



Niko Tuikka

Kustannustehokas työmaalogis- tiikka pientalokohteessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

10.3.2023

Tiivistelmä

Tekijä: Niko Tuikka
Otsikko: Kustannustehokas työmaalogistiikka pientalokohteessa
Sivumäärä: 49 sivua + 4 liitettä
Aika: 10.3.2023

Tutkinto: Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine: Talonrakennustekniikka
Ohjaajat: Lehtori Niina Raistakka, Metropolia AMK
Työpäällikkö Juhani Leivo, Toivo Projektinhallinta
Vastaava mestari Timo Suhonen, Toivo Projektinhallinta

Opinnäytetyö käsittelee pientalokohteiden työmaalogistiikkaa ja kuinka sen saisi toteutettua aiempaa paremmin kohteissa. Kohteet ovat Toivo Groupin työmaita pääkaupunkiseudulla, joiden tonttien koko ja ympäröivät valmiit rakennukset ja infrastruktuuri tuovat omat haasteensa logistiikan järkevään toteuttamiseen.

Työssä tutkittiin, millaisilla tavoilla logistiikkaa on työmailloilla hoidettu. Lisäksi analysoitiin, kuinka hyvin toteutus on onnistunut ja mitä kehitettävää tavoissa on ollut pienkohdetyömailloilla. Pienkohteet käsittävät tässä opinnäytetyössä erillis-, pari- ja rivitaloja.

Tutkimuksessa käytettiin opinnäytetyön tekijän kokemuksia työmailloilta (marraskuu 2021-helmikuu 2023), kyselypohjaista haastattelumateriaalia muilta Toivo Projektinhallinnan työnjohtajilta ja kirjallisten lähteiden kombinaatiota, joista esimerkkitapausten kautta on pohdittu, kuinka toiminnot tulee suunnitella ja järjestää. Lisäksi kysyttiin vaatimuksia, jotta toteutus olisi mahdollisimman jouheva ja toimiva. Teoriaosuutta varten materiaalia etsittiin RT-korteista ja muista alan julkaisuista.

Työn tuloksena saatiin selkeyttä käytäntöihin, millä tavoin pientalokohteissa työmaalogistiikkaa voidaan toteuttaa aiempaa paremmin. Kyseisiä ohjeistuksia ja käytäntöjä hyödynnetään opinnäytetyön lopusta löytyvästä tulevan työmaaprojektin logistiikkasuunnitelmaehdotelmasta

Avainsanat: työmaalogistiikka, tilaustenhallinta, kustannustehokkuus, pientalokohteet

Abstract

Author: Niko Tuikka
Title: Cost-effective logistics on smaller building sites
Number of Pages: 49 pages + 4 appendices
Date: 10 March 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Construction Site Management
Professional Major: Building Construction
Supervisors: Juhani Leivo, Project Manager, Toivo Projektinhallinta
Timo Suhonen, Main Supervisor, Toivo Projektinhallinta
Niina Raistakka, Senior Lecturer, Metropolia University of Applied Sciences

This thesis was carried out for Toivo Group Oy and it concentrates on cost-effective building site logistics on smaller sites. The example cases are in Espoo and Vantaa. The shape and smallness of areas and surrounding buildings and infrastructure make a challenge for making logistics work properly.

In this final year project, the purpose was to study how the logistics was taken care of on the sites. And the topics are that it was analysed how logistics on site has succeeded and what are the topics that need to be developed. Smaller sites cover here separate, pair and terraced houses.

In text a combination of my experiences on sites between November 2021 and February 2023 was used, also a survey to supervisors, written material and example cases to study how to plan and arrange logistics on site. Also, there were questions about qualifications so that the logistics would function well. For the theoretical part used RT cards as well as material of the field were utilised.

As a result, a guide was conducted and more clarity to practice s, how to make logistics work better on smaller sites. These instructions and practices will be utilised in the following building site's logistics plan which can be found at the end of the graduate job.

Keywords: logistics on site, controlling orders, cost effectiveness, smaller building sites

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	8
1.1	Toivo Group Oy	9
1.2	Teoriaa logistiikasta	9
2	Aluesuunnitelmat	10
2.1	Urakkatarjousvaiheen aluesuunnitelma	10
2.2	Aluesuunnitelma yleissuunnitteluvaiheessa	12
2.3	Aluesuunnitelma runko- ja sisätyövaiheissa	13
3	Tavaratilausten hallinta	18
3.1	Toimitusketju	18
3.2	Toimitusten ohjaaminen	20
3.2.1	Organisoiminen hankinnassa	20
3.2.2	Hankintasuunnitelma	20
3.2.3	Logistiikkasuunnittelu	21
3.2.4	Työmaalla ohjatut toimitukset	22
3.3	Jätehuollon järjestäminen	22
3.3.1	Lainsäädäntö	23
3.3.2	Jätehuollon suunnittelu ja toteutus	23
3.3.3	Jätteen kuljetus	23
3.4	Kohteen osittelu	24
4	Teorian yhteenveto	25
5	Työnjohtajien haastattelu	25
5.1	Miten työmaalogistiikka toteutuu omalla työmaallasi?	26
5.2	Mitkä koet suurimmiksi ongelmiksi työmaalogistiikan toteuttamiselle työmaakohteessa?	26
5.3	Mitkä asiat helpottaisivat työmaalogistiikan toteuttamista työmaalla?	28
6	Caset	28
6.1	Espoo – case 1	28
6.2	Vantaa 1 – case 2	29
6.3	Vantaa 2 – case 3	31

6.4	Caseiden vertailut	33
7	Logistiikka työmailla käytännössä	34
7.1	Osittaminen työmailla	34
7.2	Aluesuunnitelman noudattaminen	34
7.3	Tavaratilausten toteutus	35
7.3.1	Kipsitilauksen esimerkki	35
7.4	Tavaroiden siirrot ja haalaukset	38
7.4.1	Talven vaikutus varastointiin	38
7.4.2	Kipsien siirto työmaalta huoneistoihin	39
7.5	Jätehuolto	41
7.6	Hankinnan rooli kilpailutuksessa ja sopimuksissa	41
7.6.1	Hankintasuunnitelmat	41
8	Käytännön yhteenveto	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
9	Tulevan pientalokohteen logistiikkasuunnitelmaehdotelma	41
9.1	Kohde	41
9.2	Aluesuunnitelma	43
9.2.1	Varastointi	44
9.2.2	Kohteen osittelu	45
9.2.3	Pysäköinti ja muu liikenne	45
9.2.4	Työmaakopit	45
9.2.5	Jätehuolto	45
9.3	Tilaustenhallinta ja sopimukset	45
9.3.1	Ennakkoon tehdyt sopimukset ja niiden valvonta	45
9.3.2	Työmaalla suoritettava hankinta	48
10	Lopputulos	48
	Lähteet	50
	Liitteet	
	Liite 1: Case 2 varastoalueet ja nostopaikat (1/2)	
	Liite 2: Case 2 varastoalueet ja nostopaikat (2/2)	
	Liite 3: Case 3 varastoalueet ja nostopaikat (1/2)	
	Liite 4: Case 3 varastoalueet ja nostopaikat (2/2)	

Lyhenteet

BKT:	Bruttokansantuote
EU:	Euroopan Unioni
€/h:	Hinta euroissa tuntia kohden
€/m ² :	Tuotteen hinta euroissa neliometriä kohden
GN:	Kevyempi kipsilevy
GEK:	Erikoiskova kipsilevy
GRI:	Märkätiloissa käytettävä lasikuitua sisältävä kipsilevy
HIAB:	Kuormausnosturi tavaroiden nostamiseen ja siirtämiseen työmaalla
JL:	Jätelaki
LVI:	lämmitys, vesi ja ilmanvaihto
LVVST:	liittymät, linjavedot, keskukset ja valaistus
m ² :	Neliometri, 10x10cm kokonainen alue
MRA:	Maanrakennusasetus
MRL:	Maanrakennuslaki
OY:	Osakeyhtiö
RT:	Rakennustieto
VNA:	Valtioneuvoston asetus

YSE 1998: Yleiset sopimusehdot rakennusalalla

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön taustalla oli tarve pohtia Toivo Group Oy:n pientalokohteiden logistiikan haasteita ja etsiä kohteille keinoja toteuttaa pienkohteen työmaalogistiikka aiempaa paremmin ja kustannustehokkaammin. Referenssikohteina olen käyttänyt yhteensä kolmea Toivon työmaata, jotka sijaitsivat Espoossa (case 1) ja Vantaalla (case 2 ja case 3). Kohteet koostuivat yksi- ja kaksikerroksisista rivi-, erillis- ja paritaloista. Espoossa sijaitseva työmaa sijaitsi rinnetontilla, mikä hankaloitti työmaan logistiikan suunnittelua ja toteutusta. Vantaalla sijainneet tontit olivat tasaisella pohjalla, mutta suhteellisen pieniä.

Olen ollut mukana Toivo Groupin työmaaprojekteissa marraskuusta 2021 lähtien, joten vuodenaikojen vaihtelut ja niiden tuomat haasteet työmaalogistiikalle ovat tulleet vastaan eri työmaan vaiheissa. Säätilat; vesi, lumi ja muut muuttujat ovat asettaneet haasteita työmaan varastointia ja tavaraliikenteen suunnittelusta ja toteuttamista ajatellen.

Yhteistä näissä kolmessa projektissa on ollut myös se, että olen liittynyt mukaan sisärakennusvaiheessa. Esitellyissä kohteissa 2 ja 3 olin työmaalla sisätyövaiheesta luovutukseen asti, joten opinnäytetyön aiheen rajaus koostuu ajallisesti sisävaiheiden aloituksesta loppusiivouksen päättymiseen. Ensimmäisessä kohteessa ehdin olla suhteellisen lyhyen aikaa, joten kyseisestä työmaasta kirjoitin yleisellä tasolla omien havaintojeni pohjalta.

Pientalokohteessa varastointitilaa on luonnollisesti vähemmän verrattuna isommalle tontille levittäytyneelle kohteelle, joten toimiva työmaalogistiikka on avainasemassa työvaiheiden ja aikataulun toteutumisen, työturvallisuuden ylläpidon ja ylipäättänsä työmaalla toimimisen kannalta.

Kerättyjen havaintojen ja tietojen pohjalta teen opinnäytetyön lopusta löytyvän alustavan logistiikkasuunnitelman tulevan rivitalokohteen työmaalogistiikan toteuttamiseen.

1.1 Toivo Group Oy

Toivo Group Oy on perustettu vuonna 2015 ja sen pääkonttori sijaitsee Espoossa. Sen päätoimialaa on asuntojen ja asuinkiinteistöjen hallinta.

Yritys työllistää noin 50 henkilöä, joista noin 20 työskentelee Toivo Projektinhallinnan kautta rakennustyömaiden työnjohdossa ja loput toimistossa, hankekehityksessä, suunnittelussa, taloushallinnossa, tuotannossa, hankinnassa ja vuokrauspuolessa Asuntomestariit-konseptin alla.

Toivo Groupin rakennuskohteet painottuvat kasvukeskuksiin, kuten pääkaupunkiseudulle (Helsinki, Espoo, Vantaa, Kirkkonummi, Järvenpää, Tuusula), Turun ja Tampereen seudulle. Kohteet vaihtelevat erillis- ja paritalokohteista, rivitaloihin ja kerrostaloihin. Pientalokohteet ovat pääasiassa puurakenteisia rakennuksia.

Suunnitteilla olevia huoneistoja on reilut 1100 kappaletta, valmiita huoneistoja vajaan 200 kappaletta ja rakenteilla reilut 650 kotia [1].

Vuokrakohteita Toivo Groupilla on Helsingissä, Espoossa, Kirkkonummella, Turussa, Järvenpäässä, Hämeenlinnassa, Nokiella ja Tampereella. Tarjolla on ollut valmiiksi kalustettuja ja kalustamattomia huoneistoja yksioista viisioihin. Vuokrattavina on kerros-, rivi-, erillis- ja paritaloja. Myyntiin meneviä kohteita on pääkaupunkiseudulla ja Turun seudulla [2]. Myyntikohteet ovat erillis-, pari- ja rivitaloja.

1.2 Teoriaa logistiikasta

Logistiikalla tarkoitetaan materiaalien, tiedon, pääoman, hankinnan, tuotannon, jakelun, kierrätyksen, huolto- ja tukipalvelujen varastointia ja kuljetusta [3]. Logistiikkaa pidetään Euroopan Unionissa keskeisenä toimialana, ja sen avulla pyritään parantamaan EU-jäsenvaltioiden kilpailukykyä. Logistiikan maailmanlaajuinen merkitys on huomattu esimerkiksi vuonna 2010, kun Islannissa purkautunut tulivuori ja sitä seurannut tuhkapilvi keskeytti Euroopan lentoliikenteen ja

2021 rahtilaiva Ever Given jäi kiinni Suezin kanavalle ja oli jumissa vajaan viikon ajan.

Turun Yliopistossa vuonna 2018 julkaistun Logistiikkaselvitys 2018:n [4] mukaan Suomessa on bruttokansantuotteeseen nähden korkeat logistiikkakustannukset, lähes 11% BKT:sta. Korkea luku selittyy pitkällä etäisyyksillä muihin Euroopan maihin nähden sekä Suomen metsä- ja metalliteollisuuden määrällä. Logistiikan tavoitteena pidetään raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja valmiiden tuotteiden toimitusta oikea-aikaisesti oikeaan paikkaan.

2 Aluesuunnitelmat

Toimivan työmaalogistiikan pohjana on selkeästi laadittu työmaan aluesuunnitelma. Aluesuunnitelmana pidetään rakentamisvaiheittain jatkuvaa toimintasarjaa [5]. Se on osa hankkeen toteuttamisen tuotannosuunnittelua koostuen yleis- ja rakentamisvaiheen suunnittelusta, aluesuunnitelman luomisesta ja ylläpidosta sekä työmaakäytön ohjaamisesta.

Päätoteuttaja laatii aluesuunnitelman ja se viestii hankkeen toimijoille sisäisistä ja ulkoisista logistiikkajärjestelyistä ja turvallisuus- ja työjärjestelystä. Suunnitelma laaditaan kirjallisena maarakennus-, perustus- ja runko- sekä sisätyövaiheeseen. Pienemmissä kohteissa alkuperäiseen suunnitelmaan tehdään päivityksiä työvaiheiden edetessä. Suunnitelma laitetaan esille sellaiselle paikalle työmaalla, jossa kaikilla on pääsy sen näkemiseen.

2.1 Urakkatarjousvaiheen aluesuunnitelma

Urakkatarjousvaiheessa suunnitellaan työmaa-alueen käyttö ja rakentamisen aikaiset järjestelyt. Samalla selvitetään rakennusalueen laajuus ja onko se riittävä, vai tarvitseeko vuokrata katu- ja maa-alueita. Suunniteltavia asioita tässä vaiheessa ovat muun muassa:

Liikennejärjestelyt:

- alueelle vievät ja alueella olevat tiet ja liittymät
- sivuavan liikenteen erottaminen tarpeen mukaan
- uudet portit ja liittymät
- kuljetustiet ja jalankulkuväylät
- sivuavien kevyen liikenteen väylien suojaaminen tarpeen mukaan

Nostojärjestelyt:

- siirtoa vaativien materiaalien määrät eri työvaiheissa ja niiden tarvitsemat nostot
- mahdollisen nosturin sijoitus työmaalle
- autonosturien tarve, nosto- ja ulottuvuuskyky, nostoalueet ja maan kantavuus
- mahdolliset hissit, henkilöille ja tavaroille

Työmaatilat:

- työntekijöiden ja toimihenkilöiden määrät määrittelevät työmaatilat
- työmaatilojen sijoitus työmaalla
- maapohjan vahvistus ja salaojitus

LVVST-järjestelmät:

- valmiit liittymät ja uusien asennusten tarve
- työmaan valaistustarve ja järjestelyt
- lämpö, vesi, viemäri, sähkö ja tietoliikenne

Rakennustarvikkeiden varastointi:

- työmaan logistiikkajärjestelmän määrittäminen ja tarvikkeiden varastointitarve
- varastoalueiden koko ja sijainti, mahdolliset pohjanvahvistukset ja alueiden aitaamiset
- kevytsuojat ja varastohallin rakennus

Työtilat ja -alueet:

- Tilojen ja alueiden paikoitus, koot, määrä
- pohjien vahvistus ja aitaus

Erotus ja suojaus:

- alueen riittävyys rakentamiseen ja lisäalueiden vuokrauskartoitus
- aitausvelvoite ja aidan laittaminen
- aidanrakennus, työmaaportit ja kulunvalvonta.

2.2 Aluesuunnitelma yleissuunnitteluvaiheessa

Yleissuunnitteluvaiheessa urakkatarjousvaiheen määritelmiä täsmennetään työmaa-alueeseen sopivaksi. Esimerkiksi purku- ja lastauspaikat suunnitellaan siten, että niille riittää tarpeeksi tilaa. Alla olevasta tarkastuslistasta käy ilmi, mitä asioita tulee käydä läpi yleissuunnitteluvaiheen aluesuunnitelmassa.

Rakentamisen yleissuunnitteluvaiheen työmaan aluesuunnittelun tarkistuslista

Työmaa-alueen raja- ja erotus

- rajat ja aidat
- vuokra-alueet
- työmaataulu ja työmaan ilmoitustaulu

Työmaatilat

- työmaatoimisto
- ruokailu-, puku-, pesu- ja kuivaustilat
- lepotala ja ensiapuvälineet
- työväline- ja pienkonevarastot

Liikenneväylät ja kulkutiet

- ajotiet työmaa-alueella
- ajoneuvojen kuorma- ja korkeusrajoitukset
- ajoteiden liittymät yleisiin teihin, portit
- valo-ohjaus ja muut liikenneopasteet
- ajoneuvojen kääntöpaikat
- jalankulkutiet ja kevyen liikenteenväylät ja katokset
- sillat, kaiteet ja katokset
- poistumis- ja pelastustiet

Jätehuoltojärjestelyt

- jätelavat, kontit, siilot ja roska-astiat
- jätekuilut ja -kuljettimet
- jätteiden kuljetusreitit

Nosto- ja siirtojärjestelyt

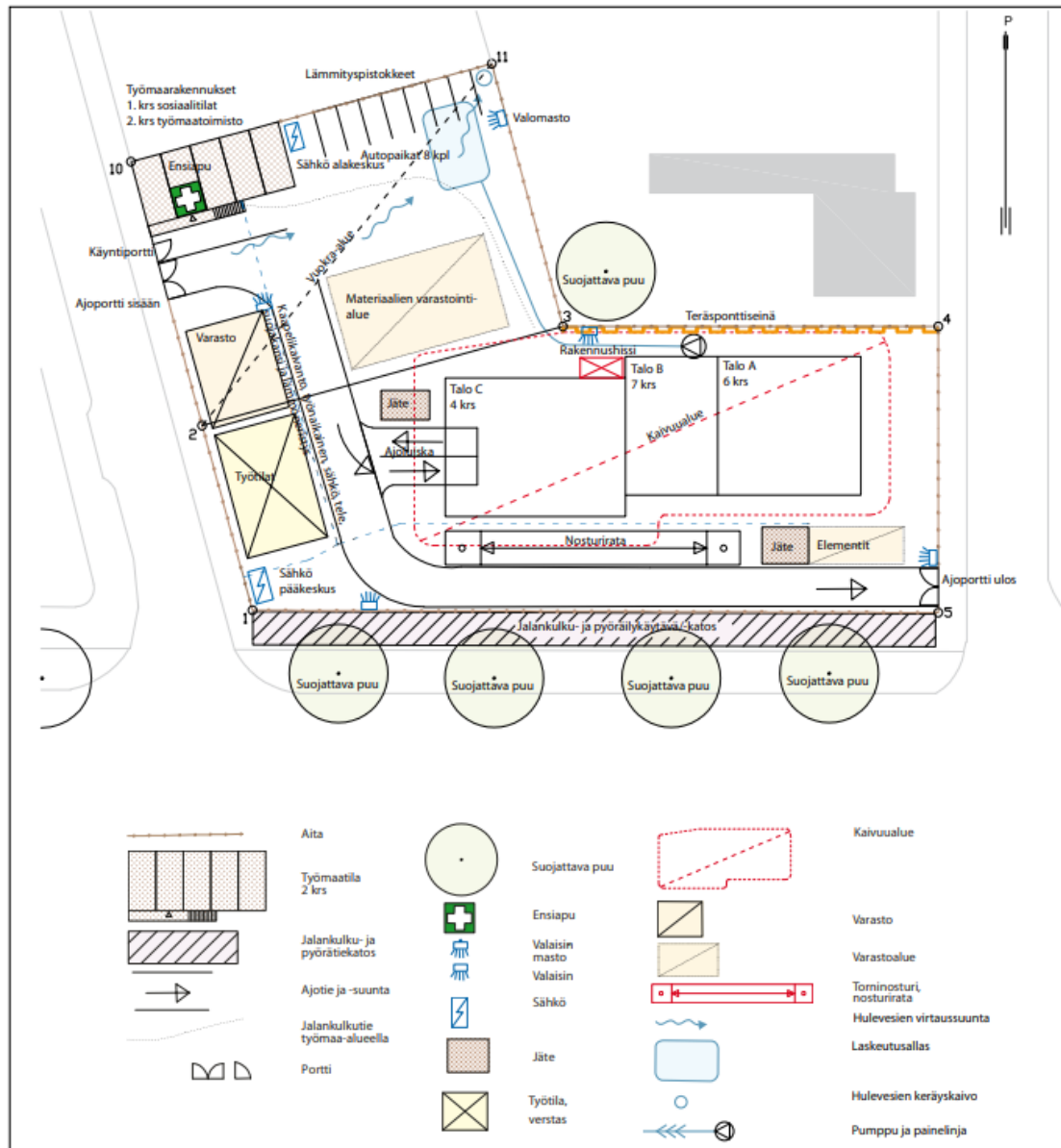
- nostolattumat
- torninosturit ja nosturiradat
- autonosturit
- tavara- ja henkilöhissit
- kuljettimet

Purku-, lastaus- ja varastointialueet

- purku- ja lastausalueet
- varastoalueet ja -rakennukset
- läjitysalueet
- palavien nesteiden ja kaasujen säilytys
- räjähdysaineiden säilytys ja varastointi

KUVA 1: Tarkistuslista yleissuunnitteluvaiheen aluesuunnittelulle [5. s. 7]

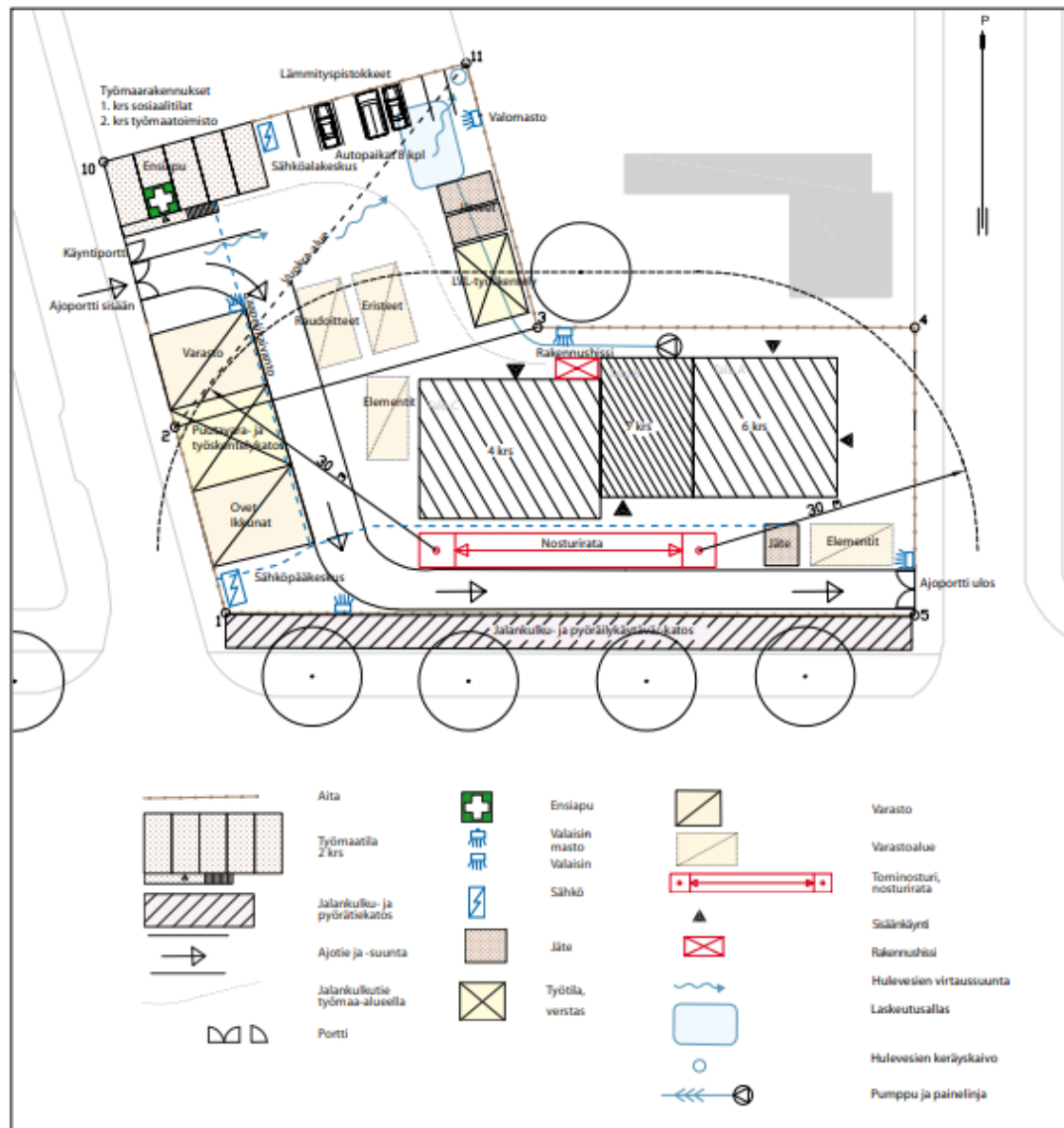
Kuvassa 2 on esimerkki siitä, kuinka rakennustyömaan aluesuunnitelma voidaan toteuttaa yleissuunnitteluvaiheessa.



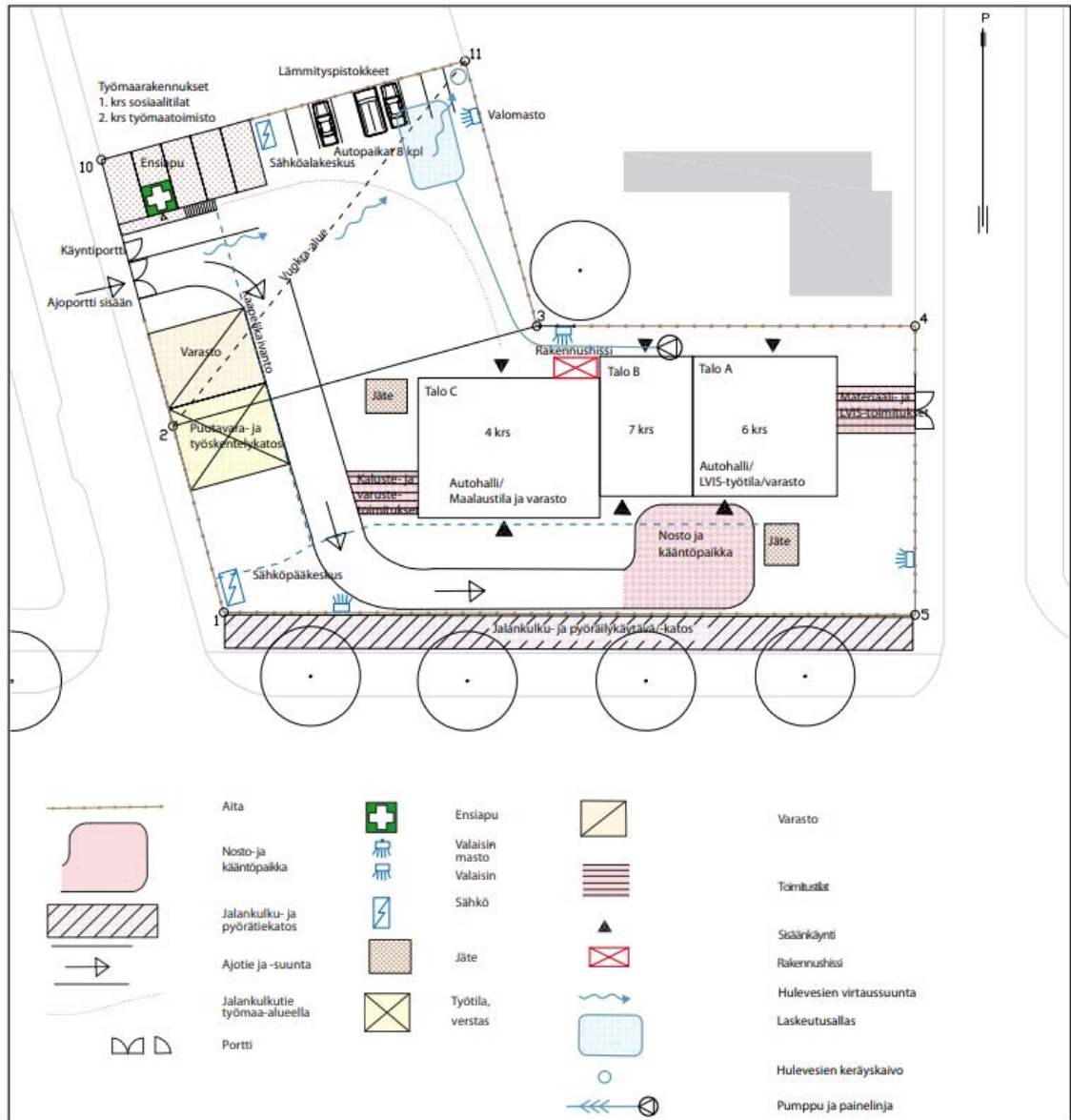
KUVA 2: RT-kortiesimerkki yleissuunnitteluvaiheen aluesuunnitelmasta [5. s. 4].

2.3 Aluesuunnitelma runko- ja sisätyövaiheissa

Kuvissa 3 ja 4 näkyvät pienet muutokset siinä, miten varastoaluetta käytetään verrattuna runkovaihetta sisätyövaiheeseen. Pienemmillä työmailla muutokset ovat hyvin maltillisia, jolloin varastointi- ja jätelavojen sijainnit ovat suhteellisen muuttumattomat.



KUVA 3: Runkotyövaiheen aluesuunnitelma [5 s. 8]



KUVA 4: Sisätöyövaiheen aluesuunnitelma [5 s. 10]

Kuvissa 5 ja 6 löytyvät myös tarkastuslistat, joita voidaan hyödyntää runko- ja sisätöyövaiheen suunnittelun tarkastuksia varten.

C2-0454		Rakennustyömaan aluesuunnittelu		1
Runkotyövaiheen aluesuunnittelun tarkistuslista		Kohde, osakohde	_____	
		Osoite	_____	
		Laatija	_____	
Tehtävä		Hankekohtainen järjestely		
Työmaa-alueen rajausta ja erotusta				
työmaa-alueen rajat	<input type="checkbox"/>	_____		
aidat ja portit	<input type="checkbox"/>	_____		
vuokratut ja kunnossa pidettävät alueet	<input type="checkbox"/>	_____		
työmaataulu ja työmaan ilmoitustaulu	<input type="checkbox"/>	_____		
Liikenneväylät ja kulkutiet sekä jätahuoltojärjestelyt				
ajotiet ja -portit sekä kääntöpaikat	<input type="checkbox"/>	_____		
kulkutiet työmaa-alueella	<input type="checkbox"/>	_____		
liikenneopasteet ja valo-ohjausjärjestelmä	<input type="checkbox"/>	_____		
jalankulkutiet ja -katokset	<input type="checkbox"/>	_____		
poistumis- ja pelastustiet	<input type="checkbox"/>	_____		
jätteiden keräilyalueet ja kuljetustiet	<input type="checkbox"/>	_____		
jätelavat, -kontit, -silot ja astiat	<input type="checkbox"/>	_____		
Purku-, lastaus- ja varastoalueet				
purku- ja lastausalueet	<input type="checkbox"/>	_____		
varastoalueet ja -rakennukset	<input type="checkbox"/>	_____		
erotettavat säilytystilat	<input type="checkbox"/>	_____		
- kaasut	<input type="checkbox"/>	_____		
- palavat nesteet	<input type="checkbox"/>	_____		
- räjähdysaineet	<input type="checkbox"/>	_____		
rakennuskoneiden säilytysalueet ja -tilat	<input type="checkbox"/>	_____		
Työmaan suojaukset				
kaivantojen tuenta ja suojaus	<input type="checkbox"/>	_____		
jjyrkänteiden ja louhosten sijainti ja suojaus	<input type="checkbox"/>	_____		
rakennusten ja kasvillisuuden suojaus	<input type="checkbox"/>	_____		
kaapeli-, ilmajohtojen yms. suojaus	<input type="checkbox"/>	_____		
Työmaan nosto- ja siirtojärjestelyt				
torinosturien sijoituspaikat ja ulottumat	<input type="checkbox"/>	_____		
autonosturien nostopaikat ja -ulottumat	<input type="checkbox"/>	_____		
rakennushissien sijoituspaikat	<input type="checkbox"/>	_____		
telineiden sijoituspaikat	<input type="checkbox"/>	_____		
Rakennukset ja työtilat				
rakennusalue	<input type="checkbox"/>	_____		
ruokailu-, puku-, pesu- ja kuivaustilat	<input type="checkbox"/>	_____		
työmaatoimistot	<input type="checkbox"/>	_____		
lepotilat ja ensiapuvälineet	<input type="checkbox"/>	_____		
työväline- ja pienkonevarastot	<input type="checkbox"/>	_____		
ammattiryhmien työskentelytilat ja -alueet	<input type="checkbox"/>	_____		
työhallit ja kevytsuojat sekä lähivarastot	<input type="checkbox"/>	_____		
tulityöalueet	<input type="checkbox"/>	_____		
VVST-järjestelmät sekä sammutusjärjestelmä				
vesi-, viemäri-, sähkö- ja teleliittymät	<input type="checkbox"/>	_____		
hulevedet	<input type="checkbox"/>	_____		
sähkökeskukset	<input type="checkbox"/>	_____		
työmaa- ja rakennusalueen valaistus	<input type="checkbox"/>	_____		
tulipalon sammutusjärjestelmä	<input type="checkbox"/>	_____		

Lataaja: Metro polia Ammatitökorkeakoulu / kirjasto, metropolia, 6.2.2023. Julkaisun tai sen osien kopiointi, jakaminen, välittäminen tai muuntelu on kielletty.

KUVA 5: Runkotyövaiheen aluesuunnittelun tarkistuslista [5, s. 10]

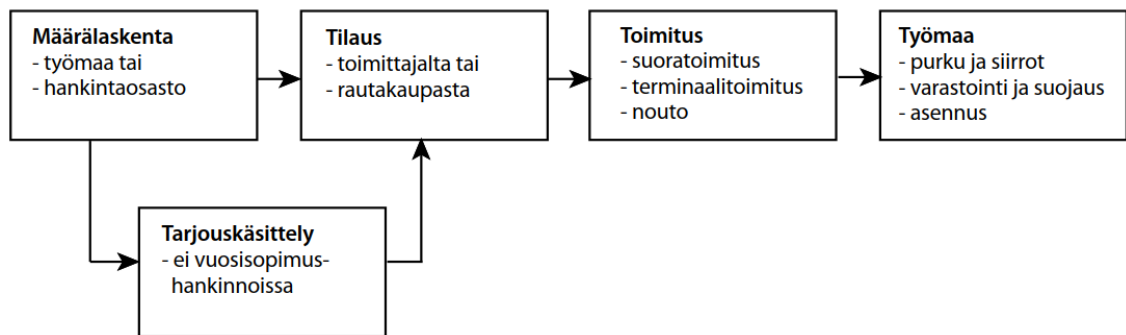
Sisätyövaiheen aluesuunnittelun tarkistuslista	Kohde, osakohde	_____
	Osoite	_____
	Laatija	_____
Tehtävä	Hankekohtainen järjestely	
Työmaa-alueen rajaus ja erotus		
työmaa-alueen rajat	<input type="checkbox"/>	_____
aidat ja portit	<input type="checkbox"/>	_____
vuokra- ja kunnossa pidettävät alueet	<input type="checkbox"/>	_____
työmaataulu ja työmaan ilmoitustaulu	<input type="checkbox"/>	_____
Liikenneväylät ja kulkutiet sekä jätehuoltojärjestelyt		
ajotiet ja -portit sekä kääntöpaikat	<input type="checkbox"/>	_____
kulkutiet työmaa-alueella	<input type="checkbox"/>	_____
liikenneopasteet ja valo-ohjausjärjestelmä	<input type="checkbox"/>	_____
jalankulkutiet ja -katokset	<input type="checkbox"/>	_____
poistumis- ja pelastustiet työmaa-alueella	<input type="checkbox"/>	_____
poistumis- ja pelastustiet rakennuksessa	<input type="checkbox"/>	_____
jätteiden keräilyalueet	<input type="checkbox"/>	_____
jätelavat, -kontit, -siilot ja astiat	<input type="checkbox"/>	_____
Purku-, lastaus- ja varastoalueet		
purku- ja lastausalueet	<input type="checkbox"/>	_____
varastoalueet ja -rakennukset	<input type="checkbox"/>	_____
erotettavat säilytystilat	<input type="checkbox"/>	_____
kaasut	<input type="checkbox"/>	_____
palavat nesteet	<input type="checkbox"/>	_____
rakennuskoneiden säilytysalueet ja -tilat	<input type="checkbox"/>	_____
Työmaan suojaukset		
rakennusten ja kasvillisuuden suojaus	<input type="checkbox"/>	_____
kaapeliin, ilmajohtojen yms. suojaus	<input type="checkbox"/>	_____
Työmaan nosto- ja siirtojärjestelyt	<input type="checkbox"/>	_____
autonosturien nostopaikat ja -ulottumat	<input type="checkbox"/>	_____
rakennushissien sijoituspaikat	<input type="checkbox"/>	_____
nostolaitteiden sijoituspaikat	<input type="checkbox"/>	_____
Rakennukset sekä työtilat ja -alueet		
ruokailu-, puku-, pesu- ja kuivaustilat	<input type="checkbox"/>	_____
työmaatoimistot	<input type="checkbox"/>	_____
lepotilat ja ensiapuvälineet	<input type="checkbox"/>	_____
työväline- ja pienkonevarastot	<input type="checkbox"/>	_____
ammattiryhmien työskentelytilat ja -alueet	<input type="checkbox"/>	_____
työhallit ja kevytsuojat sekä lähivarastot	<input type="checkbox"/>	_____
tulityöalueet	<input type="checkbox"/>	_____
VVST-järjestelmät sekä sammutusjärjestelmä		
vesi-, viemäri-, sähkö- ja teleliittymät	<input type="checkbox"/>	_____
hulevedet	<input type="checkbox"/>	_____
työmaa-alueen ja rakennuksen valaistus	<input type="checkbox"/>	_____
tulipalon sammutusjärjestelmä	<input type="checkbox"/>	_____

KUVA 6: Sisätyövaiheen aluesuunnittelun tarkistuslista [5, s. 12]

3 Tavaratilausten hallinta

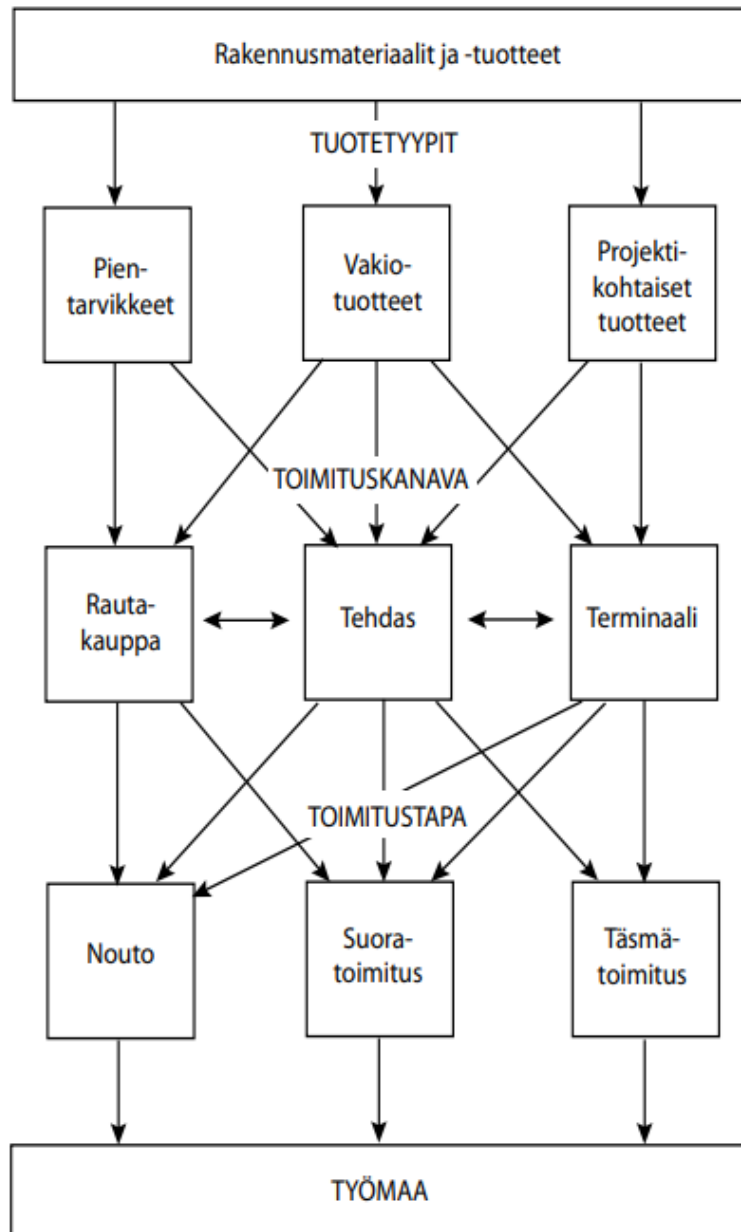
3.1 Toimitusketju

Tavaratilausten toimitusketjussa tavarat voidaan toimittaa työmaalle joko terminaalista, tehtaan tai rautakaupan kautta [6, s. 4]. Terminaalista tulevasta toimituksesta valmistaja tai maahantuojat kuljettavat tuotteensa välivarastoon ja sieltä työmaalle. Toimitukset terminaaleista voidaan tehdä keräillen myös muiden valmistajien tuotteista. Tehdastoimituksessa tuotteet tulevat työmaalle suoraan valmistajan tai maahantuojan varastolta. Rautakaupasta tai tukusta tilatessa kuormiin saadaan myös muiden valmistajien tuotteita, mutta niitä ei erikseen eritellä kohteisiin. Kun sopimus toimittajan ja tilaajan välillä on tehty, vastuu siirtyy työmaan hoidettavaksi. Alla olevassa kaaviossa käydään läpi hankintojen ja toimitusketjujen päävaiheittain.



KAAVIO 1: Hankintojen ja toimitusketjujen päävaiheet [6, s 5]

Kaaviossa 2 nähdään, mitä eri reittejä pitkin rakennusmateriaaleja toimitetaan eri tavoilla työmaalle.



KAAVIO 2: Rakennusmateriaalin toimituskaavio työmaalle [6 s. 4]

3.2 Toimitusten ohjaaminen

3.2.1 Organisoiminen hankinnassa

Rakennusprojektin hankinnassa toimii yrityksen oma hankintaosasto tai työmaan organisaatio [6, s. 6]. Pääasiassa hankinta ottaa osaa suurimpiin työmaan hankintoihin. Isommissa projekteissa työmaille voidaan nimittää oma osastaja, jonka työnkuvana on toteuttaa itse työmaan hankinnat,

Työnjohtajille ja työpäällikölle kuuluvat työmaan hankintojen valmistelu, määrälaskenta piirustusten perusteella, aliurakoiden aikataulut ja laajuus. Hankinnan rooli on kilpailuttaa ja muokata sekä tarkistaa tarjouspyynnöt. Tarjousten perusteella valitaan urakkaneuvotteluihin urakoitsijat ja työmaan organisaatio on osana urakoitsijan valintaa,

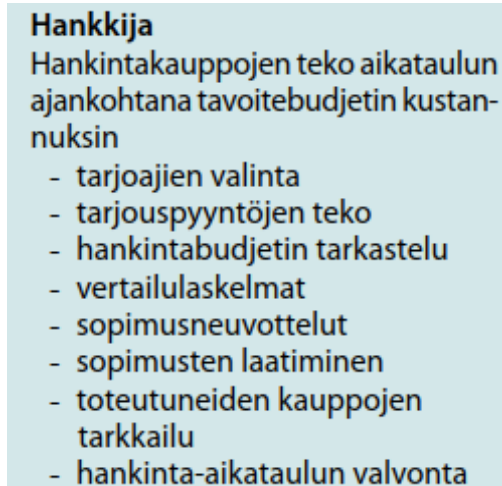
Eri yrityksillä on erilaisia tapoja tehdä ja jakaa hankinnan vastuut ja toiminta. ”Tyypillisesti hankintaosastolle kuuluu toimittajarekisterin ylläpito, sopimusasiakirjojen arkistointi, tarjouspyyntöjen postittaminen ja vastaanotto. Tarjouspyyntöjen valmistelusta, hankintojen määrittelystä, toimittajan valinnasta ja sopimuksen teosta vastaa työmaaorganisaatio” [6. s 6].

3.2.2 Hankintasuunnitelma

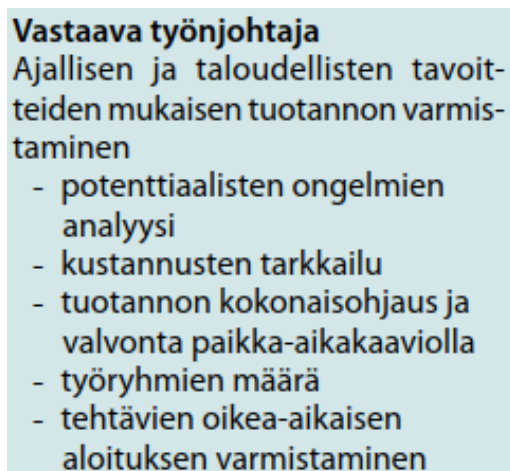
Jotta suurimmat hankinnat saadaan toimitettua työmaalle oikea-aikaisesti, tarvitaan hankintasuunnitelma [6. s. 6]. Hankinta-aikataulu muodostetaan, kun projektin aikataulu on tehty. Aikataulussa tulee huomioida, että tilattavilla tuotteilla ja tavaroilla voi olla eri toimitusajat. Koska projektilla ja toimituksilla on mahdollisuus myöhästyä, määritetään toimitus ajoittumaan sopivalle toimitusaikaikunnalle. Tulee myös huomioida, että materiaalit soveltuvat käytettäviin työtehtäviin mutkitta ja ettei niitä tarvitsisi suojata suuremmin säältä.

Suunnitelmassa on määritelty hankintakokonaisuuksien oikea-aikainen aikatauluttaminen ja kenelle vastuu hankinnoista kuuluu.

Jos hankintoja ei ole sovittu etukäteen, voiko rakennusprojektin budjetti olla tällöin realistinen. Kuvassa 7 on käyty läpi hankkijan vastuuosioita ja kuvassa 8 vastaavan työnjohtajan vastuita.



KUVA 7: Hankinnan tehtävät [6. s 6]



KUVA 8: Vastaavan työnjohtajan tehtävät hankintojen osalta [6. s. 6]

3.2.3 Logistiikkasuunnittelu

Työmaan logistiikan suunnitteluun kuuluvat tavaroiden kuljettamiset, kuormien purkamiset, varastoimiset, siirtämiset, siivoamiset ja suojaamiset [6. s 7].

Lähtökohtaisesti tulisi välttämään ylimääräisiä siirtelyjä työmailla

mahdollisuuksien mukaan. Jokaiselle työvaiheelle tulee miettiä omat siirtotarpeensa ja esimerkiksi runkovaiheessa voidaan miettiä, mitä raskasta kyettäisiin nostamaan holville jo siinä vaiheessa.

Nosto- ja siirtokalustoa suunnitellessa tulee huomioida, että saadaan turvallinen ja edullinen yhdistelmä, joka edesauttaa rakennusprojektin eteenpäinmenemistä [6. s. 7]. Suunnitelmassa käydään läpi kaikki työkoneet, joilla siirretään tavaroita työmaalla vaaka- ja pystysuunnassa, rakennuksissa sisä- ja ulkopuolella.

3.2.4 Työmaalla ohjatut toimitukset

Toimitussopimuksen laatimisen jälkeen työmaan organisaatio vastaa yhteydenpidosta toimittajiin ja aliurakoitsijoihin. Myös tavarantoimittajan yhteyshenkilö voi muuttua.

Työnjohto vastaa toimituksissa:

- toimitustapojen tarkentamisesta
- työmaan toimivuudesta
- toimitusten saaminen työmaalle
- toimitusten vastaanotot ja tarvittavan siirtokaluston hankkiminen

3.3 Jätehuollon järjestäminen

”Jätehuollon hyvällä suunnittelulla ja toteutuksella parannetaan rakennustyön kustannustehokkuutta ja työturvallisuutta sekä toteutetaan lainsäädännön vaatimukset” [7 s. 1]. Lajittelemisen ja toimivan jätehuollon tavoitteena on pitää ympäristö puhtaana ja vähentää luonnonvarojen turhaa kulutusta. Jätehuollon suunnittelutyössä keskitytään vastuukysymyksiin, käsittelypaikkoihin, kirjanpitoon ja raportointiin.

3.3.1 Lainsäädäntö

Talonrakentamisen jätehuoltoon liittyvät säädöksiä ovat:

- Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 (MRL)
- Maankäyttö- ja rakennusasetus 895/1999 (MRA)
- Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (Rakennustyöasetus 205/2009)
- Jätelaki 646/2011 (JL)
- Valtioneuvoston jätteasetus 179/2012 (VNA jätteistä)
- Ympäristönsuojelulaki 527/2014
- Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 331/2013
- Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maanrakentamisessa 591/2006
- Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista 214/2007
- Laki eräistä asbestipurkutöitä koskevista vaatimuksista (HE 323/2014)
- Kuntien ympäristönsuojelumääräykset.

3.3.2 Jätehuollon suunnittelu ja toteutus

”Työmaan jätehuollon järjestämisestä vastaa jätteen haltija” [7. s. 2]. Yleensä vastuussa olevana pidetään urakoitsijaa itseään, joka jätteen on tuottanut. Hankkeeseen ryhtyvä huolehtii, että työmaalla toteutuu jätelain etusijajärjestys. Materiaalien uusiokäyttö ja jätteiden kierrätys nousevat etusijalle jätteiden hyödyntämisessä. Hyödynnettävien lisäksi ongelmajätteet pidetään erillään seka- ja maa-ainesjätteestä. Järjestyksestä voi poiketa, jos on taloudelliset, ympäristövaikutukselliset tai muut perustellut syyt.

3.3.3 Jätteen kuljetus

Jätehuoltorekisterissä olevan kuljetusyrityksen kanssa tehdään sopimus jätehuollon toteuttamisesta ja kuljettamisesta pois työmaalta. Poistuessaan työmaalta vastuu jätteistä siirtyy kuljettavalle firmalle. Jätteiden haltija huolehtii, että jokainen jätelaji lajitellaan ja kuljetetaan omaan vastaanottopaikkaansa.

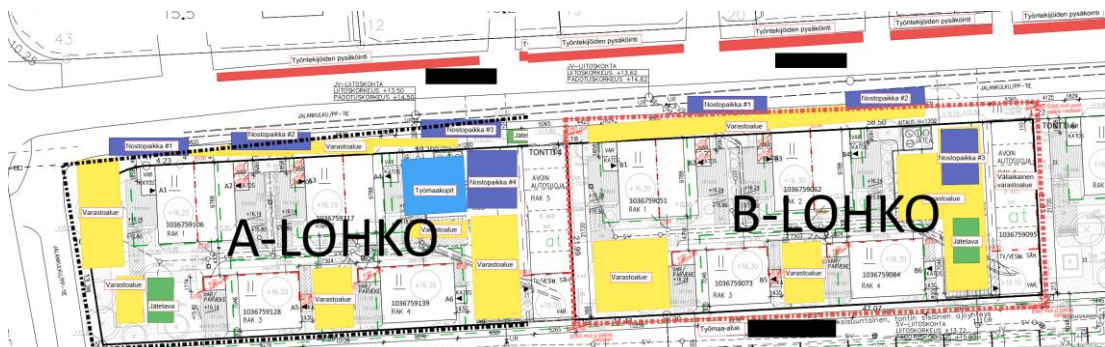
3.4 Kohteen osittelu

Kohteen osittelulla tarkoitetaan rakennustyömaan jakamista pienemmiksi osiksi projektin eteenpäinviemistä ja tavaratoimitusta varten [8, s 71]. Osittaminen helpottaa tuotannosuunnittelun suunnittelua ja toteutuksen ohjaamista. Esimerkiksi kolmen rivitalon kohde voidaan jakaa kolmeen lohkoon A, B ja C ja järjestää näiden tilaamiset kuhunkin sopivan työvaiheen ajankohdan mukaisesti. Lohkot voidaan pilkkoa vielä osa- tai työkohteisiin.

Kohteissa tulee olla vähintään yksi lohko, mieluummin useampi. Kun kohdetta ositetaan, tulee huomioida:

- jaon tulee olla looginen ja samat paikkatasot on löydyttävä kaikista kohteen osista
- osiot ovat rakennusten fyysisiä osia ja määriteltävissä
- samankaltaiset kohteet niputetaan osakohteiksi, kuten käytävät, toimitukset, märkätilat.

Alla kuvassa Vantaan Case 2:n lohkotut alueet A- ja B-lohkot, joissa molemmissa lohkoissa on kaksi erillistalorakennusta ja kaksi paritalorakennusta,



KUVA 9: Case 2 lohkotutuna A- ja B-lohkoihin [9]

4 Teorian yhteenveto

Aluesuunnitelmilla saadaan luotua puitteet rakennusprojektin alueellisiin jakoihin ja luotua työmaalogistiikalle toimintaedellytykset.

Yhteistyö ja kommunikaatio hankintaosaston ja työmaan välillä ovat avainasemassa, kun pienkohteiden hankintojen ajoitusta suunnitellaan ja toteutetaan.

Työmaan osittelulla saadaan ohjattua ja aikataulutettua paremmin työmaalle ohjatut hankinnat ja työvaiheet.

Sopimusehdoilla kyetään ohjaamaan toimintaa rakennustyömailla, joko YSE 1998:n tai sovittujen sopimusten osien mukaisesti.

Toimiva jätehuolto on edellytys toimivalle työmaalogistiikalle. Ideaalitalanteessa aliurakoitsija suorittaa työkohteessa työstä syntyneiden jätteiden siivoamisen jätelavalle työpäivän päätteeksi.

5 Työnjohtajien haastattelu

Lähetin Toivo Projektinhallinnalle työskenteleville rakennustyömaiden toimihenkilöille Microsoft Officen Forms-pohjalla tehdyn kyselyn, jossa kysyttiin, mitä he kokivat työmaalogistiikan haasteista työssään. Kysely lähetettiin tammikuussa 2023 yhteensä 18 Toivo Projektinhallinnan työntekijälle. Alla kooste heidän vastauksistaan.

5.1 Työmaalogistiikka toteutuu omalla työmaallasi?

● Erittäin hyvin	2
● Hyvin	6
● EOS	3
● Huonosti	1
● Erittäin huonosti	0



KUVA 10: Kysymyksen vastaukset ja niiden jakauma

Ensimmäisessä kohdassa kysyttiin, kuinka työnjohtajat kokevat työmaalogistiikan toimivan Toivon työmailla. Vastauksista kävi ilmi, että valtaosa vastaajista on kokenut työmaalogistiikan toimineen pääpiirteittäin hyvin, mutta myöhempien kysymysten vastauksista ilmeni, että kehitettäviäkin osioita löytyy.

5.2 Mitkä koet suurimmiksi ongelmiksi työmaalogistiikan toteuttamiselle työmaakohteessa?

”Tilan ja siirtokaluston puute”

”Tilan ahtaus”

”Urakoitsijoiden tavarantoimittajat”

”Toimitusten ja töiden yhteensovittaminen, jos työmaalla on useampi työnjohtaja”

”Työmaan ahtaus, aliurakoitsijoista aiheutuneet epäselvyydet”

Toisessa kysymyksessä kysyttiin haasteista, mitä työmaalla logistiikan kannalta on tullut eteen. Vastauksista ilmeni, että tilan ja siirtokoneiden puute tuotti ongelmia varastoinnin järkevässä toteuttamisessa ja tavaroiden siirtämisessä. Lisäksi haasteena koettiin, kun informaatio ei kulje työnjohtajien itsensä, sekä työnjohtajien ja aliurakoitsijoiden työnjohtajien välillä, kun tavaraa toimitetaan tai

tilataan työmaalle. Helposti saattoi käydä niin, että aliurakoitsijoille tavaraa toimittaneet jättivät tavarat työmaalla sellaiseen paikkaan, jossa ne ovat enemmän tai vähemmän kulkureitillä tai muuten edessä. Aliurakoitsijalla ei välttämättä ole ollut työnjohtoa ottamassa tavaraa vastaan, konsultoimassa projektinjohtoa tai ohjeistamassa omia työntekijöitään, jotta toimitus saataisiin varastoitua suunnitellulle varastoalueelle.

Kuvassa 11 (alla) esimerkki tilanteesta, jossa aliurakoitsijan tilaamat tuotteet on jätetty sekajätelavan eteen ja taustalla kuorma-auto odottamassa, että saisi vaihdettua jätelavan.



0

KUVA 11: Aliurakoitsijan tilaamat tuotteet täyden sekajätelavan edessä.

5.3 Mitkä asiat helpottaisivat työmaalogistiikan toteuttamista työmaalla?

”Sähköinen sovellus tai kirjauskalenteri koska on tulossa mitäkin kuormia ja kenelle”

”Tauluun tai Excelliin listaus toimituksista tai töistä ja niiden jatkuva päivitys”

”Selkeät varastointialueet, toimitusten suunnittelu ja informoiminen, sekä kalusto siirto varten (esim. kurottaja)”

”Isompi työmaa-alue, aliurakoitsijat huolehtisivat itse omista tarvikkeista/työntilauksista (sisältyisi heidän urakkaansa)”

Mahdollisuuksiksi helpottaa työmaalogistiikan toteuttamista työnjohtajat mainitsivat, että helpotusta ongelmaan saataisiin selkeämmillä varastointialueilla sekä työmaa-alueen määrittämisellä siten, että aluesuunnitelmat olisivat selkeämmät, toimitusten tarkemmalla suunnittelulla, osapuolten informoinnista lähetyksiin (työnjohtaja-työnjohtaja, työnjohtaja-aliurakoitsija, työnjohtaja-työpäällikkö), Excelliin tai tauluun merkityllä seurantataulukolla ja sellaisen päivittämisellä.

6 Caset

6.1 Espoo – case 1

Työmaa sijaitsi Espoossa ja se koostui 12 rivi- ja paritalorakennuksesta, joissa oli sekä yksi- että kaksikerroksisia huoneistoja. Tontti oli noin 10 000 m², joista rakennukset veivät noin 3 000 m².

Työmaa-alueen läpi kulki yksisuuntainen suora väylä, joka aiheutti ongelmia samanaikaisten tavaratoimitusten kannalta. Esimerkiksi, jos kohteeseen oli tilattu HIAB nostamaan elementtejä, tällöin käytännössä koko väylä oli poissa käytöstä vähintään tuntien, useimmiten koko työpäivän ajaksi.

Rakennustarvikkeet, kuten puutavara ja kipsilevyniput, oli laskettu työmaaväylän varrelle rakennusten eteen lyhyen haalusetäisyyden päähän huoneistoista.

Työmaakopit sijaitsivat työmaan keskellä, suhteellisen lähellä rivitalon teknisen tilaa, jota kautta juokseva vesi saatiin työmaakopeille sisään.

Työmaatontin puolella parkkipaikkoja oli muutama, pääasiassa vastaavan mestarin ja muutaman muun työnjohtajan käytössä. Muut työntekijät jättivät autonsa katuvarsiparkkeihin työmaan läheisyydessä.

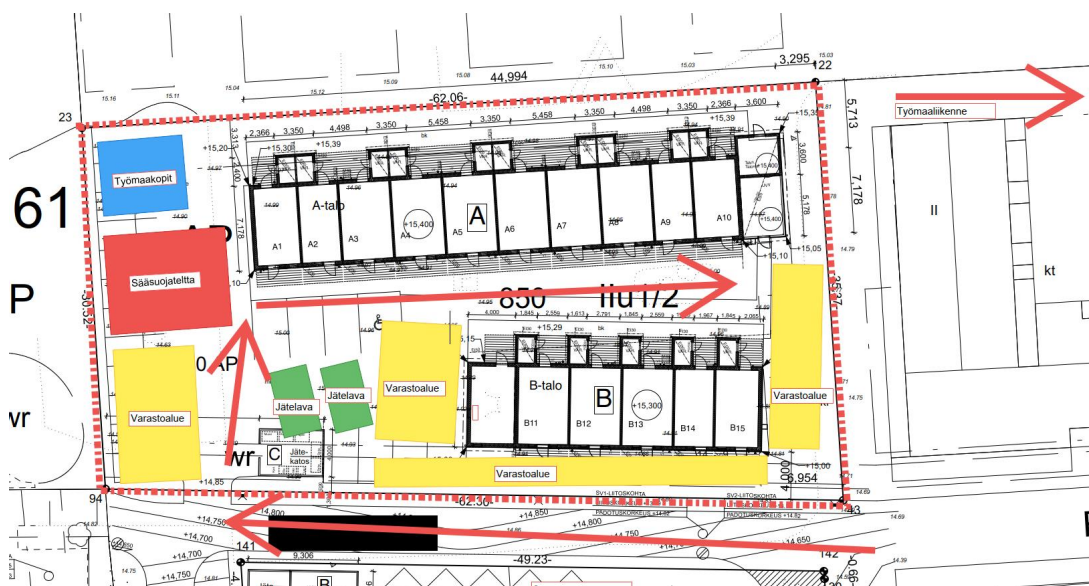
Jätelava sijaitsi tontin perällä.

6.2 Vantaa 1 – case 2

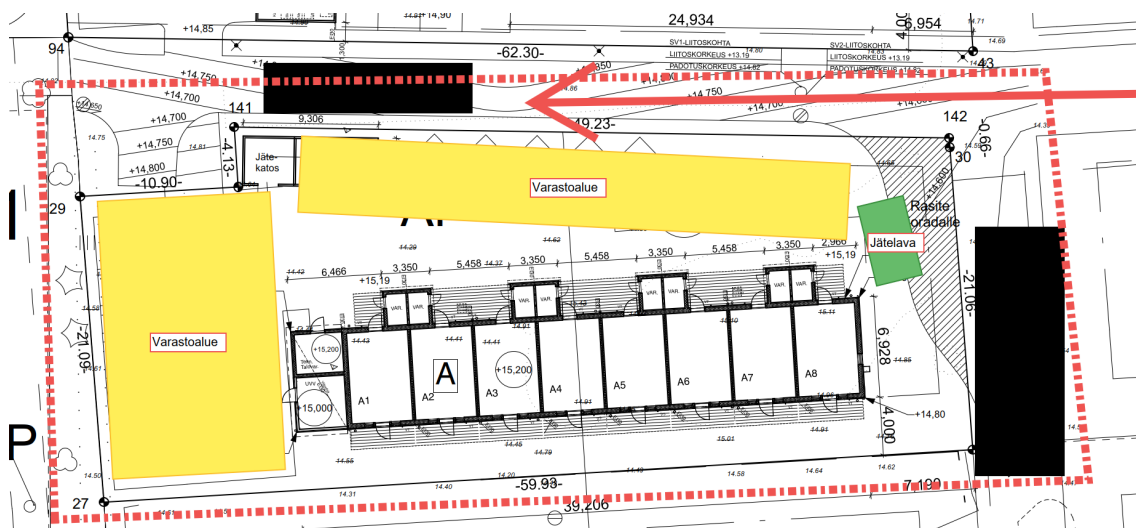
Kohde sijaitsi Vantaalla ja se sisälsi kolme kaksikerroksista rivitalorakennusta ja erilliset roskakatokset (kuvat 12 ja 13). Rivitaloissa oli 10, 5 ja 8 huoneistoa. Tontin koko oli noin 4000 m² ja rakennusten (asuintalot, varastot ja jätekatokset) viemä ala tontilta oli noin 900 m².

Työmaa-alue oli käytännössä umpinainen, johtuen suuresta korkeuserosta vierisen tontin parkkipaikkaan nähden, joten työmaalta ei päässyt ajamaan lävitse.

Työmaakopit sijaitsivat tontin perällä, ilman juoksevaa vettä (kuvassa 12 siniselä). Varastoalueesta leijonanosan vei sääsuojatelta (kuvassa 12 punaisella), jonka sisällä rakennettiin seinäelementtejä rivitaloihin ja varastoihin. Pääasiallisesti rakennustarvikkeet oli ripoteltu kulkureitin varrelle (kuvassa 12 ja 13 keltaisella) ennen sääsuojateltan purkamista.



KUVA 12: Case 13:n alue- ja logistiikkasuunnitelma 1/2 [9]



KUVA 13: Case 3:n alue- ja logistiikkasuunnitelma 2/2 [9]

Tontin ahtauden takia työntekijöille ei ollut tarjolla pysäköintimahdollisuutta ennen pihaurakan valmistumista. Tätä ennen työntekijät oli ohjeistettu jättämään autonsa lähiteiden katuvarsipaikoille, jotta työmaaliikenne ei estyisi.

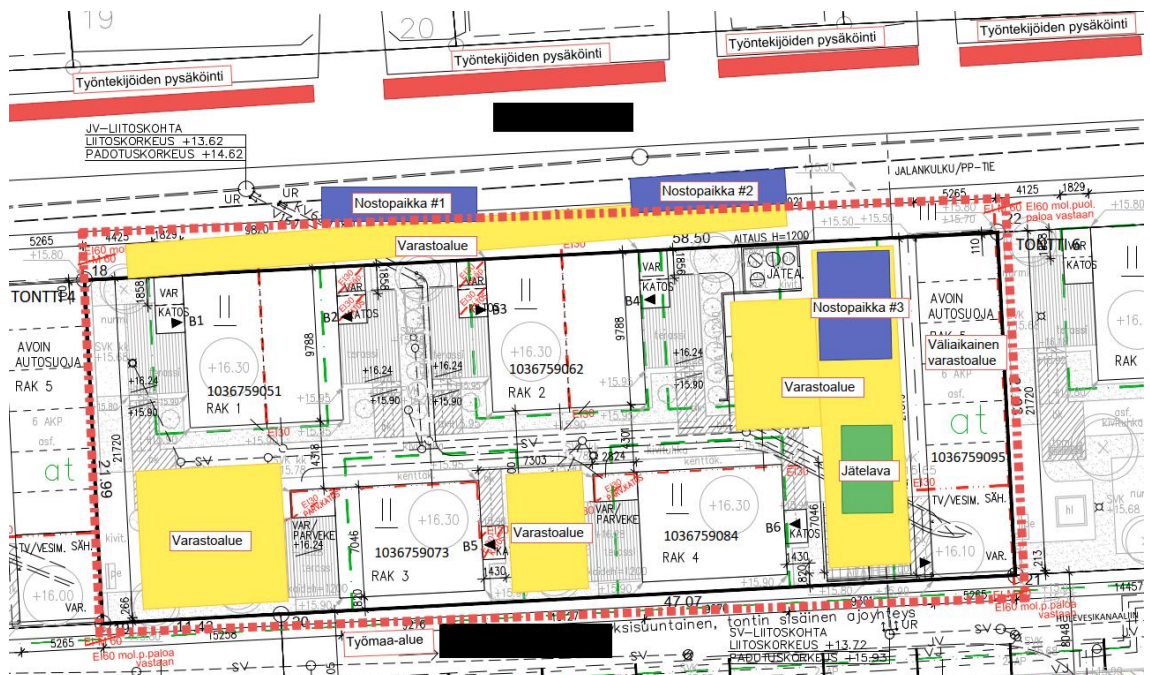
Roskalavojen paikka vaihtui muutama otteeseen työvaiheiden aikana [kuvat 12 ja 13], ollen alkuun pienemmän rivitalon vierellä.

6.3 Vantaa 2 – case 3

Kohde sijaitsi aiemman tapaan Vantaalla. Kohteessa oli neljä erillistaloa, neljä paritalorakennusta ja kaksi autokatosta. Kyseessä oli kohde, jonka viereisille tonteille oli jo entuudestaan rakennettu vastaavanlaisia pari- ja erillistaloja. Rakennuskohde täydensi korttelin rakennukset.

Kohde koostui kahdesta eri tontista, joka muodosti yhtenäisen asunto-osaakeyhtiön. Tontin koko on noin 2400 m², rakennusten (asuinrakennukset ja autokatokset) viemä pinta-ala tontilta on noin 900 m².

Kuvassa 14 on Case 3:n aluesuunnitelman A-puoli ja kuvassa 15 B-puoli



KUVA 14: Case 3:n A-puolen aluesuunnitelma [9]

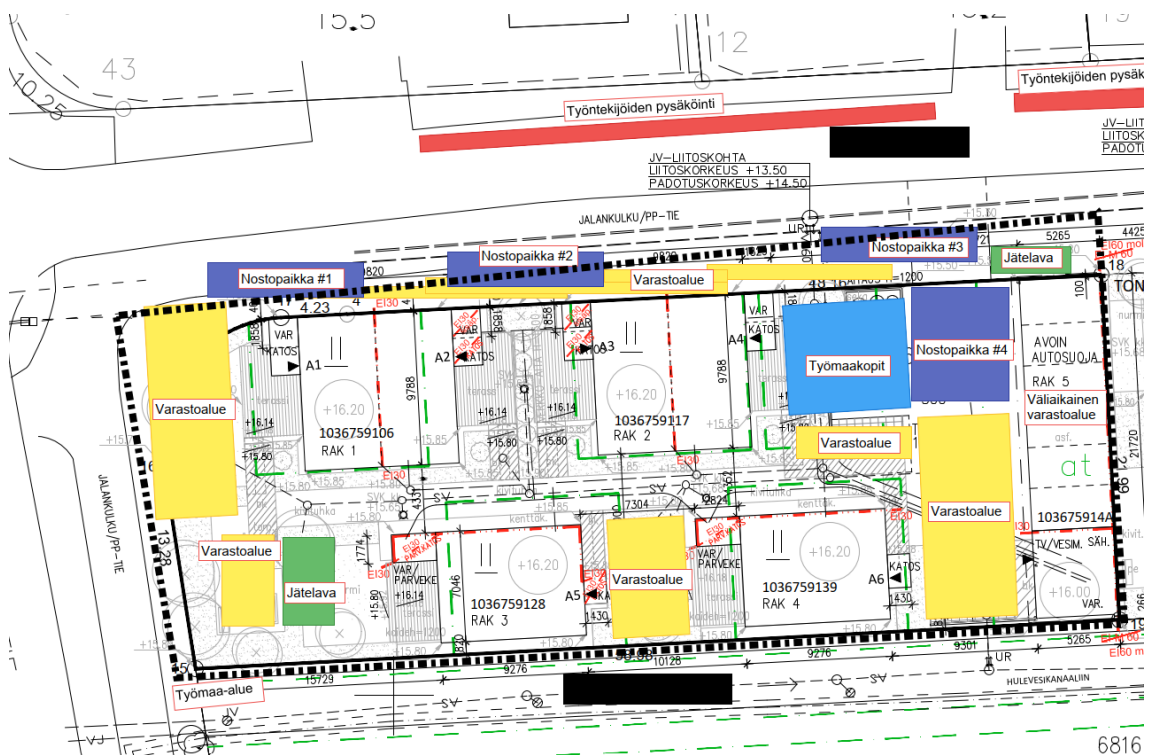
Työmaa-alueelta löytyvät seuraavat:

- Varastoalueita oli useammassa kohdin työmaata, isomman tien myötäisesti ja talojen väleissä. Lisäksi työmaakoppien edustaa ja autokatoksen

sisustaa käytettiin väliaikaisina varastoalueina (kuvassa 14 punareunainen valkoinen laatikko)

- Työmaakopit sijaitsivat tontin reunalla, tulevan parkkipaikan alueella. (kuvassa 14 sinisellä).
- Nostopaikkoja oli muutamia kadun puolelta ja tontin ”sisääntuloluiskan” kohdalla (kuvissa 14 ja 15, violetilla).
- Työntekijät käyttivät työmaan viereistä tietä pysäköintiin (kuvissa 14 ja 15 punaisella), tontin puolelle ei autoja pysäköity.
- Aiemmin mainittujen lohkojen A- ja B-puolilla olivat omat jätelavansa, tilanpuutteen vuoksi jouduimme vuorotellen käyttämään sekajäte-, kipsi- ja puulavaa työmaalla.

Alla Case 3:n toinen puoli alueineen kuvassa 15.



KUVA 15: Case 3:n B-puolen aluesuunnitelma [9]

Työkohteen edetessä ja valmistuessa ylimääräiset, mahdollisesti vielä käyttöön tulevat tarvikkeet siirrettiin A-puolelta B-puolelle, jotta A-puolta saatiin valmisteltua pihatöiden aloittamista varten. Tämä luonnollisesti vähensi varastointitilaa työmaa-alueella. Ylimääräisiä tarvikkeita pyrittiin mahdollisuuksien mukaan hyödyntämään muilla Toivon työmailla.

6.4 Caseiden vertailut

Kolme tapausten työmaata olivat suhteellisen samanhenkisiä, kapeilla työmaansisäisillä kulkuväylillä olevilla tonteilla, joissa työmaan logistiikan suunnittelemisen ja toteuttamisen kannalta oli haasteita, miten saada tarvittava määrä tavaraa mahtumaan työmaalle ilman, että työnteko estyisi tai häiriintyisi.

Case 1 ja case 2 muistuttivat toisiaan niiltä osin, että näiden työmaille itsessään pääsi sisään HIABilla, kuorma-autoilla, kurottajalla ynnä muulla vastaavalla kulkuneuvoilla, mutta työmaan lävitse ei päässyt ajamaan. Case 3:ssa runkovaiheen jälkeiset nostot tapahtuivat pääasiassa jalkakäytävän ja kadun puolelta.

Kaikissa kolmessa tapauksessa työmaata jouduttiin järjestelmään HIABilla muuttamaan otteeseen, jotta isot puu-, tavara- ja levyniput olisivat olleet kompaktimmin ja järkevämmiin järjesteltyinä työmaalla.

Ajallisesti viimeisin tapaus, eli Case 3, on sikäli onnistunut aiempia kohteita paremmin, kun aluesuunnitelmaan määritetyt alueet ollaan pystytty pitämään. Esimerkiksi jätelavat on päästy vaihtamaan ilman, että niiden edessä olisi mitään ylimääräistä rojua, joka estäisi lavan poishaun ja palauttamisen. Lisäksi pihalla olevat tarvikkeet ja tavarat eivät ole päässeet suuremmin rönsyilemään.

7 Logistiikka työmailla käytännössä

7.1 Osittaminen työmailla

Kuten luvussa 3.4 *Kohteen osittelu* oli teoriaa käyty läpi, esimerkkitapauksissa Case 3 oli jaettu alueellisesti kahteen neljän rakennuksen lohkoon, jotka käytännössä olivat tulevan asunto-osakeyhtiön A- ja B-puolet, erottavana alueena rakennusten välissä oleva autokatosrakennus. Case 2 oli jaoteltu A-, B- ja C-lohkoihin rivitaloittain. Case 1:ssä kerkesin olla sen verran lyhyen aikaa ja oma kokemuspohja jäi hatarahkoksi, joten sieltä varsinaista lohkojaottelua en kerennyt havaita.

Pienimmillään osakohteet oli määritelty huoneistojen osioiden mukaisesti, esimerkiksi märkätiloittain.

7.2 Aluesuunnitelman noudattaminen

Luvussa 2 *Aluesuunnitelmat* oli läpikäyty aluesuunnitelmien luomista käytännössä. Koska tapausten työmaat olivat pienkohteita, suurempia muutoksia suunnitelman suurimpiin alueisiin, kuten pysäköinti- tai varastointialueisiin ei työmaavaiheiden aikana tullut. Caseissa luodut aluesuunnitelmat toteutuivat työmailla vaihtelevasti, esimerkiksi osassa varastoitua tavaraa alkoi olla niin laajalla alueella, ettei alkuperäinen idea varastoalueesta toteutunut. Siisteyden ja kulkuväylien ylläpito tarvitsivat jatkuvaa ponnistelua sen eteen, että riittävä siisteys säilyisi.

Samankaltaista palautetta tuli myös työnjohtajille osoitetusta kyselystä, että suunnitelmattomuus oli vaikeuttavana tekijänä logistiikan toteuttamisessa.

7.3 Tavaratilausten toteutus

Aiemmassa luvussa 3 *Tavaratilausten hallinta* käytiin läpi, miten teoriassa eri rakennusprojektin osapuolet osallistuvat hankintaan kilpailutuksesta siihen hetkeen, kun tilattu tavara tulee työmaalle. Pohjana hankinnoille on 3.2.1 *Organisointi hankinnassa* mukaisesti hankintapuolen tehdyissä tavarantoimittajakilpailutuksilla, jonka perusteella on valittu, mistä on järkevin kukin tuote työmaalle hankkia. Tämän jälkeen on tärkeää määrittää riittävä määrä tavaraa tilattavaksi, muttei liikaa, jottei rajallinen varastointitila täyty.

Esimerkiksi Casessa 3 laskin etukäteen pohjakuvien perusteella, kuinka paljon kipsilevyä menee ulko- sekä väliseiniin, märkätiloihin ja huoneistojen alakattoihin. Lasketun määrän kerroin hävikkikertoimella 1,3 ja jaottelin tilauksen kahteen lohkoon – lohko A ja lohko B. Lohko käsitti tässä tapauksessa kuutta huoneistoa. Ensimmäisellä toimituskerralla työmaalle tuli seinämateriaalit (GEK-kipsit), metallirangat ja -juoksut, ja toisella toimituskerralla kattomateriaalien GN-kipsit ja 48x48mm puutavara. Kattomateriaalien oli tarkoitus tulla työmaalla samaan paikkaan kuin missä aiemmin toimitetut seinämateriaalit olivat olleet varastointialueen hallintaa helpottaakseen.

Samanlaista tavaroiden tilaussysteemiä käytin esimerkiksi lattiavinyylien, kylpyhuonekalusteiden ja terassipuutavaran tilausten kohdalla.

7.3.1 Kipsitilauksen esimerkki

Kokonaisuudessaan kipsien tilaaminen riippui siitä, millaista määrää ja millaisella aikajänteellä kipsiä tarvitaan työmaalla. Tavarantoimittajalta suoraan tilatessa yksikkökustannukset olivat pienemmät, mutta toimitusaika oli pidempi (noin viikko) ja rahtikulut olivat suuremmat. Rautakaupasta suoraan tilatessa yksikköhinnat olivat suuremmat, mutta rahti oli edullisempi ja tarvittaessa kipsit sai toimitettua työmaalle saman tai seuraavan päivän aikana. Isommassa ja ennakoitummassa levytysvaihetta varten tehdyssä tilauksessa tavarantoimittajalta

suoraan tilaaminen on järkevämpää ja edullisempää, kun tavaroiden kustannukset alittavat rautakaupasta tilaamisen kustannukset. Lisätilaukset kannattaa tehdä rautakaupan kautta, sillä jo pelkästään työvaiheen keskeytymisestä tulisi kustannuksia ja pienen tilausmäärän kustannukset alittaisivat tavarantoimittajalta suoraan tilatun materiaalin hinnan.

Alla esiteltynä neliömetrihinnat eri kipsityypeille ja tyypilliset rahtikulut, joita tilausten kohdalla on tullut vastaan.

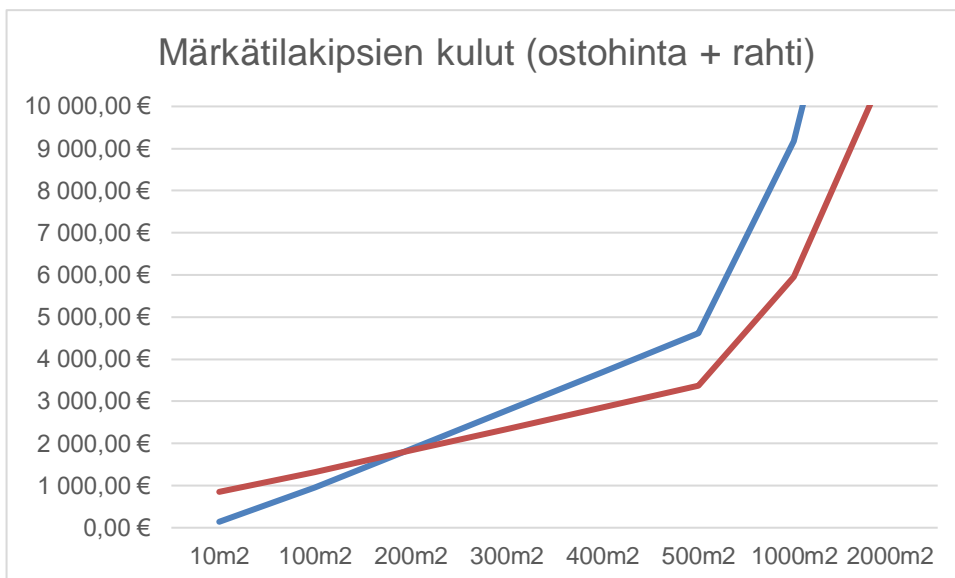
Tavarantoimittajalta suoraan tilattuna:

GRI	5,15 €/m ²
GEK	3,01 €/m ²
GN	2,29 €/m ²
Rahtikulut	300-1000 €/tilaus

Rautakaupasta tilattuna:

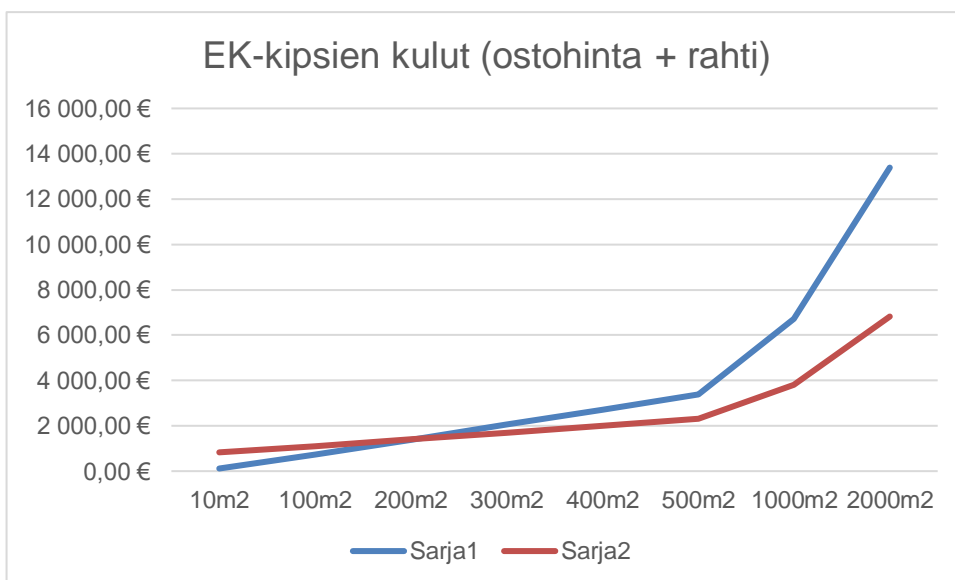
GRI	9,12€/m ²
GEK	6,67€/m ²
GN	ei dataa
Rahtikulut	50 €/tilaus

Alla olevassa kaaviossa 3 on läpikäyty hinnan ja määrän kehitys, kun GRI-märkätilakipsiä on tilattu suoraan toimittajalta (punainen viiva) ja rautakaupasta (sininen viiva). Taulukon perusteella alle 180 m² pienempi kertatilaus on järkevämpää tehdä rautakaupasta kuin tavarantoimittajalta tilaamalla, ja sitä suuremmat tilaukset ovat kustannusten kannalta järkevämpi ottaa suoraan tavarantoimittajalta, ellei akuuttia tarvetta ole. 180 m² kipsiä vastaa noin 60 kipsilevyä.



KAAVIO 3: Märkätilakipsien kulut ostohinnalla ja rahdilla

Kaavio 4:ssä käy ilmi, että erikoiskovien EK-kipsien kohdalla taitekohta on reilun 200 m² kohdalla. Tätä pienempi tilausmäärä tulee edullisemmaksi rautakauppa-hinnoilla tilattuna kuin tavaratoimittajalta suoraan tilattuna. 200 m² kipsiä vastaa noin 65 kipsilevyä.



KAAVIO 4: Erikoiskovien kipsien kulut ostohinnalla ja rahdilla

Kuvaajissa ei ole otettu huomioon sitä, kun kipsiä ei ole työmaalla, ei väliseinäurakoitsijallekaan välttämättä ole töitä. Töiden viivästymiset ja odotuttamiset aiheuttavat lisää kustannuksia, joten ero rautakaupan ja tavarantoimittajan kautta tehtyjen tilausten välillä pienenee entisestään.

Tällöin tärkeäksi tekijäksi muodostuu se, että työ saadaan suoritettua alusta loppuun ilman suurempia katkoksia ja mahdollisiin tuotepuutteisiin reagoidaan ajoissa.

7.4 Tavaroiden siirrot ja haalaukset

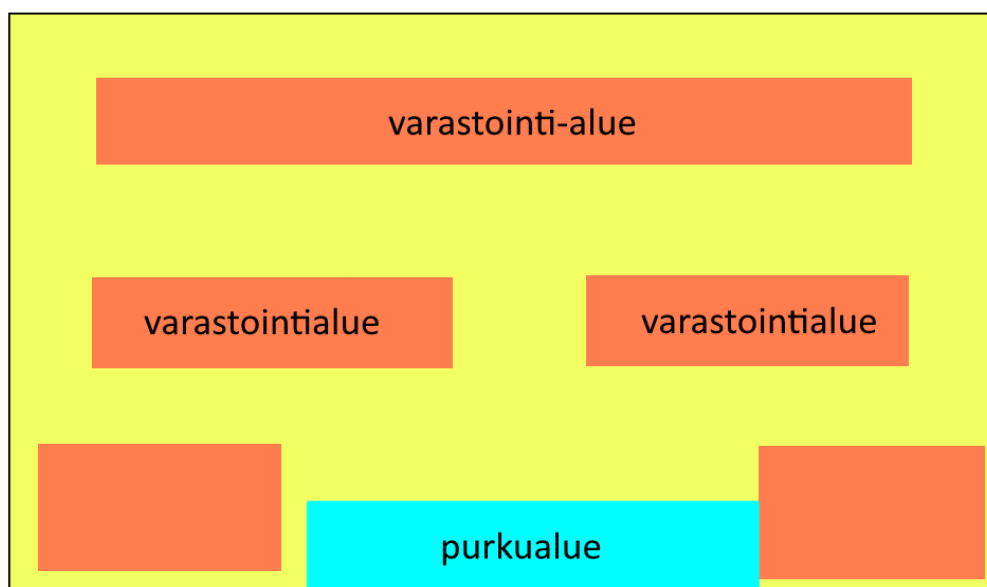
Sivuttuna aiheeseen luvussa *3.2.3 Logistiikkasuunnittelu*, logistiikan käytännön suunnitteluun ei työmailla välttämättä käytetty muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta tarpeeksi aikaa. Käytännössä työmaa-aikaiset siirrot toteutettiin pääosin vuokratyöntekijöillä ja muutamaaan otteeseen HIAB-sirroilla. Kaikissa kolmessa tapauksessa käytimme vuokratyöntekijöitä tavaroiden haalaamisessa työkohteeseen. Väliseinä- ja alakattokipsien siirtoon Case 2:ssa oli käytetty myös vuokrakurottajaa, jotta kipsejä saatiin siirrettyä toiseen kerrokseen. Casessa 3 vuokratyöntekijät haalasivat käsin tavarat sisälle ja asuntojen yläkertoihin väliaikaisia portaita pitkin.

7.4.1 Talven vaikutus varastointiin

Caseissa 2 ja 3 koin, että runsasluminen talvi aiheutti ongelmia varastoalueiden hallinnassa. Varsinkin, jos kaksi työnjohtajaa tekivät samalla työmaalla tilauksia, aina ei voinut olla täysin varma, oliko tuotetta tilattu jo aiemmin ja oliko sitä jo valmiiksi työmaalla. Näissä tilanteissa sekä toimiva hankintasuunnitelma, joka on mainittu *3.2.2 Hankintasuunnitelma* ja työmaan sisäinen kommunikointi ja vastuunjako korostuvat.

Alla olevassa kuvassa 16 on käyty läpi mahdollisuutta, jossa työmaalla jo valmiiksi ollutta telttaa olisi voitu hyödyntää elementtirakentamisen jälkeen esimer-

kiksi puutavaran ja sitä pienempien rakennustarvikkeiden säilyttämiseen. Käytännössä, jos purkualue olisi saatu teltan etualalle työmaalle tilatut tarvikkeet olisi saatu siirrettyä tilassa esimerkiksi vuokraamosta otetun pumppukärryn avulla perälle varastoitavaksi. Kuvassa teltan mahdollinen hyödyntäminen varastointitilana.



KUVA 16: Karkea hahmotelma, kuinka sääsuojatelttaa olisi voinut käyttää elementtien rakennusten jälkeen varastoinnissa. Sinisellä purkualue, johon tuodut tavarat olisi voitu jättää, oranssilla alueet, joihin tavaroita olisi voitu kuljettaa, keltaisella kulkuväylä, jotta pumppukärryn kanssa mahtuu liikkumaan.

7.4.2 Kipsien siirto työmaalta huoneistoihin

Casessa 2 kipsien siirtämiseen yläkertaan oli käytetty kurottajaa ja kahta vuokratyöntekijää. Vaikka tarvittavan kipsimäärän siirtäminen oli nopeampaa kuin käsin haalattuna portaita pitkin, tuli huomioida, että kurottajan tuntiveloitus oli liki 100 €/h alv 0% ja vuokratyöntekijöiden tuntiveloitus noin 25-30 €/h alv 0%.

Tällöin esimerkiksi 4 työtunnin suoritteessa kustannukset menisivät seuraavalla tavalla:

Kurottajan veloitus:

$4 \times 100 \text{ €/h alv } 0\% = 400 \text{ € alv } 0\%$ (+ matka työmaalle 0,5-1h)

Vuokratyöntekijät (2 kpl)

$4\text{h} \times 2 \times 25 \text{ €/h alv } 0\% = 200 \text{ € alv } 0\%$

Kokonaisuudessaan: 600 € / 4 työtuntia

Vertailun vuoksi yhden vuokratyöntekijän kahdeksan tunnin työpäivän veloitus

$8\text{h} \times 25\text{€/h alv } 0\% = 200 \text{ € alv } 0\%$

Neljän tunnin työrupeamaan oli käytännössä käytetty kahden vuokratyöntekijän 1,5 työpäivän palkan verran rahaa (600 €). Riittäväällä ennakkosuunnittelulla ja aliurakoitsijan tarpeiden selvittämällä ajoissa olisi kyetty välttämään kurottajasta koituneet kustannukset. Lisäksi kurottajan tuntiveloitus alkoi, kun kurottaja lähti toimipisteestään kohti työmaata, joka pahimpaan ruuhka-aikaan saattaisi viedä tunnin, joten ylimääräisiä työhön suoraan liittymättömiä kuluja tuli myös siitä. Oletettavasti käsin haalaaminen ei olisi vähintään kolmea kertaa hitaampaa verrattuna kurottajan ja kahden vuokramiehen yhdistelmään.

Lisäksi ylimääräistä työtä ja suunnittelua työnjohdolle tuotti se, että kurottaja piti varata ja sopia sopiva aika, lisäksi piti selvittää, mistä kohden rakennusten edustalta kipsinipun pystyisi nostamaan yläkerran ikkuna-aukosta sisälle. Piti huomioida, että kurottajan ollessa työmaalla, työmaan alueelle ei päässyt autoilla tai rekoilla, joten myös sitä kautta työmaan logistiikka mahdollisesti estyisi. Vaikka työsuoritteeseen itsessään ei aikaa mennyt paljoa, kaikki muut oheistoiminnot asian ympärillä veivät aikaa.

Case 3:ssa levyniput oli ripoteltu asuntojen ympärille ja vuokramiehet kantoivat väliseinäurakoitsijan pyytämien määrien mukaisesti kipsit huoneistoihin sisään ja väliaikaisia portaita pitkin yläkertaan.

7.5 Jätehuolto

Luvun 3.3 *Jätehuollon järjestäminen* mukaisesti työmailla järjestettiin jätehuolto, erilaisille jätelajeille sopivine jätelavoineen, kuten puulle, seka- ja kipsijätteille. Jätelavojen paikat noudattelivat suurilta osin luotuja aluesuunnitelmia ja niiden riittävän tiheällä tyhjentämisellä pyrittiin pitämään työmaalla olevan jätteen määrän mahdollisimman minimissä.

Esimerkkikohteissa pyrittiin ehdollistamaan aliurakoitsijat toimimaan YSE 1998:n [10] pohjalta työmaalla huolehtimalla omista työperäisistä jätteistä ja siivoamisista. Jos jätteitä ei kuljetettu asianmukaisesti lavalle, työnjohdon vaatimuksista huolimatta, työ teetettiin vuokratyöntekijöillä ja kulut lisättiin taloudellisen loppuselvityksen vaateisiin.

7.6 Hankinnan rooli kilpailutuksessa ja sopimuksissa

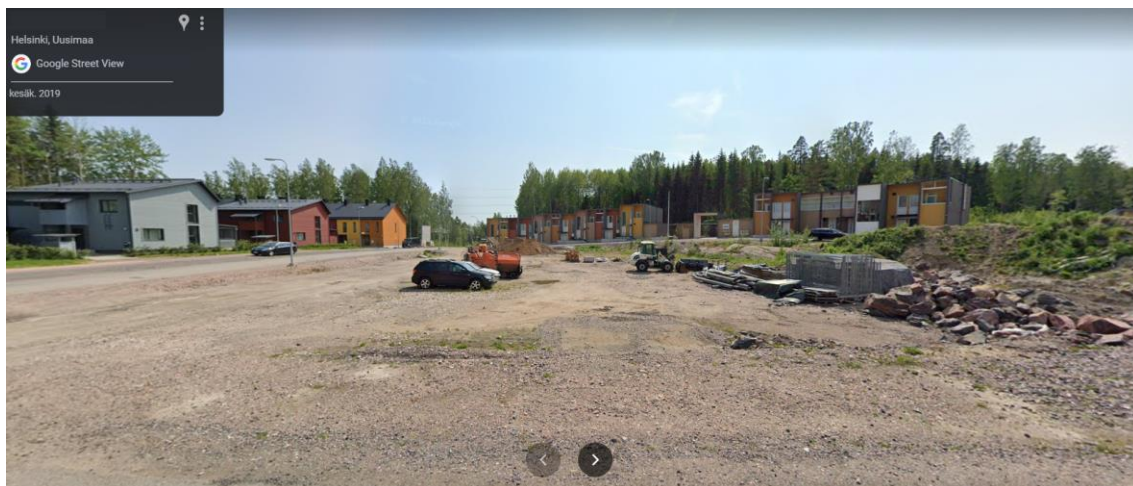
7.6.1 Hankintasuunnitelmat

Kohteissa oli 3.2.2 *Hankintasuunnitelma* pohjalta tehtiin hankintasuunnitelma-aikataulu, jonka pohjalta suurimmat hankinnat työmailla tehtiin.

8 Tulevan pientalokohteen logistiikkasuunnitelmaehdotelma

8.1 Kohde

Tuleva Toivo Groupin rivitalokohde sijaitsee Helsingissä ja se koostuu kahdesta kaksikerroksisesta rakennuksesta, joissa on yhteensä 17 huoneistoa. Huoneistot ovat kaksikerroksisia kolmioita ja neliöitä. Kuvassa 17 on kuvakaappaus Google Street Viewistä, josta ilmenee työmaan miljö.



KUVA 17: Kohteen tontti Google Mapsin Street Viewissä.

Rakennusalueetta ympäröivät kohtalaisen vastikään rakennetut erillis-, pari- ja rivitalot. Kuvassa 18 rajattu Googlen satelliittikuvaan työmaa-alue.



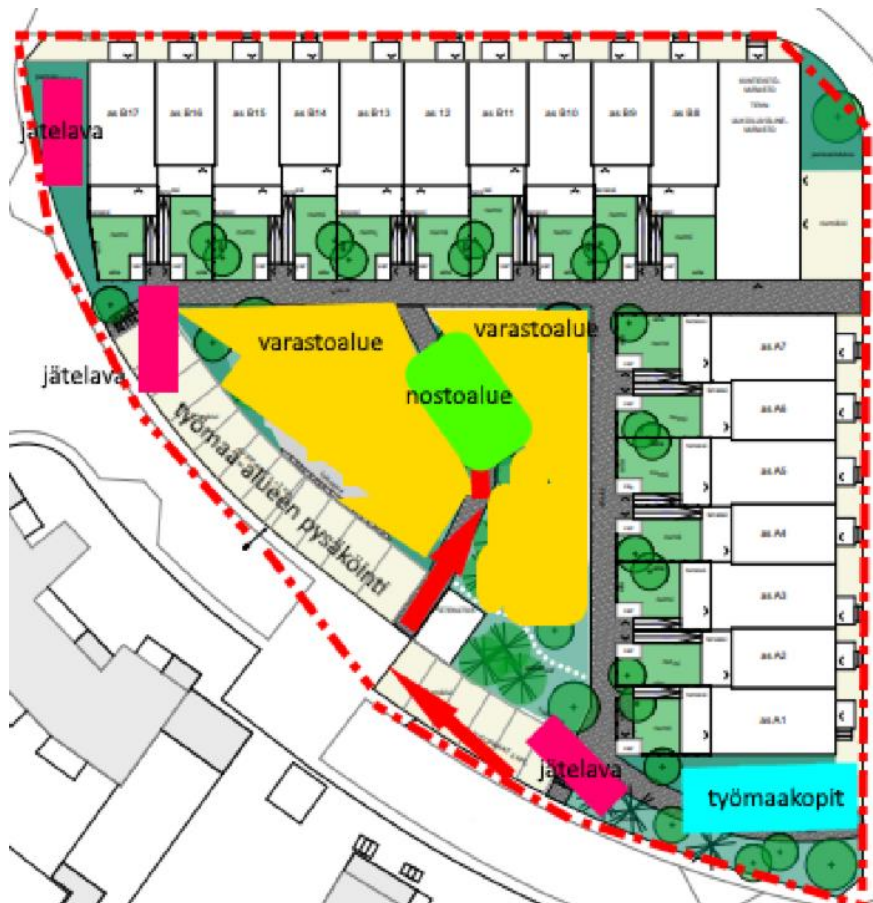
KUVA 18: Kohde Google Mapsin satelliittikuvassa

8.2 Aluesuunnitelma

Kohteen pieni varastointialue ja kapeat ympäröivät tiet tuovat haasteen työmaalogistiikan toteuttamiseen. Vähäisen piha- ja tonttialueen käyttäminen tehokkaasti varastointialueena on ehdoton edellytys sille, että työmaan toiminta pysyy aisoissa ja tarvittava määrä tavaraa saadaan työmaalle. Osioiden 3.2.3 *Logistiikkasuunnittelu* teorian ja 7.2. *Aluesuunnitelman noudattaminen* käytännön pohjalta voidaan ottaa huomioon asioita, jotka tulisi huomioida ja mitä tulisi tehdä toisella tavoin aiempiin työmaihin nähden.

Lisäksi kulkuväylien aukipitäminen on tärkeää urakoitsijoiden tavaransiirtoa ja liikkumista ajatellen.

Jätelavoille on katsottu paikat tontin reunamilta, jotta tyhjennys onnistuisi mahdollisimman helposti. Lisäksi työmaakopit on sijoitettu tulevan rivitalon reunaan.



KUVA 19: Tulevan kohteen aluesuunnitelmaehdotelma [9]

8.2.1 Varastointi

Varastoalueeksi suunnittelin tontin piha-alueita, johon isommilla HIAB:illa ja muulla kalustolla olisi pääsy (KUVA 19) punaisien nuolien suunnassa ja nostot varastoalueelle tapahtuisivat vihreän laatikon kohdalla. Työmaan pienuuden takia pihasta pakitettaisiin pois. Kadun puolelta järjestettävät nostot vaatisivat kadunkäyttöluvat kaupungilta ja alueen kapeat tiet aiheuttaisivat sen, että ulkopuolisten liikkumiset autolla hankaloituisivat huomattavasti. Tätä ei kuitenkaan pidä poissulkea mahdollisena nostotapana. Tilanteen niin salliessa osan nostoista kykenisi tekemään myös työmaan pysäköintialueen puolelta.

8.2.2 Kohteen osittelu

Kohde tullaan jakamaan kahteen osioon A- ja B-lohkoihin rivitalojen mukaisesti.

3.4 Kohteen osittelu ja rakennuskohteen aikataulun pohjalta luodaan raamit sille, mitä kulloinkin työmaan eri osioihin tilataan.

8.2.3 Pysäköinti ja muu liikenne

Työmaa-alueen pysäköinti toteutettaisiin osin tontilla tulevan parkkipaikan kohdalla ja osin katuvarsiparkkeerauksilta. Tarvittaessa Helsingin kaupungilta voisi pyytää lupaa työpäivän aikaisille katuvarsiparkkeerauksille.

8.2.4 Työmaakopit

Työmaakopeille järkevin paikka olisi pienemmän rivitalon vierusta, jossa olisi suurin yksittäinen vapaa tila. Kulku parkkipaikoilta olisi suhteellisen lyhyt ja kunnallistekniikka olisi lähellä. Matka tekniseen tilaankin olisi suhteellisen lyhyt. Työmaakopit olisivat kahdessa kerroksessa.

8.2.5 Jätehuolto

Jätelavoille olisi suunniteltu ainakin kolme eri paikkaa, molempien rivitalojen viereen sekajätelava ja yksi erillinen puulava. Pysäköintialueelta kykenisi irrottamaan paikkoja tarvittaessa esimerkiksi metalli- ja kipsilavoille.

8.3 Tilaustenhallinta ja sopimukset

8.3.1 Ennakkoon tehdyt sopimukset ja niiden valvonta

Aiemmissa caseissa LVI- ja sähköurakoitsijalla kokonaisurakkasopimukseen kuuluivat, että heidän työnjohtonsa vastasi tavaroiden tilaamisesta ja työntekijät puolestaan tavaroiden haalaamisesta tarvittaviin paikkoihin. Tällä päästiin siihen, että aliurakoitsija sai itse määritettyä, mitä tavaraa tuli minnekin. Lisäksi

pääurakoitsijan ei tarvinnut käyttää vuokratyövoimaa tavaroiden siirtämiseen ja myös riski väärään paikkaan haalaamisesta pieneni huomattavasti. Tämän myötä tavaroiden varastointi ja säilöminen toteutuu paremmin, kun urakoitsija on itse vastuussa tilaamistaan tuotteista ja tavaroista.

Monessa urakkasopimuksissa oli jäänyt monitulkinnaiseksi tiedot, mitkä asiat kuuluvat urakkaan ja mitkä eivät kuulu. Osalla tavaroiden sisälle kantaminen kuului urakkaan, mutta vain ensimmäiseen kerrokseen. Kantamisessa yläkertaan pääurakoitsija joutui käyttämään vuokratyöntekijöitä tai vaihtoehtoisesti lisätyönä aliurakoitsijalta. Vaikka urakoitsijan sopimuksessa olisikin ollut maininta tavaroiden varastoinnista, välttämättä sekään ei suoraan tarkoittaisi, että tehtävä toteutuisi.

Yhtenä vaihtoehtona aliurakoitsijoiden urakan päivittämiseen voisi olla, että jo urakkahintaan sisällytettäisiin urakoitsijan tekemät rakennusmateriaalitulaukset. Tällä päästäisiin siihen, että urakoitsija tilaisi vain sen verran tavaraa kuin tarvitsee, sekä taloudellisen riskin siirtyessä urakoitsijalle itselleen, tavaroista ja niiden varastoinnista pidettäisiin parempaa huolta kuin pääurakoitsijan tilaamien tavaroiden kanssa. Toisena vaihtoehtona voisi pitää kokonaisurakoiden suosiminen suoriteurakan sijaan.

Logistisesti ajatellen sopimuksissa on huomioitava, mikäli on mahdollista, että urakoitsija itse vastaisi mahdollisimman pitkälle tavaroiden hankinnasta, vastaanotosta ja sisäänhaalaamisesta. Tällöin rakennuttajan ei tarvitsisi käyttää niin paljon vuokratyövoimaa kuin muissa esimerkkikohteissa ja kustannusten hallitseminen näiltä osin helpottuisi.

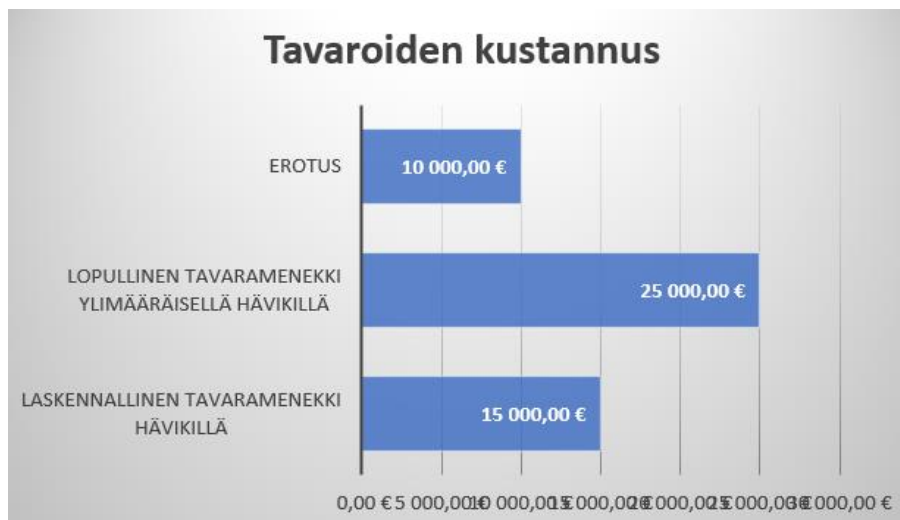
Tähän päästään joko kokonaisurakkasopimuksella, jossa kaikki tavaratilauksista eteenpäin kuuluu heille. Tai sitten pitäisi selvittää mahdollisuus, kykenisikö urakoitsija tilaamaan pääurakoitsijan kilpailuttamilla tukkuhinnoilla tuotteita työmaalle ja vastaamaan itse niistä. Tällöin alkuperäisen urakkahinnan päälle voisi laittaa laskennallisen määrän menekistä, jolloin suhteettoman suuri hävikki tulisi urakoitsijan itsensä maksettavaksi.

Alla esimerkki tarjotun urakkahinnan päälle lasketusta laskennallisesta tavaramenekistä hävikkiprosentilla ja siitä koostuva kokonaishinta, joka urakoitsijalle laskettaisiin.



KAAVIO 5: Urakkahinta, johon lisätty tavaramenekin osuus

Alla esimerkki tilanteesta, jossa laskennallisen tavaramäärän ylimenevä osuus menisi urakoitsijalta itseltään.



KAAVIO 6: Tavarakustannusten erotus laskennallisen tavaramenekin ja todellisen hävikin välillä

Ylimenevä osuus menisi urakoitsijan maksettavaksi, jolla pyritään vähentämään ylimääräisen jätteen syntymistä ja tehostamaan materiaalien uusiokäyttöä työmaalla.

On tärkeää, että aliurakoitsijoiden kanssa tehdyissä sopimuksissa on käyty läpi, että oma työpiste ja omat roskat tulee kuljettaa jätelavalle. Työmaan siisteyden ylläpito edesauttaa toimivan logistiikan ja kustannusten hallintaa.

8.3.2 Työmaalla suoritettava hankinta

Pienempi tila tekee sen, että hankinnan ja työnjohdon tulee olla todella tarkkana ja tietoisia sen suhteen, milloin mitään suurempaa toimitetaan työmaalle, koska muutoin riski työmaan tukkiintumisesta on ilmeinen. Tällöin *3.2.2 Hankintasuunnitelma* pohjalta tehdään kohteeseen selkeä työnjako ja aikataulutus hankintojen suhteen. Informaation on kuljettava työmaalta hankintaan ja päinvastoin, koska muutoin työmaa on tukossa. Tällöin tilaukset kannattaa tehdä täsmätoimituksina ja maltillisina, jotta tavarat eivät lepää varastoalueella kovinkaan pitkiä aikoja ja saadaan suoraan siirrettyä asennuspaikoille.

9 Lopputulos

Työmaalogistiikan toimiminen on avainasemassa työmaan arjen pyörittämisen kannalta. Pelkästään tehty suunnitelma ei automaattisesti tarkoita toimivaa logistiikkaa, vaan se vaatii myös aktiivista toimintaa työmaalta jokaiselta osapuolelta ja valvontaa työnjohdon puolelta. Aktiivisella toiminnalla saadaan asioita jouhevimmiksi ja säästettyä kuluissa.

Kustannusten hallinnan kannalta on tärkeää, että ylimääräistä rakennustarvikettä tulisi mahdollisimman vähän ja tarvikkeita kyettäisiin kierrättämään työmaalla tai mahdollisesti muille työmaille. Toteuttajan osalta ihanteellisin tilanne olisi, että urakoitsija sopimuksessaan vastaisi itse hankittavista tavaroista, niiden varastoinnista ja oikeaoppisesta käytöstä.

Teoriaa ja käytäntöä läpikäymällä on saatu kirjallista pohjatietoa ja työelämälähtöistä kokemusta, jota hyödynnettiin tulevan työmaakohteen logistiikkasuunnitelmaehdotelmassa.

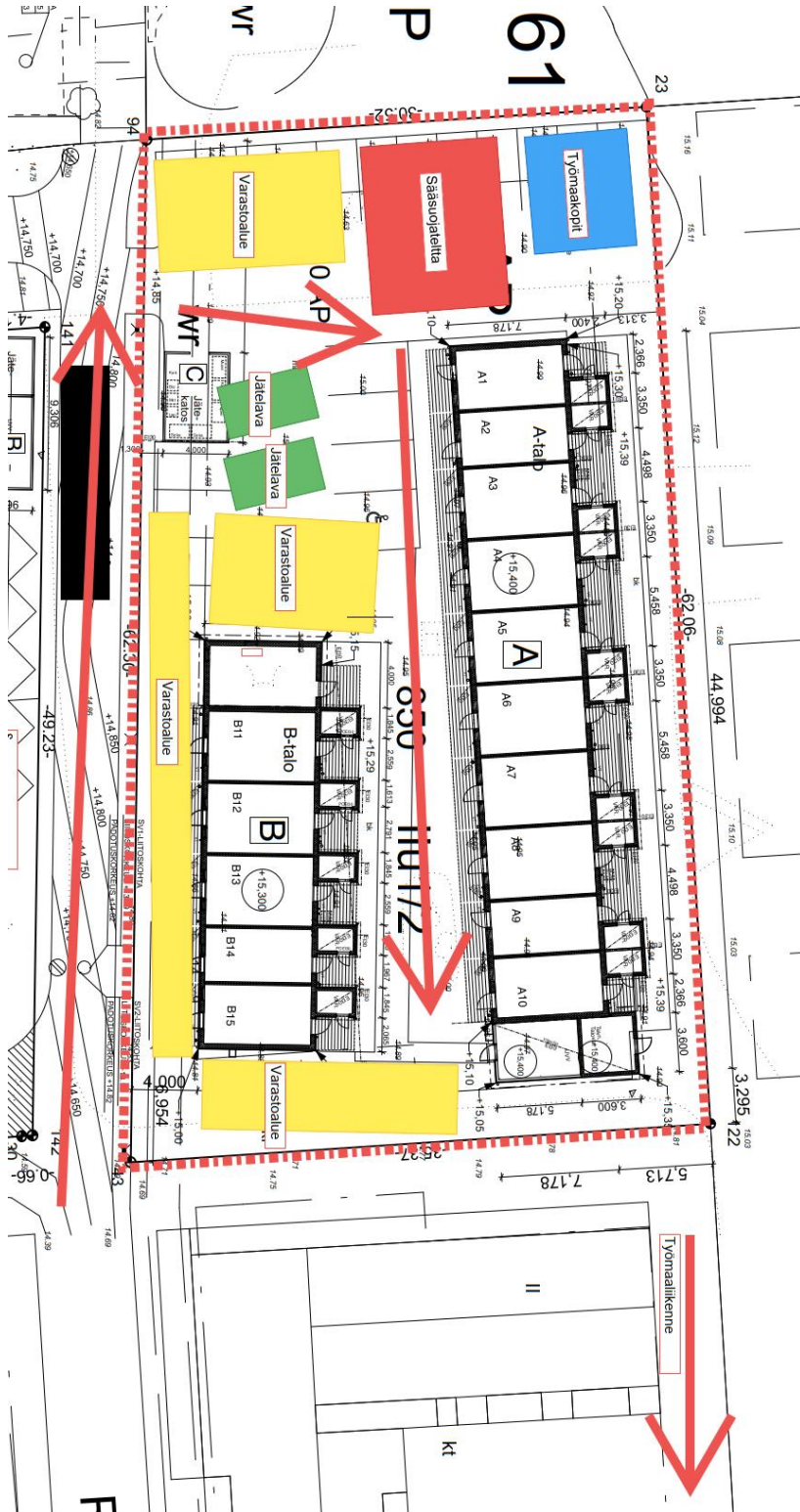
Vaikka asiat eivät menisi täsmällisesti yksi yhteen aluesuunnitelman kanssa, suunnitelma antaa kuitenkin raamit sille, kuinka työmaan aluejako esimerkiksi varastoista työmaakoppeihin toteutuu.

Lähteet

- 1 Toivo Groupin verkkosivu, [luettu 6.1.2023], www.toivo.fi/toivo
- 2 Toivo Homesin verkkosivu, [luettu 9.1.2023], <https://toivohomes.fi/>
- 3 Logistiikan perusteet, [luettu 19.1.2023], <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/>
- 4 Turun Yliopista, Logistiikkaselvitys 2018, [luettu 23.1.2023] <https://blogit.utu.fi/logistiikkaselvitys/wp-content/uploads/sites/92/2019/01/Logistiikkaselvitys-2018-FINAL.pdf> (luettu 23.1.2023)
- 5 RT C2-0454 Rakennustyömaan aluesuunnittelu [luettu 3.2.2023]
- 6 RT S-1227 Työmaan toimitusten suunnittelu ja ohjaus [luettu 6.2.2023]
- 7 RT 69-11183 Rakentamisen jätehuolto (toukokuu 2015) [luettu 7.2.2023]
- 8 Ratu K-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, Talonrakennusteollisuus RY (2017) [luettu 27.2.2023]
- 9 Toivo Groupin työmaakohteiden asemakuvat
- 10 RT 16-10660, YSE 1998, Yleiset sopimusehdot [luettu 14.2.2023]

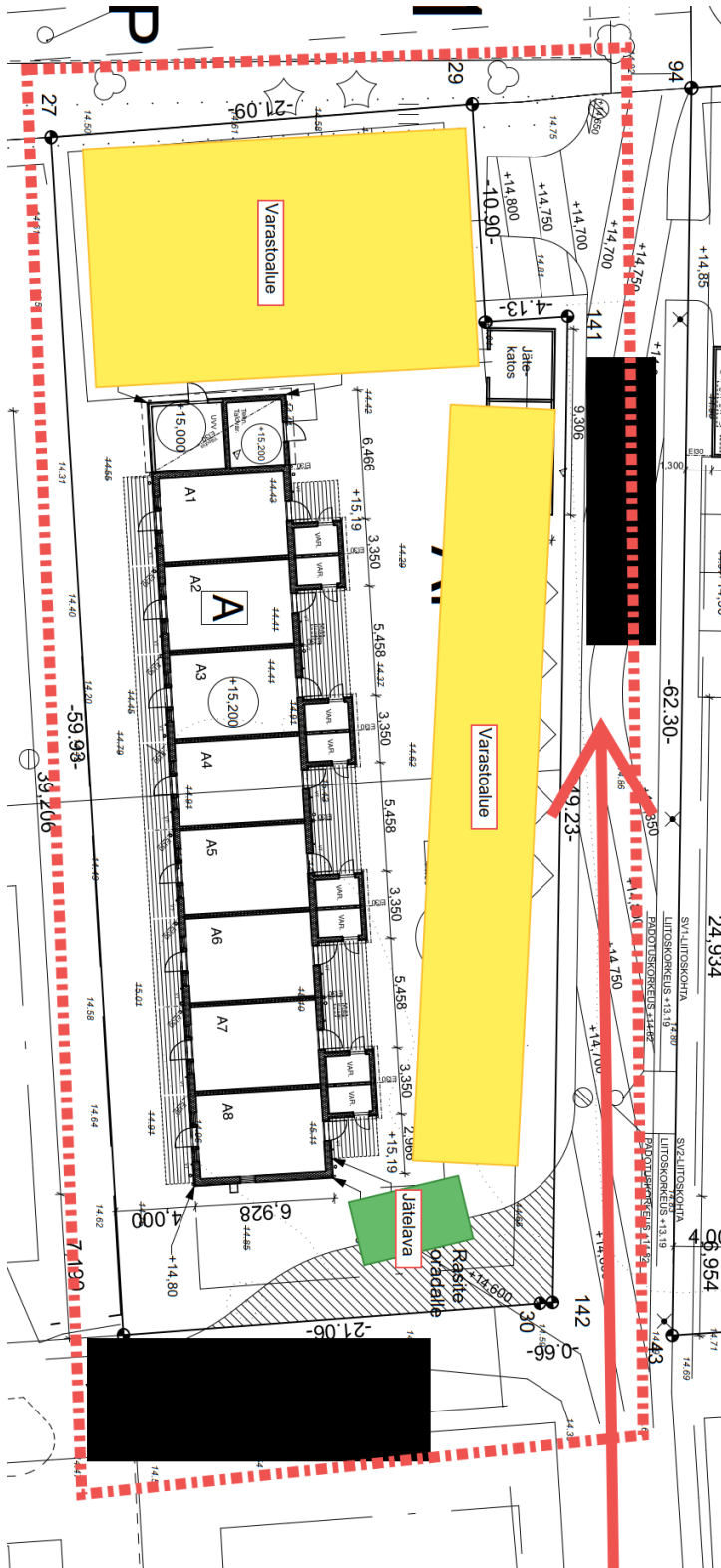
Liitteen otsikko

Case 2 varastoalueet ja nostopaikat (1/2)



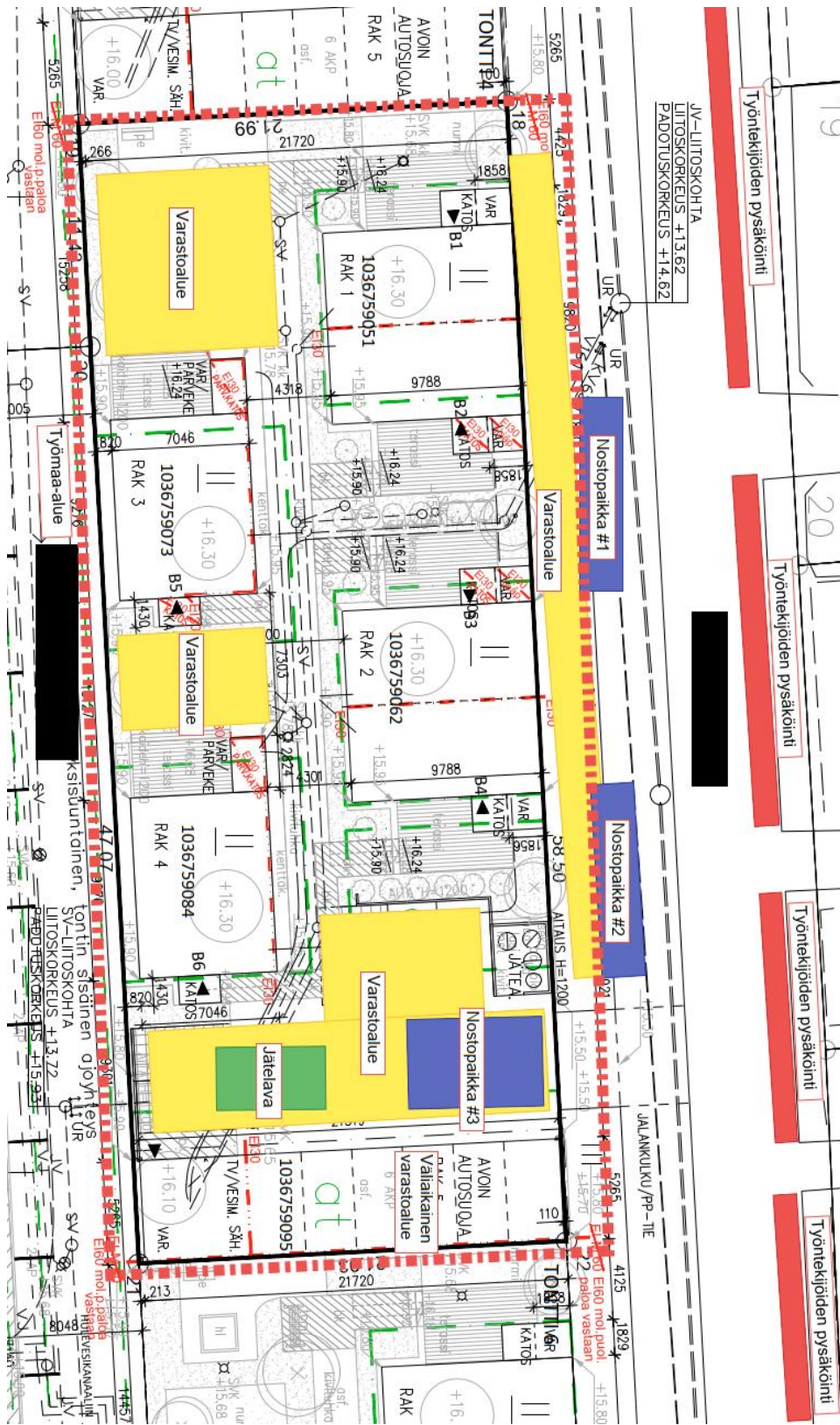
Liitteen otsikko

Case 2 varastoalueet ja nostopaikat (2/2)



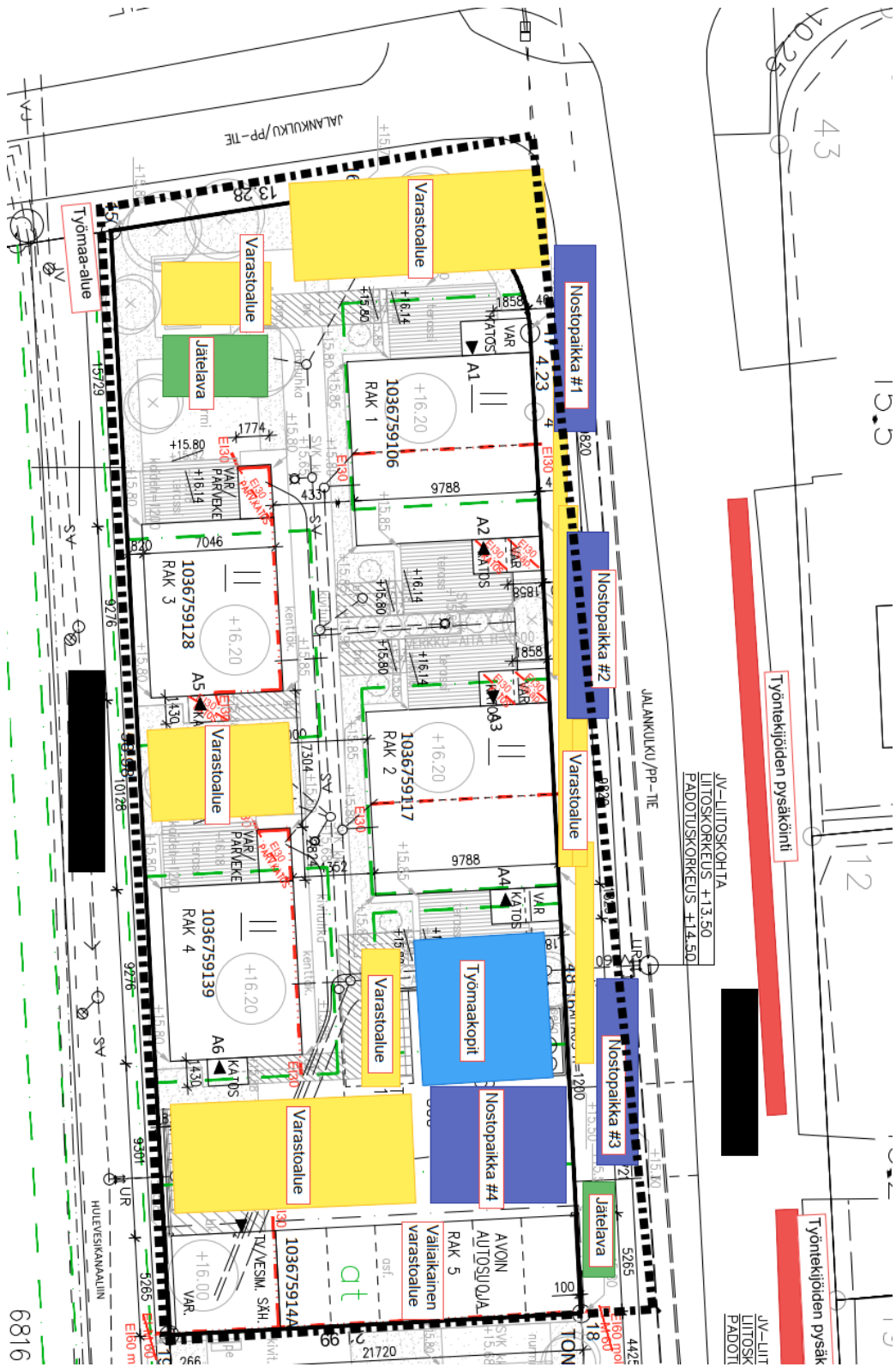
Liitteen otsikko

Case 3 varastoalueet ja nostopaikat (1/2)



Liitteen otsikko

Case 3 varastoalueet ja nostopaikat (2/2)



6816