



Santtu Silvennoinen

Suurhankkeen logistiset haasteet kaupunkiympäristössä Helsingissä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työjohto: Talonrakennustekniikka

Opinnäytetyö

16.11.2023

Tiivistelmä

Tekijä: Santtu Silvennoinen
Otsikko: Suurhankkeen logistiset haasteet kaupunkiympäristössä Helsingissä
Sivumäärä: 50 sivua + 5 liitettä
Aika: 16.11.2023

Tutkinto: Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työjohto
Ammatillinen pääaine: Talonrakennustekniikka
Ohjaajat: Projektipäällikkö Maaria Kalliomäki, SRV Rakennus Oy
Lehtori Juha Virtanen, Metropolia Ammattikorkeakoulu

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin kehitysvaiheessa olevan Laakson yhteissairaala -hankkeen päärakennuksen tulevaa logistiikkaa ahtaassa kaupunkiympäristössä Helsingin Laakson alueella. Päärakennuksen perustustyöt käynnistyivät syksyllä 2023 ja elementtiasennuksien on määrä alkaa tammikuussa 2024. Opinnäytetyön tilaajana toimi Laakson yhteissairaala -hankkeen päätoteuttaja SRV Rakennus Oy.

Opinnäytetyö toteutettiin perehtymällä teoriaan sekä haastatteleamalla hankkeen logistiikan parissa työskenteleviä henkilöitä. Tärkeimpänä tavoitteena oli selvittää, millaisia haasteita ahdas kaupunkiympäristö ja vilkkaasti liikennöidyt läpikulkuväylät aiheuttavat logistiikalle ja miten esille tulleisiin haasteisiin voidaan varautua ennaltaehkäisevästi.

Teorian kautta logistiikasta, työmaan turvallisesta aluesuunnittelusta, toimitusketjuista sekä logistiikan kehittyneistä ratkaisuksista saatiin muodostettua kattava kokonaisuus. Hankkeen logistiikan parissa työskentelevien haastatteluilla saatiin selkeä käsitys siitä, millaiset asiat vaikuttavat logistiikan suunnitteluun ja toteutukseen.

Haastattelujen pohjalta pystyttiin tunnistamaan useita hankkeen logistiikkaan liittyviä riskejä sekä etsimään ratkaisuja niihin. Esille tulleet haasteet ja niiden ratkaisut ovat hyödynnettävissä muissa Helsingin kaupunkiympäristöön sijoittuvissa vastaavan koluokan rakennushankkeissa.

Avainsanat: logistiikka, työmaalogistiikka, sairaalahanke, suurhanke, kaupunkiympäristö

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author:	Santtu Silvennoinen
Title:	The logistical challenges of a major project in an urban environment in Helsinki
Number of Pages:	50 pages + 5 appendices
Date:	16 November 2023
Degree:	Bachelor of Engineering
Degree Programme:	Construction Site Management
Professional Major:	Building Construction
Supervisors:	Maaria Kalliomäki, Project Manager, SRV Construction Ltd Juha Virtanen, Senior Lecturer, Metropolia University of Applied Sciences

In this graduate study, the upcoming logistics of the main building of the Laakso Joint hospital project, currently in the development phase, was investigated. The study focused on the challenges posed by the cramped urban environment in the Laakso area of Helsinki. The foundation work of the main building started in the fall of 2023, and the element installations are scheduled to begin in January 2024. The client of the study was SRV Rakennus Oy, the main contractor of the Laakso Joint hospital project.

The graduate study was carried out by familiarizing with the theory and by interviewing the employees working on the logistics of the project. The most important goal was to chart what kind of challenges the cramped urban environment and busy thoroughfares cause for logistics and how to prepare for the challenges that emerged in a preventive way.

Through the theory of logistics, safe area planning of the construction site, supply chains and advanced logistics solutions, a comprehensive whole was formed. Interviews with employees working on the project's logistics provided a clear understanding of what kind of issues affect logistics planning and implementation.

Based on the interviews, it was possible to identify several risks related to the logistics of the project and find solutions for them. The challenges presented and their solutions can be utilized in other construction projects of a similar size located in the urban environment of Helsinki.

Keywords:	logistics, logistics on site, hospital project, major project, urban environment
-----------	--

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
1.1	Työn tavoite ja rajaus	2
1.2	Tutkimusmenetelmät	2
1.3	SRV	2
2	Logistiikka	3
2.1	Logistiikka käsitteenä	3
2.2	Logistiikan merkitys	3
3	Rakennustyömaan aluesuunnittelu	6
3.1	Työmaan turvallisuus	6
3.1.1	Työmaa-alueen vaaratekijät sekä vaarojen hallinta	6
3.1.2	Työmaan ulkopuolisen liikenteen turvallisuus	7
3.1.3	Työmaan sisäisen liikenteen turvallisuus	9
3.1.4	Aluesuunnitelma ja sen hyödyntäminen	10
3.2	Aluesuunnitelma rakentamisen eri vaiheissa	12
3.2.1	Aluesuunnitelma urakkatarjousvaiheessa	12
3.2.2	Aluesuunnitelma yleissuunnitteluvaiheessa	14
3.2.3	Aluesuunnitelma maarakennus- ja perustusvaiheessa	15
3.2.4	Aluesuunnitelma runkotyövaiheessa	17
3.2.5	Aluesuunnitelma sisätyövaiheessa	18
4	Materiaalitoimitusten suunnittelu ja ohjaus	19
4.1	Toimitusketjut	19
4.1.1	Toimituskanavat	20
4.1.2	Toimitustavat	21
4.1.3	Vakio- ja projektikohtaisten tuotteiden tyypilliset hankinta- ja toimitusketjut	22
5	Materiaalilogistiikan tehostaminen	24
5.1	Materiaalilogistiikan kehittyneet osaratkaisut	24
5.1.1	Täsmätoimitukset	25
5.1.2	Asennussarjat ja -paketit	25

5.1.3	Toimittajien hallinnoimat varastot ja toimitukset	26
5.1.4	Logistiikkakeskus/terminaali	26
5.2	Materiaalilogistiikan tehokas kokonaisratkaisu	28
5.2.1	Runkorakentaminen	28
5.2.2	Täydentävät rakenteet ja talotekniikka	29
5.2.3	Pintarakenteet, kalusteet ja viimeistely	29
5.2.4	Pientarvikkeet	31
6	Laakson yhteissairaala -hanke	32
6.1	Urakkamuoto ja osapuolet	33
6.1.1	Allianssimalli	33
6.1.2	Allianssisopimus ja kaupallinen malli	34
6.1.3	Allianssiosapuolet	34
6.2	Osaprojektit	35
6.2.1	Osaprojekti 3: päärakennus	36
6.3	Tontin sijainti ja liikenne	37
7	Hankkeen logistiset haasteet	39
7.1	Haasteet ja ratkaisuehdotukset	39
7.1.1	Työmaalogistiikka	39
7.1.2	Tontin sijainti ja liikenne	41
7.1.3	Varastointi	43
7.1.4	Tietomalli	46
8	Yhteenveto	49
9	Pohdinta	50
	Lähteet	51
	Liitteet	
	Liite 1: Haastattelukysymykset	
	Liite 2: Haastattelu, projekti-insinööri 1, SRV	
	Liite 3: Haastattelu, projekti-insinööri 2, SRV	
	Liite 4: Haastattelu, projektipäällikkö 1, SRV	
	Liite 5: Haastattelu, projektipäällikkö 2, SRV	

Lyhenteet ja käsitteet

3D-malli:	Kolmiulotteinen tietomalli.
4D-malli:	Neliulotteinen tietomalli. Sisältää kolmiulotteisen tietomallin lisäksi rakennuskohteen aikataulun.
BKT:	Bruttokansantuote. Bruttokansantuote on kotimaisen tuotannon mitta kansantaloudessa.
BRM ² :	Bruttoala. Bruttoala kuvaa rakennuksen kokonaislaajuutta. Bruttoala on rakennuksen kaikkien kerrosten kerrostasoalojen summa.
EU:	Euroopan unioni. Euroopan unioni on 27 eurooppalaisen jäsenvaltion muodostama taloudellinen ja poliittinen liitto.
HUB:	HUB-sanaa käytetään tavaravirtojen lajittelukeskuksista sekä tiedonsiirron jakajista. Suomeksi HUB tarkoittaa keskiötä, keskusta ja napaa.
KAVL:	Vuoden keskimääräinen arkivuorokausiliikenne.
KSE:	Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot.
LVISA:	Lämpö, vesi, ilma, sähkö, automaatio.
LYS:	Laakson yhteissairaala.
SRV:	SRV-lyhenne tulee sanoista Suomen rakennusvienti.
VMI:	<i>Vendor Managed Inventory</i> . VMI tarkoittaa varastonohjauksen ulkoistamista tavarantoimittajalle.

VR-lasit: Virtuaalitodellisuuslasit ovat silmille laitettava laite, joka mahdollistaa virtuaalitodellisuuden kokemisen.

YSE: Yleiset sopimusehdot.

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan, millaisia logistisia haasteita ahdas kaupunkiympäristö ja vilkkaasti liikennöidyt läpikulkuväylät aiheuttavat suurelle rakennushankkeelle Helsingissä ja miten esille tulleisiin haasteisiin voidaan varautua ennaltaehkäisevästi.

SRV on päätoteuttajana rakentamassa Laakson yhteissairaalaan logistisesti haasteelliselle sijainnille. Sairaalan noin 90 000 brm²:n päärakennus tulee sijoittumaan Helsingin Laakson alueelle, Keskuspuiston eteläpäähän. Päärakennuksen perustustyöt käynnistyivät syksyllä 2023 ja elementtiasennuksien on määrä alkaa tammikuussa 2024.

Sairaalan välittömässä läheisyydessä ovat erittäin vilkkaasti liikennöidyt Nordenskiöldinkatu, Reijolankatu ja Mannerheimintie. Haasteita aiheuttavat pelkästään liikennemäärien lisäksi varastotilojen niukkuus, tahtituotannon asettamat aikatauluvaatimukset sekä rakennuksen ympäristön muut mahdolliset rakennushankkeet.



Kuva 1. Laakson sairaalan tuleva päärakennus ja sen lähiympäristö [1].

1.1 Työn tavoite ja rajaus

Opinnäytetyössä keskitytään tutkimaan LYS-hankkeen osaprojektin kolme (pää-rakennus) tulevaa työmaalogistiikkaa. Tavoitteena on saada selkeä ja mahdollisimman kattava näkemys, millaisia logistisia haasteita hankkeelle kohdistuu ja miten haasteisiin voidaan varautua. Logistiikka on erittäin isossa roolissa hankkeen tahtituotannon onnistumisessa.

1.2 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyö toteutetaan logistiikan teorian kirjallisuusreferoinnilla sekä haastatteleamalla hankkeen logistiikan parissa työskenteleviä henkilöitä.

1.3 SRV

Opinnäytetyön tilaajana toimii SRV Rakennus Oy. Itse olen työskennellyt yrityksessä projekti-insinööriharjoittelijana LYS-hankkeen osaprojekti 3:ssa huhtikuusta 2023.

SRV on suomalainen, rakennusalaan kehittävä ja uudistava yritys. Sen tavoitteena on kestävämmän, vastuullisemman, taloudellista arvoa vaalivan sekä ihmisten hyvinvoinnin huomioivan kaupunkiympäristön rakentaminen. SRV:n nimitys tälle lähestymistavalle on elinkaariviisaus. Aito innostus ja läsnäolo ovat mukana jokaisessa kohtaamisessa, ja asiakkaiden kuunteleminen onkin yksi yrityksen tärkeimmistä toimintatavoista. [2.]

Uskomme siihen, että vain keskustelun kautta maailma voi muuttua [2].

SRV on perustettu vuonna 1987 ja yhtiö on listattu Helsingin pörssissä. Toimintaympäristönä ovat kasvukeskukset Suomessa. Liikevaihto vuonna 2021 oli 932,6 miljoonaa euroa. SRV työllistää omien noin 1000 henkilön lisäksi myös noin 3600 kumppanin verkoston. [2.]

2 Logistiikka

2.1 Logistiikka käsitteenä

Niin kauan kuin tuotteita ja palveluita on vaihdettu, on ollut olemassa myös logistiikkaa. Logistiikkaa käsitteenä alettiin käyttämään liikkeenjohdon terminä 1950-luvun Yhdysvalloissa. Aiemmin logistiikka yhdistettiin helposti vain sodan käyntiin ja armeijan toimintoihin. Vähitellen kuitenkin kokonaiskustannukset, niiden vähentäminen sekä varastoinnin ja kuljetuksen kehittäminen saivat lisää huomiota. Tilaus-toimitusketjun kokonaishallinta on yleistynyt enimmäkseen vasta 2000-luvulla. [3.]

Logistiikka voidaan kuvata myös muilla, hieman toisistaan eroavilla määritelmillä. Edellisen kappaleen määritelmän lisäksi logistiikka on kustannustehokkaaseen ja tuottavaan hankintatoimeen, kuljetukseen ja varastointiin sekä jakeluun liittyvien materiaalien ja palvelujen suunnittelua, toteutusta ja seurantaasiakasvaatimukset huomioiden. Yrityksen tulo-, sisä- sekä lähtölogistiikka sisältyvät tähän määritelmään. Logistiikka nähdään myös prosessina eli sarjana erilaisia toimintoja. Logistiikka voidaan myös kiteyttää seuraavasti: [3.]

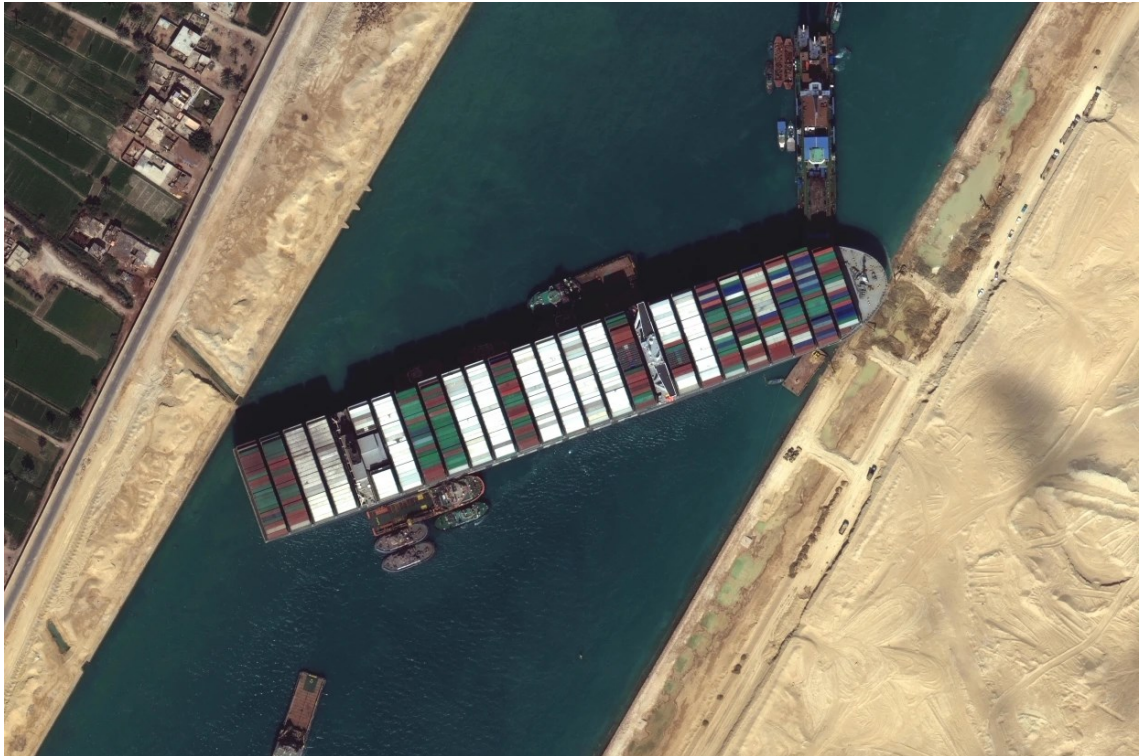
Logistiikka on tuotteen tai palvelun ja siihen liittyvän tiedon ja rahan hallintaa organisaatiossa asiakastarpeiden tyydyttämiseksi [3].

Tämä määritelmä korostaa myös asiakastarpeita. Määritelmän mukaisten asioiden tunnistaminen ja ennakointi ovat ratkaisevassa roolissa tuloksellisessa ja kannattavassa liiketoiminnassa. Menestyvän liiketoiminnan perustana voidaan pitää asiakaskeskeisyyttä ja asiakaslähtöisyyttä. [3.]

2.2 Logistiikan merkitys

Nykyajan liike-elämä olisi mahdotonta ilman tehokkaasti toimivaa logistiikkaa. EU-tasolla logistiikka on kirjattu yhdeksi keskeisistä toimialoista, jonka kautta pyritään parantamaan jäsenmaiden kilpailukykyä. Logistiikka ja sen ongelmat voivat toisaalta aiheuttaa suuriakin vahinkoja koko maailmataloudelle.

Esimerkiksi keväällä 2020 Islannissa sijaitseva Eyjafjallajökull-tulivuori pysäytti purkauksellaan Pohjois-Euroopan lentoliikenteen viikkokausiksi. Tuorempi tapaus sattui keväällä 2021, kun yksi maailman suurimmista rahtilaivoista kääntyi poikittain Suezin kanavassa ja pysäytti laivaliikenteeseen kuuden päivän ajaksi. [3; 4; 5.]



Kuva 2. Ever Given -konttilaiva Suezin kanavassa keväällä 2021 [6].

Suomessa logistiikan asettamia erityisvaatimuksia ovat esimerkiksi

- pitkät välimatkat vientiteollisuuden päämarkkina-alueille
- riippuvuus merikuljetuksista
- pohjoisen sijainnin tuomat erityispiirteet, esimerkiksi jääolosuhteet
- ohuet tavaravirrat kotimaassa. [3.]

Toisaalta Suomen markkinat ovat pienet kansainvälisessä vertailussa, sillä asukkaita on ainoastaan noin 5,5 miljoonaa. [3.]

Turun kauppakorkeakoulun ja liikehallinnon yhdessä julkaiseman logistiikkaselvityksen mukaan Suomen logistiikkakustannukset suhteessa BKT:hen vuonna 2019 olivat noin 10,9 prosenttia, joka on kansainvälisesti korkea lukema. Osan lukemasta selittää toimialaerot (esimerkiksi metalli- ja metsäteollisuuden suu-remmat logistiset kustannukset suhteutettuna esimerkiksi lääketeollisuuden kustannuksiin) sekä Suomen maantieteellinen sijainti päämarkkina-alueista. Tilaannetta voidaan kuitenkin parantaa viranomaisten sekä huolinta-alan ja siihen liittyvien asiakkaiden tekemällä yhteistyöllä. [3; 7.]

Logistiikan perustavoitteena voidaan pitää raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja valmiiden tuotteiden toimittamista tiettyyn paikkaan tiettyä aikana. Toimitukset suoritetaan noudattaen jokaisen yrityksen valitsemaa palvelutasoa niin, että yrityksen tulos taloudellisesti olisi mahdollisimman korkealla tasolla. Samaan aikaan on kuitenkin huomioitava ympäristö ja pyrittävä kuormittamaan sitä mahdollisimman vähän. [3.]

Logistiikkaa ei ole mahdollista ymmärtää täysin ilman kokonaiskuvaa liiketoimintaympäristöstä. Asiaa täytyy pohtia kokonaisuuden kannalta, pelkästään yhden osa-alueen tarkastelu ei riitä. Esimerkiksi hankintatoimen tekemät ratkaisut vaikuttavat erityisesti jakeluun, tuotantoon ja vaihto-omaisuuteen. Logistiikka on kokonaisprosessi, jonka avulla yritetään parantaa tilaus-toimitusketjun kilpailuasemaa. [3.]

3 Rakennustyömaan aluesuunnittelu

3.1 Työmaan turvallisuus

Rakennustyömaan huolellinen suunnittelu on perusta rakentamisen tuottavuudelle sekä työmaan vaikutusalueella olevien turvallisuudelle. Sen takia aluesuunnitelman laatiminen työmaa-alueen käytöstä on erityisen tärkeää. [8, s. 4.]

Työmaa-alueen suunnitteleminen turvallisesti edesauttaa myös rakentamisen laadun paranemisessa. Suunnittelun avulla varmistetaan töiden eteneminen tasaisella tahdilla sekä vähennetään tavaroiden ylimääräisiä siirtelyjä, kastumisia tai rikkoontumisia. [8, s. 4.]

Turvallisuus-asioista tiedottaessa aluesuunnitelma on kaikista tärkein dokumentti. Viestinnässä tulee myös huomioida eri kielten lisääntyvä määrä rakennustyömaalla. [8, s. 4.]

3.1.1 Työmaa-alueen vaaratekijät sekä vaarojen hallinta

Rakennustyömaa on jatkuvassa vuorovaikutuksessa sitä ympäröivän alueen kanssa. Työmaalla olevat riskit ovat uhka rakentajille, tavarantoimittajille, vierailijoille sekä työmaan ympäristössä liikkuville. Tunnistamalla vaarat oikea-aikaisesti sekä edistämällä turvallisuuteen liittyviä asioita, mahdollistetaan rakentaminen ilman tapaturmia. [8, s. 6.]

Suurimmat vaarantekijät työmaalla liittyvät työmaa-ajoneuvoihin, nostotöihin, kuormien purkuun sekä kaivantoihin. Myös työmaa-alueelle harhautuneet henkilöt ovat riskitekijä. Erityisesti autoilijat ovat vakava riski rakentajien turvallisuudelle. Ulkopuolisten turvallisuutta uhkaavat poikkeavat liikennejärjestelyt, työmaaliikenne ja kaivannot. [8, s. 6.]

Työmaan synnyttämät riskit ympäristölleen on ensin tunnistettava, jonka jälkeen riskejä on pystyttävä hallitsemaan. Täten riskienhallinta on työmaalla jatkuva

prosessi. Riskienhallinta aluesuunnittelun kautta etenee työmaan eri vaiheiden läpi tarjouslaskentavaiheesta sisävalmistusvaiheeseen. [8, s. 6.]

Lainsäädännön perustana on se, että rakennustyömaan vastuu on päätoteuttajalla. Suunniteltaessa työmaa-alueen käyttöä, päätoteuttajan on otettava huomioon riskit ja aloitettava tarvittavat toimenpiteet niiden korjaamiseksi. Päätoteuttajalla on vastuu, vaikka työn suorittaisi kolmas osapuoli. Tämä on huomioitava asia vaarojen kartoituksessa ja turvallisuuteen tähtäävässä aluesuunnittelussa. [8, s. 6.]

3.1.2 Työmaan ulkopuolisen liikenteen turvallisuus

Rakennustyömaan ja sen vaikutusalueen liikennejärjestelyihin joudutaan tekemään usein muutoksia, ja siksi suunnittelutyö on tehtävä huolellisesti. Katuja, teitä, jalkakäytäviä tai kevyeen liikenteen väyliä joudutaan kaventamaan, joukkoliikenteen järjestelyitä muuttamaan, nopeusrajoituksia alentamaan, rajoittamaan pysäköintimahdollisuuksia tai muulla tavalla vaikuttamaan tuttuihin ja normaaleihin liikennejärjestelyihin. [8, s. 8.]

Useimmiten rakennustyömaan päätoteuttajan vastuulla on suunnitella liikennejärjestelyjen muutokset ja huolehtia niiden toimivuudesta ja toteutuksesta, vaikka muutokset onkin usein hyväksyttävä tilaajalla ja viranomaisilla. Päätoteuttajan on myös tiedotettava riittävässä määrin liikennejärjestelyjen muutoksista. [8, s. 8.]

Ajoittain yleiselle liikenteelle tarkoitetuille kulkureiteille joudutaan ajamaan väliaikaisesti erityisesti betoniautoja tai nostureita. Kaduille voidaan joutua myös asentamaan telineitä, jolloin jalankulkijoiden turvallinen liikkuminen on ensisijaisen tärkeää. Haasteita tuovat myös jatkuvasti muuttuvat pitkäkestoiset työmaat, liikennejärjestelyjen toimivuuden varmistus sekä liikennejärjestelyjen pitäminen kunnossa. [8, s. 8.]

Työmaan liittymät yleiseen liikenteen on suunniteltava huolellisesti. Liittymää ei aina voida sijoittaa parhaaseen mahdolliseen paikkaan, mutta yleisen liikenteen ja työmaalta liittyvän liikenteen turvallisuus on taattava mahdollisimman hyvin. Työmaaliikenne väistää periaatteessa aina yleistä liikennettä, mutta tarvittaessa liikenteenohjaaja voi liittymäkohdissa varmistaa turvallisen liittymisen työmaalta liikenteeseen esimerkiksi maan- ja louheen ajossa. [8, s. 8–9.]

Jotta vastuut ja tehtävät voitaisiin jakaa, on olennaisen tärkeää tiedostaa työmaan vastualueen laajuus. Rakentamisen alue on rajattava tarkoitukseen sopivalla tavalla, talonrakennustyömailla yleisimmin aitaamalla. Aidat eivät saa kuitenkaan muodostaa näköestettä. Työmaaportit on sijoitettava niin, että yleiseen liikenteeseen kulkeminen portista olisi turvallista. Myös työmaan työntekijöiden turvallinen pääsy työmaalle ja sieltä pois on varmistettava. [8, s. 9.]

Opaskylttien avulla työmaan, varastoalueiden, porttien ja muiden tärkeiden paikkojen kulkuyhteydet saadaan selkeämmiksi sekä sujuvoitetaan työmaalla tapahtuvaa liikkumista. Saapumisopasteiden on oltava työmaaliikenteen havaittavissa näkyvillä paikoilla. Tällä mahdollistetaan työmaaliikenteelle ennakointi sekä aiheutetaan niin vähän häiriötä yleiselle liikenteelle kuin mahdollista. [8, s. 9.]



Kuva 3. Työmaa-aidat voivat olla myös kiinnostavia ja kaupunkitilaa tilapäisesti elävöittäviä rakenteita. Kuvassa graffitiseinä LYS-hankkeen työmaalla. [9].

3.1.3 Työmaan sisäisen liikenteen turvallisuus

Koko rakentaminen perustuu logistiikkaan. Työmailla tapahtuva kaivaminen, louhiminen, kuormaaminen, kuljettaminen, varastoiminen ja rakenteiden lopullinen asentaminen ovat kaikki riippuvaisia logistiikasta. Rakennustyömaa on logistiikan kautta ajateltuna aina toimitusketjun päätepiste. Työmaan sisäisen liikenteen ja varastoinnin suunnittelussa pyritään sujuvaan ja mahdollisimman turvalliseen lopputulokseen. [8, s. 11.]

Tärkeintä sisäisen liikenteen suunnittelussa on pienentää jalankulkijan ja koneen törmäyksen riskiä erottamalla ne toisistaan. Suunnittelun lähtökohtana on vaarojen tunnistaminen. Suurimmiksi arvioituihin riskeihin laaditaan tehokkaat toimenpiteet, jotka toteutetaan välittömästi. [8, s. 11.]

Elementtien, kappaleiden tai massojen koon kasvaessa tarvitaan myös niiden kuljettamiseen suurempia ja riskialttiimpia työkoneita. Suurimmat vaaranpaikat törmäykselle ovat työmaan parkkipaikka, työmaaportit, työmaatilojen ympäristö, varastot, kuormanpurkupaikat, työmaalle vievä pääkulkuväylä sekä hissien edusta. Suurin osa työmaan tapaturmista tapahtuu liikkuesssa joko työalueella tai työpisteelle. Ihmisellä on taipumus alitajuntaisesti valita turvallisimman reitin sijasta lyhin. [8, s. 11.]



Kuva 4. Laakson yhteissairaalan Reijolankadun työmaaliittymä. Työmaatie on yksisuuntainen ja portti toimii ainoastaan työmaa-ajoneuvojen sisäänajoporttina. [10; 11.]

3.1.4 Aluesuunnitelma ja sen hyödyntäminen

Aluesuunnitelman ensisijainen tarkoitus on suunnitella työmaa-alueen käyttö tukien töiden sujuvaa suorittamista sekä tuotannon turvallisuutta. Sen tehtävänä on myös edistää viestintää työmaajärjestelyistä ja niiden muutoksista aina tarvittaessa. [8, s. 32.]

Lainsäädännön suunnittelulle asettama tavoite on se, että työmaalla työskentelevien tai sen vaikutuspiirissä olevien henkilöiden turvallisuus ei vaarantuisi missään vaiheessa. Aluesuunnittelu onkin ensisijaisesti prosessi, jonka tavoitteena on pienentää rakennustyömaan riskejä mahdollisimman tehokkaasti. [8, s. 32.]

Aluesuunnittelun toteutuksesta vastaa alkujaan rakennuskohteen työpäällikkö. Suunnittelua toteutetaan yhteistyössä vastaavan työjohtajan sekä tapauskohtaisesti työmaainsinöörin kanssa. Jotta riskienhallinta olisi mahdollisimman kattavaa, suunnitelman laatimiseen on hyvä osallistaa myös työmaan muita osapuo- lia. Varsinkin tilaaja, suunnittelijat sekä keskeiset aliurakoitsijat ja tavarantoimit-

tajat on hyvä ottaa mukaan suunnitteluprosessiin. Isoilla tai muuten korkean työturvallisuusriskin omaavilla työmailla suunnitteluun on otettava mukaan myös pelastusviranomaiset. [8, s. 32.]

Suunnitelma on asetettava esille työmaan keskeisille paikoille, kuten porteille, sosiaalitiloihin ja toimistoihin. Aluesuunnitelma on lisäksi olennainen osa työmaan perehdyttämisessä. Tuotannon tehokkuutta voidaan lisätä panostamalla uusien työntekijöiden sekä esimerkiksi kuljetusliikkeen kuljettajien informoimiseen. Ajantasaisesta sekä kattavasta suunnitelmasta löytyy vastaus lukuihin kysymyksiin. Ilman hyvää aluesuunnitelmaa asioiden selvittämiseen kuluu ylimääräistä työaikaa. [8, s. 32.]

Aluesuunnitelma on perinteisesti esitetty paperitulosteena, mutta nykyään suunnitelman esittämisessä voidaan hyödyntää myös magneettitauluja, infonäyttöjä sekä 3D- / 4D-malleja, joista on hyötyä varsinkin laajoissa ja monimuotoisissa rakennuskohteissa. 3D- ja 4D-malleja on mahdollista esittää myös VR-lasien kautta. Aluesuunnitelma on myös hyvä lähettää etukäteen autonkuljettajille lähestymisohjeena. [8, s. 33.]



Kuva 5. VR-lasien käyttö rakennuskohteissa lisääntyy jatkuvasti [12].

Ajantasaista aluesuunnitelmaa kannattaa hyödyntää päivittäisissä työsuunnitelmissa sekä pidettäessä työtehtävien aloitus-, suunnittelu- ja urakoitsijapalavereja. Aluesuunnitelman voi ladata myös esimerkiksi internetiin, jolloin työmaalle saapuvalla on mahdollisuus perehtyä työmaahan jo etukäteen. [8, s. 33.]

3.2 Aluesuunnitelma rakentamisen eri vaiheissa

Työmaan aluesuunnittelu aloitetaan toteutussuunnittelu- ja urakkalaskentavaiheessa, jolloin hankkeen toteutustavasta tehdään alustavat päätökset. Päätettäviin asioihin kuuluvat esimerkiksi lohkottaminen ja rakennuksen rungon rakennustapa sekä toteutuksessa käytettävät työmenetelmät. Hankesuunnittelu- ja urakkatarjousvaiheessa aluesuunnittelu keskittyy erityisesti järjestelyihin, jotka ovat käyttökelpoisia koko rakentamisen ajan ja joista muodostuu rakennushankkeeseen suorite- ja aikasidonnaisia kustannuksia. [13, s. 1.]

Kun rakentamispäätös on saatu, suunnitellaan toteutuksen tuotannonsuunnitteluvaiheessa työmaa-alueen käyttö kokonaisvaltaisesti koko toteutuksen ajaksi. Lisäksi laaditaan yleisaluesuunnitelma, jota täydennetään, muutetaan ja laajennetaan siirryttäessä rakentamisvaiheesta toiseen. [13, s. 1.]

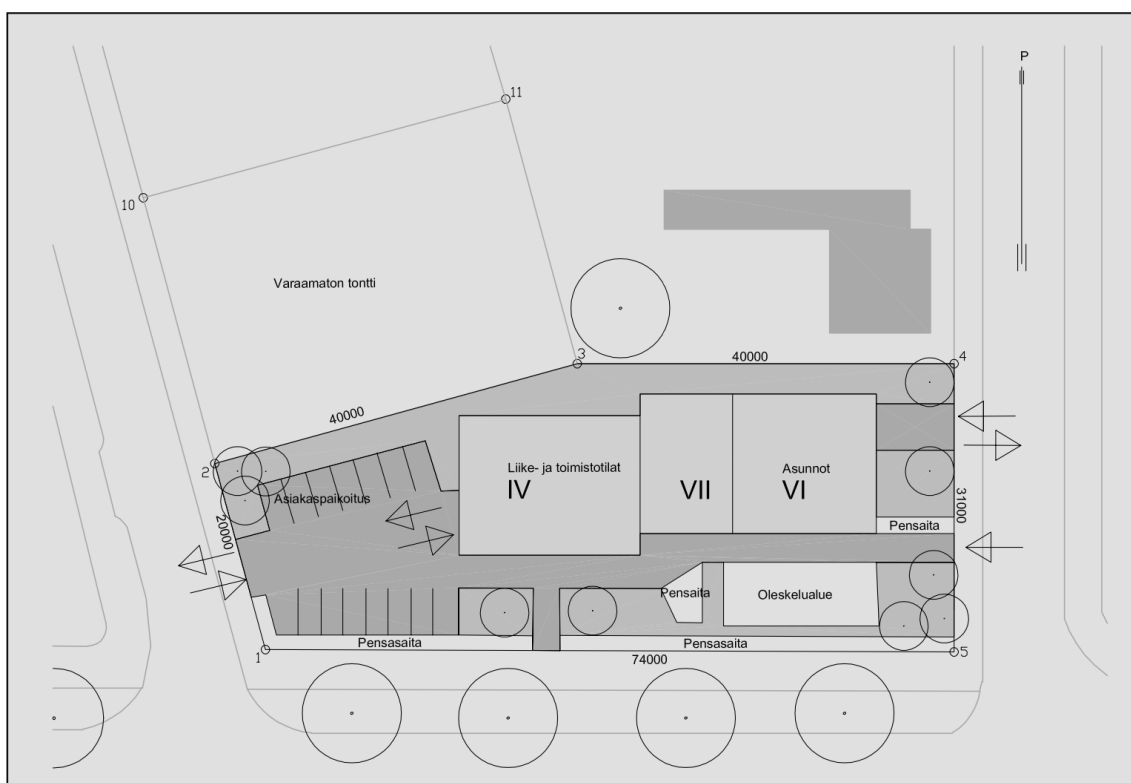
3.2.1 Aluesuunnitelma urakkatarjousvaiheessa

Urakkatarjouksen laskennan ja rakennushankkeen toteutuksen valmistelun yhteydessä päätetään myös rakennushankkeen toteutuksesta. Päätettäviin asioihin kuuluu esimerkiksi oman työn, aliurakoinnin ja tuoteosakauppojen määrä. Lisäksi laaditaan hankkeen alustavat tuotantosuunnitelmat. Suunnitelmien laatimiseen osallistuu yleensä rakennusyrityksen tuotantohenkilöstö, esimerkiksi rakennushankkeeseen valittu työpäällikkö apunaan vastaava työnjohtaja, työmaainsinööri ja laskentahenkilöt. [13, s. 3.]

Työmaa-alueen käyttöä sekä rakennusaikaisia järjestelyjä suunniteltaessa huomioidaan suunnitelmien toimivuus koko rakentamisen ajan. Suunnitteluun vaikuttavia asioita ovat työmaa-alueen ja rakennustöiden laajuus, valitut tuotanto-,

toteutus- ja työmenetelmät, henkilöstömäärä, työmaan kuljetus-, siirto- ja nostotarpeet sekä kohdekohtaiset vaatimukset. [13, s. 3.]

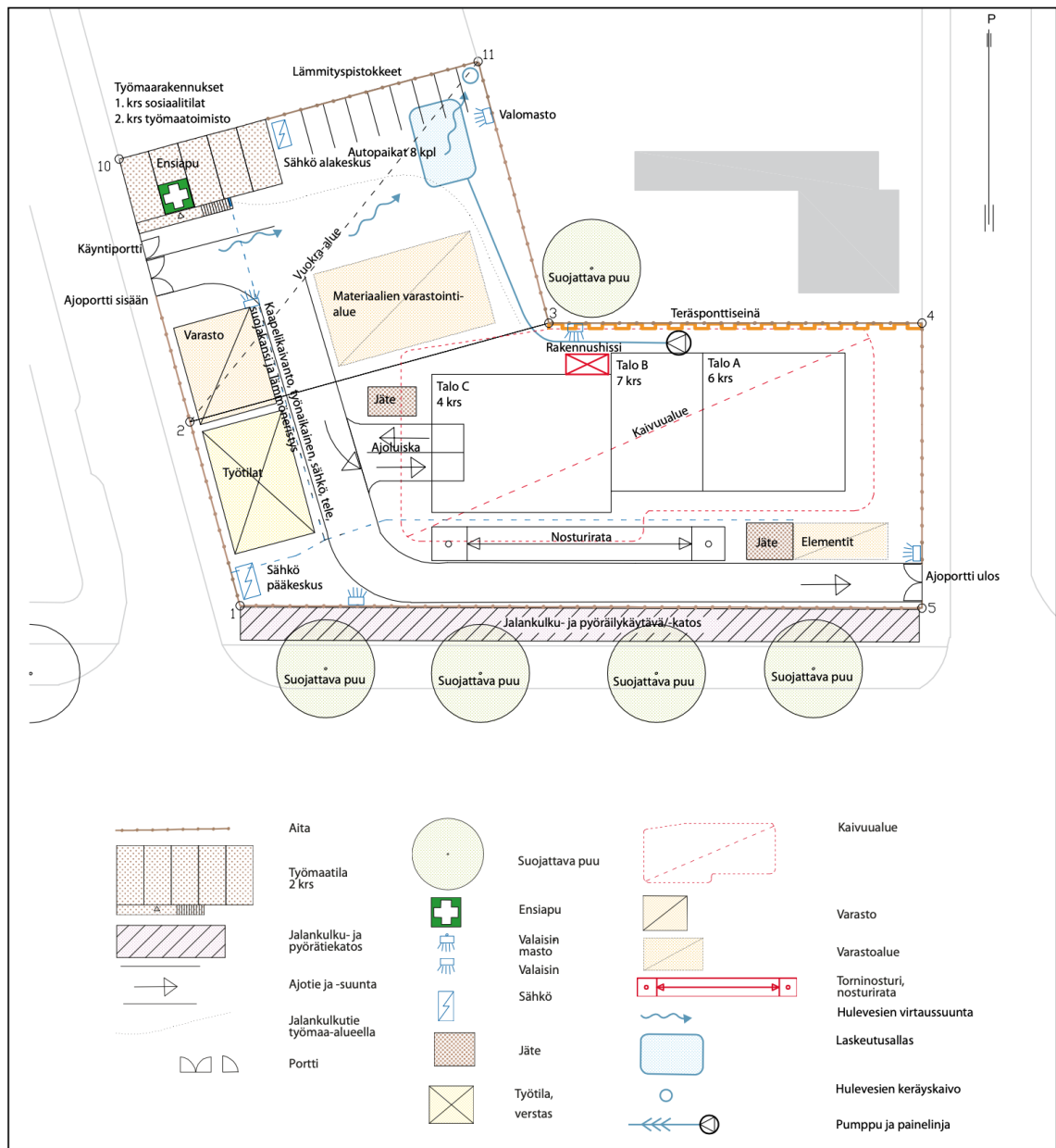
Tarjousvaiheessa selvitettäviin asioihin kuuluvat myös rakennusalueen laajuus ja riittävyys, tarve lisäalueille, esimerkiksi tarvitseeko katualueita vuokrata sekä alueeseen vaikuttavat viranomais määräykset ja -ohjeet. Työmaa-alueen käyttö suunnitellaan siten, että se palvelee työmaata koko rakentamisen ajan. [13, s. 3.]



Kuva 6. Urakkatarjousvaiheessa aluesuunnittelun perusteena on yleensä arkkitehdin piirtämä asemapiirros, jossa kuvataan rakennushankkeen lopputilanne [13, s. 2].

3.2.2 Aluesuunnitelma yleissuunnitteluvaiheessa

Yleissuunnitteluvaiheessa (tuotannonsuunnitteluvaiheessa) työmaa-alueen käyttö suunnitellaan koko toteutuksen ajaksi, jonka lisäksi laaditaan yleisalue-suunnitelma. Työmaa-alueen käytön suunnitteluun vaikuttaa valitut tuotantotavat ja -menetelmät, rakennettavan rakennuksen laajuus sekä ympäristön ja rakennusalueen ominaisuudet. [13, s. 4.]

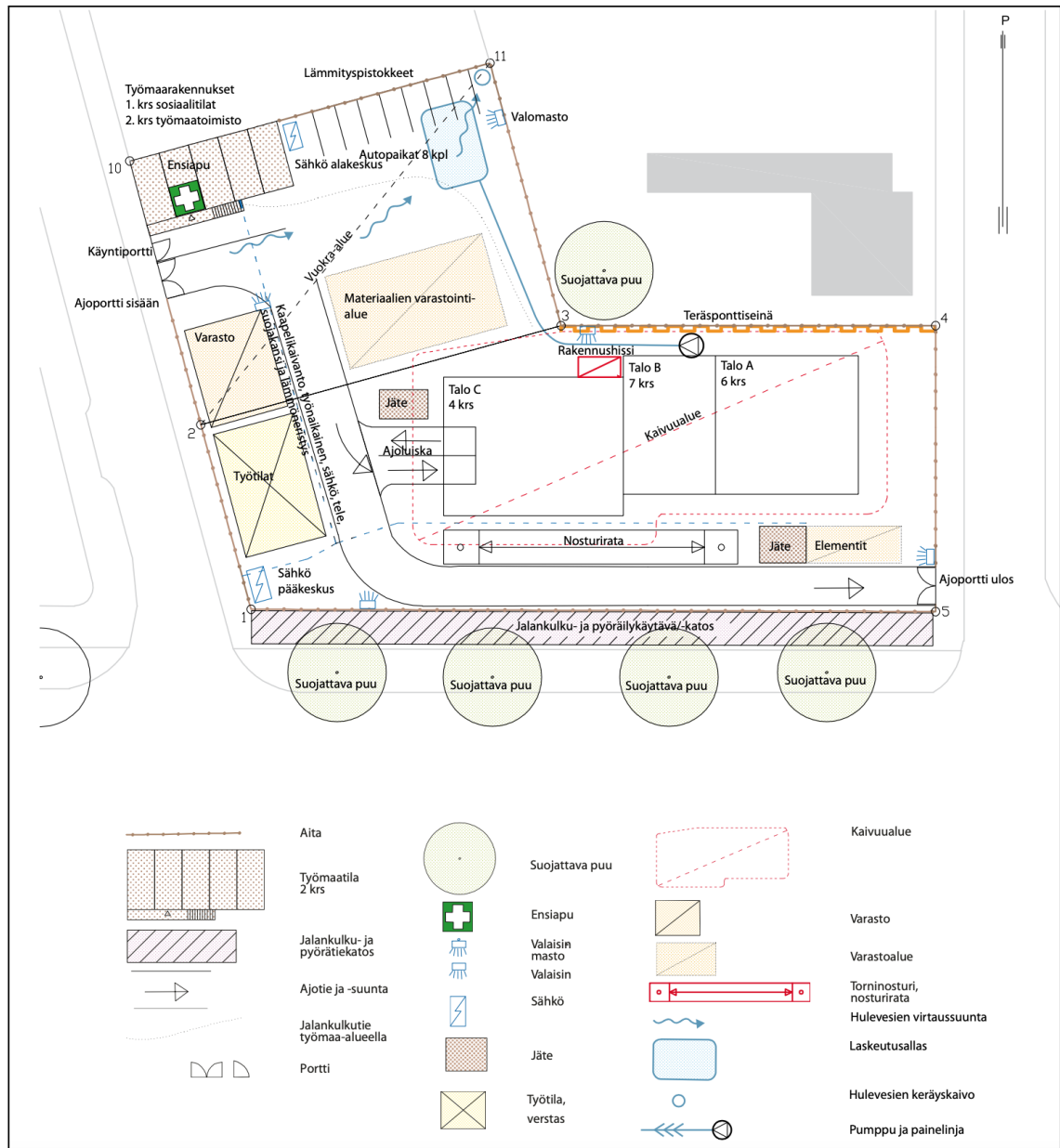


Kuva 7. Yleissuunnitteluvaiheessa työmaa-alueen käyttö suunnitellaan koko toteutuksen ajaksi [13, s. 4].

3.2.3 Aluesuunnitelma maarakennus- ja perustusvaiheessa

Maarakennus- ja perustusvaiheessa aluesuunnitelman pohjana toimii yleisalue-suunnitelma, jota pelkistetään vastaamaan maarakennus- ja perustamisraKEN-tamisvaiheen tilannetta. Aluesuunnittelua tehdään jatkuvasti maa- ja perustus-töiden etenemisen mukaan ja aluesuunnitelmaan tehdään muutoksia rakennus-toimien edetessä ja työmaa-alueen käytön muuttuessa. Tehdyt muutokset, muutosten päivämäärät ja muutokset merkitään selkeästi aluesuunnitelmaan. Hyviä tapoja ovat esimerkiksi liimattavat huomionuolitarrat, eri värit tai muut selkeästi erottuvat merkintätavat. [13, s. 8.]

Aluesuunnitelman tulee vastata koko rakennusvaiheen ajan työmaatilannetta. Tällä mahdollistetaan joustava siirtyminen maarakennus- ja perustamisvai-heesta runkotyövaiheeseen ilman, että työmaa-aluetta tarvitsisi uudelleenjärjes-tellä. [13, s. 8.]



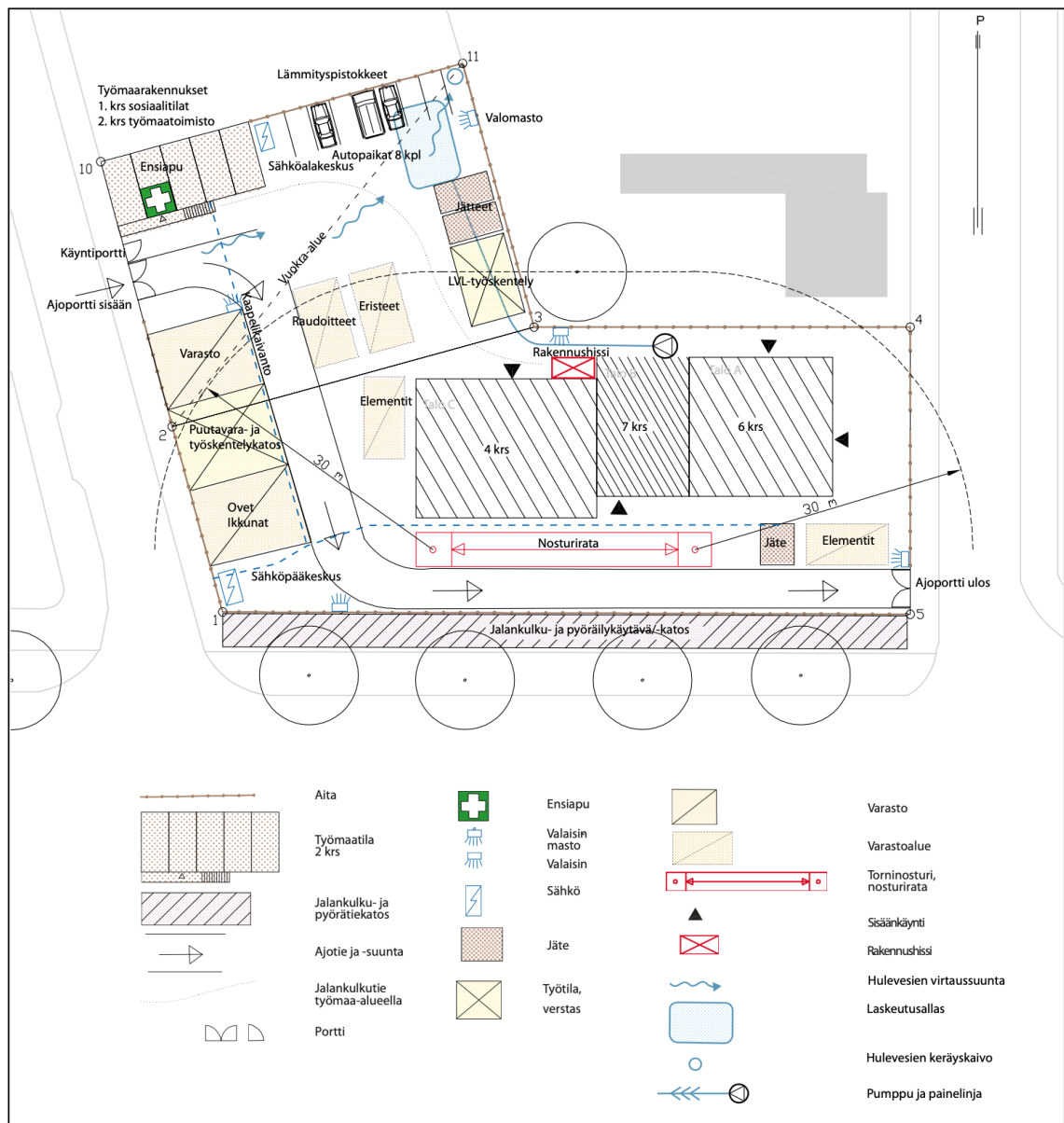
Kuva 8. Aluesuunnitelma maarakennus- ja perustusvaiheessa [13, s. 8].

3.2.4 Aluesuunnitelma runkotyövaiheessa

Runkotyövaiheen aluesuunnitelma perustuu yleisaluesuunnitelmaan sekä maa-rakennus- ja perustusvaiheiden aluesuunnitelmiin [13, s. 8].

Runkotyövaiheen aluesuunnitelmaa päivitetään koko runkotyövaiheen ajan.

Suunnitelman kirjallisen version ja työmaatilanteen on vastattava aina toisiaan, jotta runkotyövaiheesta voidaan siirtyä joustavasti sisätyövaiheeseen. [13, s. 8.]

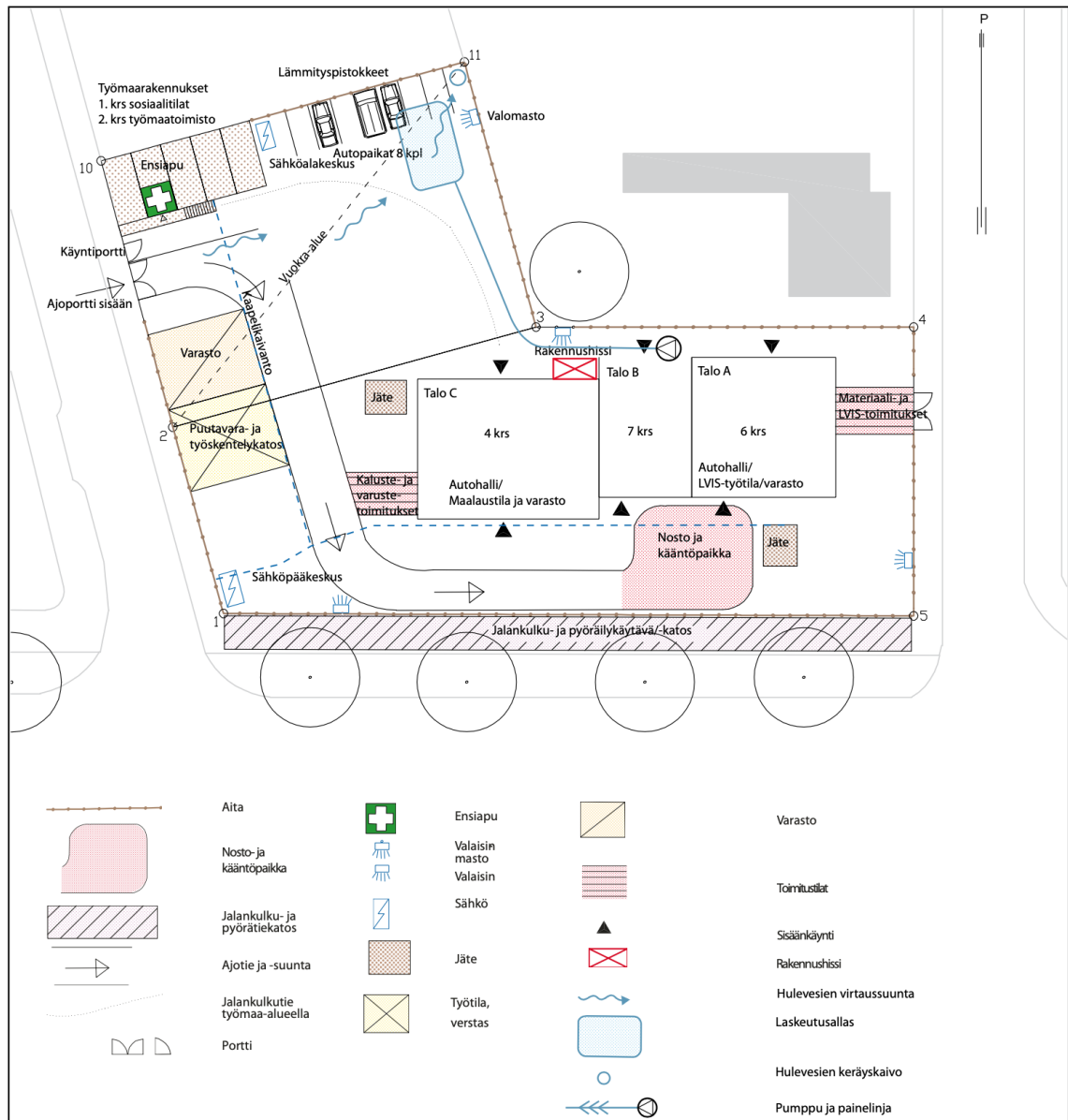


Kuva 9. Aluesuunnitelma runkotyövaiheessa [13, s. 8].

3.2.5 Aluesuunnitelma sisätyövaiheessa

Sisätyövaiheen aluesuunnitelman pohjana toimii yleisaluesuunnitelma ja sitä täydentäneet aluesuunnitelmat [13, s. 8].

Sisätyövaiheen aluesuunnitelma pidetään ajan tasalla koko sisätyövaiheen ajan, jotta aluesuunnitelma ja työmaan tilanne vastaisivat toisiaan [13, s. 8].



Kuva 10. Sisätyövaiheen aluesuunnittelussa huomiota saavat logistiikkajärjestelyt ja rakennusalueen viimeistelytyöihin valmistautuminen [13, s. 8].

4 Materiaalitoimitusten suunnittelu ja ohjaus

Toimitusten ohjauksen perusajatuksena on se, että oikeat materiaalit ovat oikeaan aikaan oikeassa paikassa. Ilman toimivaa toimitusketjua töiden eteneminen suunnitellussa aikataulussa olisi mahdotonta. [14, s. 1.]

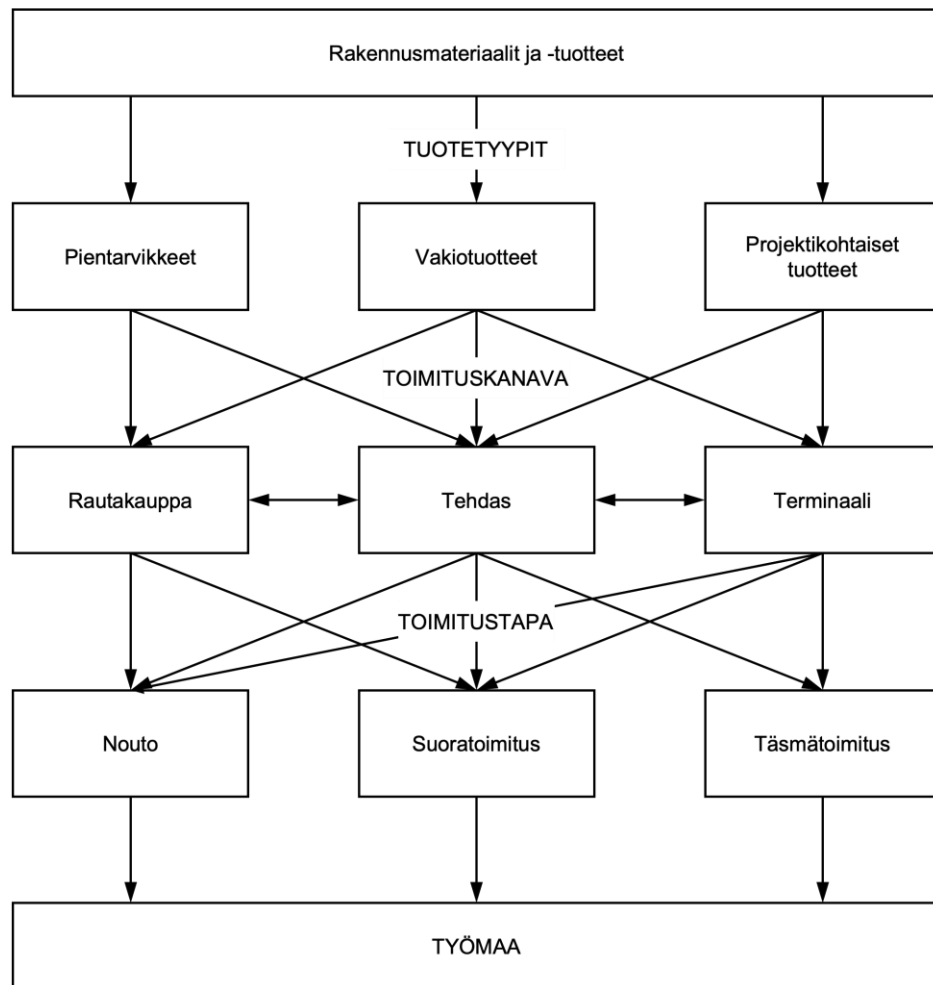
Kun toimintaa saadaan suunnitelmien mukaisesti häiriöttömäksi, hukka pienenee, tuotannon aikataulunpito tehostuu ja kustannukset laskevat. Tämä vaikuttaa myös suoraan tuottavuuden paranemiseen. [14, s. 1.]

Toimitusketju voidaan jakaa hankinta- ja toimitusvaiheisiin. Hankintavaihe koostuu hankintakokonaisuuksien ja -vastuiden määrittelystä, hankintojen aikataulutamisesta sekä tilausten ja sopimusten laatimisesta. Toimitusvaiheen aloitus tapahtuu tilatun tuotteen valmistuksen käynnistyttyä ja päättyy tuotteiden asentamiseen työmaalla. [14, s. 1.]

4.1 Toimitusketjut

Kun hankintoja tarkastellaan rakennustuotteiden suunnittelutarpeen kautta, hankinnat voidaan jakaa kolmeen ryhmään: pientarvikkeet, vakiotuotteet ja projekti-kohtaiset hankinnat. Materiaalien lisäksi hankinnat voivat olla myös työtä tai palveluita. [14, s. 4.]

Materiaalit voidaan tilata työmaalle päätoteuttajan suorittamina omina hankintoina tai ne sovitaan sisältyvän osana aliurakkaa tai tuoteosakauppaa. Hankintatapa valitaan sen mukaan, mikä on yritysten hankintapolitiikka, millainen rakennettava kohde on, mitkä ovat tilaajan vaatimukset ja mikä on sen hetkinen markkinatilanne. Vaikka materiaalit olisi sisällytetty aliurakkaan tai tuoteosakauppaan, pääurakoitsijan on osallistuttava toimitusten suunnitteluun ja valvottava materiaalitoimituksia pitääkseen tuotannon hallinnassa. [14, s. 4.]



Kuva 11. Rakennushankkeen toimitusketjut [14, s. 4].

4.1.1 Toimituskanavat

Terminaalista tulevassa toimituksessa maahantuoja tai valmistaja toimittaa tuotteet välivarastona toimivaan terminaaliin. Välivarastossa tuotteita voidaan yhdistellä eri tavarantoimittajien tuotteista työmaalle lähteviksi kuormiksi. Tuotteita voidaan myös pakata ja lastata ns. täsmätoimitusten asettamien vaatimusten mukaisesti, esimerkiksi asunnoittain tai kerroksittain. Tuotteita voidaan myös setittää asennuspaketeiksi. [14, s. 4.]

Tehdastoimituksessa tuotteiden ja materiaalien toimitus tapahtuu suoraan maahantuojaan tai valmistajan varastosta työmaalle. Tehtaalta lähtevät kuormat

pyritään aina ajamaan mahdollisimman täysinä, jolloin kuorma voi sisältää kyseisen toimittajan eri työmaille meneviä tuotteita. [14, s. 4.]

Rautakaupasta tai tukkuliikkeen varastosta lähtevissä toimituksissa kuormiin on mahdollista yhdistellä tuotteita eri toimittajilta. Tukkuliike tai rautakauppa ei tavallisesti tarjoa tuotteiden setitystä työkohteittain tai tuotteiden pakkaamista esimerkiksi huoneistokohtaisesti. [14, s. 4.]

4.1.2 Toimitustavat

Toimitustavat voidaan jakaa suoratoimitukseen, täsmätoimitukseen ja noutoon. Suoratoimitus on toimitustavoista perinteisin, ja siinä tuotteet kuljetetaan työmaalle rautakaupasta, tukkuliikkeen varastosta tai suoraan valmistajan tehtaalta. Työmaan on myös mahdollista kotiinkutsua tuotteita suoratoimitettuina sovitus kokoisina osatoimituksina. Tuotteiden kuljetuksesta vastaa sopimuksessa määritellyt taho, eli joko tavarantoimittaja tai työmaa. Suoratoimituksessa ei välttämättä ole sovittu tarkemmin toimituskohteesta työmaalla. [14, s. 4.]

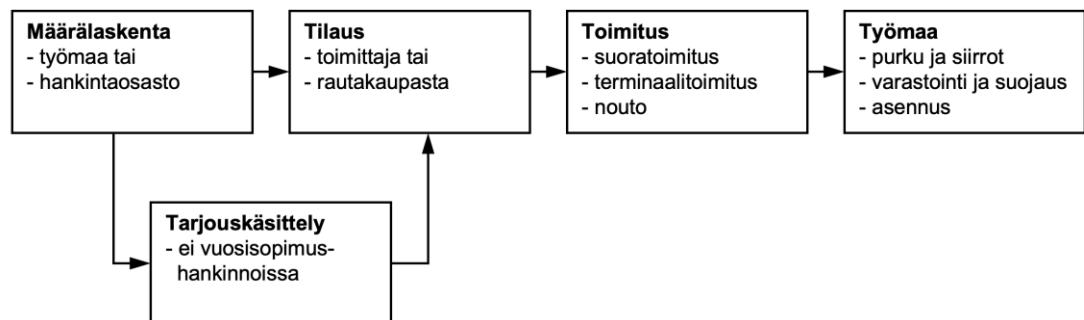
Täsmätoimituksessa sovitaan tuotteiden tarkka toimitusajankohta tai aikaikkuna. Tuotteet on tyypillisesti merkitty ja pakattu jonkin tietyn toimituskohteen, esimerkiksi huoneiston mukaan. Myös tehtaalta tuotteet voi tilata täsmätoimituksina. Terminaalipalvelun järjestäjä voi myös yhdistellä ja pakata tuotteita täsmätoimituksiksi useiden eri valmistajien ja maahantuojien valikoimista. Täsmätoimituksen vaatimuksena on tarkka aikataulun suunnittelu sekä hyvä tiedonkulku työmaan, terminaalien ja toimittajien välillä. Terminaalipalvelun järjestäjän on tärkeä saada välittömästi tietoa toimitettavien tuotteiden aikataulu-, määrä- ja laatumuutoksista. [14, s. 4.]

Nouto toimitustapana on perusteltavissa ainoastaan harvoin tarvittavien pientarvikkeiden hankintakanavana. Työmaalla sijaitsee yleensä pientarvikevarasto, jonne pientarvikkeiden toimitukset voidaan osoittaa.

Pientarvikevaraston tuotteet ja niihin liittyvä ylläpito on joko työmaan tai sopimuksen mukaan rautakaupan tai muun tavarantoimittajan vastuulla. [14, s. 4.]

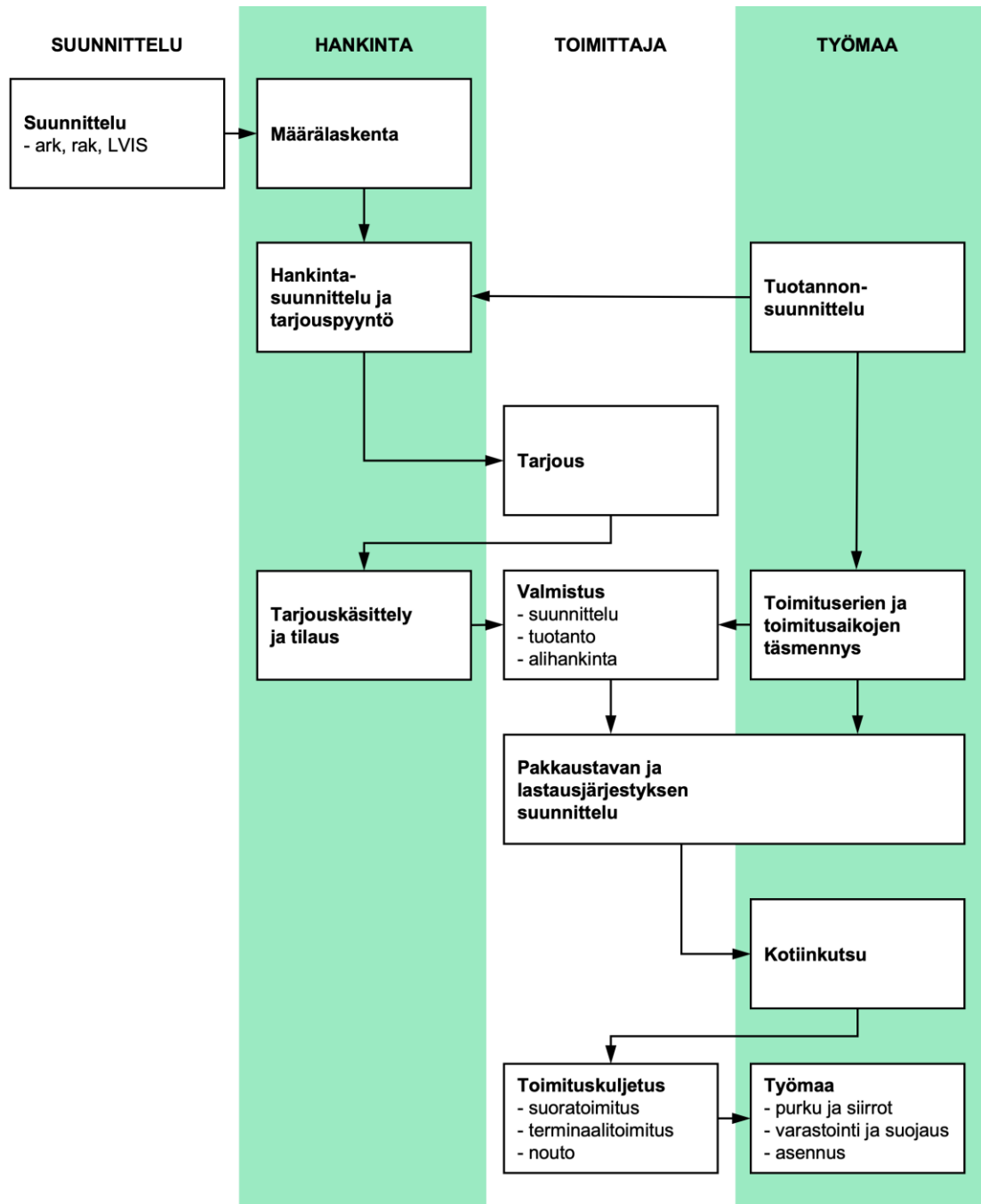
4.1.3 Vakio- ja projektikohtaisten tuotteiden tyypilliset hankinta- ja toimitusketjut

Vakiokohtaisten tuotteiden hankinta- ja toimitusketjut ovat tavallisesti melko suoraviivainen prosessi. Työmaaorganisaatio tai hankintaosasto laskee tarvittavat määrät vakiokohtaisille tuotteille, niistä tehdään tarjouspyynnöt toimittajille ja ne tilataan työmaalle. Tyypillisesti rakennusyritykset tekevät tavarantoimittajien kanssa kausi- ja vuosisopimuksia, joiden tarkoituksena on turvata tuotteiden saatavuus ja hinta. [14, s. 4.]



Kuva 12. Vakiotuotteiden hankinta- ja toimitusketjun päävaiheet [14, s. 5].

Projektikohtaisten tuotteiden hankintaketju on monitahoisempi prosessi, sillä siinä on osallisena useita eri osapuolia. Tyypillisimmät haasteet projektikohtaisten tuotteiden toimitusten ohjauksessa liittyvät tiedonkulkuun. [14, s. 4.]



Kuva 13. Projektikohtaisten tuotteiden hankinta- ja toimitusketjun päävaiheet [14, s. 5].

5 Materiaalilogistiikan tehostaminen

Materiaalilogistiikalla on kasvava merkitys rakentamiseen liittyvässä toiminnan ohjauksessa sekä rakennusprojektin onnistuneessa läpiviennissä. Logistiikan on ajateltu ainakin 1990-luvulta alkaen olevan ostotoimintaa laajempi kokonaisuus, jossa painotus on ollut materiaalivirran ohjauksessa sekä tehokkaassa materiaalinkäsittelyssä. 2000-luvulla logistiikan merkitys toimitusketjun hallinnassa (koko hankinta- ja toimitusketjujen sekä niiden johtamisen laajempi käsittely) on lisääntynyt. Edellisinä vuosina korostuvana aiheena on erityisesti ollut oikeaoppinen käsittelytapa, jolla materiaalien terveellisyys ja turvallisuus voidaan taata. Materiaalien käsittely on myös osa Kuivaketju10-toimintamallia. [15, s. 4.]

Vaikka materiaalilogistiikassa on tapahtunut paljon kehitystä, sen potentiaali tehostaa työmaan tuottavuutta sekä tuotannon sujuvuutta ei ole saanut tarpeeksi huomiota. Materiaalilogistiikka on keskittynyt liikaa materiaalitoimitusprosessin tehokkuuteen, kun pääpaino olisi voinut siirtyä enemmän prosessiin liittyvän asiakkaan, eli työtä suorittavan asentajan tehokkuuteen. Viimeisimmät tutkimukset liittyen työmaan hukkaan ja työajan käyttöön kertovat, että työntekijät käyttävät työmaalla jopa 30 % työajastaan lopputuotteelle lisäarvoa tuottamattomiin tehtäviin. Näitä ovat esimerkiksi erilaiset materiaaleihin liittyvät nouto-, etsimis-, haaus- ja esikäsittelytehtävät. Samaan aikaan kuitenkin rakennusalan uudet toiminnanohjaus- ja tuotantomenetelmät, esimerkiksi tahtituotanto ja esivalmistus, vaativat tarkemman ja täsmällisemmän tuote- ja materiaalivirtojen hallinnan. Materiaalilogistiikan haasteita lisää myös rakentamisen keskittyminen ahtaisiin kaupunkiympäristöihin. [15, s. 4.]

5.1 Materiaalilogistiikan kehittyneet osaratkaisut

Aalto-yliopistossa laadittiin vuonna 2019 Building 2030 -konsortion Logistiikka-osahankkeen raportti, jossa tunnistettiin materiaalilogistiikalle neljä kehittyntä osaratkaisua. Nämä ovat täsmätoimitukset, asennussarjat ja -paketit, toimittajien hallinnoimat varastot ja toimitukset sekä logistiikkakeskus. Useat rakennus-

alan toimijat ovat jo ottaneet kyseiset osaratkaisut käyttöön vaihtelevissa määrin. [15, s. 4.] Kyseisiä osaratkaisuja sivuttiin osittain edellisessä kappaleessa, mutta seuraavaksi niitä käsitellään tarkemmin pohjustamaan materiaalogistii-
kan tehokasta kokonaisratkaisua.

5.1.1 Täsmätoimitukset

Täsmätoimitukset ovat rakennusmateriaalien toimittamista rakennustyömaalle vasta juuri ennen niiden asentamista. Esimerkiksi betonielementit asennetaan usein suoraan kuljetusajoneuvon lavalta ja muiden tuotteiden kohdalla toimitus voidaan ajoittaa asennusta edeltävälle päivälle. Täsmätoimituksessa tuotteilla on usein myös tarkka toimituskohde, esimerkiksi rakennuksen tietty kerros tai huone. Täsmätoimitusten tärkein tavoite on vähentää työmaalla tapahtuvaa varastointia sekä siihen liittyviä käsittelykustannuksia ja materiaalihukkaa. Ahtaalla työmaalla varastointi usein myös hankaloittaa muiden työvaiheiden mahdollisimman tehokasta toteutusta. [15, s. 4–5.]

5.1.2 Asennussarjat ja -paketit

Yksi täsmätoimituksien erityismuodoista on asennussarjat ja -paketit (voidaan käyttää myös nimitystä setitys). Työmaan tietyssä työvaiheessa rakennusmateriaalit kootaan rakennuspaketeiksi (tai seteiksi), sisältäen myös tarvittavat pien-tarvikkeet. Pakettien koonti vaatii aina huolellista logistiikan suunnittelua, sekä tehtäväkohtaisesti eriteltyä materiaali- ja tarvikelistausta. Rakennuspaketit soveltuvat hyvin esimerkiksi saneerauskohteisiin, jossa varastointiin käytettävää tilaa on vähän ja työt pitäisi saada nopeasti valmiiksi. Muita hyviä käyttökohteita ovat tahtituotannolla toteutettavat uudiskohteet sekä huoneistokohtaisesti jaotellut talotekniikka-asennukset ja laatoitustyöt. Setitys osana täsmätoimituksia auttaa vähentämään myös työmaan materiaalihukkaa. Lisäksi asennustyöt edistyvät nopeammin, sillä juuri tarvittavat materiaalit ovat käytettävissä asennus-
tan välittömässä läheisyydessä. Rakennusmateriaaleja on mahdollista myös esiasentaa setityspisteellä, jolloin asennustyötä voidaan tehostaa entisestään. Jos setitystä verrataan perinteiseen täsmätoimitukseen, setitystä käytetään

enemmän pienempien bulkkimateriaalien kanssa. Setityksen haasteet liittyvät usein työmaan aikataulu- sekä suunnittelutietojen saamiseen riittävällä tarkkuudella, jolloin setitystä ei voida toteuttaa mahdollisimman tehokkaasti. Materiaalien setitys vaatii myös tilaa, jota ei aina ole saatavilla. [15, s. 5.]

Rakennushankkeiden yhteydessä on tehty myös tutkimuksia liittyen asennus-sarjojen todellisiin vaikutuksiin. Yksi tutkimuksista osoitti asennuspakettien li-sänneen työkohteen käyttöastetta oikeiden materiaalien löydyttyä työkohteen läheltä oikeaan aikaan. Myös aiheeseen liittyvästä diplomityöstä selvisi tehtävä-kohtaisen tuottavuuden nousu asennuspaketteja käytettäessä. Asentajalla oli käytettävissä enemmän aikaa varsinaiseen työsuoritukseen, kun materiaalien etsiminen ja siirtäminen vähenivät merkittävästi. [15, s. 5.]

5.1.3 Toimittajien hallinnoimat varastot ja toimitukset

Työmaalla voi sijaita myös tavarantoimittajan omistama ”kauppa” tai varasto, jonka valikoimissa on urakoitsijoiden tarvitsemia pientuotteita. Tuotteet on jär-jestetty nimikkeittäin ja niiden ostamisesta on tehty mahdollisimman helppoa ja nopeaa. Varaston käytön hyötyjä on esimerkiksi sen käyttöönoton helppous sekä logistiikan vastuuttaminen toimittajalle. Varasto auttaa myös vähentämään hukkaa, kun turhia noutoja ja kuljetuksia ei enää ole. Samalla myös työmaa-kaluston käyttö tehostuu. [15, s. 5.]

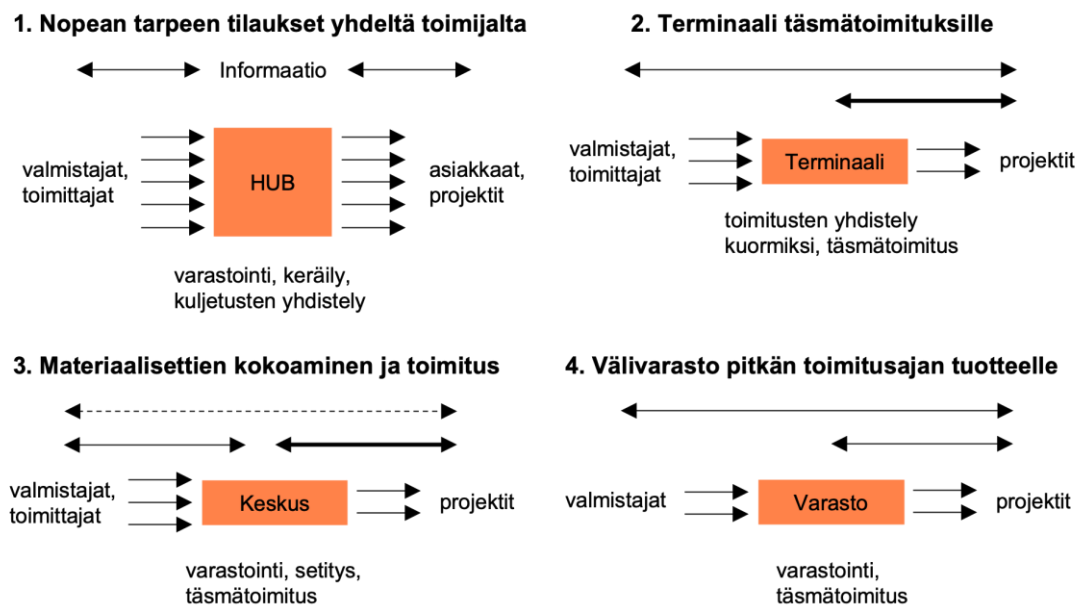
5.1.4 Logistiikkakeskus/terminaali

Logistiikkakeskuksesta (tai terminaalista) on hyötyä tuotteiden välivarastoin-nissa sekä niiden oikea-aikaisessa toimittamisessa työmaalle. Logistiikkakes-kuksessa välivarastoidaan usein erilaisia vakiotuotteita, kuten tiiliä, laattoja ja sahatavaraa. Logistiikkakeskuksessa on myös tarvittavat tilat tuotteiden setityk-seen. [15, s. 5.]

Logistiikkakeskuksesta on selkeintä hyötyä, jos työmaalla ei ole tarpeeksi va-rastotilaa tai tuotteiden saapumisajankohdasta ei ole varmuutta. Esimerkiksi

ulkomailta tilatuissa tuotteissa toimitusaika-arviot voivat vaihdella useilla viikoilla. Keskuksessa voidaan varastoida myös isompia tilauseriä, jolla voidaan minimoida tuotteiden saatavuusongelmat työmailla, lyhentää toimitusaikoja sekä saavuttaa kustannussäästöjä. Logistiikkakeskus voi palvella samanaikaisesti useita työmaita, jolloin myös suurempia tilauseriä on mahdollista hyödyntää eri työmailla. [15, s. 6.]

Kuvasta 20 selviää, miten logistiikkakeskukset ovat hyödynnettävissä eri käyttötarpeissa. HUB-tyyppinen logistiikkakeskus toimii parhaiten, kun halutaan tehdä nopeasti tilauksia tietyltä toimijalta. Tämä vaatii kuitenkin materiaalisuunnitelmilta riittävää yksityiskohtaisuutta. Logistiikkakeskus mahdollistaa myös täsmätoimitukset sekä toimii välivarastona tuotteille, joilla on pitkä tai epävarma toimitusaika. Keskuksessa voidaan myös kasata asennuspaketteja tai lajitella työmaalta tulevaa rakennusjätettä. [15, s. 6.]



- Logistiikkakeskuksella voi olla monta eri roolia hankkeessa
- Tarvitaan selkeät käyttöohjeet eri urakoitsijoille
- Hyötyjen mittaaminen tärkeää, mutta haastavaa: suorien kustannusten ja hyötyjen lisäksi huomioitava keskuksen rooli esim. riskien hallinnassa

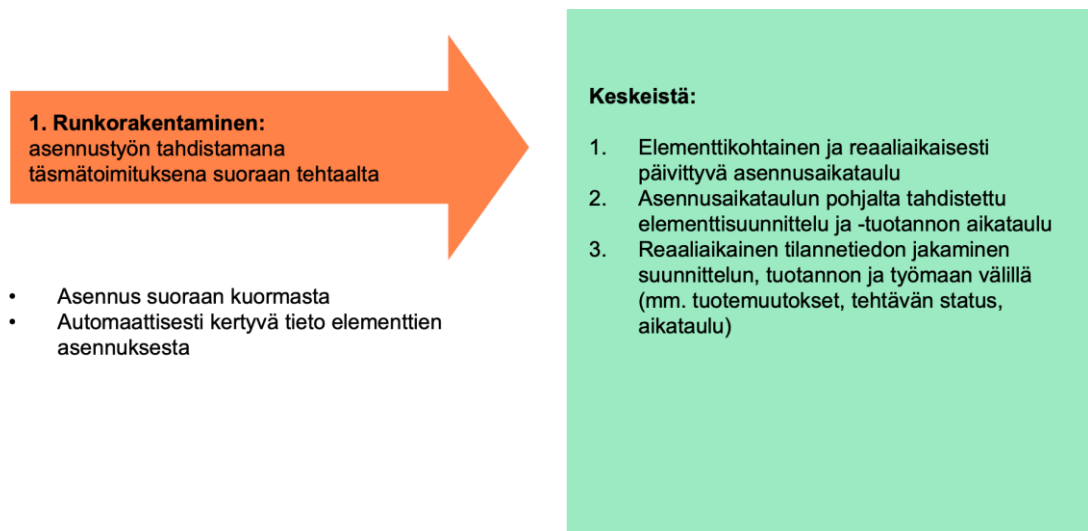
Kuva 14. Logistiikkakeskusten hyödyntäminen erilaisissa käyttötapauksissa [15, s. 6].

5.2 Materiaalilogistiikan tehokas kokonaisratkaisu

5.2.1 Runkorakentaminen

Kokonaisratkaisu tyypillisessä, monta suunnittelijaa ja urakoitsijaa sisältävässä isohkossa rakennuskohteessa, alkaa runkorakentamisvaiheesta. Rakennuksen runko kuljetetaan suoraan tehtaalta täsmätoimituksina, ja elementit toimitetaan asennusaikatauluun tahdistettuna. Runko asennetaan paikoilleen suoraan kuljetusajoneuvon lavalta ilman elementtien varastointia työmaalla. Asentamisen etenemisestä kertyy jatkuvasti tietoa automaattisesti. [15, s. 8.]

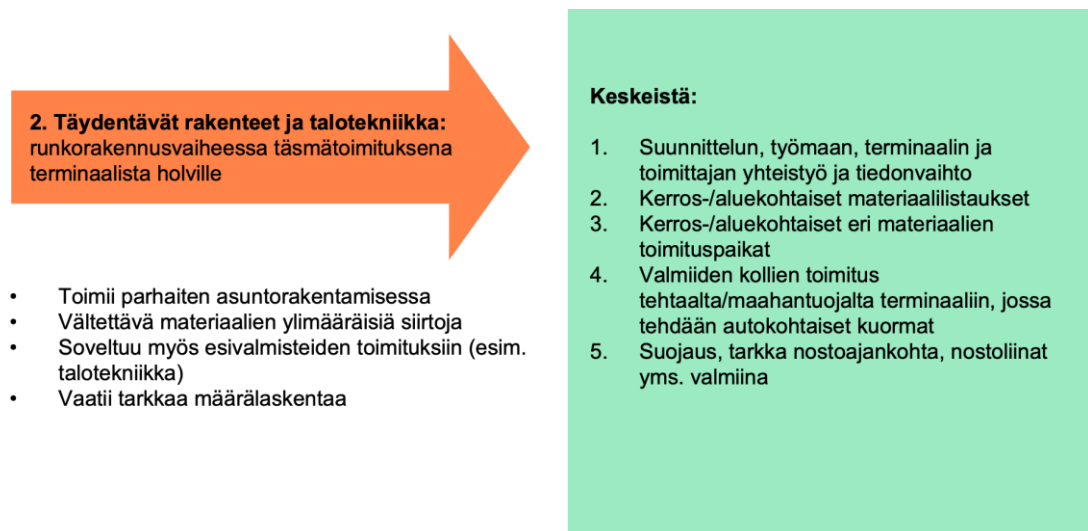
Oleellista osaratkaisussa on työmaan ja tehtaan käyttämä, elementtikohtaisesti suunniteltu ja reaaliajassa päivittyvä asennusaikataulu. Monet elementtitehtaat käyttävät jo päivitettävää toiminnanohjausjärjestelmää, jonka kautta elementtien tila on seurattavissa nettipalvelun kautta. Ajantasainen asennusaikataulu on oleellinen osa elementtisuunnittelun ja -tuotannon aikataulujen tahdistamisessa. Elementtejä koskeva reaaliaikainen tilannetieto, esimerkiksi tuote- ja aikataulu-muutokset, on tärkeä olla työmaan, tuotannon ja suunnittelun käytettävissä. [15, s. 8.]



Kuva 15. Rungon täsmätoimitus suoraan tehtaalta asennustyöhön tahdistettuna [15, s. 8].

5.2.2 Täydentävät rakenteet ja talotekniikka

Täydentävät rakenteet sekä talotekniikka toimitetaan runkorakennusvaiheessa logistiikkakeskuksesta (tai terminaalista) täsmätoimituksena holville. Täsmätoimitusten toimivuuden kannalta suunnittelulta, työmaalta, logistiikkakeskukselta ja toimittajalta vaaditaan hyvää yhteistyötä sekä tiedonvaihtoa. Myös määrälaskenta on tehtävä tarkasti, jotta materiaalit saadaan listattua alue- tai kerroskohtaisesti sekä toimitettua suoraan lopulliseen asennuskohteeseen. Tehdas tai maahantuoja toimittaa valmiit kollit logistiikkakeskukseen, jonka jälkeen materiaaleista koostetaan autokohtaiset kuormat. Ennen kuljetusta on varmistettava materiaalien suojaus, noston tarkka ajankohta sekä nostoliinojen ja muun tarvittavan siirtovälineistön valmius. Edellä mainittu osaratkaisu on parhaimmillaan asuntorakentamisessa, mutta toimii hyvin myös suurempien talotekniikkaesivalmisteiden toimituksissa. [15, s. 8.]



Kuva 16. Täydentävät rakenteet ja talotekniikka toimitetaan terminaalista holville täsmätoimituksilla [15, s. 8].

5.2.3 Pintarakenteet, kalusteet ja viimeistely

Sisävalmistusvaiheessa viimeistelyyn, kalusteisiin ja pintarakenteisiin liittyvät rakennusmateriaalit kootaan päiväkohtaisiksi materiaali- ja tarvikeseteiksi logistiikkakeskuksessa, josta ne toimitetaan haluttuun asennuskohteeseen. Oleellista

kyseisessä osaratkaisussa on logistiikkakeskuksen sekä työmaan, aliurakoitsijoiden ja suunnittelun hyvä yhteistyö. Lisäksi eri osapuolten välillä on oltava päivittäistä tiedonvaihtoa liittyen alue- ja asennuskohtaisiin materiaalilistauksiin sekä materiaalien toimituspisteisiin. Materiaali- ja tarviketilaukset tehdään logistiikkakeskukseen, jossa tuotteet setitetään tehtäväkohtaisesti 1–2 päivän toimituksia varten. Oikeiden materiaalien toimittaminen päivittäin oikeisiin asennuskohteisiin vaatii projektin aikataulun hallinnalta dynaamisuutta sekä reaaliaikaisuutta. Myös ylijäämämateriaalien paluuvirta on huomioitava, etteivät ylimääräiset materiaalit pilaantuisi tai jäisi muuten haittaamaan työmaan muita töitä. [15, s. 9.]

Sisävalmistusvaiheessa tapahtuva setitys toimii parhaiten, kun työmaan varastointitilat ovat rajalliset ja toimitusten avulla pyritään vakauttamaan töiden etenemistä sekä estämään työryhmien vapaata mestan valintaa. Materiaalien toimittaminen työmaalle osittain jotain muuta reittiä pitkin heikentää osaratkaisun kokonaistehokkuutta. Osaratkaisusta johtuva työmäärän sekä logistiikan kustannusten nousu täytyy huomioida kustannuslaskennassa ja sopimuksissa. Kaikki osapuolet kuitenkin saavuttavat lopullista kustannushyötyä nopeutuneen asennustyön kautta. [15, s. 9.]

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

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

Keskeistä:

1. Suunnittelun, työmaan, aliurakoitsijoiden ja terminaalien yhteistyö ja tiedonvaihto
2. Alue- ja mestakohtaiset materiaalilistaukset
3. Alue- ja mestakohtaiset materiaalien toimituspisteet
4. Materiaalien ja tarvikkeiden tilaus terminaaliiin ja setitys 1-2 päivän toimituksiin
5. Dynaaminen aikataulun hallinta ja päivittäiset toimitukset mestalle
6. Materiaalien paluuvirran hallinta

Kuva 17. Pintarakenteisiin, kalusteisiin ja viimeistelyyn liittyvät materiaalit tilataan logistiikkakeskuksesta päiväkohtaisesti setitettynä [15, s. 9].

5.2.4 Pientarvikkeet

Pientarvikkeiden nouto keskitetään koko hankkeen ajaksi työmaalla tai sen välittömässä läheisyydessä sijaitsevaan toimittajan hallinnoimaan varastoon. Osaratkaisussa oleellista on selvittää urakoitsijoiden tarvitsemat pientarvikkeet ja suunnitella tuotesortimentti sen pohjalta. Sortimentin on muututtava työmaan vaiheiden sekä vuodenaikojen mukaisesti, jolloin puhutaan niin sanotusti oppivasta järjestelmästä. Tärkeintä on saavuttaa varaston riittävä käyttö hyvän palvelutason kautta. Pääurakoitsijalla on tässä merkittävä rooli johtuen oman työn määrästä. [15, s. 9.]

Osaratkaisun toimivuus vaatii varastohallintaohjelmaa sekä täydentämisprosessia varaston materiaaleille. Myös osto- ja laskutusprosessi on suunniteltava tehokkaaksi, jotta ostokset voidaan kohdistaa tietyille urakalle tai tehtävälle. [15, s. 9.]



Kuva 18. Pientarvikkeiden nouto keskitetään toimittajan hallinnoimaan varastoon [15, s. 10].

6 Laakson yhteissairaala -hanke

Helsingin kaupunki ja HUS aloittivat yhdessä rakennushankkeen, jossa Laakson sairaala-alue uudistetaan vuosien 2022–2030 aikana. LYS-hanke kuuluu Suomen suurimpiin sairaalarakennus- ja rakennushankkeisiin. [16, s. 15.]

LYS-hanke käsittää yhteensä kolme uutta sairaalarakennusta sekä huoltorakennuksen Laakson sairaala-alueella sekä Ohkolan alueella Mäntsälässä. Laakson sairaala-alueelle rakentuvat uusi päärakennus, pohjoinen uudisrakennus ja uusi huoltorakennus. Lisäksi Laakson sairaala-alueella peruskorjataan kaksi 1920-luvun suojeltua sairaalarakennusta nykyajan sairaalatoiminnot huomioiden. [16, s. 15.]

LYS-hankkeeseen kuuluu sairaalarakennusten lisäksi myös kaksi maanalaista tunnelia. Auroran sairaalan portilta rakennetaan ensisijainen ajoyhteys päärakennuksen alle sekä sieltä jatkuva logistiikkatunneli Meilahden sairaala-alueelle. Päärakennuksen alle tulee logistiikka- ja huoltokerrokset, paikoitustilat 550 ajoneuville sekä sairaalatoimintaan liittyvät saatto- ja jättöpaikat niin asiakas- kuin potilaskuljetuksillekin. [16, s. 15.]

Toiminta uusissa tai peruskorjatuissa sairaalarakennuksissa alkaa vuosien 2027–2030 aikana. Laakson sairaala-alueella tulee sijaitsemaan tilat HUSin ja Helsingin kaupungin psykiatriselle sairaalahoidolle sekä vaativalle neurologiselle kuntoutukselle. Alue tulee toimimaan myös yliopistollisena opetus- ja tutkimussairaala. Oikeuspsykiatrinen hoito säilyy Ohkolan alueella Mäntsälässä. [16, s. 15.]



Kuva 19. Laakson sairaala-alue vuonna 2030 [17].

6.1 Urakkamuoto ja osapuolet

6.1.1 Allianssimalli

LYS-hanke toteutetaan allianssimallilla, joka perustuu eri osapuolten tiiviiseen yhteistyöhön hankkeen alusta asti. Toiminnan yhteyshenkilöt, tilaaja, suunnittelijat, päätoteuttaja ja erikoisurakoitsijat osallistetaan jo hankesuunnitelma-/yleis-suunnitelmavaiheessa. Osapuolet ovat vastuussa hankkeen suunnittelusta ja toteuttamisesta yhteisen organisaation, allianssitiimin kautta. Allianssitiimi jakaa yhdessä hankkeen riskit sekä hyödyt. [16, s. 18.]

Allianssimallin toiminta voidaan jakaa kehitys- ja toteutusvaiheeseen. Kehitysvaiheen aikana allianssitiimi luo erilaisia ratkaisuja, joilla saavutetaan tilaajan asettamat tavoitteet ja reunaehdot. Verrattuna perinteisen urakan kilpailutukseen lähes valmiilla suunnitelmilla, allianssimallissa suunnitelmat kehitetään tilaajan asettaman budjetin kautta. [16, s. 18.]

Allianssimallin hyödyt saavutetaan erityisesti hankkeen eri osapuolten mahdollisimman aikaisella integraatiolla. Hankkeen eri tehtäviin ja vaiheisiin on

käytettävissä parasta mahdollista osaamista, jolloin osapuolten tietotaito, kyvykkyys sekä resurssien käyttö tukevat jo kehitysvaiheen aikana arvoa tuottavien ratkaisujen kehittämistä. Samalla myös hankkeen toteutus nopeutuu sekä riskit vähenevät. [16, s. 18.]

6.1.2 Allianssisopimus ja kaupallinen malli

Allianssimallissa hankkeen keskeiset osapuolet allekirjoittavat yhteisen allianssisopimuksen, jonka keskeiset periaatteet liittyvät yhteistyöhön, avoimuuteen ja läpinäkyvyyteen. Allianssisopimuksessa sitoudutaan joustavuuteen, jolla mahdollistetaan suunnitelmien kehittäminen ja vaiheittainen sopiminen eri osapuolten kesken. Sopimus mahdollistaa aidosti ratkaisujen kehittämisen hankkeen parhaaksi. Allianssisopimus on allianssin osapuolten ainoa keskinäinen sopimus, eikä YSE tai KSE ole voimassa. Allianssin osapuolet voivat kuitenkin olla muissa sopimussuhteissa omiin kumppaneihinsa nähden. [16, s. 19.]

Allianssin osapuolet saavat kompensatiota, joka koostuu korvattavista kustannuksista sekä kannustinjärjestelmän mukaisista palveluntuottajien palkkioista. Korvattavat kustannukset sisältävät allianssin töiden suorat kustannukset sekä hankekohtaiset yleiskustannukset. Molemmista maksetaan korvaus todellisten ja tarkastettujen kustannusten perusteella. Kannustinjärjestelmän kautta palveluntuottajilla on mahdollisuus erilliseen korvaukseen suoriutumalla allianssin avaintulosalueilla tai alittamalla asetetut tavoitekustannukset. Kannustinjärjestelmä sisältää myös riskin palkkioiden menettämiseen, jos palveluntuottaja suoriutuu heikosti avaintulosalueilla, ylittää tavoitekustannukset tai on osallisena järkyttävässä tapahtumassa. [16, s. 19.]

6.1.3 Allianssiosapuolet

Allianssin tilaajaosapuoli: Kiinteistöosakeyhtiö Laakson yhteissairaala. Tilaajan vastuulla on hankkeen rahoitus, tonttien vuokraus kaupungilta, sairaala-alueen rakennuttaminen, rakennuksien omistaminen, sairaalan ylläpito ja korjaukset

sekä tilojen vuokraaminen Helsingin kaupungin sosiaali-, terveys- ja pelastustoimialalle ja HUS Tilakeskukselle. [16, s. 19.]

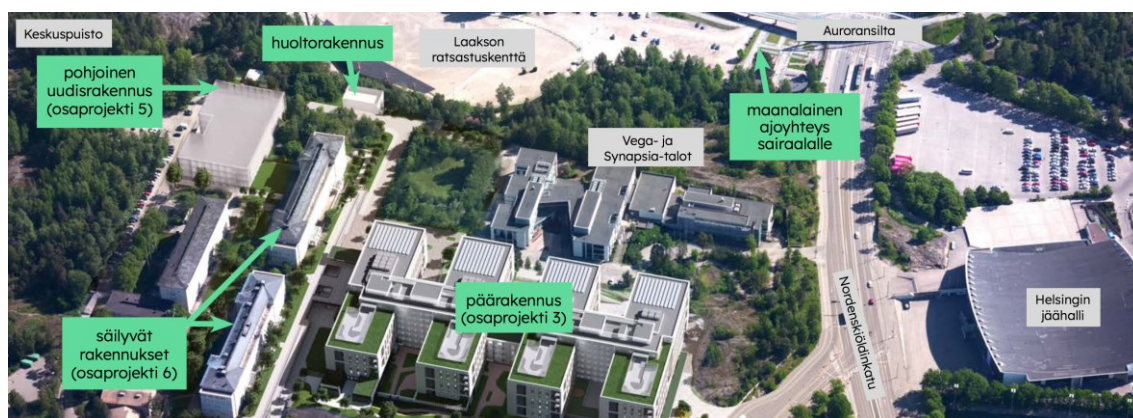
Allianssin palveluntuottajaosapuolet:

- päätoteuttaja, allianssin rakentajaosapuoli SRV
- pää- ja arkkitehtisuunnittelusta vastaava suunnitteluosapuoli Laakson LATU, johon kuuluvat AW2 Architects, Lukkaroinen Arkkitehdit, Arkkitehtitoimisto Tähti-Set ja Uki Arkkitehdit
- rakenne-, geo- ja kalliosuunnittelusta vastaava suunnitteluosapuoli Unitas, johon kuuluvat A-Insinöörit ja AFRY
- LVISA-suunnittelusta vastaava suunnitteluosapuoli Granlund
- infran alaurakka-allianssin palveluntuottajat SRV Infra ja Destia
- talotekniikan alaurakka-allianssin palveluntuottajat Amplit, Consti Talotekniikka ja Quattroservices. [16, s. 19.]

6.2 Osaprojektit

LYS-hanke koostuu kuudesta osaprojektista:

- osaprojekti 1: allianssin kehitysvaihe 1
- osaprojekti 2: infra- ja valmistelevat työt
- osaprojekti 3: päärakennus
- osaprojekti 4: Ohkolan uudisrakennus
- osaprojekti 5: pohjoinen uudisrakennus
- osaprojekti 6: säilyvät rakennukset. [16, s. 20.]



Kuva 20. Laakson sairaala-alue vuonna 2030 [16, s. 20].

6.2.1 Osaprojekti 3: päärakennus

Päärakennus on LYS-hankkeen näkyvin ja keskeisin osa, joka mahdollistaa psyykkisten ja somaattisten sairauksien hoidon keskittämisen samaan paikkaan. Suunnittelussa on huomioitu energiaviisuus ja -tehokkuus, kiertotalous ja hiilineutraalisuus koko rakennuksen elinkaaren ajaksi. Määräystasoa alhaisempi energiatehokkuustavoite takaa verrokkisairaaloita pienemmät ylläpitokustannukset. Päärakennuksen tilat on suunniteltu muuntojoustaviksi tulevaisuuden mahdollisia muutostarpeita varten. [16, s. 99.]

Päärakennuksen sisävaihe toteutetaan pääosin tahtituotannolla, mutta samoja periaatteita käytetään myös osaprojektin muissa työvaiheissa soveltuvuuden mukaan. Tahtituotannon avulla sisävaiheen läpimenoajoissa saavutetaan merkittäviä aikataulusäästöjä poistamalla tehtävien välistä ylimääräiset puskurit. Rakentamisessa tullaan käyttämään yhden päivän tahtiaikaa, jolloin yksi työtehtävä tehdään yhdessä päivässä yhdellä tahtialueella. [16, s. 106–107.]

Päärakennus luovutetaan tilaajalle kahdessa osassa, jolloin ensimmäisessä osassa voidaan aloittaa sairaalatoiminta toisen osan ollessa vielä rakenteilla. Ensimmäinen osa on suunniteltu luovutettavaksi tammikuussa 2027 ja toinen osa joulukuussa 2027. [16, s. 116.]



Kuva 21. LYS-hankkeen tuleva päärakennus [1].

6.3 Tontin sijainti ja liikenne

LYS-hankkeen työmaa sijaitsee logistisesti haastavalla paikalla Helsingin Laakson alueella. Tontti rajautuu etelässä vilkkaasti liikennöityihin Nordenskiöldin- ja Reijolankatuun, sekä pohjoisessa Keskuspuistoon. Työmaan lähistössä kulkee myös Mannerheimintie, joka on yksi Helsingin tärkeimmistä pääväylistä.

Vuonna 2019 tehdyn liikennemäärämittauksen mukaan Nordenskiöldinkadun kautta kulki päivittäin 26 022 autoa, syksyn KAVL + raitiovaunu -lukeman ollessa 28 000. Raskaanliikenteen osuus oli kuusi prosenttia. Vastaavasti Reijolankadulla autojen määrä oli 10 599 ja syksyn KAVL + raitiovaunu -lukema 12 627. Raskaanliikenteen osuus oli seitsemän prosenttia. Mannerheimintiellä mitattiin vuonna 2016 vieläkin suurempia lukuja. Pääväylää pitkin kulki päivittäin 32 443 autoa ja syksyn KAVL + raitiovaunu -lukema oli 34 700. [18.]



Kuva 22. Liikennemäärät LYS-hankkeen ympäristössä [18].

Vilkaasti liikennöidyillä kaduilla on tapahtunut jo onnettomuuksia hankkeen aikana. Heinäkuussa 2023 linja-auto sekä neljä henkilöautoa kolaroivat Nordenskiöldinkadulla. Kolarissa loukkaantui kolme ihmistä, joista kaksi kuljetettiin

sairaalaan. Onnettomuuden takia Nordenskiöldinkatu jouduttiin sulkemaan väliaikaisesti molemmista suunnista. [19.]

Mannerheimintiellä käynnistyi keväällä 2023 peruskorjaus, jonka pitäisi valmistua vuonna 2025. Aluksi työt sijoittuvat Postikadun ja Runeberginkadun välille, mutta vuonna 2024 työt siirtyvät Runeberginkadun ja Reijolankadun väliselle katuosuudelle. Mannerheimintien peruskorjaus tulee vaikuttamaan liikenteeseen huomattavasti, ja kyseessä onkin tähän mennessä Helsingin isoin ja vaativin työmaa. Töiden aikana Mannerheimintiellä pitäisi pystyä liikkumaan niin autoilla kuin joukkoliikenteelläkin, mutta matka-ajat ovat normaalia pidempiä. [20.]

Nordenskiöldinkadulle on suunniteltu myös 72 000 brm²:n kokoista monitoimiareena- sekä asuinrakennushanketta. Hanke on ollut otsikoissa rahoitusongelmiensa vuoksi, eikä hankkeella ollut enää kesäkuussa 2023 rahaa kattamaan rakennuslupavaiheen kuluja. Syyskuussa 2023 Garden Helsinki kuitenkin otti taas askelia kohti rakentamista. Scandic Hotels -ketju kertoi avaavansa monitoimiareenan yhteyteen kaksi hotellia, joiden yhteishuonemäärä olisi yli 450 huonetta. Hotellien pitäisi olla käytössä vuonna 2028. [21; 22.]



Kuva 23. Scandic Hotels on avaamassa Garden Helsinki -monitoimiareenan yhteyteen kaksi hotellia. Rakennustöiden aloittamisesta ei ole tehty päätöksiä. Kuvassa näkymä Reijolankadulta Nordenskiöldinkadun yli. [22.]

7 Hankkeen logistiset haasteet

7.1 Haasteet ja ratkaisuehdotukset

LYS-hankkeen logististen haasteiden sekä ratkaisuehdotuksien selvittämiseksi laadittiin 18 kysymystä liittyen logistiikkaan. Kysymykset on jaoteltu työmaalogistiikkaan, tontin sijaintiin ja liikenteeseen, varastointiin ja tietomalliin. Osa kysymyksistä on avoimia kysymyksiä ja osa arviointiasteikkokysymyksiä asteikolla 1–5. Kysymykset löytyvät listattuna liitteestä 1.

Haastateltavina oli neljä LYS-hankkeen logistiikan parissa työskentelevää henkilöä, kaksi projektipäällikköä sekä kaksi projekti-insinööriä. Kaikki haastateltavat työskentelevät SRV Rakennus Oy:n palveluksessa. Haastattelut toteutettiin sähköpostihaastatteluina lokakuun 2023 aikana. Haastattelut kokonaisuudessaan löytyvät liitteistä 2–5.

7.1.1 Työmaalogistiikka

1. Mitkä tulevat olemaan mielestäsi työmaalogistiikan suurimmat haasteet?

Suurimpia haasteita ovat sijainti vilkkaiden katujen läheisyydessä, tontin ahtaus sekä kuljetusten suuret määrät. Ympärillä on käynnissä muita infra-hankkeita, jotka lisäävät ruuhkien ja onnettomuuksien mahdollisuutta alueella. Työmaan molemmat pääportit sijaitsevat tontin eteläpuolella, jolloin häiriötilanne voi tukkia pahimmillaan työmaan kaikki kriittiset portit. Työmaan kuljetukset on tarkoitus toteuttaa päivittäin täsmätoimituksin, jolloin häiriöt liikenteessä tai kuljetusterminalissa voivat vaikuttaa suoraan rakentamisen tahtiaikatauluun. [31; 32; 33; 34.]

Logistiikan sovittaminen eri osaprojektien välillä voi olla haastavaa. Käynnissä on samaan aikaan niin rakentamista kuin louhimistakin, joihin molempiin liittyy suurien massojen kuljettamista. Tontilla sijaitsevat suojeltavat puut, kalliot ja muurit sekä toiminnassa oleva sairaala ovat asettaneet haasteita työmaareittien suunnittelussa. Suurimpien haasteiden

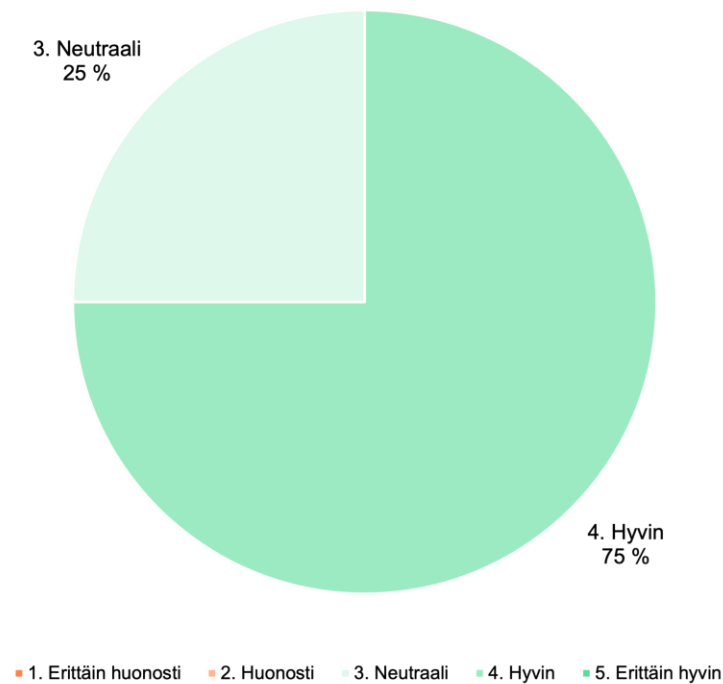
uskotaan esiintyvän hankkeen alussa, jonka jälkeen logistiikasta saadaan toimiva kokonaisuus. [31; 32; 33; 34.]

2. Miten niihin voidaan varautua?

Paras tapa varautua logistisiin ongelmiin on huolellinen suunnittelu. Mahdollisten häiriötilanteiden varalta on oltava valmiit suunnitelmat ja varareitit. Työmaalla on jatkuva liikenteenohjaus sekä työmaan päätielle on järjestetty ohituspaikkoja. Kokonaisuuden kannalta kaikkien osapuolien olisi sitouduttava käyttämään työmaan logistiikkajärjestelmää. Opastuksen katuverkosta työmaalle on oltava kunnossa. Varautumiskeinona häiriöihin kuljetukset voidaan siirtää myös normaalin työajan ulkopuolelle, iltai- tai yöaikaan. [31; 32; 33; 34.]

Tahtituotantoon liittyen tavaravirtoja tulee seurata jatkuvasti sekä logistiikkatoimija perehdytetään tahtiaikatauluun sekä tahtialueisiin. Toimitusten ollessa liian suuria toimituserien kokoa voidaan pienentää välittömästä. Ylimääräiselle tavaralle varataan paikka, tai tavarat siirretään suoraan seuraavalle tahtialueelle. Välivaraston ja siellä tapahtuvan lajittelun tahtialueiden mukaisesti on oltava toimivaa, jotta materiaalit ovat ajoissa valmiina toimitettavaksi työmaalle. Työmaan resurssoinnin tulee olla riittävää sekä työmaalla on oltava käytettävissä tarpeeksi logistiikkalustoa. Myös jätteiden siirrot ja vastuut on suunniteltava etukäteen. [31; 33.]

3. Kuinka hyvin uskot logistiikan toimivan läpi hankkeen? (Valitse yksi)



Kuva 24. Haasteista huolimatta logistiikan uskotaan toimivan hyvin. [31; 32; 33; 34].

7.1.2 Tontin sijainti ja liikenne

4. Millaisia haasteita ympäröivät hankkeet (esim. Mannerheimintien peruskorjaus, Garden Helsinki) mielestäsi aiheuttavat logistiikalle?

Työmaan lähistössä kulkevat tiet ruuhkautuvat ilman ympäröiviä rakennushankkeita. Rakennushankkeiden takia on odotetavissa ruuhkien lisääntymistä ja toimitusten viivästyksiä, mutta esimerkiksi Mannerheimintien remontin vaikutukset selviävät vasta töiden lähestyessä Laakson yhteissairaala -hankkeen työmaata. Liikenneluuhkat ja onnettomuudet aiheuttavat hanketta kohtaan negatiivisia mielipiteitä sekä huonoa mainetta. Garden Helsinki -hanke tulee toteutuessaan muuttamaan Auroranportin liikennettä huomattavasti. [31; 32; 33; 34.]

5. Miten niihin voidaan varautua?

Ympäröivistä hankkeista aiheutuviin haasteisiin voidaan varautua suunnittelulla, vaihtoehtoisilla reiteillä, materiaalikuljetusten ajoittamisella työajan ulkopuolelle sekä hankkeiden jatkuvalla seuraamisella. Laakson yhteissairaala -hankkeen välittömässä läheisyydessä sijaitsevat katuosuudet olisi hyvä saada osaksi hanketta, jolloin alue olisi kokonaisuudessaan paremmin hallittavissa. Mahdollisista liikennemuutoksista informoidaan toimittajia sekä pidetään aluekartat ja liikennesuunnitelmat ajan tasalla. [31; 32; 33; 34.]

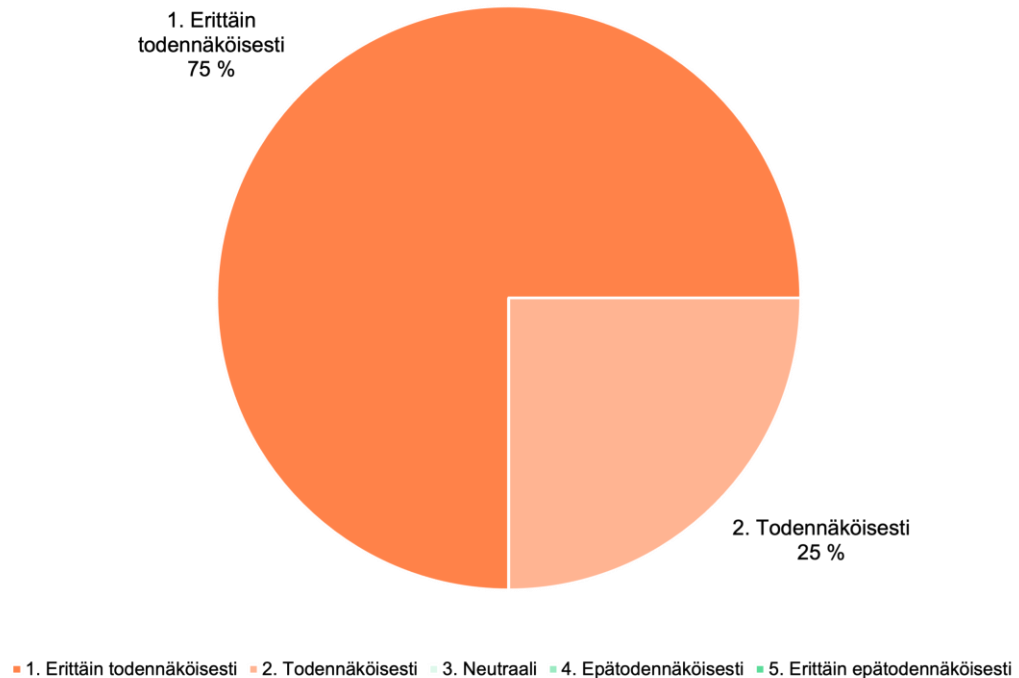
6. Miten väliaikaiset liikennehäiriöt (esim. onnettomuudet) tontin ympäristössä mielestäsi vaikuttavat logistiikkaan?

Tontin ympäristössä tapahtuvat liikennehäiriöt voivat aiheuttaa liikenteen lamautumisen laajaltakin alueelta ja pahimmillaan pysäyttää työmaan kaikki työt, varsinkin runkovaiheessa. Myös työmaan sisäisellä kulkureitillä tapahtuva kuljetusajoneuvon vika voi seisauttaa koko työmaalogistiikan. Häiriöt vaikuttavat myös tahtituotannon läpiviemiseen. [31; 32; 33; 34.]

7. Miten liikennehäiriöihin voidaan mielestäsi varautua?

Tärkeintä liikennehäiriöihin varautumisessa on varareittien suunnitteleminen valmiiksi sekä välitön reagointi liikennehäiriöihin. Toimittajille ilmoitetaan häiriötilanteesta ja kuormien ohjaus työmaalle priorisoidaan välttämättömiin kuljetuksiin. Kuljetukset voidaan myös keskeyttää kokonaan, kunnes tilanne selkiytyy. Liikennehäiriöiden vaikutuksia voidaan minimoida myös suunnittelemalla työmaalle saapuvat materiaalityöt työaika- ulkopuolelle sekä varastoimalla yhden päivän ylimääräiset materiaalit työmaa-alueella. [31; 32; 33; 34.]

8. Kuinka todennäköisesti tontin sijainti tulee mielestäsi aiheuttamaan haasteita logistiikalle? (Valitse yksi)



Kuva 25. Sijainnin uskotaan aiheuttavan logistiikalle erittäin todennäköisesti ongelmia [31; 32; 33; 34].

7.1.3 Varastointi

9. Miten varastointi on suunniteltu?

Työmaalle on suunniteltu varastoalueet niin päärakennuksen sisälle kuin ulos Laakson kentälle. Välivarastolle/terminaalille on tunnistettu tarve varsinkin tahtituotannon takia, mutta suunnittelu/hankinta on vielä kesken. Varastointiin liittyen on järjestetty palavereja, joissa on käsitelty eri osapuolten tilatarpeita. [31; 32; 33; 34.]

10. Mitkä ovat mielestäsi varastointiin liittyvät suurimmat haasteet?

Varastoinnin suurimmat haasteet liittyvät tilan puutteeseen ahtaalla tonnilla, jossa on käynnissä samanaikaisesti useita rakennusvaiheita. Varastoitu tavara on helposti muiden työtehtävien tiellä tai alttiina rikkoutumiselle/kastumiselle. Myös materiaalivirtojen hallinta on tärkeää, jotta materiaalia olisi oikea määrä oikeassa paikassa. Jokainen siirto lisää kustannuksia sekä materiaalien rikkoutumisriskiä. Välivarastoinnin haasteena on saada ajantasainen tieto varaston tuotteista sekä vastuuosapuolen määrittäminen vaurioitilanteiden varalta. [31; 32; 33; 34.]

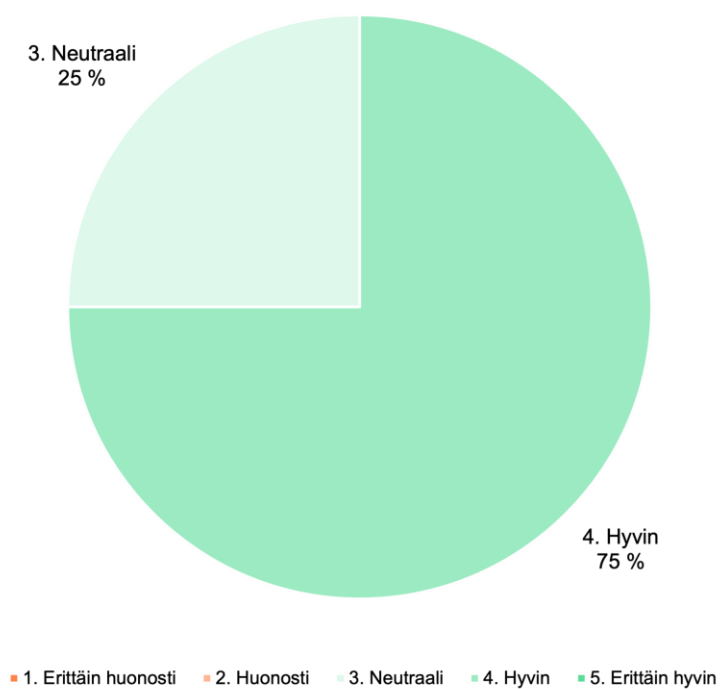
11. Miten niihin voidaan varautua?

Varastoinnin haasteisiin voi varautua hyvällä ennakkosuunnittelulla, logistiikan parissa työskentelevien perusteellisella perehdyttämällä tahtiaikataulun asettamiin vaatimuksiin sekä materiaalien tilausjärjestelmiin. Varastojen tilannetta on myös seurattava, jotta tiedetään mitä materiaaleja tarvitaan milloinkin lisää. Sääolosuhteille herkat materiaalit varastoidaan sisätiloissa. Myös tietomallista saatavia määriä voidaan hyödyntää materiaalitilauksissa. [31; 32; 33; 34.]

12. Millä keinoin hävikkiä voidaan mielestäsi hallita? (Materiaalit vahingoittuvat / pilaantuvat varastoidessa, esim. sääolosuhteiden takia)

Tärkeimmät keinot hävikin torjumiseksi ovat materiaalien oikeaoppinen suojaus ja varastointi sekä niiden vastuuttaminen. Kuormien vastaanoton tulee olla hallittua eikä materiaaleja tilata liikaa työmaalle. Jos materiaaleja joudutaan siirtämään, tehdään se tarkoituksenmukaisilla välineillä. Sisävalmistusvaiheessa materiaalit säilytetään sääsuojatussa välivarastossa, josta ne täsmätoimitetaan suoraan työmaalle. Työmaalla on myös varastointitilaa esimerkiksi malliasennushallissa, jossa voidaan säilyttää olosuhdeherkkiä materiaaleja. [31; 32; 33; 34.]

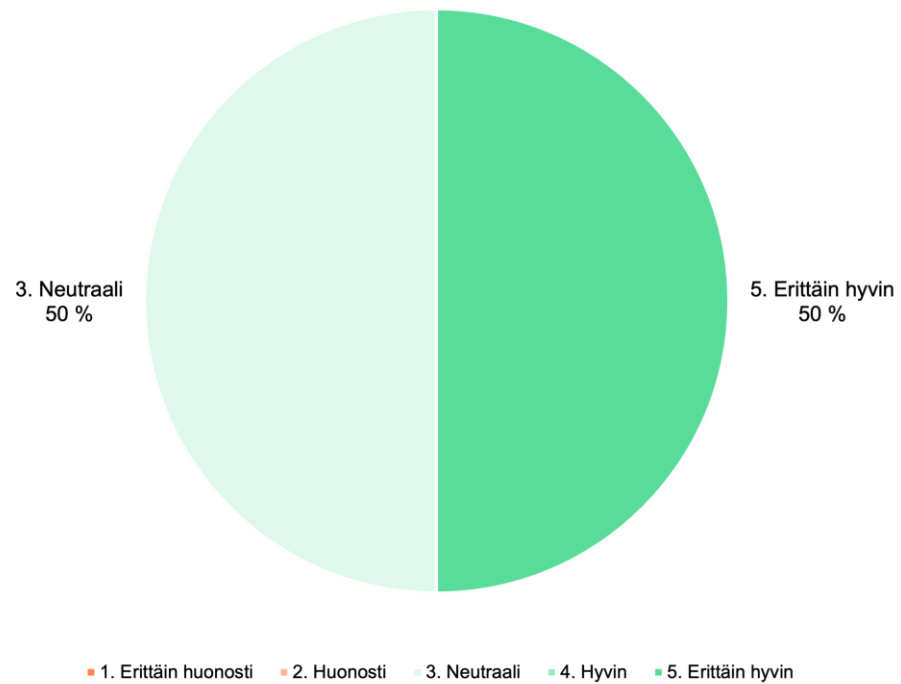
13. Kuinka hyvin uskot varastoinnin toimivan läpi hankkeen? (Valitse yksi)



Kuva 26. Varastoinnin uskotaan toimivan hyvin läpi hankkeen [31; 32; 33; 34].

7.1.4 Tietomalli

14. Miten hyvin tietomallia on mielestäsi voitu hyödyntää logistiikan suunnittelussa? (Valitse yksi)

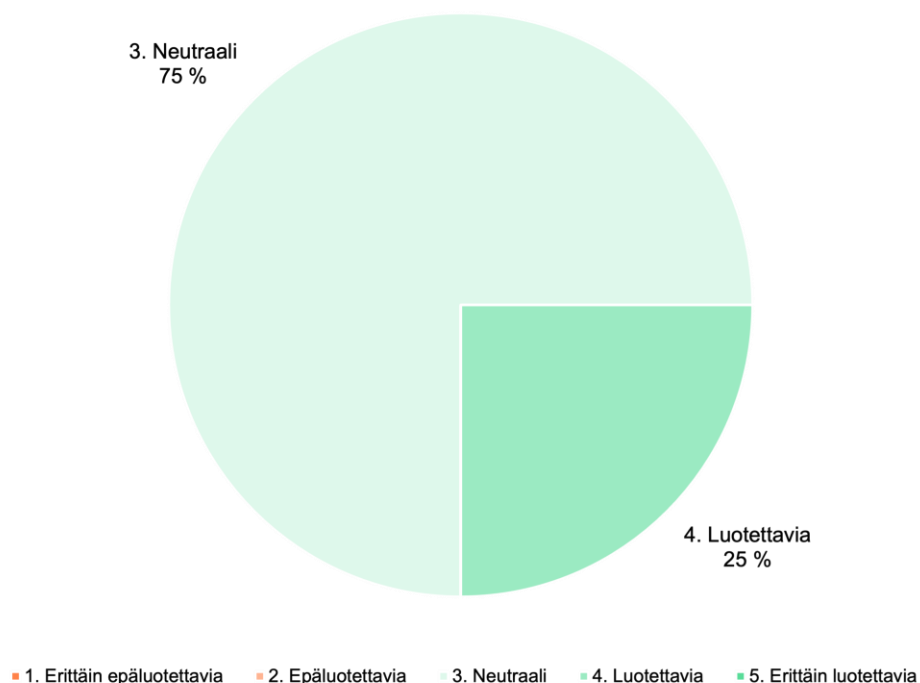


Kuva 27. Osa vastaajista kokee tietomallit erittäin hyödyllisiksi logistiikan suunnittelussa [31; 32; 33; 34].

15. Millaista apua tietomallista on mielestäsi ollut logistiikan suunnittelussa?

Logistiikan suunnittelussa tietomallista on ollut hyötyä varsinkin alue-suunnittelussa sekä määrälaskennassa. Tietomalli on ollut apuna esimerkiksi haalausreittien suunnittelussa sekä tarjonnut tietoa työmaan korkeuseroista ja logistiikassa hyödynnettävistä aukoista. [32; 33.]

16. Kuinka luotettavia tietomallista saadut määrät ovat mielestäsi olleet? (Valitse yksi)



Kuva 28. Tietomallista saatavien määrien tarkkuudessa on parannettavaa [31; 32; 33; 34].

17. Jos määrät olivat epäluotettavia, mitkä ovat mielestäsi suurimmat syyt tähän? Miten malli saataisiin luotettavammaksi?

Tietomallista saatavien määrien tarkkuuteen vaikuttaa suuresti suunnittelun vaihe. Mitä pidemmälle suunnittelu on, sitä tarkempia tietoja tietomallista on saatavissa. Varsinkin arkkitehtisuunnittelun sekä tietomallia rikastavan tiimin on kiinnitettävä huomiota tekemäänsä mallinnukseen, jotta toistuvilta virheluokituksilta ja epäluotettavilta määriltä välttyttäisiin. Luotettavuus paranisi myös, jos hukat ja rikki menevät materiaalit olisi mahdollista simuloida tietomalliin. Lopullisesti määrien luotettavuus voidaan todeta vasta rakennuksen valmistuttua. Kyseessä on suuri hanke, jolloin mallin ylläpitämiseen kuluu paljon aikaa ja resursseja. Mallista saatavia

hyötyjä täytyykin verrata mallin ylläpitämiseen käytettäviin kustannuksiin.
[31; 32; 33.]

18. Miten tietomallia voisi mielestäsi muuten kehittää?

Tietomallia voisi kehittää tarkemmalle tasolle ja lisätä käyttäjien yhteisymmärrystä mallin käyttötarkoituksesta ja ajantasaisuudesta. Mallista voisi esimerkiksi löytyä pintamateriaalit ja varusteet sekä objekteille olisi hyvä pystyä lisäämään urakoitsijatieto ja tahtiaikataulun mukainen asen-
nusajankohta. Tietomalli olisi myös havainnollistavampi, jos työmaalla kulkevien henkilöiden, kuorma-autojen ja nostojen simulointi olisi mahdollista. [31; 32; 33.]

8 Yhteenveto

Nykyään rakentaminen keskittyy yhä kasvavassa määrin tiiviisti rakennetuille kaupunkialueille. Se aiheuttaa rakentamiselle useita haasteita johtuen tonttien rajallisesta tilasta sekä ympäröivän liikenteen määrästä. Huolellisesti laaditun aluesuunnitelman ja toimivien logistiikkaratkaisujen merkitys rakentamisen eri vaiheissa kasvattaa merkitystään jatkuvasti. Kaupunkiympäristön vilkkaasti liikennöidyt tiet ja kadut aiheuttavat varsinkin tahtituotannolla rakennettaville hankkeille huomattavia riskejä, joihin voi olla erittäin vaikea varautua. Myös ympäristön muut suuret rakennushankkeet lisäävät riskitekijöitä entisestään.

Kaupunkialueella sijaitsevan rakennushankkeen logistiikkaa voidaan tehostaa täsmätoimituksilla, setityksellä, toimittajan hallinnoimalla varastolla sekä logistiikkakeskuksella. Monesti kaupunkityömailla ei ole juuri ollenkaan ylimääräistä tilaa, jolloin tuotteiden setitys sekä täsmätoimitus logistiikkakeskuksesta suoraan asennuspaikalle ratkaisevat tehokkaasti varastointiongelmien. Kyseiset tehostuskeinot ovat myös tahtituotannon onnistumisen kannalta oleellisessa asemassa.

LYS-hankkeen työmaan välittömässä läheisyydessä kulkevien teiden liikennemääriä tutkimalla työmaan ohitti vuonna 2019 arkipäivänä keskimäärin 28 000 ajoneuvoa sekä raitiovaunua. Vilkkaasti liikennöidyillä kaduilla on tapahtunut jo hankkeen aikana liikenneonnettomuuksia ja useita läheltä piti tilanteita. Työmaata lähestyvän Mannerheimintien peruskorjauksen sekä mahdollisesti alkavan Garden Helsingin vaikutuksia voidaan vain arvailla. Myös haastattelujen kautta suurimmiksi riskeiksi nousivat edellä mainitut asiat. Parhaana keinona riskien torjunnassa nähtiin logistiikan huolellinen suunnittelu. Liikenteen häiriötilanteisiin on varauduttava jo etukäteen suunnittelemalla työmaalle esimerkiksi vaihtoehtoisia reittejä. Työmaan molemmat pääportit sijaitsevat kuitenkin tontin eteläpuolella, jolloin pahimmassa tapauksessa koko työmaaliikenne voi pysähtyä. Työmaan logistiikkaan liittyviä riskejä onkin usein mahdoton torjua kokonaan, mutta huolellisen suunnittelun kautta riskit ovat tiedossa, ja niistä aiheutuvat haitat voidaan minimoida.

9 Pohdinta

Opinnäytetyötä varten tehty tutkimussuunnitelma ja työhön käytettävä aikataulu toteutuivat lähes suunnitellusti. Suurimmaksi ongelmakohdaksi oli listattu työhön käytettävissä olevan ajan rajallisuus, joka tuli esiin konkreettisella tavalla. Aikataulussa pysymistä edisti työn tilaajan mahdollistama työpäivien käyttäminen opinnäytetyön tekemiseen sekä opinnäytetyön tekijän oman vapaa-ajan tarkka ja kokonaisvaltainen suunnittelu. Jaksaminen oli kuitenkin jatkuvasti kokeuksella, joten työn tekemiseen olisi ollut tärkeä varata huomattavasti enemmän aikaa.

Opinnäytetyön teoriaosuuden sekä haastattelujen kautta ilmenneet haasteet sekä niiden ratkaisuehdotukset vastasivat melko hyvin ennakkoaajatuksia. Suurimmat haasteet liittyivät ympäröivän liikenteen määrään, liikenteen mahdollisiin häiriötilanteisiin sekä ympäristön muihin rakennushankkeisiin. Parhaimmat keinot liikennehäiriöiden torjunnassa olisivat vaihtoehtoisten kulkuväylien järjestäminen työmaalle eri ilmansuunnista, mutta tontin sijainnin takia tässä hankkeessa siihen ei ole mahdollisuutta. Välivarastointi ja tuotteiden setitys olivat käsitteinä tiedossa logistiikan tehostamiskeinoina, mutta opinnäytetyön kautta tietämys niiden merkityksestä tahtituotannolle syveni huomattavasti.

Opinnäytetyön kautta saatiin selkeä ennakkonäkemyks siitä, mitkä asiat tulevat olemaan hankkeen logistiikalle haastavimpia ja miten haasteisiin voidaan varautua. Vaikka työn kautta haasteista saatiinkin paras mahdollinen ennakkonäkemyks käytettävissä olevan tiedon perusteella, ennakkonäkemyks pohjautuu aina osittain arvauksiin. Varmaa tietoa logistiikan toimivuudesta ja haasteista saadaan vasta rakentamisen käynnistyttyä. Siksi tulevaisuudessa olisi tärkeä myös tutkia miten logistiikka hankkeen aikana toimii ja miten se vastasi ennako-odotuksia.

Lähteet

- 1 Laakson yhteissairaala. 2023. Verkkoaineisto. <<https://srv.imagebank.fi/category/10000305>>. 25.4.2023. Luettu 10.10.2023.
- 2 SRV yrityksenä. Verkkoaineisto. <<https://www.srv.fi/srv-yhtiona/>>. Luettu 2.10.2023.
- 3 Logistiikka. Verkkoaineisto. <<https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka>>. Luettu 3.10.2023.
- 4 Toimitus. 2018. Tuhkapilvi pysäytti lentoliikenteen. Verkkoaineisto. <<https://tieku.fi/luonto/tulivuoret/tuhkapilvi-pysaytti-lentoliikenteen>>. 4.12.2018. Luettu 3.10.2023.
- 5 Nurmi, Jussi. 2021. Kovan onnen alus tukki Suezin kanavan viikoksi ja juuttui sitten yli sadaksi päiväksi Egyptiin – nyt se pääsi viimein jatkamaan matkaansa. Verkkoaineisto. <<https://yle.fi/a/3-12011395>>. Päivitetty 7.7.2021. Luettu 3.10.2023.
- 6 The Associated Press. 2021. Early agreement reached in dispute over Ever Given cargo ship which blocked Suez Canal. <<https://www.nbcnews.com/news/world/early-agreement-reached-dispute-over-ever-given-cargo-ship-which-n1272126>>. 23.6.2021. Luettu 3.10.2023.
- 7 Logistiikkaselvitys 2020: Suomalaisyrietykset näyttävät selvinneen pandemiasta hyvin. 2021. Verkkojulkaisu. <<https://www.utu.fi/fi/ajankohtaista/mediatiedote/logistiikkaselvitys-2020-suomalaisyrietykset-nayttavat-selvinneen>>. Päivitetty 30.8.2021. Luettu 3.10.2023.
- 8 Leino, Antti & Pinomäki, Timo. 2019. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. 1. painos. Työturvallisuuskeskus, Rakennusalojen työalatoimikunta.
- 9 Tervetuloa maalaamaan! 2023. Verkkojulkaisu. <<https://laaksonyhteissairaala.fi/laakso/tervetuloa-maalaamaan/>>. 11.8.2023. Luettu 29.10.2023.
- 10 Reijolankadun työmaaliittymä avautuu pian. 2023. Verkkoaineisto. <<https://laaksonyhteissairaala.fi/laakso/reijolankadun-tyomaaliittyma-avautuu-pian/>>. 19.9.2023. Luettu. 5.10.2023.

- 11 Louheenajoa Reijolan- ja Urheilukadun porttien kautta 9.–13.10. 2023. Verkkoaineisto. <<https://laaksonyhteissairaala.fi/nordenskioldinkatu/louheenajoa-reijolan-ja-urheilukadun-porttien-kautta-9-13-10/>>. 3.10.2023. Luettu 5.10.2023.
- 12 Huusko, Maria. 2019. Tietomallit tulevat virtuaali- ja lisätyn todellisuuden laseihin. Verkkoaineisto. <<https://www.rakennuslehti.fi/2019/01/tietomallit-tulevat-virtuaali-ja-lisatyn-todellisuuden-laseihin/>>. 15.1.2019. Luettu 7.10.2023.
- 13 Ratu C2-0454, Rakennustyömaan aluesuunnittelu. 2017.
- 14 Ratu S-1227, Työmaan toimitusten suunnittelu ja ohjaus. 2010.
- 15 Peltokorpi, Antti; Lavikka, Rita & Tetik, Müge. 2019. Rakentamisen logistiikkaratkaisut. Aalto-yliopisto, Rakennustekniikan laitos.
- 16 Härmä, Heidi; Hätönen, Ilkka; Kalliomäki, Maaria; Karjula, Eero; Kopra, Esa; Koskelo, Sari; Koskivirta, Tuomas; Martin, Alexander; Merikallio, Lauri; Mäkinen, Liisa; Nykter, Ulla; Paajanen, Janne; Penttinen, Liisa; Pohjonen, Jere; Ronkainen, Miika; Sariola, Benita; Silvennoinen, Santtu; Tulokas, Maarit; Tyni, Anni; Volanen, Emmi & Wallen, Rauli. 2023. Laakson yhteissairaala -hankkeen toteuttamissuunnitelma.
- 17 Millainen uudesta sairaalasta tulee? Verkkoaineisto. <<https://laaksonyhteissairaala.fi/uusi-sairaala/>>. Luettu 29.10.2023.
- 18 Moottoriajoneuvoliikenteen liikennemäärät. Verkkoaineisto. <<https://kaupunkitieto.hel.fi/fi/liikenne/moottoriajoneuvoliikenne/moottoriajoneuvoliikenteen-liikennemaarat>>. Luettu 30.10.2023.
- 19 Haajanen, Eino. 2023. Kolme loukkaantui ketju-kolarissa Nordenskiöldin-kadulla, yhtä kuljettajaa epäillään rikoksista. Verkkoaineisto. <<https://www.hs.fi/kaupunki/art-2000009751827.html>> Päivitetty 30.7.2023. Luettu 30.10.2023.
- 20 STT Info. 2023. Helsinki aloittaa Mannerheimintien peruskorjauksen keväällä 2023. Verkkoaineisto. <<https://www.sttinfo.fi/tiedote/69940552/helsinki-aloittaa-mannerheimintien-peruskorjauksen-kevaalla-2023?publishId=60577852>> 6.5.2022. Luettu 30.10.2023.
- 21 Salomaa, Marja. 2023. Helsinki saattaa lainata miljoonia euroja rahavaikeuksiin ajautuneelle areenahankkeelle – Näin suunnitelmaa perustellaan. Verkkoaineisto. <<https://www.hs.fi/kaupunki/art-2000009673848.html>> 26.6.2023. Luettu 30.10.2023.

- 22 Sormunen, Timo. 2023. Garden Helsinki otti askeleen eteenpäin – Scandic lähtee hotellioperaattoriksi. Verkkoaineisto. <<https://www.rakennuslehti.fi/2023/09/garden-helsinki-otti-askeleen-eteenpain-scandic-lahtee-hotellioperaattoriksi/>> 13.9.2023. Luettu 30.10.2023.
- 23 Projekti-insinööri 1, SRV. 2023. Helsinki. Sähköpostihaastattelu 9.10.2023.
- 24 Projekti-insinööri 2, SRV. 2023. Helsinki. Sähköpostihaastattelu 10.10.2023.
- 25 Projektipäällikkö 1, SRV. 2023. Helsinki. Sähköpostihaastattelu 23.10.2023.
- 26 Projektipäällikkö 2, SRV. 2023. Helsinki. Sähköpostihaastattelu 26.10.2023.

Haastattelukysymykset

Työmaalogistiikka

1. Mitkä tulevat olemaan mielestäsi työmaalogistiikan suurimmat haasteet?
2. Miten niihin voidaan varautua?
3. Kuinka hyvin uskot logistiikan toimivan läpi hankkeen? (Valitse yksi)
 - 1: Erittäin huonosti
 - 2: Huonosti
 - 3: Neutraali
 - 4: Hyvin
 - 5: Erittäin hyvin

Tontin sijainti ja liikenne

4. Millaisia haasteita ympäröivät hankkeet (esim. Mannerheimintien peruskorjaus, Garden Helsinki) mielestäsi aiheuttavat logistiikalle?
5. Miten niihin voidaan varautua?
6. Miten väliaikaiset liikennehäiriöt (esim. onnettomuudet) tontin ympäristössä mielestäsi vaikuttavat logistiikkaan?
7. Miten liikennehäiriöihin voidaan mielestäsi varautua?
8. Kuinka todennäköisesti tontin sijainti tulee mielestäsi aiheuttamaan haasteita logistiikalle? (Valitse yksi)
 - 1: Erittäin todennäköisesti
 - 2: Todennäköisesti
 - 3: Neutraali

- 4: Epätodennäköisesti
- 5: Erittäin epätodennäköisesti

Varastointi

9. Miten varastointi on suunniteltu?

10. Mitkä ovat mielestäsi varastointiin liittyvät suurimmat haasteet?

11. Miten niihin voidaan varautua?

12. Millä keinoin hävikkiä voidaan mielestäsi hallita? (Materiaalit vahingoittuvat / pilaantuvat varastoidessa, esim. sääolosuhteiden takia)

13. Kuinka hyvin uskot varastoinnin toimivan läpi hankkeen? (Valitse yksi)

- 1: Erittäin huonosti
- 2: Huonosti
- 3. Neutraali
- 4: Hyvin
- 5: Erittäin hyvin

Tietomalli

14. Miten hyvin tietomallia on mielestäsi voitu hyödyntää logistiikan suunnittelussa? (Valitse yksi)

- 1: Erittäin huonosti
- 2: Huonosti
- 3. Neutraali
- 4: Hyvin
- 5: Erittäin hyvin

15. Millaista apua tietomallista on mielestäsi ollut logistiikan suunnittelussa?

16. Kuinka luotettavia tietomallista saadut määrät ovat mielestäsi olleet? (Valitse yksi)

- 1: Erittäin epäluotettavia
- 2: Epäluotettavia
- 3. Neutraali
- 4: Luotettavia
- 5: Erittäin luotettavia

17. Jos määrät olivat epäluotettavia, mitkä ovat mielestäsi suurimmat syyt tähän? Miten malli saataisiin luotettavammaksi?

18. Miten tietomallia voisi mielestäsi muuten kehittää?

Haastattelu, projekti-insinööri 1, SRV

Työmaalogistiikka

1. Mitkä tulevat olemaan mielestäsi työmaalogistiikan suurimmat haasteet?

- Valtavat materiaalivolyymit ja sitä mukaan myös suuri tarve kuljetuksille, jotka halutaan toteuttaa täsmätoimituksin päivittäin. Häiriöitä tähän tulee varmasti aiheuttamaan mm. LYS:iä ympäröivät infrahankkeet ja muut ruuhkat kaupunkialueella, LYS:in muut osaprojektit, työmaa-alueen kulkureittien vähäinen määrä, sekä kuljetusten epätasällisyys johtuen edellä mainituista tekijöistä, tai ongelmista kuljetusterminalien päässä.

2. Miten niihin voidaan varautua?

- Ympäröivien infrahankkeiden, kaupunkiruuhkien sekä työmaa-alueen muiden töiden ja kuljetusten vaikutusta päärakennuksen logistiikkaan voidaan minimoida esimerkiksi ajoittamalla kuljetukset ja rakennuksen sisäiset haalaukset työmaan normaalin työajan ulkopuolelle, eli ilta- ja yöaikaan.
- Oman tietämykseni mukaan hankkeella tullaan hyödyntämään työmaa-alueen ulkopuolisia välivarastoja. Toimitukset välivarastolle, sekä siellä tehtävät lajittelut tahdeittain on tehtävä hyvissä ajoin etuajassa, jotta tahtien materiaalit tulevat varmasti valmiiksi ennen toimitusta työmaalle. Tämä vaatii yhteistoiminnallista etukäteissuunnittelua pääurakoitsijan, aliurakoitsijan ja logistiikkatoimijan välillä.
- Lisäksi logistiikkatoimijan on perehdytettävä omat työntekijänsä perusteellisesti päärakennuksen tahtiaikatauluun ja tahtialueisiin, jotta materiaalien haalauksia väärille tahtialueille saadaan vähennettyä.

3. Kuinka hyvin uskot logistiikan toimivan läpi hankkeen? (Valitse yksi)

- 1: Erittäin huonosti
- 2: Huonosti
- **3. Neutraali**
- 4: Hyvin
- 5: Erittäin hyvin

Tontin sijainti ja liikenne

4. Millaisia haasteita ympäröivät hankkeet (esim. Mannerheimintien peruskorjaus, Garden Helsinki) mielestäsi aiheuttavat logistiikalle?
 - Yleisesti runsaasti liikennöidyt tiet ruuhkautuvat helposti ilman ympäröiviä rakennushankkeita. Nämä hankkeet ruuhkauttavat toteutuessaan ympäröiviä teitä entisestään.
5. Miten niihin voidaan varautua?
 - Vastauksen 2 mukaisesti ajoittamalla kaikki mahdolliset LYS:in materiaalikuljetukset normaalin työajan ulkopuolelle.
6. Miten väliaikaiset liikennehäiriöt (esim. onnettomuudet) tontin ympäristössä mielestäsi vaikuttavat logistiikkaan?
 - Tontin ulkopuoliset liikennehäiriöt voivat aiheuttaa häiriöitä yksittäisille materiaalitoimituksille.
 - Itse tontin sisällä: Vähäisten läpikulkureittien takia jo yksinkertainen kuljetusajoneuvon tekninen vika voi lamaannuttaa koko työmaalogistiikan.
7. Miten liikennehäiriöihin voidaan mielestäsi varautua?
 - Suunnittelemalla ainakin välivarastolta työmaalle saapuvat materiaalit toimitukset vähemmän ruuhkaisille ajankohdille, eli illoille tai öille.
8. Kuinka todennäköisesti tontin sijainti tulee mielestäsi aiheuttamaan haasteita logistiikalle? (Valitse yksi)
 - 1: Erittäin todennäköisesti
 - **2: Todennäköisesti**
 - 3: Neutraali
 - 4: Epätodennäköisesti
 - 5: Erittäin epätodennäköisesti

Varastointi

9. Miten varastointi on suunniteltu?

- Materiaalit toimitetaan työmaalle pääosin välivaraston kautta logistiikkaurakoitsijan toimesta.

10. Mitkä ovat mielestäsi varastointiin liittyvät suurimmat haasteet?

- Mielestäni varastoinnin suurin riski on materiaalien hallinta ja lajittelu välivarastolla, sekä materiaalien haalaus oikeille tahtialueille työmaalla.

11. Miten niihin voidaan varautua?

- Haasteisiin voidaan varautua suunnittelemalla materiaalitoimituksia esimerkiksi tietomallin perusteella saatavien määrien avulla, sekä osallistamalla asennuksesta vastaavaa urakoitsijaa asennukseen tarvittavien pientarvikkeiden määrissä, mikäli pientarvikkeet sisältyvät logistiikkatoimijan toimituksiin. Lisäksi logistiikkatoimijan on perehdytettävä välivarastolla sekä työmaalla työskentelevät henkilöt hankkeen tahtiaikatauluun ja käytettäviin materiaalien tilausjärjestelmiin perusteellisesti.

12. Millä keinoin hävikkiä voidaan mielestäsi hallita? (Materiaalit vahingoittuvat / pilaantuvat varastoidessa, esim. sääolosuhteiden takia)

- Tällaista tilannetta ei pitäisi ainakaan sisävalmistusvaiheen materiaalien osalta tapahtua, sillä materiaalit säilytetään sääsuojatussa välivarastossa. Mikäli työmaalla täytyy jostain syystä säilyttää olosuhdeherkkiä materiaaleja, tulee niitä säilyttää esimerkiksi malliasennushallin varastointii osoitetulla alueella.

13. Kuinka hyvin uskot varastoinnin toimivan läpi hankkeen? (Valitse yksi)

- 1: Erittäin huonosti
- 2: Huonosti
- 3: Neutraali
- **4: Hyvin**
- 5: Erittäin hyvin

Tietomalli

14. Miten hyvin tietomallia on mielestäsi voitu hyödyntää logistiikan suunnittelussa? (Valitse yksi)

- 1: Erittäin huonosti
- 2: Huonosti
- 3: Neutraali
- 4: Hyvin
- **5: Erittäin hyvin**

15. Millaista apua tietomallista on mielestäsi ollut logistiikan suunnittelussa?

-

16. Kuinka luotettavia tietomallista saadut määrät ovat mielestäsi olleet? (Valitse yksi)

- 1: Erittäin epäluotettavia
- 2: Epäluotettavia
- 3: Neutraali
- **4: Luotettavia**
- 5: Erittäin luotettavia

17. Jos määrät olivat epäluotettavia, mitkä ovat mielestäsi suurimmat syyt tähän? Miten malli saataisiin luotettavammaksi?

- Tietomallista saatavat määrät tarkentuvat ja kehittyvät varmasti eteenpäin toteutussuunnittelun aikana. Erityisesti arkkitehtisuunnittelun sekä tietomallia rikastavan tiimin tulee kiinnittää huomiota tietomallissa tekemäänsä mallinnukseen ja muutoksiin, jotta suurilta systemaattisilta virheluokituksilta ja epäluotettavilta määriltä vältyttäisiin.

18. Miten tietomallia voisi mielestäsi muuten kehittää?

- Tietomallia voitaisiin kehittää viemällä mallintaminen tarkemmalle tasolle esimerkiksi pintamateriaalien ja varusteiden osalta suunnittelun lähtötietojen tämän salliessa. Lisäksi esimerkiksi urakoitsijatiedon, sekä mahdollisen tahtiaikataulun mukaisen asennusajankohdan voisi viedä objektien ominaisuuksiksi.

Haastattelu, projekti-insinööri 2, SRV

Työmaalogistiikka

1. Mitkä tulevat olemaan mielestäsi työmaalogistiikan suurimmat haasteet?

- Työmaan keskeinen sijainti kaupunki alueella, työmaan läheisyydessä kulkee vilkkaasti liikennöityjä katuja.
- Työmaan tontti on ahdas, suojeltavien puiden ja kallioiden sekä muurien vuoksi työmaa -alue on ahdas ja rakennus on suuri, vaatii paljon yhteensovittamista ja aikatauluttamista eri rakennusvaiheiden välillä.

2. Miten niihin voidaan varautua?

- Työmaalla on jatkuva liikenteen ohjaus. Työmaa päätiellä on ohituspaikkoja, meillä on valmiiksi suunnitellut varareitit ja toimenpiteet, jos rekka pysähtyy keskelle työmaatietä ja tukkii työmaan liikenteen.

3. Kuinka hyvin uskot logistiikan toimivan läpi hankkeen? (Valitse yksi)

- 1: Erittäin huonosti
- 2: Huonosti
- 3. Neutraali
- **4: Hyvin**
- 5: Erittäin hyvin

Tontin sijainti ja liikenne

4. Millaisia haasteita ympäröivät hankkeet (esim. Mannerheimintien peruskorjaus, Garden Helsinki) mielestäsi aiheuttavat logistiikalle?

- Työmaan vieressä kulkevien väylien remontoimiset varmasti tulevat aiheuttamaan pieniä aikatauluhaittoja toimituksiin, koska ne ruuhkauttavat todennäköisesti työmaan läheisyydessä kulkevaa liikennettä.

5. Miten niihin voidaan varautua?

- Vaihtoehtoisin reitein ja aikataulu suunnittelulla.

6. Miten väliaikaiset liikennehäiriöt (esim. onnettomuudet) tontin ympäristössä mielestäsi vaikuttavat logistiikkaan?

- Liikennehäiriö laajuus voi olla laajakin ja mahdollisesti lamauttaa laajaltakin alueelta liikenteen. Joudutaan käyttämään työmaan varareittejä tai reitittämään tulevia toimituksia muita suunniteltuja reittejä käyttäen.

7. Miten liikennehäiriöihin voidaan mielestäsi varautua?

- Varareittien käyttäminen, nopea informoiminen toimituksille.

8. Kuinka todennäköisesti tontin sijainti tulee mielestäsi aiheuttamaan haasteita logistiikalle? (Valitse yksi)

- **1: Erittäin todennäköisesti**
- 2: Todennäköisesti
- 3: Neutraali
- 4: Epätodennäköisesti
- 5: Erittäin epätodennäköisesti

Varastointi

9. Miten varastointi on suunniteltu?

- Varastoinnista on järjestetty palavereja, joissa on käsitelty projektin eri osapuolten tilan tarpeita. Varastoinnista on laadittu suunnitelma etukäteen.

10. Mitkä ovat mielestäsi varastointiin liittyvät suurimmat haasteet?

- Ahdas tontti, ylimääräistä tilaa ei juurikaan ole. Työmaalla olevat suuret korkoerot. Monta eri rakennusvaihetta käynnissä samanaikaisesti.

11. Miten niihin voidaan varautua?

- Suunnittelemalla ja yhteensovittamalla etukäteen.

12. Millä keinoin hävikkiä voidaan mielestäsi hallita? (Materiaalit vahingoittuvat / pilaantuvat varastoidessa, esim. sääolosuhteiden takia)

- Varastoimalla materiaalia ohjeiden mukaisesti, sekä seuraamalla että niin myös varastoidaankin.

13. Kuinka hyvin uskot varastoinnin toimivan läpi hankkeen? (Valitse yksi)

- 1: Erittäin huonosti
- 2: Huonosti
- **3. Neutraali**
- 4: Hyvin
- 5: Erittäin hyvin

Tietomalli

14. Miten hyvin tietomallia on mielestäsi voitu hyödyntää logistiikan suunnittelussa? (Valitse yksi)

- 1: Erittäin huonosti
- 2: Huonosti
- 3. Neutraali
- 4: Hyvin
- **5: Erittäin hyvin**

15. Millaista apua tietomallista on mielestäsi ollut logistiikan suunnittelussa?

- Työmaa-alueen käyttöä on suunniteltu tietomallin perusteella. Tietomallia työmaan suunnittelussa on hyvä työkalu.

16. Kuinka luotettavia tietomallista saadut määrät ovat mielestäsi olleet? (Valitse yksi)

- 1: Erittäin epäluotettavia
- 2: Epäluotettavia
- **3. Neutraali**
- 4: Luotettavia
- 5: Erittäin luotettavia

17. Jos määrät olivat epäluotettavia, mitkä ovat mielestäsi suurimmat syyt tähän? Miten malli saataisiin luotettavammaksi?

- Luotettavat määrät selviävät, kun rakennus on valmis. Jos malliin saisi simuloitua kaikki hukat yms. rikki menneet materiaalit.

18. Miten tietomallia voisi mielestäsi muuten kehittää?

- Projektissa on mielestäni ollut laaja ja kattava tietomalli, ehkä jos siihen saisi simuloitua työmaalla kulkevia henkilöitä, kuorma-autoja, nostoja. Jos tietomallia saisi "animaation muotoon"

Haastattelu, projektipäällikkö 1, SRV

Työmaalogistiikka

1. Mitkä tulevat olemaan mielestäsi työmaalogistiikan suurimmat haasteet?

- Sijainti vilkkaiden liikenneyhteyksien varrella, työmaan pääportit samalta puolelta aluetta -> ruuhkat, herkkä häiriöille ja mahdollinen häiriö voi tukkia kaikki työmaan kriittiset portit
- Ahdas sijainti -> säilytettävä puusto, kalliot sekä sairaalatoiminta rajoittaa reittejä
- Suuret massat ja kuljetusten määrät -> rakentaminen ja louhinta samaan aikaan käynnissä. Tahtiaikataulu vaatii, että kuljetukset tulee sovitulla hetkellä päivittäin perillä.

2. Miten niihin voidaan varautua?

- Logistiikkajärjestelmää käytetään kaikkien toimesta.
- Logistiikan tulee olla ennakkoon suunniteltua ja vastuut selvillä.
- Resurssointi tulee olla riittävää. Käytettävä logistiikkalusto suunniteltu (hissit, nosturit, kuormien purkukalusto)
- Työmaalle on saatava pääreittien lisäksi varareittejä poikkeamien varalle
- Katuverkossa opastus kunnossa ja kuljetusreitit suunniteltu valmiiksi toimittajien kanssa
- Tavaravirtoja tulee seurata ja valvoa: työmaalle oikea määrä tavaraa per tahtialue. Jos toimitukset liian suuria niin muutetaan toimituserien kokoja. Ylimääräiselle tavaralle on varattuna paikka tai ne siirretään seuraavalle tahtialueelle.
- Myös jätevirrat selvillä ja niiden siirrot suunniteltu ja vastuutettu
- Välivaraston toiminta kunnossa.

3. Kuinka hyvin uskot logistiikan toimivan läpi hankkeen? (Valitse yksi)

- 1: Erittäin huonosti
- 2: Huonosti
- 3. Neutraali
- **4: Hyvin**
- 5: Erittäin hyvin

Tontin sijainti ja liikenne

4. Millaisia haasteita ympäröivät hankkeet (esim. Mannerheimintien peruskorjaus, Garden Helsinki) mielestäsi aiheuttavat logistiikalle?

- Jo ennalta korkeasti kuormitettu katuverkko ruuhkautuu entisestään. Lisää poikkeamien riski kasvaa. Varsinkin Mannerheimin tien remontin vaikutukset ruuhkien aikoihin ja sijainteihin voi olla iso ja selviää todellisuudessa vasta kun työt ovat lähempänä Laaksoa. Garden Helsinki muuttaa Auroranportin liikennettä erityisen paljon.

5. Miten niihin voidaan varautua?

- Seurataan herkäällä korvalla näiden hankkeiden etenemistä. Tiivis yhteydenpito kaupungin edustajien kanssa. Toimittajien informointi vaikutuksista ja ajantasaiset aluekartat/liikennesuunnitelmat.

6. Miten väliaikaiset liikennehäiriöt (esim. onnettomuudet) tontin ympäristössä mielestäsi vaikuttavat logistiikkaan?

- Pahimmillaan pysäyttävät kaikki työt, erityisesti runkovaiheessa.

7. Miten liikennehäiriöihin voidaan mielestäsi varautua?

- Varareitit suunniteltu valmiiksi
- Seurataan liikenteen tilannetta ja reagoidaan kun jotain tapahtuu -> ei ohjata lisää kuormia työmaalle vaan odotetaan, että tilanne selkiytyy.
- Varastoidaan yhden päivän materiaalit tarpeet työmaalla.
- Priorisoidaan poikkeushetken liikenne eli mitkä kuormat on pakko saada sisälle

8. Kuinka todennäköisesti tontin sijainti tulee mielestäsi aiheuttamaan haasteita logistiikalle? (Valitse yksi)

- **1: Erittäin todennäköisesti**
- 2: Todennäköisesti
- 3: Neutraali
- 4: Epätodennäköisesti
- 5: Erittäin epätodennäköisesti

Varastointi

9. Miten varastointi on suunniteltu?

- Työmaalla olevat varastoalueet niin sisällä kuin ulkona määritetty
- Välivarastoinnin/terminaalin tarve on tunnistettu, mutta tarkempi suunnittelu vielä kesken

10. Mitkä ovat mielestäsi varastointiin liittyvät suurimmat haasteet?

- Tilan puute / varastoitu tavara jonkun tiellä
- Materiaalin riski rikkoutumisella ja kastumiselle
- Tavaraa siirretään monta kertaa paikasta ja kuormasta toiseen -> lisää kustannuksia ja rikkoutumisriskiä
- Tavara katoaa tai on väärässä paikassa
- Tavaraa tilataan varastoalueelle liikaa
- Välivarastoinnin osalta haasteena ajantasainen tieto siitä mitä varastossa on ja vastuukysymykset vaurioitilanteissa

11. Miten niihin voidaan varautua?

- Varastoidaan oikeaa tavaraa oikeassa paikassa (herkät kamat sisätiloissa jne.)
- Varastoalueet on ennakoon suunniteltu ja rajattu. Niistä pidetään huolta.
- Varastoja hoidetaan ja valvotaan, ei ainoastaan tilata sokkona lisää tavaraa

12. Millä keinoin hävikkiä voidaan mielestäsi hallita? (Materiaalit vahingoittuvat / pilaantuvat varastoidessa, esim. sääolosuhteiden takia)

- Suojaus on suunniteltua ja vastuutettu
- Tavaraa ei tilata liikaa
- Tavaraa liikutellaan oikeilla välineillä
- Kuorman vastaanotto on hallittua ja sen tekee oikeat henkilöt

13. Kuinka hyvin uskot varastoinnin toimivan läpi hankkeen? (Valitse yksi)

- 1: Erittäin huonosti
- 2: Huonosti
- 3. Neutraali
- **4: Hyvin**
- 5: Erittäin hyvin

Tietomalli

14. Miten hyvin tietomallia on mielestäsi voitu hyödyntää logistiikan suunnittelussa? (Valitse yksi)

- 1: Erittäin huonosti
- 2: Huonosti
- **3. Neutraali**
- 4: Hyvin
- 5: Erittäin hyvin

15. Millaista apua tietomallista on mielestäsi ollut logistiikan suunnittelussa?

- Määrälaskentaa voitu tehdä mallista
- Tietomallia hyödynnetty aluesuunnittelussa (haalausreitit, korkeuserot, aukot jne.)

16. Kuinka luotettavia tietomallista saadut määrät ovat mielestäsi olleet? (Valitse yksi)

- 1: Erittäin epäluotettavia
- 2: Epäluotettavia
- **3. Neutraali**
- 4: Luotettavia
- 5: Erittäin luotettavia

17. Jos määrät olivat epäluotettavia, mitkä ovat mielestäsi suurimmat syyt tähän? Miten malli saataisiin luotettavammaksi?

- Suunnittelu ei ole paikoin edennyt niin pitkälle, että tietomallista saataisiin kaikilta osin tarkkoja määrätietoja. Osin kyse siis suunnittelun tämänhetkisestä vaiheesta, osin puutteellisesta suunnittelusta.
- Mallin luotettavuus paranee suunnittelun edetessä
- Hankkeen koko aiheuttaa haasteen: mallin ylläpitotyö on aikaa (eli kustannuksia) vievää työtä. Panos-tuotossuhde oltava kunnossa.

18. Miten tietomallia voisi mielestäsi muuten kehittää?

- Kaikilla osapuolilla selkeä yhteinen näkemys siitä mihin mallia käytetään.
- Kaikilla tiedossa mallin kunkin ajanhetken tila = mitä mallissa vielä vaillinaisena, miltä osin päivittymässä.

Haastattelu, projektipäällikkö 2, SRV

Työmaalogistiikka

1. Mitkä tulevat olemaan mielestäsi työmaalogistiikan suurimmat haasteet?

- Omasta näkökulmastani katsottuna suurimmat haasteet liittyvät osa-projektien ja yhteisen työmaan sekä liittyvien hankkeiden logistiikan yhteensovittamiseen sekä siihen, kuinka hyvin pystymme hallitsemaan työmaan rajapintojen haasteita esim. ruuhkat, onnettomuudet, muut katutyöt jne. Suurimmat haasteet todennäköisesti ovat alussa, mutta kun kasvukivuista päästään eroon uskon, että logistiikasta saadaan toimiva kokonaisuus. Suuria haasteita on varmasti OP3 sisällä lisäksi, mutta en ole siinä asiassa niin hyvin sisällä, että osaisin ottaa niihin asioihin kantaa.

2. Miten niihin voidaan varautua?

- Ennakkosuunnittelu ja simulointi. Lisäksi koen, että liittyvien alueiden ja organisaatioiden kontaktointi olisi myös varautumisen kannalta järkevää. Erilaisten skenaarioiden mukaan, meillä tulee olla varareitit esimerkiksi olemassa.

3. Kuinka hyvin uskot logistiikan toimivan läpi hankkeen? (Valitse yksi)

- 1: Erittäin huonosti
- 2: Huonosti
- 3. Neutraali
- **4: Hyvin**
- 5: Erittäin hyvin

Tontin sijainti ja liikenne

4. Millaisia haasteita ympäröivät hankkeet (esim. Mannerheimintien peruskorjaus, Garden Helsinki) mielestäsi aiheuttavat logistiikalle?

- Liikenneluuhkia ja onnettomuuksia, jotka aiheuttavat huonoja mielikuvia ja mainetta sekä konkreettista haittaa alueen liikennöitsijöille. Alueella on lisäksi toimivia sairaaloita, joiden toiminnan

5. Miten niihin voidaan varautua?

- Ennakkosuunnittelulla ja sillä että saadaan aivan alueella olevat katuritukset osaksi LYS hanketta, jolloin alueen hallittavuus paranee.

6. Miten väliaikaiset liikennehäiriöt (esim. onnettomuudet) tontin ympäristössä mielestäsi vaikuttavat logistiikkaan?

- Aiheuttavat mahdollisesti haasteita tahtituotantoon, riippuen tietenkin häiriön asteesta.

7. Miten liikennehäiriöihin voidaan mielestäsi varautua?

- Etsimällä vaihtoehtoisia logistiikkareittejä tilanteiden varalle.

8. Kuinka todennäköisesti tontin sijainti tulee mielestäsi aiheuttamaan haasteita logistiikalle? (Valitse yksi)

- **1: Erittäin todennäköisesti**
- 2: Todennäköisesti
- 3: Neutraali
- 4: Epätodennäköisesti
- 5: Erittäin epätodennäköisesti

Varastointi

9. Miten varastointi on suunniteltu?

- Pieni varastointialue on Laakson kentällä ja lisäksi on hankinnassa välivarasto tahtituotannon tarpeita varten.

10. Mitkä ovat mielestäsi varastointiin liittyvät suurimmat haasteet?

- Varastotilan puute ja materiaalivirtojen hallinta

11. Miten niihin voidaan varautua?

- Ennakkoperehdytyksillä, jotta allianssikumppaneita ja urakoitsijoita saadaan orientoitua erilaiseen logistiikka ja varastointiajatteluun.

12. Millä keinoin hävikkiä voidaan mielestäsi hallita? (Materiaalit vahingoittuvat / pilaantuvat varastoidessa, esim. sääolosuhteiden takia)

- Oikeanlaiset sääsuojat ja toimitusten määrän optimointi.

13. Kuinka hyvin uskot varastoinnin toimivan läpi hankkeen? (Valitse yksi)

- 1: Erittäin huonosti
- 2: Huonosti
- 3. Neutraali
- **4: Hyvin**
- 5: Erittäin hyvin

Tietomalli

14. Miten hyvin tietomallia on mielestäsi voitu hyödyntää logistiikan suunnittelussa? (Valitse yksi)

- 1: Erittäin huonosti
- 2: Huonosti
- **3. Neutraali**
- 4: Hyvin
- 5: Erittäin hyvin

15. Millaista apua tietomallista on mielestäsi ollut logistiikan suunnittelussa?

- En ole ollut juurikaan mukana näissä asioissa.

16. Kuinka luotettavia tietomallista saadut määrät ovat mielestäsi olleet? (Valitse yksi)

- 1: Erittäin epäluotettavia
- 2: Epäluotettavia
- **3. Neutraali**
- 4: Luotettavia
- 5: Erittäin luotettavia

17. Jos määrät olivat epäluotettavia, mitkä ovat mielestäsi suurimmat syyt tähän? Miten malli saataisiin luotettavammaksi?

- En osaa ottaa kantaa.

18. Miten tietomallia voisi mielestäsi muuten kehittää?

- En osaa ottaa kantaa