rakentaa uudiskohteita, jotka ovat pääasiassa kerrostaloja tai useamman pientalon rakennushankkeita. Yhtiön liikevaihto vuonna 2023 oli noin 73 miljoonaa euroa ja se työllisti noin 60 henkilöä.

1.1 Tutkimuksen tavoite

Tämän tutkimuksen tavoitteena on luoda Hausia Oy:lle yhtenäinen toimintamalli työmaiden logistiikan ohjaamiseen sekä selvittää, voisiko jokin yksinkertainen sovellus helpottaa työmaiden logistiikan suunnittelua.

Haluna on yhtenäistää ja kehittää hyviä käytäntöjä ja toimintamalleja, jotta Hausia Oy:n työmaat pystyisivät entistä paremmin suunnittelemaan ja toteuttamaan työmaiden logistiikkaan liittyviä asioita osana tuotannon suunnittelua.

1.2 Rajaukset

Työ on rajattu koskemaan asuinkerrostalotyömaan logistiikkaa pääurakoitsijan näkökulmasta. Toimeksiantajayritys Hausia Oy toimii pääurakoitsijana pääasiassa kerrostalohankkeissa, joten työn rajaaminen yrityksen toiminnan kannalta keskeisiin tekijöihin on luonnollinen valinta.

Hausia Oy:n työmaat sijoittuvat pääasiassa kaupunkiympäristöön, jossa haasteita tuo ahtaat tontit sekä työmaata ympäröivä liikenne. Logistiikkaa käsitellään tässä työssä siksi tavanomaisen kaupunkiympäristön näkökulmasta.

Logistiikkaa voi tarkastella erilaisten virtojen avulla, mm. materiaalivirtojen, pääomavirtojen ja myös kierrätysvirtojen näkökulmasta. Näitä virtoja tukemassa ovat organisaatio- ja tietovirrat. Tässä työssä keskitytään rakennustyömaan materiaalivirtojen ja näihin liittyvien organisaatio- ja tietovirtojen tarkasteluun.

Työn tulokset perustuvat työmailla tehtyihin haastatteluihin, kirjallisuuteen, omiin havaintoihin ja kokemuksiin sekä selvitystyöhön Trello-sovelluksesta. Työn lopussa luotava logistiikan toimintamalli perustuu teoriaviitekehyksen sekä tutkimuksen empiirisen osan tuloksiin.

1.3 Tutkimusmenetelmä ja aineistonkeruu

Tämän työn teoriaosuus sisältää kirjallisuuskatsauksen, joka on tiivistelmä aihepiirin aikaisempien tutkimusten, artikkeleiden ja Internet-lähteiden olennaisesta sisällöstä.

Tutkimusmenetelmäksi valittiin kvalitatiivinen lähestymistapa, koska opinnäytetyön tavoitteena oli kuvailla ja ymmärtää työmaiden logistiikkaan liittyviä asioita. Kvalitatiivisella tutkimusmenetelmällä saadaan syvällistä tietoa ja sen ideana on kuvailla jotain ilmiötä seikkaperäisesti ja saada jokin asia ymmärrettäväksi. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tavoitteena voi olla uuden teorian luominen todellisuutta vastaavasta aineistosta, eli kyseessä on ns.teoriaa luova, teoriaa generoiva menetelmä. [2.][3.]

Kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä sopii hyvin tähän tutkimukseen, koska tarkoituksena on luoda teoriaan ja empiriaan perustuva logistiikkamalli toimeksiantajayritykselle.

Aineistonkeruumenetelmänä tässä tutkimuksessa toimi syvähaastattelu. Syvähaastattelut toteutettiin yksilöhaastatteluina vastaajien työmailla marras-

joulukuussa 2023. Yksilöhaastattelu valittiin, koska esimerkiksi verrattuna ryhmäkeskusteluun, vastaajat pystyvät siinä paremmin tuomaan esiin omia mielipiteitään ja ajatuksiaan.

Haastatteluihin laadittiin keskustelurunko, mutta haastattelut toteutettiin keskusteluna ilman tarkasti strukturoitua kysymyspatteristoa. Tällä tavalla haastateltavalla on mahdollisuus ohjata keskustelua itselleen merkitykselliseen suuntaan. Haastattelijan tehtävä on kuunnella ja tehdä tarkentavia kysymyksiä, sekä varmistaa että keskustelu ei ajaudu täysin ohi halutusta suunnasta. [4.]

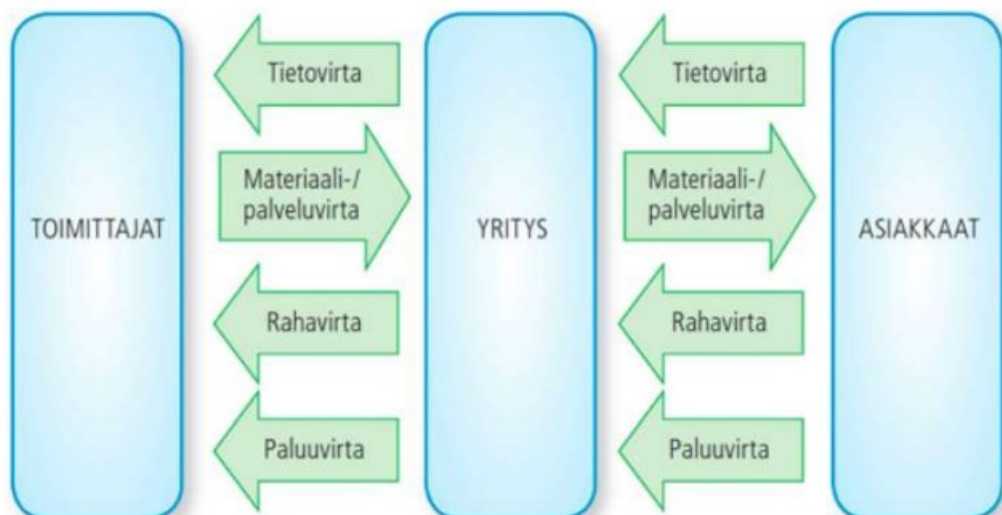
Tutkimusaineistoa kerättiin Hausia Oy:n kahdelta työmaalta haastattelemalla työmaiden toimihenkilöitä. Haastatteluiden kesto oli noin 30-50 minuuttia ja kaikki haastattelut nauhoitettiin ja litteroitiin. Vastaajilta pyydettiin suostumus haastatteluiden nauhoitukseen. Molemmilta työmailta haastateltiin vastaava mestari, työmaainsinööri sekä yksi työnjohtaja. Yhteensä haastatteluja tehtiin 6 kappaletta.

2 Logistiikka

Suppeasti ajateltuna logistiikalla tarkoitetaan tavaroiden kuljetusta ja varastointia. Laajemman näkemyksen mukaan logistiikka on paitsi varastointia ja kuljetusta myös kokonaisten toimitusketjujen ja toimintojen teknistä ja taloudellista hallintaa. [5.] Logistiikka on:

- materiaalivirtojen ohjaamista raaka-aineiden alkulähteiltä tuotantoon
- tietovirtoja, joiden avulla materiaalivirtoja ohjataan
- tuotteiden ja palvelujen ostamista ja myymistä, kuljettamista ja varastointia. [5.]

Logistiikkaan kuuluu lisäksi raha-, paluu- ja sopimusvirtojen kulkuun liittyvä suunnittelu ja hallinta sekä yhteiskunnallisten ja ympäristövaikutusten tarkastelu. Kuvassa 1 kuvataan logistiikan tieto-, raha- ja materiaalivirtojen kulkua toimittajalta asiakkaille ja päinvastoin. Näin ollen materiaali-, tieto ja rahavirrat kulkevat ristiin rastiin. [5.]



Kuva 1. Logistiikan materiaali-, tieto-, raha- ja paluuvirrat. [5.]

Onnistuneen logistiikan tavoitteena on, että

- tuote on käytettävissä oikeassa paikassa oikeaan aikaan
- prosessista ei aiheudu haittoja kuten negatiivisia ympäristövaikutuksia tai muita turvallisuusriskejä
- kokonaiskustannukset on minimoitu. [5.]

Rakennusalan näkökulmasta voidaan vielä täsmentää, että logistiikka on onnistunutta, jos oikea materiaali on käytössä oikealla hetkellä, siten ettei ylimääräinen materiaali häiritse asennustyötä. Lisäksi tulisi välttää, että materiaalit siirtyvät työmaalla useaan kertaan. Toimitustavoissa tulisi välttää materiaalien noutoa, jolloin työntekijöiden työaika vapautuu enemmän tuottavaan työhön. [6, s.6.]

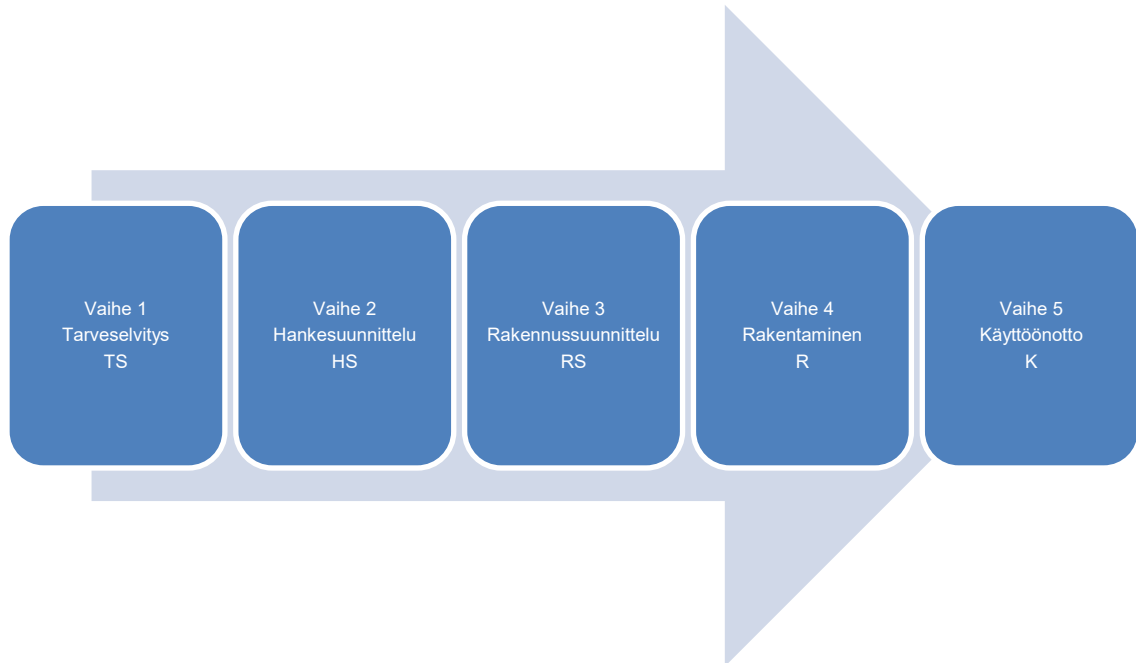
2.1 Rakennushankkeen erityispiirteet logistiikan näkökulmasta

Rakennusteollisuus eroaa erityispiirteidensä vuoksi muusta valmistavasta teollisuudesta, jossa on käytössä kehittyneitä ja toimivia logistiikkaratkaisuja. Rakennusalalla näitä ratkaisuja ei ole täysin osattu hyödyntää. [7, s.18.]

Valmistavan teollisuuden prosessit ovat usein automatisoituja ja niiden toimintaympäristö pysyy samana. Tällaisessa ympäristössä prosessien kontrolloiminen on helppoa. Rakentamisessa tyypillistä on työvoimapainotteinen toiminta, jossa työympäristö muuttuu ja on altis ympäristön ja ilmaston muutoksille. Projektioorganisaatio on usein myös hankekohtainen ja urakoitsijoita ja muita hankkeen osapuolia on paljon. Lopputuote, eli rakennus on myös jokaisessa projektissa ainutlaatuinen eikä ns. massatuote kuten usein valmistavassa teollisuudessa. [7, s.18.] Esimerkiksi edellä mainitut erityispiirteet rakennushankkeissa luovat haasteita toimitusketjun hallintaan ja toimintojen integrointiin.

2.2 Logistiikan suunnittelu rakennusprosessin aikana

Rakennusprosessi koostuu yleensä viidestä vaiheesta, jotka ovat tarveselvitys, hankesuunnittelu, rakennussuunnittelu, rakentaminen ja käyttöönotto (kuva 2.) Vaiheet seuraavat toisiaan, kun edellinen on saatu päätökseen.



Kuva 2. Rakennushankkeen vaiheet [8, s. 3]

Rakennushankkeen logistinen suunnittelu tulisi aloittaa hankesuunnitteluvaiheessa tai jopa jo tarveselvitysvaiheessa, jotta voidaan ottaa huomioon tarvittavat resurssit ja aikataulutus. [9.] Tarveselvitysvaiheessa logistiset reunaehdot olisi hyvä ottaa esiin, jos nämä vaikuttavat hankkeen toteuttamismahdollisuuksiin. Esimerkiksi tilanteessa jossa rakennus sijaitsee saarella ja kulkuyhteydet ovat haasteelliset, tulisi logistiikkaan liittyvät asiat huomioida jo hankepäätöstä tehdessä.

Viimeistään hankesuunnitteluvaiheessa tulisi aloittaa työmaan logistiikan suunnittelu. Hankesuunnitteluvaiheessa voidaan selvittää ja arvioida hankkeen vaihtoehtoiset toteuttamismahdollisuudet ja -tavat. Logistiset ratkaisut vaikuttavat myös ratkaisevasti hankkeen budjettiin ja tavoitehintaan.

Hankesuunnitteluvaiheen logistinen suunnittelu mahdollistaa myös kestävä kehityksen periaatteiden huomioimisen. Siinä voidaan tehdä alustava toiminnallinen suunnitelma, tilaohjelma ja rakennustapaselostus, joissa otetaan huomioon logistiikan tarpeet. [8, s.4.] Kun suunnittelulle varataan riittävästi aikaa, mahdolliset ongelmakohdat tulevat ilmi mahdollisimman varhain hankkeen alkuvaiheessa ja haasteisiin voidaan varautua tai ne voidaan jopa ennaltaehkäistä.

Rakennussuunnitteluvaiheessa tehdään jo paljon logistiikkaan vaikuttavia päätöksiä. Lähtökohtia ovat muun muassa rakennesuunnitelmat ja näihin perustuvat tontin alueen käyttö sekä valitut tila-, rakenne-, ja materiaaliratkaisut. [10, s.13.] Rakennesuunnitteluvaiheessa tulisi huomioida rakennustyön toteuttaminen turvallisesti terveydelle haittaa aiheuttamatta [8, s.4]. Työmaan logistiset päätökset tulisi myös tältä osin huomioida.

Rakennesuunnitteluvaiheessa vaatimuksia logistiikalle asettavat epäsuorasti maankäyttö ja rakennuslain sekä rakennusvalvontavirastojen vaativien toimintamallien, kuten Kuivaketju10:n ja tuotekelpoisuuden osoittaminen. Lisäksi esimerkiksi rakennuttaja voi urakka-asiakirjoissa asettaa aikataulutavoitteita ja laatuvaatimuksia, joiden toteutuminen riippuu valitusta logistiikkastrategiasta. [6, s. 4.]

Valitettavasti tarkemmin logistiikan toteutukseen liittyvät vähimmäisvaatimukset ovat vielä nykyisin urakka-asiakirjoissa harvinaisia, ja tämän takia logistiikan suunnittelu siirtyy pääsääntöisesti vielä pykälällä seuraavaan vaiheeseen, eli rakentamiseen ja silloin työmaan logistiikan tavoitteet asettaa pääosin työmaaorganisaatio. Käytännössä rakennushankkeen logistiset ratkaisut tehdään monesti vasta rakentamisvaiheen alussa työmaaorganisaation toimesta rakentamista valmistellessa, hankintojen ohessa ja myöhemmin työvaihekohtaisesti toteutuksen aikana. [10, s.14.]

Logistiikan suunnittelua ohjaa työmaiden omat reunaehdot, joiden puitteissa tulee toimia. Työmaa-alueen liikennejärjestelyt, rakennusten sijainti, koko ja

rakennusjärjestys, käytävissä olevat resurssit sekä varastointitilat ohjaavat logistista suunnittelua. Suunnittelun tarkoituksena on pyrkiä tehostamaan työmaan materiaalien käsittelyä ja minimoimaan nostoja ja siirtoja. Suunnittelu antaa samalla toimintaohjeet, joiden mukaan rakennushankkeen osapuolet toimivat. [8. s.3.]

2.2.1 Työmaalogistiikan toteutus

Suunnittelun lisäksi logistiikan toteutus ja hallinta työmaalla on tärkeä osa töiden etenemistä. Laaditut suunnitelmat tulee myös onnistuneesti toteuttaa käytännössä.

Rakennusalalla on työmaakeskeiseksi muodostunut tapa hoitaa ja organisoida logistiikkaa, joka pitkälti johtuu edellä kuvatusta työmaan logistiikkasuunnittelun taustasta. Tyypillisesti työmaan vastaava työnjohtaja jakaa työvaiheet työnjohtajille pienempiin vastualueisiin, minkä jälkeen jokainen työnjohtaja hoitaa töidensä logistiikan tästä eteenpäin. Seuraavat vaiheet työnjohtajan näkökulmasta ovat ko. työvaiheiden tehtäväsuunnitelmat, aloituspalaverit sekä materiaalien kotiinkutsut keskitetyn hankinnan tekemien sopimusten ja tilausten pohjalta tai hankinnan tekeminen täysin itse toimittajalta asennuspaikalle. [10, s.14.]

Jokainen työmaa on siis perinteisen sanonnan mukaan ”mestareidensa näköinen” ja tämä pätee myös logistiikkaan. Työnjohtajat oppivat edelliseltä työmaalta toimivia käytäntöjä, opitaan tehdyistä virheistä ja logistiikan toimintatapoja sovelletaan ja kehitetään itse eteenpäin. Logistiikan toteutusta voidaan näin ollen luonnehtia työmaakeskeiseksi, koska sitä ei ole vakioitu. [10, s.14.] Jokainen työmaan toimihenkilö, työmaa ja yritys ratkovat työmaa toisensa perään logistiikan käytännöt omien lähtötasojensa mukaan aina uudestaan ja uudestaan [6, s. 4].

2.2.2 Logistiikkasuunnitelma

Varsinaisen logistiikkasuunnitelman teko ei ole rakennushankkeille pakollinen lain määräämä dokumentti eikä rakennusalan yritysten keskuudessa ole vallitsevaa käytäntöä suunnitelman tekoon. Työmaan logistiikka-asioita sivutetaan kuitenkin monessa vaaditussa suunnitelmassa tai dokumentissa esim. materiaalien siirto suunnitelmassa ja aluesuunnitelmassa. Logistiikka tarvitsee kuitenkin suunnitelman ja selkeät pelisäännöt, joihin kaikkien toimijoiden on sitouduttava jo ennen työn käynnistystä [11].

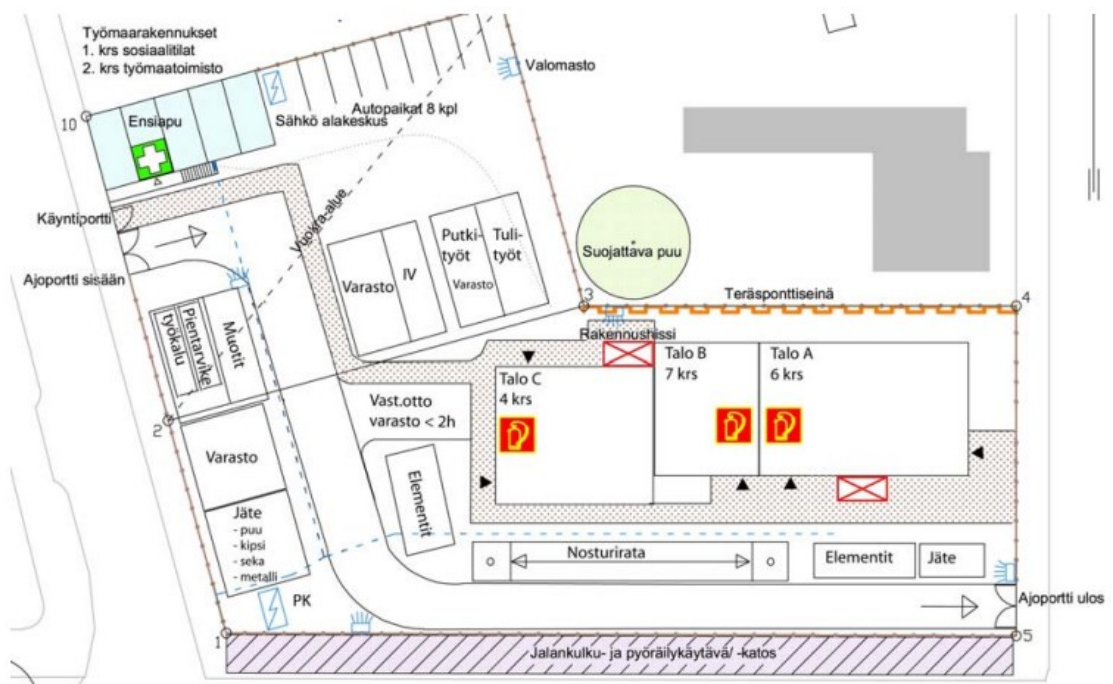
Koska logistiikka yleisesti on tunnistettu haasteeksi työmailla monet yritykset ovat kehittäneet omia logistiikkaan liittyviä toimintatapoja suunnitelmien ja ohjeiden muodossa. Logistiikkasuunnitelmissa on käsitelty mm.

- Aluesuunnitelma
- Vastaanotto-ohje
- Nosto- ja siirtokalusto
- Tavarantoimitusten suunnittelu ja kirjaukset
- Väliaikainen varastointisuunnitelma
- Jätehuoltosuunnitelma
- Työmaaopasteet ja liikennejärjestelyt
- Lumityöt ja liukkaudentorjunta
- Logistiikan riskienarviointi [10, s.14].

Suunnitelmaan tulisi kirjata myös työmaan logistiikan toimintatavat ja käytännöt esim. tavaroissa tulisi olla merkintä kenelle ne kuuluvat ja mihin ne on tarkoitettu. Näin turha hakeminen ja liikuttelu poistuisi. [11.]

2.2.3 Työmaan aluesuunnitelma

Aluesuunnitelman laatiminen on kaikille rakennushankkeille pakollinen, sillä aluesuunnitelma on lain määräämä dokumentti, jonka pääurakoitsijan täytyy laatia. Aluesuunnitelma on kirjallinen dokumentti siitä, miten työmaatoiminnot sijoittuvat rakennusalueella. Aluesuunnitelmaa tulisi päivittää hankkeen edetessä ja sen tulee vastata reaaliaikaista tilannetta työmaalla. Tarkoitus on jakaa tietoa kaikille hankkeen osapuolille, joten aluesuunnitelman tulee olla esillä kaikkien nähtävillä keskeisellä paikalla työmaalla. [12.]



Kuva 3. Esimerkki työmaan aluesuunnitelmasta [13, s.10]

Työmaalogistiikan kannalta aluesuunnitelma on erittäin tärkeä, koska siinä huomioidaan logististen toimintojen kannalta oleelliset tilat, reitit ja alueet. Esimerkiksi työmaan liikennejärjestelyt, purkupaikat ja varastointipaikat. [12, s.1–2.]

2.2.4 Materiaali- ja tavaratoimitusten suunnittelu

Logistiikka on materiaalitoimitusten sekä niihin liittyvien tietovirtojen tehokasta hallintaa. Työmaalle saapuvat tavaratoimitukset tulee suunnitella huolellisesti sekä hyvissä ajoin ennen toimituksia. Toimitusten suunnittelun ja ohjauksen avulla voidaan välttää liiallisesta varastoinnista sekä materiaalipuutteista aiheutuvien viivästysten synnyttämiä kustannuksia. Suunnittelu vähentää myös turhaa hävikkiä. Työmaan toimituksia suunnitellaan ja ohjataan niin hankintavaiheessa, kuin myös työmaalla työmaavaiheen aikana. [14.]

Hankinnoista vastaava järjesteele ja toteuttaa hankintoja yhteistyössä työmaan kanssa, jolloin työmaan tarpeet tulee kirjattua tarjouspyyntöihin ja sopimuksiin. Ohjauksen onnistumisen kannalta on tärkeää, että työmaan henkilöstö osallistuu hankintoihin heti alusta alkaen. Hankintoihin liittyvät laskelmat ja suunnitelmat tulee tehdä niin, että ne ovat hyödynnettävissä työmaalla. Työstä vastaavan työnjohtajan tehtävä on suunnitella toimitusten käytännön toteutus ja olla yhteydessä toimittajaan ja kuljetusliikkeeseen. [13.]

Työmaalle toimitettavat materiaalihankinnat on hyvä suunnitella ensin karkeasti lohkoittain useaan toimitettavaan erään rakentamisaikataulun mukaan. Tämä sen takia, että lähtötiedot eivät useinkaan ole kovin tarkkoja ja suunnitelmia tarkennetaan tarvittaessa toimituspäivän lähestyessä ja tietojen tarkentuessa. Toimittajalle kannattaa kauppaa sovittaessa ilmoittaa vain tilattavien tuotteiden kokonaismäärä ja alustavat eräjaot toimitusviikkoineen. Tällöin muutoksien tekeminen on vielä helppoa, jos tilanteet työmaalla muuttuvat. Suunnitelmien tarkentuessa tavarantoimittajan kanssa sovitaan karkeasta toimitusaikataulusta. [14.]

Toimitettavat materiaali-erät on suunniteltava aina todellisen tarpeen mukaan. Tavoitteena on hankintojen suunnittelu työkohdekohtaisesti, joko lohkoittain, kerroksittain tai tarvittaessa vielä tarkemmin. Työkohdekohtainen suunnittelu vähentää laskuvirheitä ja parantaa toimitusaikojen arviointia. Toimitusajat ja tarvittavat materiaalmäärät voidaan arvioida paikka-aika-kaavion avulla, josta

nähdään työvaiheen eteneminen lohkoittain. Näin materiaalityö ja toimitusaikataulut voidaan sovittaa työvaiheen etenemisen perusteella. Työvaiheita ja tehtäväsuunnitelmaa laatiessa voidaan tuotteet jakaa jo karkeasti toimituseriin, jotka perustuvat työvaiheiden etenemiseen. Karkea toimitusaikataulu on hyvä kertoa toimittajalle kauppaa tehdessä, jotta tuotannon suunnittelu voidaan vähitellen aloittaa. Tehty suunnitelma vahvistetaan lopullisesti toimitusajankohtien lähentyessä. [15, s.75–76.]

Materiaalierän toimituksen lähestyessä toimitus varmistetaan lopullisesti. Toimittajan kanssa sovitaan lopullinen toimitusajankohta ja toimituksen sisältö sekä sovitaan muut toimitusta koskevat käytännön asiat ja yksityiskohdat. Työstä vastaavan työnjohtajan on vielä tarkistettava materiaalmäärä, päätettävä toimituspäivä ja aika sekä suunnitella tuotteiden vastaanotto ja purku työmaalla. Tarkistus tulee tehdä ajoissa, jotta toimittaja voi sovittaa tuotantonsa halutun aikataulun mukaiseksi. [15, s.77.]

Suunniteltaessa tavaratoimituksia työmaalle, tulee ottaa huomioon työmaa-alueen reunaehdot sekä sen hetkiset käytössä olevat purkuresurssit. Lähtökohtaisesti tavaratoimitukset on hyvä suunnitella siten, että ne pystytään purkamaan suoraan kuormasta asennuspaikalle tai varastoalueelle. Tällöin vältetään tavaroiden ylimääräiseltä varastoinnilta sekä siirtelyltä. Jos tavaroita joudutaan välivarastoimaan, eli varastoimaan lyhytkestoisesti purkualueen läheisyyteen, tulisi välivarastointipaikka on ennalta suunniteltu ja vapaa kuorman purulle. Tavarat tulee siirtää välivarastointipaikalta mahdollisimman nopeasti työpisteisiin tai lopulliselle varastointipaikalle, jottei työmaan ja purkualueen toiminta häiriintyisi. [15, s.76-77.]

2.3 Logistiikan tehostamisen keinoja

Rakennustekniikan laitoksen julkaisemassa Rakentamisen logistiikkaratkaisut - osahankkeen loppuraportissa (2019) on esitetty neljä materiaalilogistiikan

kehittyneitä osaratkaisua, joista voisi olla apua työmaiden logistiikan toteutuksessa. Näistä ratkaisuista kerrotaan lyhyesti seuraavaksi.

Täsmätoimitukset (engl. JIT, Just-in-time)

Täsmätoimitus tarkoittaa käytännössä, että esim. betonielementti asennetaan välittömästi toimituksen yhteydessä tai jokin muu rakennustuote toimitetaan edeltävänä päivänä ja asennetaan seuraavana päivänä. Toimituskohteena voi olla esimerkiksi tietty kerros tai tila, kuten huone. Täsmätoimitustuotteita ovat yleensä esivalmistetut elementit, esimerkiksi betonielementit ja teräspalkit. Täsmätoimitusten päätarkoituksena on vähentää varastointia työmaalla. [6, s.4.]

Asennussarjat, setit ja -paketit sekä esivalmistus (engl. Kitting)

Asennussarjat, setit ja –paketit ovat yksi erityismuoto täsmätoimituksista. Tässä ratkaisussa työvaiheessa tarvittavat materiaalit pakataan rakennuspaketeiksi, pientarvikkeet mukaan lukien. Tämä edellyttää kuitenkin huolellista tehtäväkohtaista materiaali- ja tarvikelistausta ja logistiikan suunnittelua. Hyödyllisiä käyttökohteita ovat esim. tahtituotannon uudiskohteet tai huoneistokohtaiset talotekniikka-asennukset ja laatoitukset. Kun oikea määrä materiaalia on oikeassa paikassa lähellä asennusmestaa, vähenee materiaalihukka ja asennustyö nopeutuu sekä vakioituu kun turha materiaalien etsiminen ja siirtely jää pois. [6, s.5.]

Perinteiseen täsmätoimitukseen verrattuna setitys koskee useimmiten pienempiä bulkkimateriaaleja. Haasteena voi olla riittävän tarkan suunnittelutiedon ja työmaan aikataulutiedon saaminen setityksen pohjaksi tai puute tilasta, jossa materiaalien setitys paketteihin tehdään. [6, s.5.]

Asennustyötä voidaan myös tehostaa esiasentamalla materiaaleja tehtaalla tai setityspisteessä. Teollinen esivalmistus mahdollistaa nopeamman läpimenon työmaalla, paremman turvallisuuden ja laatutason. Epäsuoria säästöjä tulee sitä kautta, että työmaan läpimenoaika lyhenee ja työmaakustannukset vähenevät.

Turvallisuus paranee, koska tehdasolosuhteissa tapahtuu vähemmän työtapaturmia kuin työmaalla. [21, s.8-9]

Esivalmistus vaatii myös hankeprosessin uudistamista, koska aliurakoitsijat ja materiaalitoimittajat pitää nostaa tasaveroisiksi kumppaneiksi sekä päästää aikaisemmassa vaiheessa mukaan. Usein esivalmisteiden käyttö vaatii myös tarkempaa sisälogistiikan etukäteis suunnittelua esimerkiksi isompien aukotusten muodossa. Tarvittaessa on myös hyvä harkita voisiko kuljetukset helpottua, jos esivalmistuspiste tuodaan lähelle työmaata. [21, s.8-9]

Toimittajien hallinnoimat varastot ja toimitukset

Toimittajien hallinnoimat varastot ja toimitukset tarkoittavat työmaalla sijaitsevaa tavarantoimittajan omistamaa "kauppaa" varustettuna urakoitsijoiden tarvitsemilla, nimikkeittäin järjestetyillä, pientuotteilla, jotka voidaan nopeasti ostaa skannaamalla tuotteen viivakoodi. Varaston käytöllä on erinäisiä hyötyjä, kuten sen helppo käyttöönotto ja logistiikan vastuun siirtyminen toimittajalle. Lisäksi varasto vähentää hukkaa, sillä kalustoa käytetään tehokkaasti ja turhat noudot ja kuljetukset jäävät pois. [6, s.5.]

Logistiikkakeskus (engl. Consolidation center)

Logistiikkakeskusta tai ns. terminaalia hyödynnetään, kun tuotteet halutaan myöhemmin toimittaa työmaalle oikeaan aikaan, tai esimerkiksi tietyn työkohteen materiaalien setittämistä ja paketoimista varten. Logistiikkakeskus on hyvä vaihtoehto, jos työmaalla on riittämättömät varastointitilat ja toimitusten saapumisajankohdat ovat epätarkat (esim. ulkomailta tilatut tuotteet). Logistiikkakeskuksessa voidaan välivarastoida esim. vakiotuotteita, kuten sahatavaraa, laattoja, kaakeleita, tiiliä, huuveja tai lattiamattoja. [6, s.6.]

Keskuksen käyttö tuo yleensä kustannussäästöjä ja vähentää saatavuusriskiä, sillä keskuksen voidaan tilata isompia eriä ja tilaus-toimitusviivettä työmaalle voidaan lyhentää. Keskukselta voidaan toimittaa optimoidusti materiaaleja

useille työmaille, ja isompia tilauseriä voidaan hyödyntää useiden työmaiden tapauksissa. [6, s.6.]

Kuva 4 esittää miten logistiikkakeskusta voidaan hyödyntää erilaisissa käyttötarkoituksissa. Hub-tyyppisestä logistiikkakeskuksesta voidaan tehdä tarpeen tullen nopeasti tilaukset yhdeltä toimijalta, kunhan materiaalisuunnitelma on tehty riittävän yksityiskohtaisella tasolla. Keskus myös auttaa toteuttamaan täsmätoimituksia ja se voi toimia välivarastona pitkän toimitusajan omaaville tuotteille. Lisäksi keskuksessa voidaan koota materiaalisettejä ja lajitella esimerkiksi rakennusjätteitä. [6, s.6.]



Kuva 4. Erilaisia logistiikkakeskuksen käyttötapauksia [6, s.6]

2.4 Logistiikan kokonaisratkaisu

Peltokorpi, Lavikka ja Tetik (2019) kuvaavat logistista kokonaisratkaisua tyyppihankkeelle, joka on isohko asunto- tai toimitilakohde, jossa on mukana monta suunnittelijaa ja urakoitsijaa.

Kokonaisratkaisu lähtee liikkeelle runkorakentamisvaiheesta, jossa itse runko toimitetaan täsmätoimituksena suoraan tehtaalta ja elementtien toimitus tahdistetaan asennustyön aikataulun mukaisesti. Kuva 5.



Kuva 5. Runko toimitetaan asennustyön tahdistamana täsmätoimituksena [6, s.8]

Tärkeää tässä ratkaisussa on, että työmaalla ja tehtaalla on käytössä elementtikohtainen, reaaliaikaisesti päivittyvä asennusaikataulu. Joillakin tehtailla on jo käytössä toiminnanohjausjärjestelmä, jota myös asiakas voi päivittää ja josta elementtien tilaa tuotannossa voi seurata nettipalvelusta. Elementtien reaaliaikainen tilannetieto, esimerkiksi tuotemuutokset, tehtävän status, aikataulu ja reklamointi, tulisi olla kaikkien hankkeen osapuolten tiedossa. [6, s.8.]

Runkorakennusvaiheessa täydentävät rakenteet ja talotekniikka toimitetaan täsmätoimituksena logistiikkakeskuksesta holville (kuva 6). Tässä ratkaisussa edellytyksenä on suunnittelun, työmaan, logistiikkakeskuksen ja toimittajan yhteistyö ja tiedonvaihto. Tämän lisäksi määrälaskennan on oltava tarkkaa ja

materiaalilistaukset on voitava tuottaa kerros- tai aluekohtaisesti, jolloin materiaalit voidaan toimittaa suoraan oikeaan asennuskohteeseen. Valmiit kollit toimitetaan tehtaalta logistiikkakeskukseen, jossa tehdään autokohtaiset kuormat. [6, s.8.]



Lähde: Eifing ym. 2010

2. Täydentävät rakenteet ja talotekniikka:
runkorakennusvaiheessa täsmätoimituksena terminaalista holville

- **Toimii parhaiten asuntorakentamisessa**
- **Vältettävä materiaalien ylimääräisiä siirtoja**
- **Soveltuu myös esivalmisteiden toimituksiin (esim. talotekniikka)**
- **Vaatii tarkkaa määrälaskentaa**

Keskeistä:

1. Suunnittelun, työmaan, terminaalin ja toimittajan yhteistyö ja tiedonvaihto
2. Kerros-/aluekohtaiset materiaalilistaukset
3. Kerros-/aluekohtaiset eri materiaalien toimituspaikat
4. Valmiiden kollien toimitus tehtaalta/maahantuojalta terminaaliin, jossa tehdään autokohtaiset kuormat
5. Suojaus, tarkka nostoajankohta, nostoliinat yms. valmiina

Kuva 6. Täydentävät rakenteet ja talotekniikka toimitetaan täsmätoimituksena logistiikkakeskuksesta holville. [6, s.8]

Sisävalmistusvaiheessa materiaalit voidaan toimittaa päiväkohtaisina materiaali- ja tarvikesetteinä logistiikkakeskuksesta oikeaan asennuskohteeseen (kuva 7). Tärkeää on suunnittelun, työmaan, aliurakoitsijoiden ja logistiikkakeskuksen yhteistyö ja yksityiskohtainen päivittäinen tiedonvaihto alue- ja asennuskohtaisista materiaalilistauksista ja materiaalien toimituspisteistä. Tehtäväkohtaiset materiaalit ja tarvikkeet tilataan logistiikkakeskukseen, jossa ne setitetään 1-2 päivän toimituksiin. Projektin aikataulun hallinnan tulisi olla dynaamista ja reaaliaikaista, jotta oikeat materiaalit saadaan toimitettua päivittäin oikeaan asennuskohteeseen. Tässä mallissa on tärkeää tiedostaa ylijäämämateriaalien paluuvirran hallinta. Käyttämättömät materiaalit tulisi käsitellä niin, etteivät ne jää työmaalle pilaantumaan ja haittaamaan muuta työtä. [6, s.9.]

- Soveltuu etenkin tilanteisiin, jossa tilaa on vähän ja toimituksilla halutaan vakauttaa työnkulkua
- Vaatii tarkkoja sijainti- ja tehtäväkohtaisia materiaaliilistoja
- Hyöty heikkenee jos osa materiaaleista tulee muuta kautta
- Aiheuttaa työtä ja kustannuksia logistiikkaan ja tämä on huomioitava sopimuksissa / kustannuslaskennassa



3. Pintarakenteet, kalusteet ja viimeistely:
päiväkohtaiset materiaali- ja tarvikesetit terminaalista mestalle

Keskeistä:

1. Suunnittelun, työmaan, alurakoitsijoiden ja terminaalin yhteistyö ja tiedonvaihto
2. Alue- ja mestakohtaiset materiaaillistaukset
3. Alue- ja mestakohtaiset materiaalien toimituspisteet
4. Materiaalien ja tarvikkeiden tilaus terminaaliin ja setitys 1-2 päivän toimituksiin
5. Dynaaminen aikataulun hallinta ja päivittäiset toimitukset mestalle
6. Materiaalien paluuvirran hallinta

Kuva 7. Sisävalmistusvaiheen materiaalit tilataan päiväkohtaisesti logistiikkakeskuksesta. [6, s.9]

Sisävalmistusvaiheen setitys soveltuu etenkin tilanteisiin, joissa tilaa on vähän ja toimituksilla halutaan vakauttaa työnkulkua sekä estää työryhmien vapaa mestan valinta. Tässä ratkaisussa logistiikan työt ja kustannukset lisääntyvät, joten se tulisi huomioida sopimuksissa ja kustannuslaskennassa.

Kustannushyötyä kuitenkin syntyy kaikille osapuolille nopeutuneena asennustyönä. [6, s.9.]

Kaikki hankkeen aikana tarvittavat pientarvikkeet noudetaan toimittajan hallinnoimasta varastosta, joka sijaitsee lähellä työmaata (kuva 8). Tässä ratkaisussa keskeistä on tuotesortimentin suunnittelu, jonka pohjaksi tarvitaan sortimenttitietoa eri urakoitsijoiden tarpeista. Sortimentin tulisi muuttua töiden edetessä ja olla ns. oppiva järjestelmä johon urakoitsijat voivat vaikuttaa. Tämä ratkaisu edellyttää varastonhallintaohjelmaa ja materiaalien varaston täydentämisprosessia. Lisäksi tarvitaan toimivaa osto- ja laskutusprosessia, jossa osto voidaan kohdistaa urakalle tai tehtävälle. [6, s.10.]

- Suunnittelun pohjaksi tarvitaan sortimenttitietoa eri urakoitsijoiden tarpeesta
- Sortimentin tulee muuttua työmaan vaiheen ja vuodenajan mukaisesti → oppiva järjestelmä
- Oleellista saada hyvän palvelutason avulla riittävä käyttö: pääurakoitsijan iso oman työn osuus on mahdollistaja



Lähde: Eifling ym 2010

4.
Pientarvikkeet:
toimittajan
hallinnoima
varasto VMI

Keskeistä:

1. Tuotesortimentin suunnittelu
2. Varastonhallintaohjelma ja täydentämisprosessi
3. Tehokas osto- ja laskutusprosessi
4. Oston kohdistaminen urakalle tai tehtävälle

Kuva 8. Pientarvikkeet noudetaan toimittajan hallinnoimasta varastosta. [6, s.10]

2.5 Lean

Lean tunnetaan myös nimellä Lean Manufacturing tai Toyotan tuotantojärjestelmä (Toyota Production System, TPS), joka on tehokkuuteen ja hukan eliminointiin keskittyvä tuotantofilosofia. Sen juuret juontavat Toyotan menestyksestä Japanissa, mutta filosofia on sittemmin levinnyt laajasti muihin organisaatioihin kaikkialla maailmassa. Lean-malli ei ole pelkästään tuotantomenetelmä, vaan se voi laajentua myös muihin liiketoiminnan osa-alueisiin, kuten logistiikkaan, palveluihin ja hallintoon. [16.]

Lean-tuotanto pyrkii maksimoimaan asiakasarvon ja minimoimaan hukan. Tämä parantaa tehokkuutta, laatua ja kilpailukykyä organisaatiossa. Lean-menetelmän soveltaminen vaatii sitoutumista ja yhteistyötä eri osapuolilta. Työmailla tapahtuva virtauksen optimointi ja hukan eliminointi voivat kuitenkin johtaa merkittäviin säästöihin, lyhyempiin projektiaikoihin ja tehokkuuteen. [16.] Seuraavassa kappaleessa on listattu Lean ajattelun keskeisimpiä tavoitteita rakentamisen näkökulmasta:

1. Varastojen ja hukan minimointi:

- Lean kannustaa varastojen ja hukan minimointiin. Työmaalogistiikan osalta tämä tarkoittaa materiaalien oikea-aikaista toimittamista, jotta varastointitarve on mahdollisimman vähäinen. [16.]

2. Kanban-järjestelmät

- Kanbanin keskeisin periaate on visualisoida projektin työtehtävät ja etenemisvaiheet kaavoille, jota kutsutaan Kanban-tauluksi. Taululle sijoitettavat tehtävät esitetään kortteina, jotka järjestellään sarakkeisiin tehtävien valmistumisasteen mukaan. Kanban-järjestelmät voivat parantaa materiaalivirtojen näkyvyyttä ja hallintaa. Tämä vähentää odotusaikoja ja tällä varmistetaan, että tarvittavat materiaalit ovat oikea-aikaisesti saatavilla. [16.]

3. Virtauksen optimointi:

- Lean pyrkii optimoimaan tuotannon virtauksia. Työmaalla tämä voi tarkoittaa resurssien, materiaalien, tietojen ja laitteiden luotettavuutta sekä oikea-aikaista saatavuutta. [16.]

4. Yhteistyö osapuolten välillä

- Tiivis yhteistyö ja parempi luottamus osapuolten välillä on olennaista Lean-rakentamisessa. Tähän liittyy avoin viestintä, yhteiset tavoitteet sekä suhteiden kehittäminen. Hankkeissa luodaan integroituja tiimejä, jotka voivat koostua esimerkiksi tilaajasta, suunnittelijoista, käyttäjistä, urakoitsijoista ja toimittajista. [16.]

5. Jatkuva parantaminen.

- Lean-menetelmissä korostuu jatkuva parantaminen. Logistiikan kehittämisessä tämä voi tarkoittaa prosessien analysointia ja mahdollisten haasteiden tunnistamista. [16.]

6. Koulutus ja monipuolisuus.

- Työntekijöiden koulutuksen ja monipuolisuuden ansiosta henkilöstöllä on

kyky toimia tarpeen mukaan erilaisissa tehtävissä. [16.]

7. Pull-periaate

- Leanin pull-periaate, jossa materiaaleja tilataan vasta tarpeen mukaan voi vähentää ylituotantoa ja varastointikustannuksia. [16.]

8. Digitalisaatio ja teknologian hyödyntäminen:

- Lean-rakentamisessa voidaan hyödyntää digitaalisia työkaluja ja teknologiaa, kuten reaaliaikaista seurantaa ja automaatiota, jotta prosessit ovat tehokkaampia ja läpinäkyvämpiä. [16.]

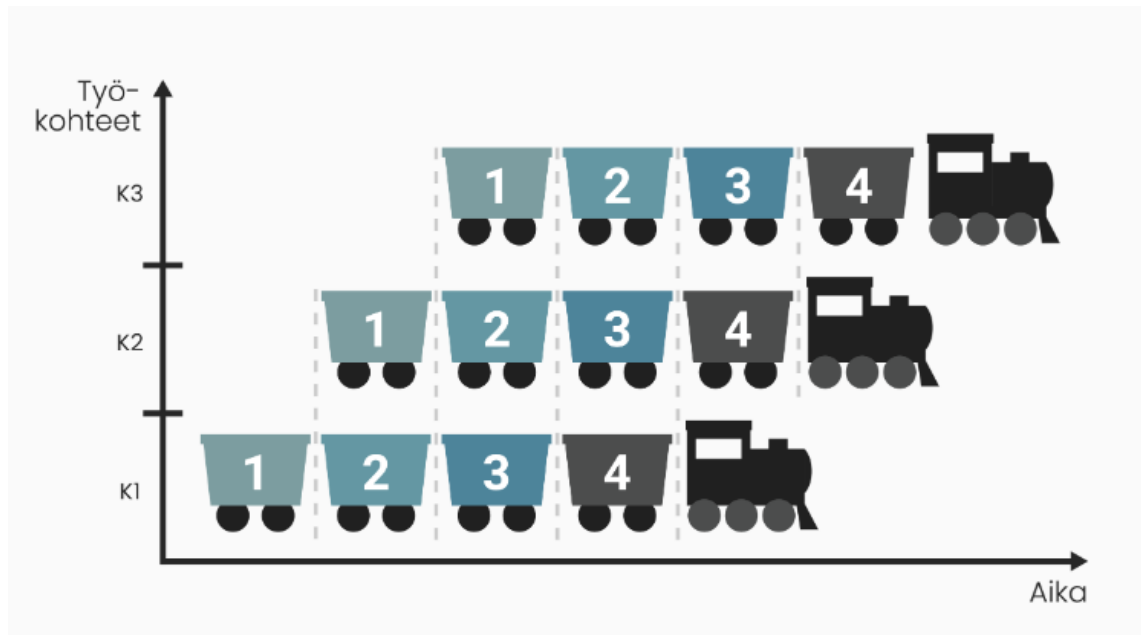
Lean-ajatteluun perustuvia tuotannonohjausmenetelmiä rakennusalalla ovat tahtituotanto ja Last Panner. [16.]

2.5.1 Tahtituotanto

Tahtituotannossa pyritään radikaalisti parempaan tuotannon virtaukseen tarkalla tuotannon suunnittelulla, rytmitetyllä tuotannon ohjauksella sekä yli projektien tapahtuvalla parantamisella. Kiinnostus tahtituotantoa kohtaan on kasvanut rakennusalalla nopeasti viimeisen viiden vuoden aikana. Esimerkiksi tulokset 30% sisävaiheen läpimenoajan lyhentämisestä on kasvattanut entisestään innostusta menetelmän hyödyntämiseen. [7, s.19.]

Tahtituotanto tarkoittaa sitä, että jokainen työvaihe kootaan sisällöltään työpaketiksi ja ne suoritetaan tietyssä järjestyksessä, joissakin rakennusosissa jopa toistuvasti. Työtehtävät on laadittu samanpituisiksi kokonaisuuksiksi, jotka suoritetaan virtautetusti, jolloin muodostuu eräänlainen ”tuotantojuna”.

Rakennustyömaalla työryhmät ovat liikkuva paketti, ja työkohde eli mesta on paikallaan pysyvä suorituskohde. Rakentamisessa tahtituotannon tehokkuus perustuu etenkin ylimääräisten aika- ja tilapuskureiden poistamiseen. [17, s. 145.]



Kuva 9. Tahtiaikataulu, jossa työvaiheet jaettu ajallisesti samaa tahtia eteneviksi kokonaisuuksiksi työpaketit

Tahtituotanto pähkinäkuoressa:

- **Rakennuskohde jaetaan lohkoihin**, jotka sisältävät mahdollisimman paljon toistuvuutta (esim. yksi kylpyhuone voi olla yksi lohko).
- **Tehtävät kootaan työpaketeiksi** (junan vaunuiksi), jotka ovat keskenään ajallisesti saman pituisia.
- **Jokaiselle työpaketille määritetään työryhmä** (esim. väliseinäryhmä), joka suorittaa kyseisen työpaketin yhden kerran, yhdessä tahdissa, yhden lohkon sisällä. Sen jälkeen aloitetaan uusi tahti seuraavassa lohossa. [18, s.16-18.]

Tahtituotannon käytön tavoite monissa rakennushankkeissa ollut työhön käytetyn ajan optimointi ja hukan minimointi. Haastavaa on saada koko prosessi Lean-ajatteluun, jotta saadaan kaikki rakentamisen osapuolet sitoutumaan ja noudattamaan yhteisiä pelisääntöjä. Tahtituotanto rakennushankkeessa edellyttää perehtymistä rakenneominaisuuksiin, jotta työpaketit voidaan

suunnitella riittävällä tarkkuudella. Tahtituotanto edellyttää myös logistiikan suunnittelua tahtituotannon mukaan, eli materiaalit tulisi tuoda kustannustehokkaasti työmaalle yhdistelemällä kuljetuksia järkeviksi kokonaisuuksiksi. Tämä edellyttää usein setitystä ja välivarastointia. Materiaalien eräkokoja pienentämällä tahtialueelle voidaan tuoda yhteen asennustahtiin tarvittava materiaali, joka toimitetaan suoraan asennuspisteelle. Näin ylimääräistä materiaalia ei ole työn esteenä ja turhat siirrot jäävät pois. Logistisen tahdin onnistuminen edellyttää, että logistiikka on tunnistettu ja erotettu rakentamisen prosessista omaksi toiminnoksi. [18, s.16-18.]

2.5.2 Last Planner

Last Planner -menetelmää on käytetty suomalaisissa rakennushankkeissa jo yli 20 vuotta, aluksi tuotannon ohjauksessa, mutta tänä päivänä laajemmin myös suunnittelun johtamisessa. Menetelmä keskittyy lyhyen aikavälin suunnitteluun ja ohjaukseen. Viikkosuunnitelman laatiminen ja valvonta ovat sen keskeisiä elementtejä. Viikkosuunnitelmaan hyväksytään vain tehtäviä, joiden kaikkia aloitusedellytykset ovat kunnossa. Pyritään siihen, että kunkin tehtävän vastuhenkilö sitoutuu tehtävän suorittamiseen suunnitellusti. Seurataan viikkosuunnitelman tehtävien toteutumisastetta ja selvitetään syyt tehtävien toteutumatta jäämiseen. Syihin vaikuttamalla tavoitellaan viikkosuunnitelman toteutumisasteen kohoamista. Yhtenä osana Last Planner -menetelmää on rullaava valmisteleva suunnittelu, jonka keskeisenä tarkoituksena on varmistaa viikkotehtävien aloitusedellytykset 4-6 viikon tähtäyksellä. Tavoitteena on ylläpitää riittävä varanto aloituskelpoisia viikkotehtäviä.

Rakentamisvaihe aikataulu pyritään tekemään yhteistyössä eri töiden vastuuhenkilöiden välillä. [19, s. 14.]

Menetelmässä on paljon etuja, hankeosapuolten välinen yhteistyö paranee, tehtävien edellytykset ovat kunnossa, kun työt aloitetaan. Suunnittelu ja tuotanto valmistuvat aikataulun mukaisesti. [19, s. 72.]

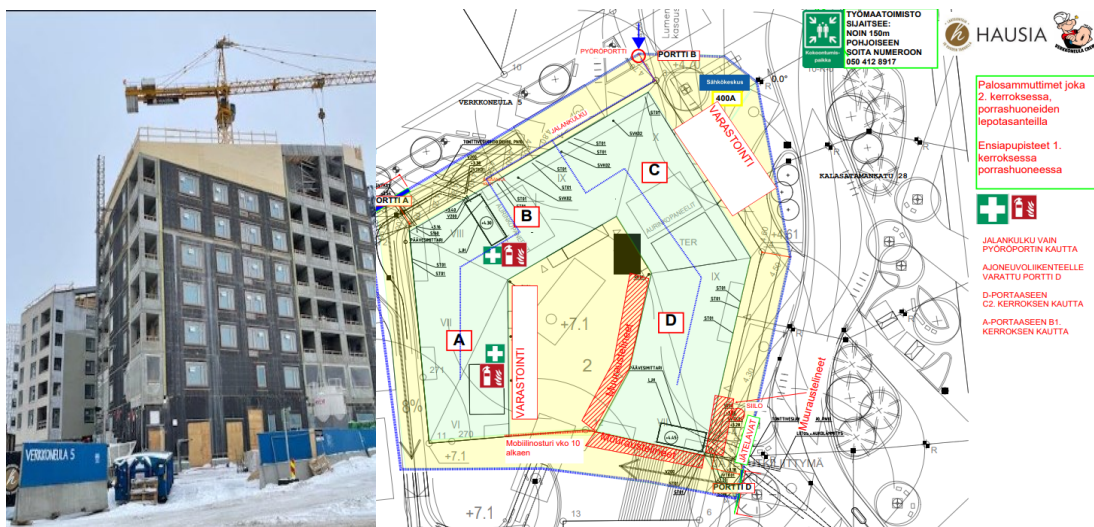
3 Tutkimustulokset

Tässä osassa käsitellään työmailla tehtyjen haastatteluiden tulokset.

3.1 Kuvaus työmaista

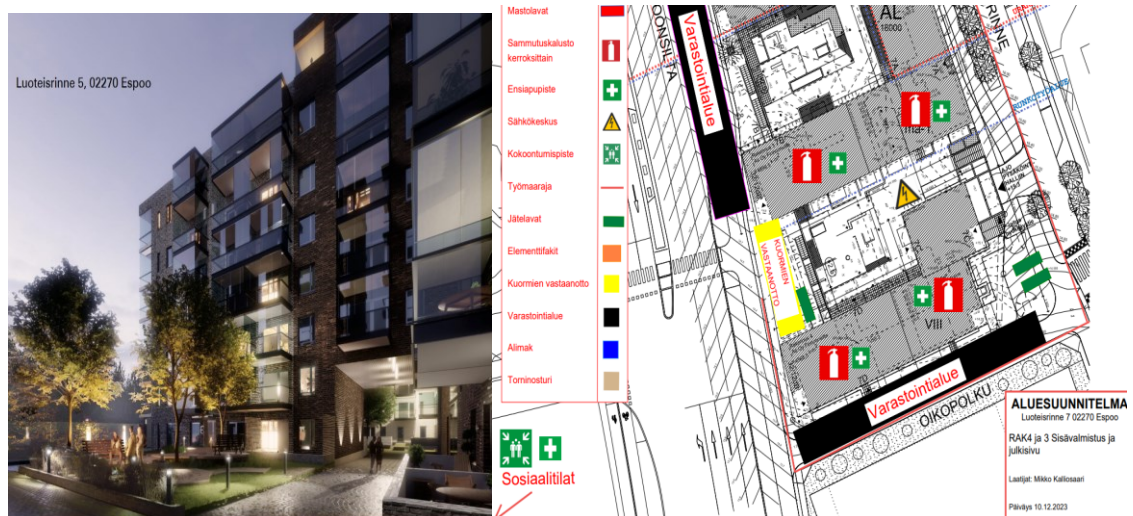
Tähän opinnäytetyöhön valittiin kaksi Hausia Oy:n työmaata, joista ensimmäinen sijaitsee Helsingin Verkkosaassa osoitteessa Verkkoneula 5 ja toinen Espoon Finnoossa osoitteessa Luoteisrinne 7. Kohteet edustavat tutkimuksen rajausten ja tavoitteiden mukaisia asuinkerrostalohankkeita kaupunkiympäristössä.

Osoitteessa Verkkoneula 5 sijaitsee 134 asunnon kerrostalohanke, jossa 4 rappua ja 7-11 kerrosta. Rakennustyöt aloitettiin vuoden 2023 alussa ja kohde valmistuu vuoden 2024 lopussa. Kyseessä on kilpailukohde, jossa rakennetaan vuokra- ja asumisoikeusasuntoja kahdelle eri tilaajalle. Lisäksi rakennetaan yksi liiketila, johon on tulossa ruokakauppa. Verkkosaaren työmaa on erittäin ahdas ja koko kortteli on työmaa-aluetta, johon on rakenteilla useampia kerrostaloja. Logistiikkaa joudutaan päivittäin suunnittelemaan. Työmaalla on vastaavan mestarin ja työmaainsinöörin lisäksi 4-5 työnjohtajaa.



Kuva 10. As Oy Verkkoneula 5 työmaa ja aluesuunnitelma

Työmaa As Oy Espoon Luoteisrinne 7 A-D sijaitsee Finnoossa osoitteessa Luoteisrinne 7. Kohteessa on kaksi 8 kerroksista asuinkerrostaloa sekä kaksi kerroksinen autohalli kerrostalojen alla. Kohteessa on yhteensä 178 asuntoa, jotka on myyty Kojamo Oy:lle. Kohteessa on myös molemmissa kerrostaloissa yksi liiketila. Nämä kerrostalot valmistuvat maaliskuussa 2024. Kortteliin tullaan rakentamaan vielä yksi 8 asuinkerroksinen ARA-kohde sekä yksi 8 asuinkerroksinen gryndikohde. Kohteessa työskentelee vastaava mestari, työmaainsinööri sekä 4-5 työnjohtajaa.



Kuva 11. Havainnekuva ja aluesuunnitelma Luoteisrinne 7

Logistiikan kannalta haasteita on tuonut alueen isoin tie Finnoonsillantie, jonka varrella kohde sijaitsee. Logistiikan helpottamiseksi parkkipaikoille ja työmaakopeille on vuokrattu Espoon kaupungilta aluetta kadun toiselta puolelta.

3.2 Logistiikan merkitys kohteissa

Kaikki vastaajat olivat samaa mieltä logistiikan tärkeydestä omilla rakennustyömaillaan. Työmaalogistiikka on tärkeää järjestyksen, työmaan toimivuuden, varastointitilan puutteen sekä kustannustehokkuuden kannalta.

Verkkosaaren työmaalla logistiikan suunnitteluun ja sitä tukeviin viestinnän keinoihin oli kiinnitetty hieman enemmän huomiota verrattuna Finnoon

työmaahan. Toisaalta Verkkosaarella työmaan pienempi koko ja sijainti Helsingin keskustan tuntumassa on myös edellyttänyt tarkempaa paneutumista logistisiin seikkoihin.

”Logistiikka on hyvin tärkeä osa tätä rakentamista, se on sama asia kuin järjestys. Se on hyvin työmaakohtaista. Mitä paremmin logistisesti toimii, niin sitä kustannustehokkaammin toimii.” (Haastattelu Verkkosaari)

”Erittäin suuri merkitys, toimitukset riippuvaisia toisistaan ja tilaa rajoitetusti. Pitää miettiä mikä menee heti käyttöön ja mikä pysyy pidempään paikalla. Aluesuunnittelu on erittäin tärkeää. Työmaa ei pyöri ilman järkevää logistiikkasuunnittelua.” (Haastattelu Verkkosaari)

”Hyvin tärkeää virtaukset. Työmaalle ei voi liikaa ottaa. Jos tulee liikaa joudutaan turhaan siirtelemään. (Haastattelu Verkkosaari)

”On totta kai tärkeä asia. Työmaan toimivuuden ja eri urakoitsijoiden kannalta. Tontit on niin pieniä, ettei ole sitä varastotilaa niin paljon. Pitäisi olla se kellonaika ylhäällä milloin tulee tavaraa. On tärkeää, että työmaa saadaan toimimaan. (Haastattelu Finnöö)

Vastaajien mielestä runkovaihe on kriittisin toimitusten suhteen. Logistiikan merkitys korostuu etenkin betonielementtejä asennettaessa. Perustusvaiheessa tärkeää on toimivat kulkureitit ja betonikuormien onnistunut perillesaattaminen. Sisävaiheessa tärkeänä mainittiin tavaroiden nostojärjestys rakennukseen sekä kulkureitit rakennukseen ja sen sisällä.

”Se mitä runkoon nostetaan, pitäisi olla ajallaan ettei työ pysähdy. Tai vaihtoehtoisesti jos jättää nostamatta niin on hankalampi nostaa jälkikäteen. Elementtitoimitukset tärkeät. Oikeaoppinen aikataulutus tärkeä. Alkuun tykkään ottaa vähän varovaisemmin kuormia kun tutustutaan siihen asennusporukkaan. Sitten kun opitaan tavoille ja tuntemaan toisemme. Heti ei voi ottaa tunnin välein kuormia. Perustusvaiheessa taas tontin ahtaus aiheuttaa ongelmia. Betonitoimitukset hankala, jos kohde esim. Helsingin keskustassa, niin voi olla vaikea saada kuormat ajallaan. Mietitään miten hankitaan

valmisbetonitoimitukset, millaiset reitit ovat. Mietitään tarkkaan millaisella syklillä betonit tulevat". (Haastattelu Verkkosaari)

"Runkovaiheessa elementtitoimitukset ovat kriittisimmät. Ne ovat prioriteetti numero 1 ja kaikki muut toimitukset menee niiden jälkeen. Muut urakoitsijat ilmoittavat milloin heillä toimitus tulee ja me mietitään mihin se voitais purkaa. On tullut 4-5 elementtitoimitusta per päivä 7-11. Tunti on aikaa purkaa auto, muuten maksaa lisää. Meillä oli useita elementtitoimittajia. Viikko ennen toimitusta tilattu elementit. Kääntökiville tarvittu toinen auto. 95% on tullut elementit oikein." (Haastattelu Verkkosaari)

"Elementtitoimitukset on kriittisimmät. Isoissa elementeissä varastointipaikat kriittiset, jos tulee paljon etukäteen. Huono myös, jos myöhästyy." (Haastattelu Finnoo)

3.3 Logistiikan suunnittelu työmaan alkaessa

Vastaajat mainitsivat, että logististen ratkaisujen valmiudet ovat työmaan alkaessa hyvin hankekohtaisia. Tärkeitä tekijöitä ovat esimerkiksi tontin koko, varastointitilat ja ympäristö. Vastaajat kertoivat suunnittelun alkavan usein aluesuunnitelmasta, johon suunniteltiin torninosturin paikka, purkupaikat ja ajoväylät.

"Lähtee aluesuunnitelmasta ja itse mietin torninosturia. Tutustun rakennuksen runkoon ja mietin miten se tullaan kasaamaan. Valitaan torninosturin paikka ja siihen vaikuttaa paljon se mistä puretaan kuormat vaikka elementtikuormat. Usein on hyvä tehdä purkupaikka sellaiseksi, että siitä on läpiajo. Iso rekka joka tänne tulee, ettei sen tarvitsisi peruuttaa. Toki ei aina mahdollista. Tässä hankkeessa meillä oli kolme porttia vaikka kerrostalotyömaa. Eli haluttiin, että joka suunnasta meidän työmaata pääsisi ajamaan sisään. Muutenkin käytetty sellaista myötöpäivään menevään työjärjestystä." (Haastattelu Verkkosaari)

”Tontista lähtee ja millaiset varastointitilat. Että miten kannattaa tehdä. Tarvitaanko täsmäterminaalia, niin että saa runkoon nostettua ikkunoita ja väliseinäkamaa. Tonttitilan puute kaikessa rakentamisessa ongelma. Kustannuksia kun joutuu tilaa vuokraamaan. Tarvitaanko sitä varastointitilaa ja milloin. Vähän käydä läpi sitä, että mitä me tarvitaan ja milloinkin.” (Haastattelu Finnoo)

3.3.1 Sisälogistiikan suunnittelu

Yksi vastaajista mainitsi rakennuksen sisäisen logistiikan suunnittelun tärkeyden.

”Että on myös ajateltu, että miten se materiaali saadaan sinne. Kaikkia materiaalejahan ei pysty nostamaan sinne rungon yhteydessä. Varsinkin pintamateriaaleja, eli ne haalataan usein sinne jälkikäteen. Täytyy aina miettiä miten se tehdään. Me ollaan ratkaistu se niin, että on jokaiseen rappuun ns. huoltolinja. Meillä tapahtuu logistiikat parvekkeen kautta ja me ei olla laitettu sinne parvekeovea, jolloin meillä on se aukko vähän isompi ja ei ole niin arka materiaalin haalaukseen. Ollaan valittu ne aluspaikat sellaiset mistä saa koneellista apua. Kiintokalusteet kriittisimmät, ne on isot ja tilaa vieviä. Tärkeää on nostaa ne sinne oikeaan aikaan, ettei niitä tarvitse nostaa siellä edes takaisin toisten urakoitsijoiden tieltä. Ne tuodaan kerran oikeaan paikkaan ja menee sieltä suoraan oikeaan paikkaan kiinni. Tässä hankkeessa tehty myös työnaikaisia haalausaukkoja rappujen välillä kun ei ole vaakayhteyttä tuolla peruserroksissa, niin ollaan tehty 1m x1m aukko sinne sisäseinään, niin voi esim. ylijäämätavarat saa helposti haalattua seuraavaan rappuun eikä tarvitse ylös alas juosta.” (Haastattelu Verkkosaari)

3.3.2 Logistiikkasuunnitelma

Verkkosaaren ja Finnoon työmailla ei ole laadittu logistiikkasuunnitelmia. Verkkosaaren työmaalla logistiikkasuunnitelma ei nähty tarpeellisena, koska logistiikkaan liittyvät asiat käsiteltiin muissa suunnitelmissa mm. aluesuunnitelmassa, materiaalinsiirtosuunnitelmassa sekä nostotyösuunnitelmassa. Finnoon työmaalla logistiikkasuunnitelma koettiin jokseenkin tarpeellisena.

”Me ei olla varsinaista logistiikkasuunnitelmaa tehty. Materiaalinsiirtosuunnitelmassa, aluesuunnitelmassa ja nostotyösuunnitelmassa pitäisi olla kaikissa logistiikkaan liittyvät asiat. Toimintasuunnitelmassa myös puhutaan logistiikka-aikataulusta. Se on iso tiedosto ja asiakirja, joka täydennetään vastaamaan hanketta. Se on työkalu joka ohjaa sinut täydentämään niitä asioita hankekohtaisesti. Toimintasuunnitelmassa kerrotaan näistä muista asiakirjoista, siellä puhutaan että laaditaan aluesuunnitelma, nostotyösuunnitelma, materiaalsiirtosuunnitelma ym. turvallisuussuunnitelmaa.” (Haastattelu Verkkosaari)

”Ne on siinä aluesuunnitelmissa ja tehtäväsuunnitelmissa. Jokaiseen työvaihetta kun tehdään myös tehtäväsuunnitelma ja siinä otetaan kantaa myös toimituksiin ja muuhun logistiikkaan. Meidän työmaalla ei välttämättä tarvitse erillistä logistiikkasuunnitelmaa, mutta toimitilapuolella erilainen tilanne. Me rakennetaan ylöspäin, mutta toimitilapuolella on vähän laajempi kun on paljon erilaisia toimituksia. Tehtäväsuunnitelmassa ottaa kantaa toimituksiin.” (Haastattelu Verkkosaari)

”Aluesuunnitelmassa sitä logistiikkaa osittain suunnitellaan, tavarantoimituspaikkoina ym. Iso osa on myös jätehuolto. Asuntorakentamisessa siihen panostetaan liian vähän. Saneerauksissa siihen panostetaan enemmän. Jos me suunnitellaan logistiikka viimeisen päälle, niin uskon että on puhdasta säästöä. Logistiikkasuunnitelma, jossa huomioidaan rakentamisen aikataulu, että tavarat oikea-aikaisesti täällä, ei liian aikaisin eikä myöhään. Aikataulun yhteensovittaminen

tavaran tulon kanssa. Logistiikkasuunnitelma pitää olla tehty hankinnan näkökulmasta ja työmaan kanssa tehty yhteistyössä. Täytyy myös toteuttaa jos tehty.” (Haastattelu Finnoo)

”Ei meillä ole, mutta ei siitä haittaakaan olisi. Hyvin suunniteltu on puoliksi tehty.” (Haastattelu Finnoo)

Logistiikkasuunnitelmassa huomioitava:

Vastaajilta kysyttiin mitä mahdollisessa logistiikkasuunnitelmassa tulisi huomioida. Suunnittelussa tärkeänä mainittiin:

- yleinen etukäteissuunnittelu
- ajoittaminen ja sijoittaminen
- työmaan etenemisen vaikutukset logistiikkaan
- toimitusten oikea ajoitus, niin ettei tavaraa joudu siirtämään
- tontin koko ja varastointialueet sekä aluesuunnittelu
- kulkureitit työmaalle sekä pois työmaalta
- työmaan nosto- ja siirtokalusto
- tavaran vastaanottoajat sekä näiden yhteystiedot
- tavaran suojaus ja varastointi

”Ajoittaminen ja sijoittaminen on kaikkein tärkeintä. Lähtee aikataulusta ja pitää katsoa milloin pitäisi tapahtua mitäkin ja sen mukaan logistiikat ajallaan. Jotta saadaan logistiikat ajallaan, niin pitää olla toimitussopimukset ajallaan.” (Haastattelu Finnoo)

”Mihin vuodenaikaan töitä on. Milloin pystytään pihavarastointia käyttämään järkevästi ja mille tavaroille. Tontin koko ja suunnitella ne varastointialueet. Mihin esimerkiksi elementtifakit tulee ja missä meillä sitä työmaakalustoa ja paljonko ne vaatii tilaa. Paljonko meille jää sitä

todellista varastointialuetta ja miten työmaa tulee etenemään. Joudutaanko me vaihtamaan paljon varastointialuetta ja milloin suunnilleen joudutaan vaihtamaan varastointialuetta. Että toimitukset tulisi niin ettei taas jouduta siirtämään tavaroita. Semmoista yleistä suunnittelua olisi hyvä olla vähän näkemystä siitä ja mieltä.” (Haastattelu Finnoo)

3.4 Hankinnat

Työmaiden hankinnat tehdään yhteistyössä hankintaosaston kanssa. Käytössä on hankintasuunnitelma, joka pohjautuu työmaan yleisaikatauluun tai työmaan työaikatauluun. Käytäntönä on pitää joka toinen viikko hankintapalaveri työmaan ja hankintainsinöörin kesken. Hankinnoissa hankinta-aloite tulee työmaalta ja hankintaosasto vastaa tarjouspyynnöistä. Vastaajat käyttivät Sitedrive-aikataulunhallintaohjelmaa, jonka työvaihe aikatauluista näkee kuhunkin työvaiheeseen liittyvät tavarat. Töiden tehtäväsuunnitelmaan kirjataan myös kaikki tarvittavat materiaalit.

Hankintaan oltiin pääosin tyytyväisiä. Yksittäisiä viiveitä tai virheitä toimitussisällöissä oli kuitenkin joskus päässyt tapahtumaan. Vastaajat mainitsivat myös, että työnjohtajilla on paljon muistettavia avioita hankintoihin liittyen. Parantamisen varaa ja kehitettävää olisi tilausten oikeellisuudessa ja organisoimisessa sekä kuormien keskittämisessä.

”Työmaalta pitää tulla hankinta-aloite, eli mitä me halutaan siihen urakkaan sisältyväksi. Lähtötiedot tulee meiltä ja ne pyytää ne tarjoukset ja tekee neuvottelut. Vertaillaan hintoja ja sitten on urakkaneuvottelut ja katsotaan kenellä on paras työsisältö. Onko kokonaishintakauppa mitä me halutaan nykyään. Se valinta tulee sen päätteeksi. Hankinta voisi ehkä enemmän tutustua niihin työmaan suunnitelmiin, tuntuu että ne vain hankkii ja ei tuntuu vähän ettei aina käsitä mitä ne on hankkinut. Sen takia työmaankin pitää olla vähän hereillä siitä että mitä ne tarjoukset

pitää sisällään onko siinä oikeasti sitä mitä ollaan haluttu. Joka kerta siellä aika paljon vääriä asioita tarjottu.” (Haastattelu Verkkosaari)

”Suhteellisen hyvin saadaan ajoissa materiaalit, mutta voisi toimia paremminkin. Silloin kun on paljon tehtäviä on tärkeää merkata kaikki mahdollinen ylös. Rakennusmestari joutuu pitämään päässä todella monta asiaa, joku pieni asia voi unohtua.” (Haastattelu Verkkosaari)

”Tässä talossa on ihan hyvä systeemi, että on oma hankintatiimi. Sitähän ei kaikilla edes ole. Eli työmaa hoiti kaikki urakkaneuvottelut ja tavarahankinnat. Se on hyvä, että on oma hankintabändi, tosin se on aika kapea. On oma suunnitelma milloin pitää olla hankittuna mitäkin. Ne ei ole aina pitänyt, koska on suht kapea tämä hankintatiimi. Muutama henkilö sinne lisää niin tekisi ihmeitä. Mutta ollaan kaikki tavarat saatu, niin ihan ok. Ihan hyvin on mennyt. Työmaa ei hirveästi hankintoihin osallistu, jotain ihan pieniä mm. listoja ym.” (Haastattelu Finnöö)

”K-raudan ilmaiset toimitukset niin niillä säästää. 100 e maksaa yksi kuorma. Suurin osaa tulee muualta. Yleensä sopimukset tehdään hankinnan kautta ja kilpailutetaan konttorilla. Pääosin tulee oikeaan aikaan työmaalle, joskus jotain viiveitä tulee.” (Haastattelu Finnöö)

”Suunnittelu kaiken a ja o. Kustannuksia voisi säästää sillä, että jos tarvitaan kurottajaa tai hiapia, niin yhdistetään toimituksia niin että kaikki tässä tontilla kun pitäisi nostaa.” (Haastattelu Finnöö)

”Etukäteissuunnittelulla ja ettei tule liikaa kerralla. Meilläkin tullut julkisivumuurauksen kannakointeja, joilla kannakoidaan kerrokset. Ne oli vähän huonosti tilattu. Niitä ei oltu oikein suunniteltu miten ne tulee kuormissa. En tiedä onko toimittajalla vai meillä mennyt, mutta nyt ne on tuolla sisäpihalla ja on siirrelty ja siirrellään edes takaisin. Meillä on niitä monta sataa metriä ylimääräistä mitä ei tarvita täällä pariin kuukauteen. Niitä siirrellään ja vie tilaa. Oltiin suunniteltu lohkojen mukaan miten rakennetaan, että tulisi sen mukaan. Mutta kukaan ei ollut tarkistanut, että onko ne lohkot oikein tilausvahvistuksissa. Nyt tuli hyvin hyvin hajanaisesti. Osa oli yhdessä kuormassa ja jouduttiin ottamaan kaikki

kuormat, että saatiin ensimmäiset lohkot tehtyä. Siinä pääsi käymään vahinko. Kukaan ei katsonut, että olisi lohkot oikein tilausvahvistuksissa. Ei katsottu mitä se tilaus pitää sisällään. Nyt riskinä, että ne katoaa tai menee väärin paikkoihin. Kun tilaa pitää suunnitella paljonko tilaa ja milloin tulee. Meidän hankintaosasto tehnyt tämän kaupan. Työmaa tekee pieniä hankintoja. Tietysti työmaa on hankinnoissa mukana. Kun toimittajalta kysyin miksi mennyt näin niin ei osannut sanoa ja ei saanut asiaa enää muutettua. Aikataulu ja kommunikaatio on kriittisimmät asiat. (Haastattelu Verkkosaari)

3.5 Hyvät käytännöt ja logistiikan tehostamisen keinot

Verkkosaaren ja Finnoon työmailla oli käytössä useita hyväksi havaittuja käytäntöjä logistiikan tehostamiseen. Seuraavassa taulukossa on esitetty vastaajien mainitsemat käytössä olevat hyvät logistiikan käytännöt.

Taulukko 1. Työmaiden hyvät toimintamallit logistiikan tehostamiseen

Toimintamalli logistiikkaan	Sisältö
Täsmätoimitus	Tunnin tarkkuudella ajoitetut toimitukset.
Logistiikkakeskus	Välivarasto, josta tavarat toimitetaan JIT-mallin mukaisesti työmaalle. Tavaroita voidaan halutessa settittää esim. kerroksittain. Toimitetaan täsmätoimituksena työmaalle ja nostetaan suoraan kerrokseen.
K-raudan ilmainen toimitus	K-Rauta tarjoaa ilmaista toimitusta tilauksille kaksi kertaa viikossa. Logistiikkakustannuksissa säästää kun tilaukset keskitetään näille päiville.
Logistiikasta vastaava työnjohtaja	Vastuutetaan haluttuja logistisia toimintoja tietyille työnjohtajalle, joka huolehtii niiden toteutuksesta.

Kaikki vastaajat olivat erittäin tyytyväisiä täsmätoimituksiin. Halutut tuotteet tai tuotesetit saadaan tilattua helposti haluttuna aikana työmaalle. Myös täsmäterminaali, jonne pääurakoitsijan tai urakoitsijoiden tuotteita toimitetaan täsmätoimitusta varten sai kiitosta vastaajilta. Logistiikkakeskuksen ja täsmäkuormien avulla toimitusten määrä työmaalle vähenee, halutut tuotteet

saadaan oikeaan aikaan työmaalle ja setitys tai muu tavaran työstäminen poissa työmaaympäristöstä on mahdollista.

”Urakoitsijat toimittaa logistiikkakeskukseen esim. ikkunat, kipsilevyt. Ne nostetaan kerrokseen ennen kuin holvi menee umpeen. Alunperin sovitaan urakoitsijan kanssa, että ne toimittaa tavarat varastolle hyvissä ajoin, viikon tai pari etukäteen. Sitten sovitaan varaston kanssa, että tarvitaan esim. kerroksen 5 täsmätavarat. Logistiikkakeskus on välttämätön jos vähän ahtaampi työmaa.” (Haastattelu Finnoo)

”Meidän ei tarvitse tilata tavarat kuin yhdestä paikasta. Siellä ne keskitetään, kasataan kerroskohtaisesti yhteen kuormaan ja täsmänä, minuuttitarkkuudella toimitetaan työmaalle.” (Haastattelu Verkkosaari)

”Logistiikkakeskus toimii hyvin, saadaan tänne kotiinkutsuttua kuin haluaa. Pitää tietysti olla suunniteltu mihin ne nostetaan ettei ole sitten tiellä, muottikamojen ja väliseinien tiellä. Pohjakuvaan täytyy piirrellä mihin ne nostetaan ja miten paljon vie tilaa. Pitää myös miettiä mikä kannattavaa, kun esimerkiksi Virosta tilattu ovet, niin ottaako pari kolme erää työmaalle vai logistiikkakeskukseen.” (Haastattelu Verkkosaari)

Sekä Verkkosaaren että Finnoon työmailla hyödynnettiin K-Raudan ilmaisia toimituksia.

Verkkosaaren työmaalla työmaan logistiikka oli vastuutettu runkotyönjohtajalle. Logististen tehtävien vastuuttamista tietylle henkilölle pidettiin hyvänä käytäntönä, koska silloin asian hoito on jonkun henkilön vastuulla.

3.6 Hyvät viestinnän ja tiedonsiirron käytännöt

Kaikki vastaajat olivat yksimielisiä toimivan kommunikoinnin tärkeydestä työmaalla. Perinteiset viestintäkanavat ja tavat kuten sähköposti ja puhelin sekä työmaakokoukset erilaisilla kokonpanoilla olivat luonnollisesti käytössä myös

Verkkosaaren ja Finnoon työmailla. Seuraavassa taulukossa esitetään työmaiden tiedonsiirron hyvät käytännöt.

Taulukko 2. Viestinnän ja tiedonsiirron hyvät käytännöt

Toimintamalli tiedonsiirtoon	Tapa tehostaa logistiikkaa
Aloituspalaveri	Urakoitsijoiden kanssa käsitellään logistiikkaan liittyvät velvollisuudet mm. toimitusten ilmoitusvelvollisuus.
Last Plan aikataulu	Tussitaulu työmaatoimiston seinällä, johon merkitään työvaiheet.
Last Plan 15 min aamupalaveri	Aamupalaveri jossa käsitellään kolmen seuraavan päivän toimitukset sekä merkitään nämä seinällä olevaan logistiikkakalenteriin.
Logistiikka-aikataulu	Tussitaulu seinällä, joka kuvaa työmaan toimituksia. Ajankohtaisimmat asiat merkitään erilliseen kohtaan taulua. Käytetään erityisesti runkovaiheessa.
Whatsapp	Puhelimen Whatsapp sovellusta käytetään informointikanavana. Sovelluksessa omat ryhmät jokaiselle urakoitsijoille, pääurakoitsijan työnjohdolle yms.
Urakoitsijapalaverit	Viikottaisissa urakoitsijapalavereissa käsitellään työmaan logistiikkaa ja siihen liittyviä asioita.
Alueen yhteinen logistiikkapalaveri	Laajoilla työmaa-alueilla joissa useita toimijoita on syytä kehittää yhteisiä kommunikoinnin kanavia. Yhteensovitetaan alueen logistiikkaan liittyviä asioita, esim kadun sulkemista, torninosturiin purkua ym.
Kamera	Torninosturiin kiinnitetty kamera, joka kuvaa live -kuvaa koko työmaa-alueesta. Kuva työnjohdon käytössä esim. työmaalogistiikan suunnitteluun.

Verkkosaaren työmaalla runkovaiheessa oli käytössä aamuinen 15 min Last Plan -palaveri, jossa kolmen seuraavan päivän työmaatoimitukset käytiin läpi sekä merkittiin seinällä olevaan Logistiikka-aikatauluun. Työmaalla oli myös erillinen Last Plan -tussitaulu työmaan tapahtumille. Näitä seinällä olevia ilmoitustauluja pidettiin tärkeänä, mutta niiden tehostamista kaivattiin.

”Joka aamu Last Plan 15 min palaveri, jossa nokkamiehet paikalla. Laitetaan taululle mitä on kolmen seuraavan päivän aikana tapahtumassa. Erikseen logistiikkataulu käytössä, nyt vähemmän käyttöä sille kun runkovaihe mennyt ohi. Kaikki tietoisia milloin mikäkin toimitus on tulossa ja voidaan sopia esim. torninosturin käytöstä.” (Haastattelu Verkkosaari)

Työmailla käytettiin laajasti puhelimen Whatsapp-sovellusta kommunikointiin. Vastaajat pitivät sitä helppona ja yksinkertaisena, koska kaikilla on tämä sovellus käytössä. Whatsappilla on myös helppo kommunikoida eri kohderyhmille ryhmä viesteillä. Whatsappia moitittiin siitä, että viestien sekaan helposti hukkuu tärkeä tieto.

”WA sovelluksia käytetään, jokaisella urakoitsijalla oma ryhmä ja sitten yksi yhteinen ryhmä. He ilmoittavat siellä, että meille tulee tällaisia ja tällaisia toimituksia silloin ja silloin. Ei tarvitse olla whats app vaan voi olla joku muu vastaava sovellus. Vastaavalla ja työmaainsinöörillä on se koko ajan auki omalla koneella, niin ne näkee jos tulee joku viesti. Myös iäkkäämmät työntekijät osaavat sitä käyttää, helppo käyttää ja toimii hyvin.” (Haastattelu Verkkosaari)

”Whatsappissa ilmoitellaan asioista, mutta ne jää sinne viestien sekaan eikä oteta minnekään ylös.” (Haastattelu Verkkosaari)

”Olen miettinyt mitä sovelluksia voisi olla ja kehittää siihen, mutta ei niitä ole oikein semmoisia yksinkertaisia. Jos on isoja raskaita sovelluksia, niin niitä ei käytetä. Whatsapp on semmonen yksinkertainen, johon saa laitettua valokuvat. Se on tärkeää. Meillä on paljon eri kieliryhmiä tuolla työmaalla. Visuaalinen tärkeää ja valokuva selkeä kaikille.” (Haastattelu Verkkosaari)

3.7 Haasteet työmailla

Vastaajilta kysyttiin mitä huonoja logistiikkaan liittyviä käytäntöjä työmailla on sekä miltä sellainen päivä näyttää, jolloin logistiikka toimii huonosti.

Haastatteluissa mainittiin useita kehitystarpeita. Nämä liittyivät pääasiassa tiedon välittymiseen, yhteistyöhön aliurakoitsijoiden kanssa sekä tilauksien ja kuormien hallintaan sekä organisoitiin.

Pääurakoitsijan toiminnasta mainittiin seuraavaa:

”Turhia siirtoja on, niissä voisi kehittää. Voi olla että tavaraa tullut väärä määrä tai sijoittamista ei ole ajateltu fiksusti etukäteen. Usein joutuu siirtämään tai tavaraa jää yli. Monesti tilataan kerralla paljon, niin säästetään kuormakustannuksissa, mutta sijoittamista ei ole ajateltu fiksusti etukäteen. Oikean tavaran pitäisi olla oikeaan aikaan oikeassa paikassa. Tähän kannattaa pureutua ja sitä tapahtuu liikaa. Tällä työmaalla ei ole logistiikkavastaavaa vaan jokainen vastaa omista työvaiheista.” (Haastattelu Finnoo)

”Joku toimitus on myöhässä, tullut vääriä elementtejä tai torninosturi on rikki, keli huono tai kova tuuli. Aina hyvä olla suunnitelma B. Jos torninosturi rikki, jää auto odottamaan kunnes korjataan tai se lähetetään takaisin tehtaalle. On hyvä olla joku vaihtoehtoinen nostin tai hyvät suhteet naapurityömaihin, niin voi puolin ja toisin lainata jos tarvetta. Olen muutaman kerran lainannut naapurilta kurottajaa. Siihen pitää varautua, että soitetaanko joku pikaisesti tänne vai mitä tehdään. Nämä on kirjattu runkotyösuunnitelmaan.”(Haastattelu Verkkosaari)

”Pääurakoitsijan tilauksia pitäisi kasata tietyille toimituspäiville. Hyvin usein lähtee leviämään, eli ei tule semmoista kasattua tilausta, jossa tulisi enemmän kerralla. Niitä tulee joka päivä kaksi kuormaa, pakettiautolla toinen ja isolla kuorma-autolla toinen. Siinä rahtikustannukset alkaa nousemaan, kun ei ole kootusti sitä kuka tilaa vaan jokainen tilaa. Pitäisi olla paremmin etukäteen suunniteltu. Usein menee niin, että joku työmaalta ilmoittaa, että joku loppu ja se pitää saman tien tilata. Sitten tulee se että tilataan 20 eurolla ja maksetaan 80 euroa rahdista. Olisi hyvä jos yksi hoitais nämä tilaukset, niin olisi vähän hallitumpaa.” (Haastattelu Finnoo)

”Meillä ei ole erikseen sellaista jolla vastuulla toimitukset, se on jokaisen vastuu-alueella ollut mitä on tulossa milloinkin. Jos laattoja tulossa, niin työnjohtajan pitäisi tilata siihen haalaus, tulee ulkopuolinen haalaus siihen. Jos aamupäivästä tulee laminaatit, niin iltapäivästä tulee kanto. Sellaista yhteensovittamista pyritään tekemään. Paljon eri kuormia, laminaatit, laatat, ovet, pitää miettiä missä laajuudessa ne tulee.” (Haastattelu Verkkosaari)

”Tahtituotantoa kuin harjotetaan, niin toimitukset tulee ajallaan, purkupaikat valmiina, pääsee poisikin, kaikki yhteensovitettu. Usein joku muu toimija sotkee asiat. Naapurityömaa, kollega tilaa tavaraa samalle ajalle tai varaa sun työmiehet siihen.” (Haastattelu Verkkosaari)

”Se miten tavaraa tulee työmaalle, niin se voisi vähän kootummin olla. Tällä hetkellä mestari ja urakoitsijalaverissa katsotaan näitä asioita, soisi olla vähän selkeemmin listaus siitä mitä tulee milloinkin.” (Haastattelu Finnoo)

”Aina on tarvetta kehittää. Jätehuolto on sellainen mitä voisi kehittää. Jätelavojen sijoitus työmaalla ja ilmoitukset kun jätelavat ovat täynnä. Ilmoitukset tulevat vasta kun jätelavat pitäisi samantien tyhjentää. Kuljetusliikkeellä kestää joskus pari tuntia tai sitten kokonainen päivä. Roskia joutuu joskus työmaalle kasaamaan ja turhaa joutuu siirtämään.” (Haastattelu Verkkosaari)

Vastaajien mielestä yhteistyössä urakoitsijoiden kanssa olisi paljon kehitettävää. Urakoitsijoista mainittiin mm.:

”Huonosti toimii. Tässä yrityksessä urakoitsija ottaa omat tavaransa vastaan. Niillä monia työmaita ja ne ei pysty eikä heidän työnjohtaja pysty aina olemaan paikalla. Kun siihen saisi parannusta, niin se helpottaisi meidän työtaakkaa paljon.” (Haastattelu Finnoo)

”Urakoitsijoilla omat toimitukset, joista meillä ei ole tietoa. Vaikka putkiurakoitsijan toimitukset saattaa tulla ihan ilman että me tiedetään. Joskus tulee haasteita. Vaikka sanotaan, että meille pitäisi ilmoittaa, niin ei aina toimi näin. Tai vaikka urakoitsija ilmoittaisi, niin tavarantoimittaja ei aina ilmoita.” (Haastattelu Verkkosaari)

”Jotkut urakoitsijat ajattelee, että tänne voi tulla milloin vain ja tuoda mitä vaan milloin vain. Näin ei ole varsinkin näillä ahtailla tonteilla. Monen urakoitsijan kanssa on sopimuksessa, että tavarat jotka toimitetaan kyseisellä viikolla tontille pitää olla sen viikon aikana myös kiinni. Ylimääräiset pitää viedä pois. (Haastattelu Verkkosaari)

”Kaikki se materiaali mikä on urakoitsijoiden vastuulla, niin se toimii huonosti. Ensimmäinen juttu se että tiedetään milloin tavara tulee, haasteellista kun urakat myyty niin, että materiaalikin tulee urakoitsijalta. Yhdeksän kertaa kymmenestä ne unohtaa ilmoittaa meille, että se tavara on tulossa. Sopimuksissa veloitettu, että heillä on tavaran vastaanotto, mutta 9 kertaa 10 me ollaan täällä tavaraa vastaanottamassa. Se pitäisi sopimusvaiheessa ottaa paremmin huomioon vaikka sanktioida se asia. Me ollaan aivan liian kilttejä, kun ne on toisella työmaalla ja soittaa että voitteko ottaa siellä vastaan, niin joka kertahan me otetaan tavara vastaan. Se on iso työ. (Haastattelu Finnoo)

”On myös sellaisia, että jos vaikka laatat on Hausian omassa tilauksessa, mutta urakoitsijalta oli ostettu haalaus, niin se takkusi todella pahasti. Vaikka yritettiin ilmoittaa useita viikkoja ennen materiaalitoimituspäivämäärä ja vielä varmistaa muutamaa päivää ennen niin se takkusi todella pahasti. Varmasti monessa muussakin materiaalissa missä sama sopimus, niin ei toimi.” (Haastattelu Finnoo)

3.8 Logististen haasteiden kehittäminen

Haastatteluissa mainittiin useampia tapoja, joilla työmaiden logistiikkaa voitaisiin kehittää. Mainitut kehitystarpeet liittyivät pääasiassa logistiikkaan liittyvissä asioissa tiedon jakamiseen ja yhteistyöhön aliurakoitsijoiden kanssa. Toimiva kommunikointi osapuolten välillä ja tätä helpottavat työkalut ovat ensiarvoisen tärkeitä.

Tähän kappaleeseen on koottu haastatteluissa esiin tulleet kehitysehdotukset työmaiden käytäntöihin ja logistisiin haasteisiin.

”Aikaisemmin kun olin SRV:llä niin käytettiin Outlookin kalenteria. Kaikki työmaan toimihenkilöt kutsuttiin siihen mukaan ja siihen merkattiin tapahtumat. Sitä kautta jokainen näki nopealla vilkaisulla, että tuolloin tulee tuota ym. Siellä toimi hyvin. Yritin vähän muuallekin sitä ehdottaa,

mutta ei kaikki ole aina niin innostuneita. Sillä työmaalla missä olin, niin oli siitä hyötyä. Sisäinen kommunikaatio kun toimii, kaikki paremmin perillä mitä tapahtuu. Siinä ei ollut urakoitsijat mukana vaan se oli työnjohdon sisäinen. Jos työnjohtaja tiesi urakoitsijan esim. sähkörin kuorman, niin laittoi sen siihen. Outlookissa normaali kalenteri ja kaikilla työnjohtajilla oli oikeus laittaa sinne niitä merkintöjä. Toimitukset ja tapahtumat semmoset yleiset työmaata koskevat. Esim. valupäivä, plaanopäivä ym. SRV:llä oli semmonen kalenteri mihin urakoitsijatkin pääsi varaamaan, mutta se ei ottanut tuulta alleen. En osaa sanoa miksi ei toiminut, urakoitsijoita ei oikein saanut mukaan. Jos ne tilaa jollekin päivälle, niin ne ei osaa sanoa aikaa. Aika pitkälle logistiikka kommunikaatiosta kiinni.”(Haastattelu Finnoo)

”Jos urakoitsijat saisi sitoututettua tähän logistiikka-kalenteriin. Enemmän on työnjohtajat jotka käyttää. Pääurakoitsija tietää kuormat, mutta pitäisi muidenkin tietää. Tietoja joutuu lypsämään ja urakoitsijalavereissa muistuttamaan. Ei ihan itsestään tule. Rungon aikana oli logistiikkakalenteri käytössä kun elementtikuormia tuli. Sen jälkeen ei ole hirveästi käytetty, harmi sinänsä. Nyt ollaan viikottaisessa mestaripalaverissa käyty läpi mitä tulee mistäkin.” (Haastattelu Verkkosaari)

”Kyllä ollaan yritetty keskenään puhua, että otan koneen tuohon ja tavarat tuohon. Mutta käytännössä ne harvat kerrat kun urakoitsijat on itse ottamassa niitä tavaroita vastaan, niin ne paikat ei olekaan puhtaita vaikka pitäisi olla. Joka viikko on isompi palaveri ja joka päivä tuossa puhutaan.” (Haastattelu Finnoo)

”Exceli tai vastaava kalenteri olisi hyvä. Näitä sovelluksia on esim. Trello. Päiväkirjatyypinen jonne saa tehtävälappuja laittaa. Sitä ei olla tässä käytetty. Jos saisi seuraavalle työmaalle. Se on helppo sovellus. Niin kuin tältä fläppitaululta saisi nämä laput sinne ja jotain tekstiä. Semmoinen, joka puhelimesta aina mukana ja saisi nopeasti aina auki. Logistiikan järjestäminen vie todella paljon aikaa. Jotkut yksinkertaisetkin asiat saattaa muuttua hankalaksi kun niitä on paljon.” (Haastattelu Verkkosaari)

”Meillä olisi viikkokalenteri ja urakoitsijat itse varaavat sieltä aikoja milloin ovat tuomassa tavaraa. Silloin muutkin urakoitsijat näkisi, että milloin kenelläkin tulossa tavaraa. Varattais niitä päiviä ja kellonaikoja milloin kenelläkin on tulossa toimituksia. Kaikki olisi kartalla. Eikä soiteta kymmentä minuuttia ennen, että nyt on tulossa tavaraa ja ei välttämättä kukaan tiedä että mitä on tulossa. Urakoitsijoiden toimitukset isoin ongelma ja kun heillä ei ole purkukalustoa. Soittaa 10 min ennen että kymmenen kolia tulossa ja ei ole purkukalustoa. Flappitaulukin mahdollinen, mutta ei toimi koska pitäisi olla sähköinen järjestelmä missä varataan. (Haastattelu Finnoo)

”Hyvin yksinkertainen sovellus riittää. Logistiikka on päivämäärä, kellonaika ja mahdollisesti jos tietää tavaramäärä, kollimäärä. Olisi hyvä sopia urakkaneuvottelussa, että kun tilaatte tavaraa tontille, niin 48 h niin tavaran pitää olla poissa ns. purkupaikalta. Eli viedään jonnekin muualle. Monesti tulee tavaraa urakoitsijalle ja se seisoo viikko tolkulla tuossa.” (Haastattelu Finnoo)

3.8.1 Logistiikasta vastaava tai logistiikan ulkoistaminen

Tutkimuksessa mukana olleilla työmailla ei ollut käytössä ulkopuolista logistiikkaurakoitsijaa, eivätkä vastaajat pitäneet tällaista ratkaisua tavallisella kerrostalotyömaalla tarpeellisena. Työmailla oli kuitenkin aliurakoitsijoita, jotka vastasivat logistisista tehtävistä mm. haalauksesta ym.

Työmaiden logistiikkaa ei oltu kokonaisuutena vastuutettu yksittäiselle pääurakoitsijan työnjohtajalle. Verkkosaaren työmaalla runkomestari vastasi alueesta.

”Joskus ollut erillinen logistiikkaurakoitsija. Yritys joka vastaa koko hankkeen logistiikasta. Silloin toimitukset varataan siltä urakoitsijalta. Isolla työmaalla ei pääse portista sisään, jos ei ole sopinut kuormasta. Riippuu hyvin hankkeen koosta tarvitaanko sellaista. Esim. kauppakeskustyömaa, niin

logistiikkayritykselle käyttöä. Joskus käytetty kun toisen työmaan läpi jouduttu siirtämään tavaraa. Joskus nimetty yksi työnjohtaja joka vastaa logistiikasta. Tässä kohteessa runkomestari, joka huolehtii ulkopuolisista töistä niin hän on semmoinen joka vastaa myös alueesta, että mistä portista ajetaan sisään jne.”
(Haastattelu Verkkosaari)

3.8.2 Esivalmisteet

Kaikki vastaajat suhtautuivat myönteisesti esivalmisteisiin, eli rakennustyömaan ulkopuolella valmistettuihin tuotekokonaisuuksiin. Esivalmisteiden etuna koettiin nopeutta ja helppoutta, koska työvaiheita jää pois työmaalta. Toimivina esivalmisteina mainittiin elementteihin asennetut ja valmiiksi kitatut ikkunat. Muutamia mainintoja saivat kylpyhuone- ja keittiöelementit sekä superlaatta.

Esivalmisteiden huonoina puolina mainittiin korkeaa hintaa sekä mahdollisia työmaan korjaustarpeita.

”Elementtitehtaalla on ikkunat asennettu valmiiksi. Meillä on paikallavaluholvi pitää miettiä muottien ja tönäreiden poisottaminen sieltä. Pitää olla haalausreitit myös niitä varten. Kaikki ikkunat ei voi laittaa paikalle etukäteen, mutta paljon on kyllä laitettu. Tämä jo neljäs talo missä tehdään näin. Pitää miettiä olosuhteita veden pääsyä sinne ym. Joskus rakennuksen korkeuden takia laitettiin ikkunat paikoilleen ja kitattiin ja tehtiin mahdollisimman valmiiksi. Sen verran korkea talo, että piti kallis auto ottaa nostoihin. On paljon esivalmisteita, naapuri käyttää superlaattoja, onhan, kylpyhuone ja keittiöelementtejä ja kaikenlaisia elementtejä. Meidän toimintamalliin ei aina sovellu, kun ollaa paljon keskitytty gryndituotantoon ja halutaan tehdä vähän erikoisempia asuntoja. Perus elementtiratkaisut ei välttämättä aina sovi. (Haastattelu Verkkosaari)

”Moduulirakentamista muutama yrittänyt. Esim. super kylpyhuone moduleita. Siinä plussat ja miinukset. Ei tarvitse niin paljon tehdä työmaalla, mutta on paljon toimituksia mitä pitää yhteensovittaa. Jos

ryhdytään, pitää olla joku työkalu jossa kaikki toimitukset ajastettu. Onhan siitä hyötyä jos betonielementeissä ikkunat paikoillaan, jää työvaiheita pois. Jää riskitekijöitä pois. Pidän esivalmisteita hyvänä. Esim Lujatalolla oma tehdas jossa superkylpyhuoneita tehdään. Ihan mielenkiintoinen, mutta turhan kallis tässä vaiheessa, kustannukset ei vielä järkeviä.”
(Haastattelu Verkkosaari)

”Se olisi hyvä jos olisi kaikki kiinni, esim. pellit, mutta tässä ei voinut kun on julkisivumuuraus. Kun ikkunoita oli paljon laitettu etukäteen, niin meidän huoltoaukot niille meidän tavaroille puuttui, niin ne piti purkaa ja nostaa ylöspäin. Joku aukko pitää olla mistä saadaan tavaraa sisään.”
(Haastattelu Verkkosaari)

”Kyllä pitäisi lisätä. Olen ollut työmaalla, jossa ikkunat asennettiin fakissa. Se oli Vuosaaren se korkea Sirrus, siellä tehtiin näin ja toimi ihan hyvin. Ei siitä vakiintunutta käytäntöä tullut. Toimi ihan hyvin. Säästettiin työturvallisuuskuluja kun ei jokaista aukkoa tarvinnut laittaa kiinni. Pellitkin voisi laittaa kiinni jos vain säilyy ehjinä. (Haastattelu Finnoo)

”Hyvä juttu, mahdollisimman valmista. Esim. tässä meidän kohteessa, niin parvekkeessa pitäisi olla valmis tuo tiililaattapinta eli elementti. Parvekkeen tausta on paikallaan muurattu, niin pitäisi olla tiililaattapintainen elementti ilman muuta. Siinä menetetään aikaa kun se muuraaminen on hidasta. Tottakai elementtikin olisi kalliimpi kuin on valmis, mutta olisi järkevä muuttaa jatkoa ajatellen. Se on shöck-parveke, joka asennettu runkoon kiinni. Se ei tarvi mitään pilaria tai vastaavaa, vetotankoja tai muuta. Se on yksi parvekemuoto mitä käytetään. Se on hyvä, jos mahdollisimman pitkälle olisi valmista ja ilman sitä, että joudutaan korjaamaan.” (Haastattelu Finnoo)

3.8.3 Tahtituotanto

Verkkosaaren työmaalla sovellettiin tahtituotantoa töiden tahdistamisen muodossa. Finnoon työmaalla käytettiin perinteisiä tuotannonohjauksen menetelmiä.

”Me yritetään sitä tahtituotantoa tässä, tämä last plan aikataulu. Tässä näkyy aina kaksi viikkoa kalenterissa ja päivä on aina jaettu kahtia. 7-12 ja 12-16. Siinä on aina tietyt tapahtumat jotka tulee tapahtumaan tiettyyn aikaan ja highlights lista, muistilista mitä täytyy katsoa ja se logistiikkataulu. Vaatii työtä, että mikään ei unohdu. Tavallaan helppoa ja selkeää, että tietää niin tarkasti mitä tulee tapahtumaan. Sovelluksesta kuin puhein, niin kun kaikilla selkeä aikataulu ja selkeät tavoitteet niin kaikki toimii. Aina se suunnitelma B olemassa. Vaihtoehtoinen purkupaikka ym. Olemassa. Pitää aina olla pientä pelivaraa olemassa. Mä haluaisin tämän (last plan taulu) saada sähköiseen muotoon jos yksinkertaisuudesta puhutaan. Semmoiseen yksinkertaiseen ja helppoon muotoon, mikä olisi kiva ja helppoa käyttää. 90-luvulla yhdysvalloissa kehitetty. ” (Haastattelu Verkkosaari)

”Pitäisi olla tiedossa määrät ja milloin niitä tarvitaan. Pitää viikkotarkkuudella tietää päiväkohtaisesti mitä milloinkin tarvitsee tuoda. Että pääsee vaikka kaksi viikkoa tekemään hommia. Ollaan pyritty siihen, että viikkotarkkuudella ylläpidetään tahtia. Eli viikko tekee tuolla ja sitten siirtyy eteenpäin ja viikko toinen tekee tuolla. Aikalalla viikkotarkkuudella on. Jotain saattaa olla 2 viikkoa, esim. laatoittajalla. Kyllä tätä sovelletaan sisävalmistusvaiheessa. Tekee viikon ja sen jälkeen tulee toinen perässä ja tekee viikon. Ollaan hyvin päästy siihen. Ainahan pystyisi nipistämään, mutta se vaatisi vähän lisää tarkkuutta siihen miten kauan työssä nyt oikeasti menee. Me ei olla ihan täysin lähdetty siihen. Ei niin tarkkaan päivän tarkkuudella katsottu sitä. Aloituspalaverissa sovittu aina, että mikä niiden tuotantotahti on. Että saako viikossa tehtyä sen yhden kerroksen. Kyllä me sitä katsotaan ja huomautetaan aina urakoitsijapalaverissa jos jäänyt jälkeen. (Haastattelu Verkkosaari)

"Vähän ristiriitaiset näkemykset. Firaahan sitä tekee paljon. Saneerauspuolella käytetty paljon. Kaikki mennään eteenpäin. Tottuu varmasti niin kuin tähänkin. Täsmätoimituksilla ja etukäteissuunnittelulla voitais varmasti saada huomattavia säästöjä." (Haastattelu Finnoo)

4 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen johtopäätöksissä käsitellään empiirisen osan pohjalta tehdyt kehitysehdotukset ja ehdotetaan Hausia Oy:lle logistiikkamallia sekä Trello-sovellusta logistiikan organisointia helpottavaksi työkaluksi. Yleistä pohdintaa tutkimuksen onnistumiseen ja aiheeseen liittyen.

4.1 Kehitysehdotukset

Tutkimuksen haastatteluissa esiin nousseet keskeisimmät havainnot liittyivät suunnittelun ja organisoinnin tärkeyteen sekä urakoitsijayhteistyöhön ja siihen liittyvään tiedonsiirtoon.

Logistiikan suunnittelu pitäisi ottaa mukaan hankkeen suunnittelussa jo alustavan yleisaikataulun suunnittelun yhteydessä. Valittu tuotantotapa ja logistiikkastrategia vaikuttaa suuresti projektin kustannuksiin sekä tuotannon toteutukseen. Myös hankkeen hankintoja tehdessä tulisi logistiset raamit olla selvillä. Näin tavarantoimittajat ja urakoitsijat voidaan sitouttaa jo neuvotteluvaiheessa valittuun logistiikkastrategiaan ja määritellä tarvittavat sanktiot sopimukseen.

Logistiikan suunnitteluun vaikuttaa suuresti alueen ja hankkeen erityspiirteet. Haastatteluissa kävi myös ilmi, että logistiikkasuunnittelun tarkkuus määräytyy hankekohtaisesti. Mikäli työmaa koetaan tavanomaiseksi eikä suuria logistisia haasteita tunnisteta, saattaa logistiikan suunnittelu jäädä löyhäksi. Yhtenäiset käytännöt logistiikan suunnittelussa tuo varmasti tehokkuutta ja kustannussäästöjä tasaisesti kaikille työmaille.

Logistisen suunnittelun pohjana ja dokumentteina toimisi hyvin erillinen logistiikkasuunnitelma ja/tai logistiikkaohje. Koska hankkeen logistiikkaa käsitellään useammassa työmaan suunnitelmissa, tulisi suunnitelmat laatia niin ettei päällekkäisyyksiä tule. Suunnitelmat tulee olla myös sellaisia, että ne

koetaan hyödyllisiksi ja niillä on todellista lisäarvoa. Muussa tapauksessa on turha lisätä jo entuudestaan suurta suunnitelmien määrää.

Aluesuunnittelu ja sen päivittäminen hankkeen edetessä on erittäin tärkeää logistiikkasuunnittelussa. Sujuvan logistiikan kannalta olisi tärkeää myös suunnitella rakennuksen sisäpuoliset materiaalireitit. Haastatteluissa kävi ilmi, että reittejä ei aina suunniteltu ja työmaalla oli jouduttu purkamaan etukäteen asennettuja ikkunoita tämän takia.

Tärkeitä hankekohtaisia logistiikkaan liittyviä mietittäviä kysymyksiä ovat:

- Sovelletaanko työmaalla tahtituotantoa ja suunnitellaanko myös toimitukset ja toimituserät tahtituotannon mukaisesti?
- Mikä toimitusstrategia otetaan käyttöön, esim. logistiikkakeskus, täsmätoimitukset, setitys ym.
- Voisiko toimitusaikoja ja eriä suunnitella tarkemmin? Esimerkiksi kasvattaa runkotäsmissä nostettua tavaramäärää ilman myöhempää turhan tavaransiirron riskiä.

Logistiikkakeskuksen käyttö ja täältä tulevat täsmäkuormat saivat erityistä kiitosta vastaajien keskuudessa. Logistiikkakeskuksen roolia ja sen mahdollisuuksia parantaa toimitusketjun hallintaa tulisi edelleen selvittää. Voisiko logistiikkakeskuksessa setittää nykyistä laajemmin materiaaleja tai tehdä vaikka osan asennustyöstä?

Yhteistyötä eri hankkeen osapuolten välillä tulisi syventää. Haastatteluiden perusteella eniten kehitettävää näyttäisi olevan yhteistyössä aliurakoitsijoiden kanssa. Urakkasopimuksissa tulisi ilmaista selkeästi esimerkiksi liitteenä olevalla logistiikkaohjeella, miten projektissa tullaan toimimaan sekä mitä urakoitsijoilta odotetaan ja edellytetään. Sopimukseen tulisi myös kirjata sanktiot siitä, jos esimerkiksi sovituissa logistiikkaan liittyvissä aikatauluissa ei pysytä.

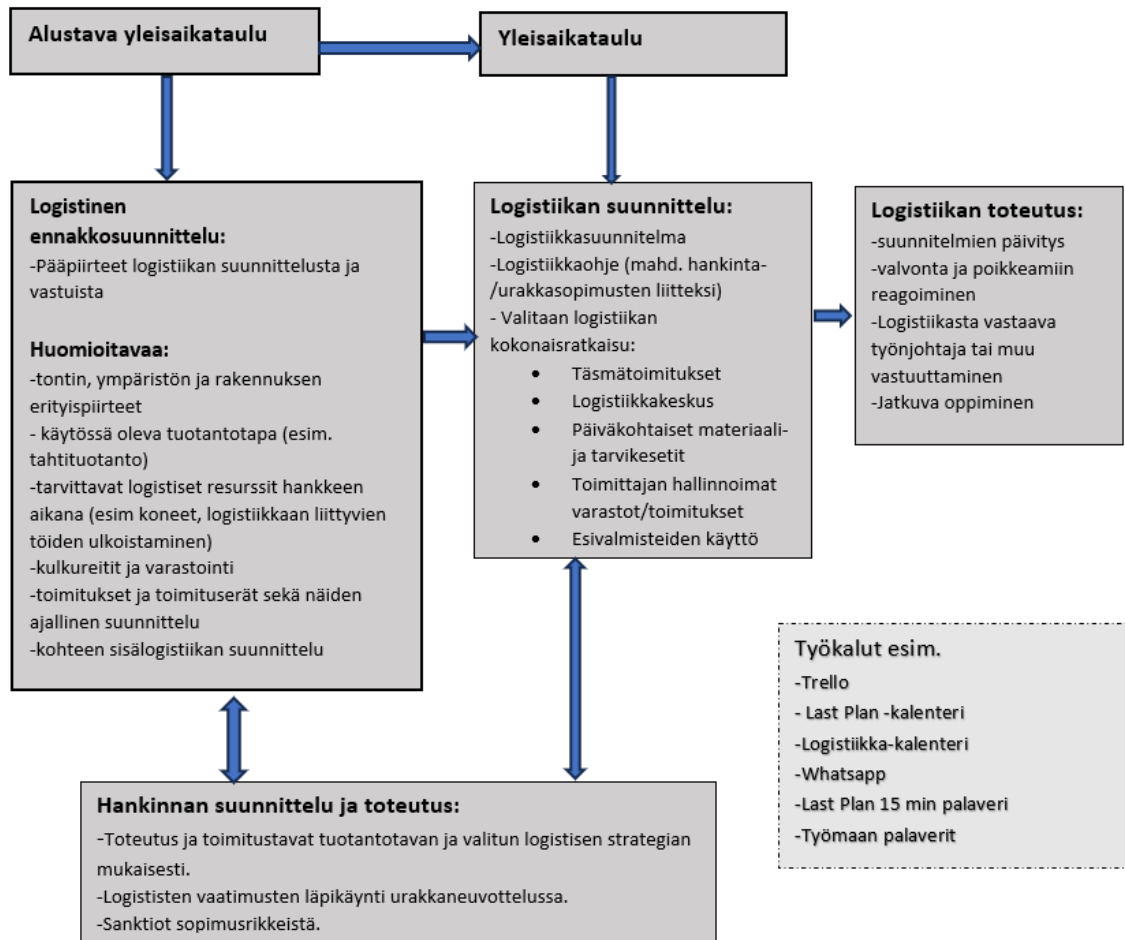
Työmaan logistiikkaan kuuluvat asiat tulisi vastuuttaa yhdelle työnjohtajalle. Logistiikkavastaavan tehtäviä olisivat mm. työmaan toimitusten suunnittelu ja näistä tiedottaminen kaikille osapuolille. Työmaille tulisi kehittää toimintatavat ja työkalut, joilla esimerkiksi urakoitsijoiden toimituksista saataisiin kaikki oleelliset tiedot. Tiedot toimituksista ja työmaan tapahtumista tulisi olla reaaliaikaisesti kaikkien osapuolten nähtävillä. Kappaleessa 4.3.1. ehdotetun Trello-sovelluksen käyttöönotto sekä hallinta voisi myös kuulua logistiikkavastaavan tehtäviin.

Verkkosaaren työmaalla käytössä oleva 15 min Last Plan -palaveri olisi hyvä ottaa käyttöön kaikilla työmailla. Urakoitsijoilta saataisiin näin paremmin tietoa toimitusten ja töiden häiriöistä. Tällä tavalla asioihin voidaan reagoida heti ja ottaa vaihtoehtoinen suunnitelma käyttöön sekä mahdollisesti ehkäistä suurempaa vahinkoa.

4.2 Logistinen toimintamalli

Kuvassa 10 on esitetty kirjallisuuskatsaukseen ja tutkimuksen empiiriseen osan perusteella kehitetty ehdotus logistiikkamallista. Logistiikkamallissa on esitetty prosessikaavion muodossa logistinen suunnittelu ja toteutus sekä huomioitu tekijöitä, joita prosessin vaiheissa tulisi huomioida.

Mallin mukaisesti logistiikan suunnittelu aloitetaan aikaisempaa varhaisemmassa vaiheessa, eli jo alustavan yleisaikataulun laadinnan yhteydessä. Logistiikkaan liittyvät asiat tarkentuvat yleisaikataulun täsmentyessä ja tiedot laaditaan aluesuunnitelmaan ja logistiikkasuunnitelmaan. Jotta turhalta suunnitelmien päällekkäisyydeltä välttyttäisiin, olisi hyvä tarkentaa, miten logistiikkaan liittyvät asiat suunnitellaan logistiikka-, nosto- ja siirtotyösuunnitelmissa. Erillinen logistiikkaohje urakoitsijoille ja materiaalitoimittajille laaditaan logistiikkasuunnitelman liitteeksi. Aluesuunnitelmaa ja myös muita suunnitelmia päivitetään työmaan edetessä.



Kuva 12. Ehdotus logistisesta toimintamallista (prosessikaavio)

Mallin mukaisesti sekä hankintojen suunnittelussa että toteutuksessa huomioidaan hankkeen logistiikka. Hankinnat toteutetaan tuotantotavan mukaan valituilla toimitustavoilla.

Logistisen toiminnan tukena voidaan käyttää Trello-sovellusta, jossa Last Plan ja Logistiikkakalenteri ovat reaaliaikaisesti kaikkien osapuolten nähtävillä. Myös 15 minuutin jokaaamuinen Last Plan -palaveri tukee valittua toimintamallia.

4.3 Logistiikan tehostamisen työkalu

Logistiikkaan tehostamiseen löytyy nykyään monia erilaisia toimialakohtaisia sovelluksia. Myös yleisillä toimialariippumattomilla tuotepohjaisilla ratkaisuilla voidaan ratkaista hyvin yksittäisiä tarpeita, esimerkiksi logistiikan tehostamisessa tai muissa yrityksen prosesseissa.

Sovelluksella saadaan ajantasaisena saataville tietoa kaikille käyttäjille. Samalla asioiden seurattavuus ja läpinäkyvyys toteutuu eri käyttäjäryhmille. Näin vältetään riippuvuus yksittäisten henkilöiden päässä olevasta tiedosta ja kokonaisuuteen saadaan seurattava näkymä aikatauluineen ja tehtävineen. Monessa tapauksessa edelleenkin asioita seurataan irrallisesti ja tieto on hajallaan eri ihmisillä ja heidän käyttämissä epävirallisissa medioissa, kuten esimerkiksi Whatsapissa. Kokonaisuuksien ja riippuvuuksien hallinta ei näin toteudu ja tämä aiheuttaa monesti haasteista prosesseissa. Tällöin prosessien toimimista on käytännössä mahdoton seurata ja kehittää. Asioita unohtuu ja riippuvuuksia ei huomioida ajoissa.

Järjestelmän avulla voidaan hallita toimintojen ketjuja ja seurata, että asiat hoituvat ajallaan ennen seuraavaa vaihetta ja ongelmiin voidaan ajoissa reagoida. Näin asiat tapahtuvat mahdollisimman tehokkaasti huomioiden kulloisenkin kokonaisuuden.

Trello on hyvä esimerkki yleisestä tuoteratkaisusta, jolla pystytään helpottamaan asioiden järjestelmällistä tekemistä ja toimintojen seurattavuutta yrityksessä. Yhdessä tutkimuksen haastatteluista Trello-sovellus nousikin esiin ja vastaaja oli itsekin miettinyt Trellon sopivuutta työmaalogistiikan tarpeisiin. Myös toimeksiantajayritys Hausia Oy toivoi selvitystä Trellon tai Teamsin oman Planner-ohjelman soveltuvuudesta työmaiden logistiikka tarpeisiin.

Tutustuttuani molempiin sovelluksiin päätin ehdottaa Trello-sovellusta Hausia Oy:lle. Trello-sovelluksessa on Teams Planneriin verrattuna mielestäni yksinkertaisempi käyttölogiikka ja koen sen tähän tarpeeseen hyvänä

ratkaisuna. Trello tarjoaa myös perusominaisuudet mitä käyttäjät tämän opinnäytetyön mukaan kaipaavat.

4.3.1 Trello

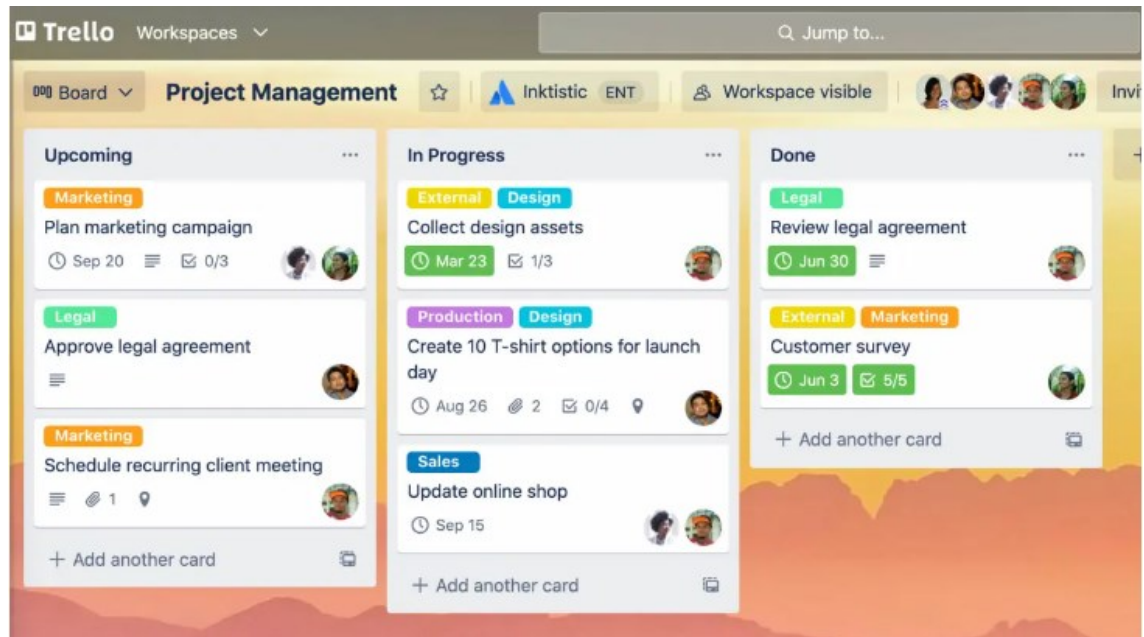
Trello-sovellus on visuaalinen tehtävien hallintatyökalu, jonka avulla käyttäjät voivat ideoida, suunnitella ja hallita erilaisia töitä ja kokonaisuuksia. Trello auttaa pitämään asiat järjestyksessä ja se tukee yhteistyötä ja työn tuottavuutta.

Trello-sovelluksen saa helposti liitettyä Teamsiin eikä se vaadi erikseen asennettavia perinteisiä ohjelmia, vaan se toimii kokonaan pilvipohjaisesti. Trelloa Teams-kanavassa voi helposti käyttää eri päätelaitteilla, esim. mobiilissa ja samoin tietokoneella. Tämä mahdollistaa käytön eri tilanteissa ja erilaisilla käyttäjäryhmillä. Trellon hyvä puoli on helppo käyttö ja muokkaaminen erilaisiin tilanteisiin tarpeiden mukaan.

Trello liitettynä jaettuun Teams-kanavaan tarjoaa yksinkertaisen ratkaisun, johon voidaan rajata single sign on-kirjautumisella pääsy oman yrityksen henkilökunnalle. Urakoitsijoille voidaan lisätä pääsy kutsumalla heidät sähköpostiosoitteella samaan Teams-kanavaan. Tietosuoja pitää tässä huomioida, että samassa kanavassa käsitellään vain tietoja, jotka ovat kaikille ryhmän jäsenille julkisia.

Trello tarjoaa myös hyvän tavan nähdä asiat ketjuina kalenterissa, joka helpottaa kokonaisuuksien hallintaa, joka koettiin myös Hausialla tärkeäksi.

Trelloon saadaan aikataulutettuja tehtäviä ja niitä voidaan hallita eri vaiheissa. Kokonaisuudesta saadaan helposti kalenterin kautta näkymä kokonaistilanteesta ja riippuvuuksista. [20.] Kuvassa 11 näkyy sovelluksen päänäkymä.

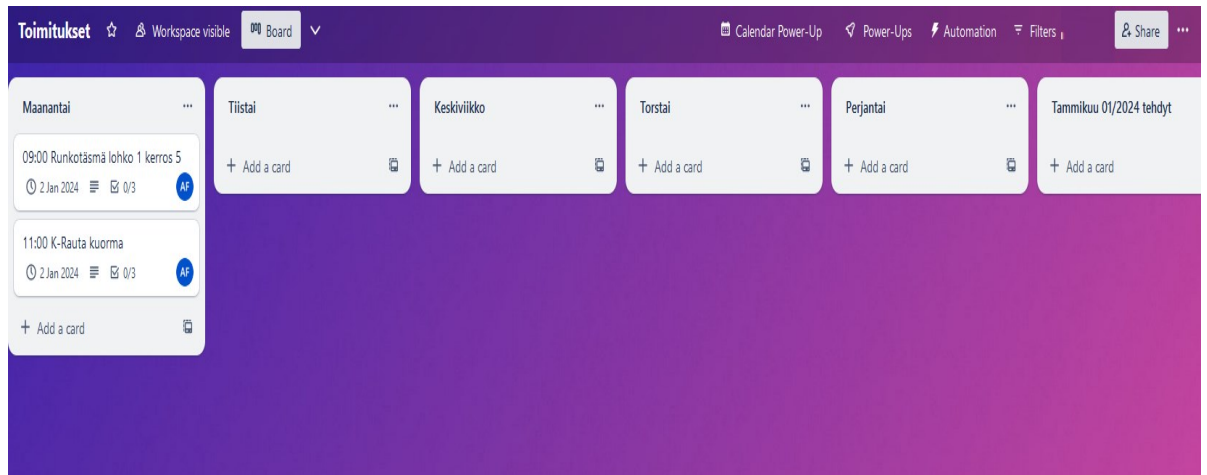


Kuva 13. Trello-sovelluksen päänäkymä. [20]

Työmaan toimitukset

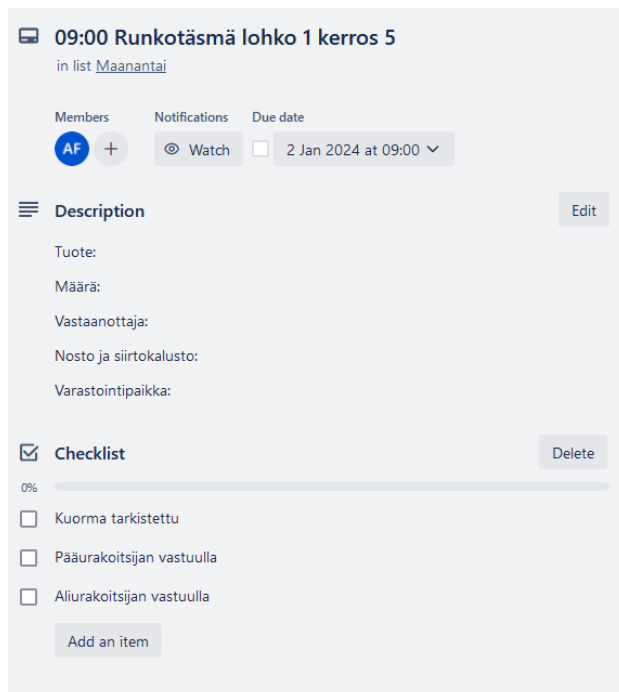
Trello sovellukseen on mahdollista luoda erilaisille toiminnolle omat räätälöidyt boardit, joissa on tähän toimintoon sisällöltään sopiva korttipohja template. Tällä hetkellä useimmilla työmailla käytetään flappi-taulua, johon merkitään työmaiden toimitukset, joten esimerkiksi toimituksille voisi luoda oma board, jossa esitetään päivittäinen kellonajat sisältävä näkymä viikon toimituksille.

Jokaiselle toimitukselle tehdään oma Trello-kortti, joka lisätään päiväkohtaiseen osioon kuvan 12 mukaisesti. Kortin sisällöstä luodaan vakioitu korttipohja (template) boardin tarpeen mukaan.



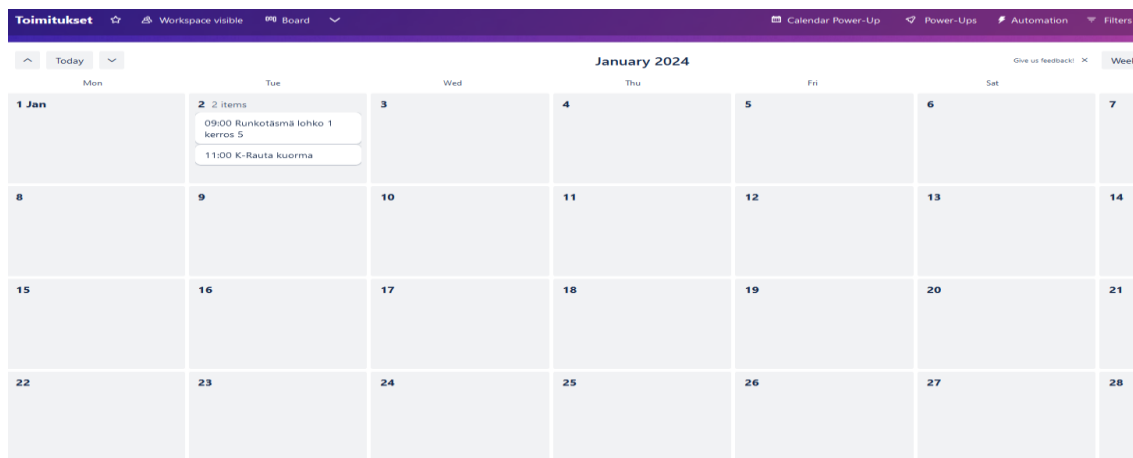
Kuva 14. Esimerkki Trello-kortista

Korttipohjassa on vakiosisältö esimerkiksi description ja checklist -osiot kuvan 13 mukaisesti. Aina lisättäessä uutta korttia tietylle boardille, kortin rakenne ja kentät syntyvät tälle boardille luodun korttipohjan (templatien) kenttien ja muun sisällön mukaan. Näin saadaan jokaiselle boardille vakioitu tietosisältö saman korttipohjan avulla.



Kuva 15. Esimerkki board-näkymästä

Näkymässä voidaan valita board-näkymä, jossa kortit näkyvät päivätason osioissa. Tämän lisäksi asioita voidaan katsoa kalenterinäkymässä viikko tai kuukausitasolla. Esimerkki tästä kuvassa 14.



Kuva 16. Trello kalenterinäkymä

Lisäämällä uusi kortti boardille päivän osioon tehdään varaus toimitukselle ja sinne merkitään tuote, määrä, vastaanottaja, nosto ja siirtokalusto ja varastointipaikka. Lisäksi voidaan määritellä checklistiin erilaisia haluttuja ruksitettavia tarkastuskohtia.

Tarvittaessa Trello-sovellukseen voi tehdä erillisen boardin esimerkiksi Torninosturin aikataulutetuille tehtäville. Esimerkiksi runkovaiheessa, kun kuormia tulee paljon, torninosturin ajan optimointi olisi tarpeellista.

Vastaavia boardeja voidaan luoda tarpeen mukaan pysyviin tai väliaikaisiin tehtäväkokonaisuuksiin. Logistiikan näkökulmasta tarpeellisia boardeja voisi olla tilaukset, työmaan tapahtumat jne.

4.4 Pohdinta

Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää kohdeyritykselle logistiikkamalli, jonka avulla työmaiden logistiikkaa pystytään tehostamaan ja yhtenäistämään.

Mielestäni tämä tavoite saavutettiin varsin hyvin huolimatta siitä, että tutkimuksen tavoite hieman muuttui ja täsmentyi tutkimusprosessin aikana.

Tässä tutkimuksessa ehdotettu logistiikkamalli voi toimia pohjana Hausia Oy:n logistiikan kehittämiseksi ja yhtenäistämiseksi työmailla. Uuden toimintamallin käyttöönotossa on hyvä muistaa, että alkuvaiheessa osaamisen ja hallinnan taso ei välttämättä ole korkealla. Osaamisen kasvaessa ja toimintatapojen rutinoituessa on odotettavissa tuloksien paranemista. Haasteita varmasti tuo myös eri osapuolten sitouttaminen toimintaan.

Tutkimuksen toisena tavoitteena oli selvittää jonkin sovelluksen soveltuvuutta logistiikkaa helpottavaksi työkaluksi. Trello-sovellus sopisi hyvin logistiikkaa selkeyttäväksi työkaluksi, jonka avulla osapuolet voivat helposti siirtää tietoa logistiikkaan liittyvissä asioissa. Trello sovelluksen käyttöönotossa olisi tärkeää, että kaikki osapuolet ymmärtävät sen hyödyt, niin että myös urakoitsijat saadaan sitoututettua sen käyttöön.

Logistiikkamallin jalkauttaminen sekä Trello-sovelluksen käyttöönotto työmailla voisi kohdeyrityksen kannalta olla hyödyllinen ja relevantti jatkokehityskohde. Myös logistiikkasuunnitelman ja -ohjeen tarkempi tutkiminen ja muokkaaminen työmaiden tarpeisiin olisi tärkeää jatkon kannalta.

Tutkimuksen empiirisen osan haastattelut edustavat Hausia Oy:n tyypillisiä työmaita, joten logistiikkamallin soveltuvuutta myös muille yrityksen työmaille voidaan pitää hyvänä. Logistiikkamallin kehittämistä voidaan myös luonnehtia prosessina, jossa malli tässä tutkimuksessa saanut kehukset ja sisältöä tulisi jalostaa ja muokata kokemuksen karttuessa vastaamaan entistä paremmin työmaiden logistisia tarpeita.

4.5 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda Hausia Oy:lle yhtenäinen toimintamalli työmaiden logistiikan ohjaamiseen, sekä selvittää voisiko jokin yksinkertainen sovellus helpottaa työmaiden logistiikan suunnittelua.

Rakennusalan erityispiirteiden takia logistiikka saattaa joskus aiheuttaa haasteita toimitusketjun hallintaan ja toimintojen integrointiin. Esimerkiksi työvoimapainotteinen toiminta ja suuri määrä urakoitsijoita, hankekohtainen projektiorganisaatio, ainutlaatuiset kohteet ja muuttuva sää ja ympäristö tuovat haasteita. Logistiikan suunnittelu jää usein työmaan tehtäväksi, vaikka logistiikkaan liittyviä asioita tulisi käsitellä viimeistään hankesuunnitteluvaiheessa. Myös hankinta- ja urakkasopimuksiin voidaan sanktioida logistiset rikkeet, kun logistiikka suunnitellaan aikaisessa vaiheessa. Erillistä logistiikkasuunnitelmaa ei yleensä laadita rakennustyömailla, mutta logistiikkaa käsitellään monessa suunnitelmassa tai dokumentissa, esim. aluesuunnitelmassa.

Peltokorpi, Lavikka ja Tetik kuvaavat logistista kokonaisratkaisua tyyppihankkeelle, jossa on mukana monta suunnittelijaa ja urakoitsijaa. Ratkaisun mukaan runkovaiheessa, elementtien toimitus tahdistetaan asennustyön aikataulun mukaisesti ja runko toimitetaan täsmätoimituksena suoraan tehtaalta. Runkovaiheessa täydentävät rakenteet ja talotekniikka toimitetaan täsmätoimituksena logistiikkakeskuksesta holville. Sisävalmistusvaiheessa pintarakenteet, kalusteet ja viimeistelymateriaalit toimitetaan päiväkohtaisina materiaali- ja tarvikesetteinä logistiikkakeskuksesta mestalle. Ratkaisussa käytetään materiaalilogistiikkaa helpottamassa täsmätoimituksia, logistiikkakeskusta, asennussarjoja, ja -settejä sekä toimittajien hallinnoimia varastoja. Tahtituotanto ja Last Planner ovat Leanfilosofiaan pohjautuvia tuotannonohjausmenetelmiä, joiden hyödyntäminen rakennustyömailla on lisääntynyt. Materiaalilogistiikan huolellinen suunnittelu ja toteutus on näissä entistä tärkeämpää.

Haastatteluissa tuli esiin logistiikan suunnittelun ja erityisesti etukäteissuunnittelun ja vaihtoehtojen punnitsemisen tärkeys. Haasteita oli tuonut urakoitsijayhteistyö, tiedottaminen, vastuuhenkilön puute ja suunnittelun sekä yhtenäisten käytäntöjen puutteet. Ratkaisuna haasteisiin työssä on ehdotettu logistista toimintamallia. Logistiseen toimintamalliin on yhteenvedon-omaisesti kerätty teoreettisen viitekehyksen sekä empiirisen osan toimivat käytännöt sekä huomioitavat asiat. Tiedottamisen ja organisoinnin työkaluksi on ehdotettu Trello-sovellusta. Trello on visuaalinen tehtävien hallintatyökalu, jonka avulla käyttäjät voivat suunnitella ja hallita esimerkiksi erilaisia logistiikkaan liittyviä töitä ja kokonaisuuksia. Trelloon voi luoda esimerkiksi työmaan toimituksista oma räätälöity board, josta helposti ja reaaliaikaisesti kaikki työmaan avainhenkilöt voivat nähdä eri päivien toimitukset.

Lähteet

1. Peltokorpi, A., Uusitalo, A., Siltanen M., Alhava, O.; Toimitusketjujen hallinta: Building 2030 osahankkeen loppuraportti. Aalto-yliopisto 28.3.2023
2. SurveyMonkey, Määrällisen ja laadullisen tutkimuksen välinen ero. Verkkolähde <https://fi.surveymonkey.com/mp/quantitative-vs-qualitative-research/>. Luettu 10.10.2023.
3. Anttila, P. Verkkosivu Metodix -metoditietämystä kaikille. Tutkimisen taito ja tiedon hankinta. <https://metodix.fi/2014/05/17/anttila-pirkko-tutkimisen-taito-ja-tiedon-hankinta/#6.2%20Hypoteesien%20asettaminen>. Luettu 18.1.2024
4. Suomidigi.fi verkkosivu. Syvä – ja teemahaastattelut 11.7.2019. <https://www.suomidigi.fi/ohjeet-ja-tuki/menetelmat/syva-ja-teemahaastattelut> Luettu 10.10.2023.
5. Logistiikan maailma verkkosivu. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimitusketju/tieto-raha-ja-materiaalivirrat/> Luettu 10.12.2023.
6. Peltokorpi, A.; ym. 2019. Rakentamisen logistiikkaratkaisut – Building 2030 rakentamisen logistiikkaratkaisut -osahankkeen loppuraportti 9/2018-8/2019. Espoo: Aalto-yliopisto, Rakennustekniikan laitos, 23.10.2019.
7. Peltokorpi, A.; ym. 2022. Uusien toimintamallien jalkauttaminen rakentamisessa - Building 2030 osahankkeen loppuraportti. Espoo : Aalto-yliopisto, Rakennustekniikan laitos, 2022.
8. RT 10-11224, Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen vaiheet ja osittelu. 2016. Helsinki : Rakennustieto Oy, 2016
9. RT 103546, Puukerrostalohankkeen erityispiirteet. 2023. Helsinki : Rakennustieto Oy, 2023
10. Lappalainen, J. 2023. Rakennustuotannon tehostamisen mahdollisuudet logistiikan avulla. Opinnäytetyö. Teknologiaosaamisen johtamisen tutkinto-ohjelma. Kuopio: Savonia ammattikorkeakoulu, 2023
11. Aalto.fi; Uutiset: Rakentamisen logistiikka vaatii uusajattelua. Verkkosivut <https://www.aalto.fi/fi/uutiset/rakentamisen-logistiikka-vaatii-uusajattelua>. Julkaistu 31.1.2020.
12. Ratu C2-0454, Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Helsinki: Rakennustieto Oy, 2017

13. Rakennusteollisuus RT, ym.; Rakennustyömaan toimitusten ohjaus, Julkaistu 16.11.2009.
14. Rakennustieto. Logistiikka on sujuvaa materiaalityömaiden hallintaa. Verkkajulkaisu. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK98s677.pdf>. Luettu 15.12.2023.
15. Wegelius-Lehtonen, T., ym. 1996. Opas rakentamisen logistiikkaan. Helsinki: Rakennusteollisuuden keskusliitto
16. ChatGPT 2024; Mitkä ovat keskeisiä asioita Lean filosofian toteuttamisessa rakennustyömaalla. Haku tehty 8.1.2024.
17. Salminen, J., Talaskivi, P. Lean Rakentamisessa - arvoa luovan rakentamisen periaatteet, menetelmät ja työkalut 2021. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.
18. Nevalainen, M. Rakennuttajan rooli ja tehtävät tahtituotantohankkeessa 2021. Diplomityö, Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu.
19. Koskenvesa, A., Koskela, A. 2003. Last Planner -tuotannonohjaus rakennustyömaalla. VTT Tiedotteita. Viitattu 7.1.2024. Saatavissa: <https://publications.vtt.fi/pdf/tiedotteet/2003/T2197.pdf>
20. Trello Verkkosivu 2023. <https://trello.com/home>. Luettu 10.12.2023.
21. Rakennuslehti 27.1.2023, nro 3; Esivalmistuksen ja leanin opit yhteen. Sivu 8-9.

Liitteet

HAASTATTELUKYSYMYKSET:

Kerrotaan haastateltavalle: Logistiikalla tarkoitetaan tässä haastattelussa materiaali- ja tietovirtoja, joka alkaa tuotteen tilauksesta ja kestää pakkausjätteiden lajitteluun asti. Oma mielipide on tärkeä eikä kysymyksiin ole oikeita tai väärä vastauksia.

- Mikä merkitys logistiikalla on mielestäsi tällä työmaalla? Mihin sillä voidaan vaikuttaa?
- Miltä näyttää päivä työmaalla, jossa logistiikka toimii hyvin? Mikä vaikuttanut siihen, että menee hyvin? Tärkeimmät asiat? Eri osapuolten vaikutus logistiikan onnistumiseen?
- Miltä näyttää päivä, jolloin logistiikka toimii huonosti? Mikä vaikuttanut siihen, että menee huonosti? Kriittisimmät asiat?
- Miten logistiikkaan liittyvät asiat mielestäsi toimii hyvin/huonosti tällä työmaalla? Onko tarvetta kehittää?
- Millä toimilla työmaan sisäisen logistiikan sujuvuutta on yritetty parantaa? Muita ideoita/toimia, joita voitaisiin tehdä työmaalla?
- Miten logistiikkaan liittyvä viestintä/tiedonhallinta toimii? Entä tähän liittyvä yhteistyö eri osapuolten (rakennuttaja, suunnittelija, pääurakoitsija, materiaalitoimittaja ja aliurakoitsija) kesken? Miten sitä voisi kehittää?
- Miten työmaan logistiikkaan liittyviä kustannuksia voitaisiin mielestäsi alentaa? Turhat siirto ja käsittelyvaiheet, onko?
- Miten logistiikkaan liittyviä asioita suunnitellaan työmaan alkaessa? Mitä asioita suunnittelussa huomioidaan? Ketkä osapuolet ovat mukana suunnittelussa? Millä tavalla ja miksi juuri näitä?
- Tehdäänkö jonkinlainen logistiikkasuunnitelma tai vastaava, jossa logistiikkaa suunnitellaan? Millainen ja miltä tämä näyttää?

- Mitä osa-alueita logistiikkasuunnitelmassa pitäisi olla? Millainen pitäisi olla, että toimisi? Kuinka siitä saadaan sellainen, että sitä käytetään?
- Logistiikkakalenteri? Mitä osa-alueita? Miten siitä saataisiin sellainen, että käytetään?
- Miten olisi hyvä hoitaa työmaan hankintaa ja siihen liittyvää aikataulutusta?
- Mitkä ovat työmaalla yleensä kriittisimmät tuotetoimitukset logistiikkaa ajatellen?
- Perustus/runko/sisävaihe: mikä aiheuttaa suurimmat häiriöt? Kriittisimmät tuotetoimitukset? Mitä parannuksia voisi tehdä? Millainen olisi tavoitetila?
- Hyvät ja huonot käytännöt työmaan logistiikassa?
- Onko aluesuunnitelmassa hyvä huomioida jotain logistiikan kannalta?
- Mitä muuta olisi hyvä huomioida, kun ajatellaan työmaan logistiikkaa?
- Esivalmisteiden käyttö? Mikä esivalmisteaste? Mitä työmaa ajattelee näistä? Olisiko esim. jos ikkunat/pellitykset ym. Mikä työmaan näkemys? Miten toimii?
- Sovelletaanko tahtituotantoa tällä työmaalla? Miten tahtituotanto vaikuttaa logistiikkaan?