

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Rakennustuotanto  
Riku-Ville Vihreävuori

Opinnäytetyö

## **Rakennustyömaan logistiikan kehittäminen**

Työn ohjaaja  
Tampere 5/2009

DI Harri Miettinen

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma, Rakennustuotanto

Tekijä	Riku-Ville Vihreävuori
Työn nimi	Rakennustyömaan logistiikan kehittäminen
Sivumäärä	38 sivua + 7 liitesivua
Valmistumisaika	5/2009
Työn ohjaaja	DI Harri Miettinen

---

## TIIVISTELMÄ

Rakennustyömaan logistiikan kehittämiseen on panostettu rakennusalan yrityksissä. Logistiikan toimiva suunnittelu ja toteutus tuovat rakentajalle rahallista ja ajallista säästöä. Logistiikan järjestäminen työmaatasolla on hyvin rakennuskohteesta ja -olosuhteista riippuvaista, ja suunnittelun on siksi oltava kohdekohtaista.

Logistiikan järjestäminen tuottaa erilaisia asiakirjoja, ja sen pohjana käytetään erilaisia tuotannossa tarvittavia dokumentteja. Tämä työ ottaa kantaa näiden asiakirjojen laadintaan sekä tärkeyteen. Lisäksi liitteenä olevassa ohjeessa rakennustyömaiden logistiikan järjestämisestä löytyy tarkempia ohjeita niiden tekemiseksi.

Opinnäytetyössä on esitetty logistiikan järjestämiselle tyypillisiä piirteitä erilaisilla rakennustyömailla aina kerrostaloista toimitilarakennuksiin.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi näkökulmia logistiikan kehittämiseksi sekä ohje rakennustyömaille logistiikan järjestämisestä. Ne ovat näkökulmia eivätkä ehdottomia eivätkä lopullisia, vaan niitä tulee entisestään kehittää ja mukauttaa jokaisen työmaan omien tarpeiden mukaiseksi.

TAMK University of Applied Sciences  
Building Engineering Programme, Construction

Writer	Riku-Ville Vihreävuori
Thesis	Developing of logistics at construction field
Pages	38 pages + 7 appendix pages
Graduation time	May 2009
Thesis Supervisor	Harri Miettinen, MSc

---

## ABSTRACT

Companies of the building trade have devoted to developing of logistics at construction field. Well-designed logistics saves money and time. Planning of logistics is dependent on object of construction and circumstances and that's why all plans have to be made to every construction field separately.

There are a lot of documents needed when logistics are organized. And there are a lot of documents what planning of logistics produces. This work commit on how to fill these documents and how important are them in construction project. In appendix pages there is a guideline to construction fields how to organize logistics at construction field.

In this work is illustrated different kind of construction fields from block of flats to factory halls and how logistics are organized in these construction fields.

As the results there are viewpoints how to improve logistics. And in appendix there is also a guideline to construction fields. They are just viewpoints, not absolute facts. They have to be developed and updated to fit the needs of every construction field.

---

Keywords

logistics, construction fields

## **Esipuhe**

Opinnäytetyöni aiheeseen sain apua jo kesällä 2008 ollessani työnjohtoharjoittelussa Skanska Talonrakennus Oy:llä. Itse työ lähti kuitenkin kunnolla käyntiin vasta keväällä 2009, ja välillä oli itselläni melkoinen epäusko työn valmistumiseen. Työmaan logistiikka kuitenkin aiheena kiinnosti, ja kokemusta oli itselläni aiheesta jo hankittuna harjoitteluiden yhteydessä sekä erilaisten työmaavierailuiden aikana saaduista tiedoista.

Kiitokset haluaisin esittää Skanska Talonrakennus Oy:n vastaaville mestareille Tero Salmiselle, jolta varsinaisesti aiheen tähän työhön sain, sekä Aarne Aholalle, joka auttoi työn rungon kanssa ja toimitti haluamaani materiaalia työtä varten. Lisäksi erittäin suuri kiitos opinnäytetyöni ohjaajalle DI Harri Miettiselle, joka jaksoi potkia työtäni eteenpäin vaikeinakin hetkinä ja lopulta auttoi saamaan työn lopulliseen muotoonsa.

Tampereella toukokuussa 2009

Riku-Ville Vihreävuori

## Sisällysluettelo

1	Johdanto .....	6
2	Logistiikka .....	7
2.1	Yleisesti.....	7
2.2	Rakennussuunnittelu .....	8
2.3	Toiminnan suunnittelu .....	9
2.4	Logistiikka rakennustyömaalla .....	11
3	Sovelluksia erilaisille työmaille .....	20
3.1	Asuinkerrostalotyömaa .....	20
3.2	Rivitalotyömaa .....	23
3.3	Toimitilatyömaa .....	23
3.4	Korjaustyömaa vs. uudisrakennustyömaa.....	28
4	Kokemuksia .....	30
5	Esimerkkityömailta .....	32
5.1	Toimitilakohde Technopolis Yliopistonrinne, Tampere .....	32
5.2	Asuinkerrostalokohde As Oy Tampereen Kaukajärven Kanttori, Tampere .....	34
6	Näkökohtia työmaalogistiikan kehittämiseen .....	36
	Lähteet.....	38
	Liitteet .....	39
	Liite 1 Ohje työmaan logistiikan järjestämisestä .....	39
	Liite 2 Malli työmaan aluesuunnitelmasta .....	45

# 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää rakennustyömaan logistiikkaan liittyviä tyypillisimpiä piirteitä sekä selvittää suurimpia ongelmakohtia logistiikan järjestämisessä. Logistiikka on erittäin suuri kokonaisuus rakennustyömaan kokonaisuudessa, ja siihen liittyy suurimpia kehittämiskohteita työmaan toiminnassa.

Opinnäytetyön lopputuloksina ovat kirjoittajan näkemykset työmaan logistiikan kehittämiseksi, jotka pohjautuvat lähdemateriaaleihin ja omiin kokemuksiin logistiikan epäkohdista.

Opinnäytetyön liitteenä on ohje rakennustyömaan logistiikan järjestämisestä, liite 1. Se on tarkoitettu lähinnä yleisohjeeksi rakennustyömaiden käyttöön ja vastaavalle mestarille tai työmaainsinöörille logistiikan suunnittelun työvälineeksi.

Tässä työssä esitellään erilaisia työmaita ja logistiikan järjestämistä niille, mutta pientalotyömaita tässä ei käsitellä.

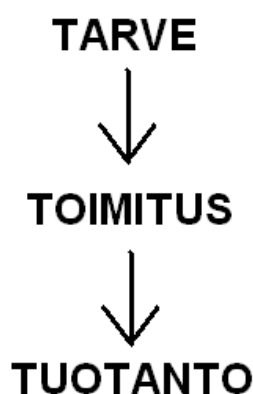
Tässä työssä on logistiikan näkökulmasta käsitelty pääasiassa materiaalin kulkua. Siinä ei muutamaa mainintaa lukuun ottamatta puututa työturvallisuuden näkökulmaan, vaikka se oleellisena osana liittyy logistiikan ja tuotannon suunnitteluun.

## 2 Logistiikka

### 2.1 Yleisesti

Yleisesti logistiikalla käsitetään tarkoitettavan raha-, materiaali- ja tietovirtoja. Käsitteenä logistiikka yhdistää yrityksen useita eri toimintoja, kuten oston, tuotannon, jakelun ja markkinoinnin, yhdessä toimivaksi kokonaisprosessiksi. Logistiikan hoitaminen vaatii tuotannon, materiaalivirtojen, jakelun, informaatio- ja rahavirtojen kokonaisuuksien ymmärtämistä ja niiden toisiinsa liittymisen hallintaa. (Karrus 2005, 13.)

Logistiikan ennakkosuunnitteluun on viime aikoina aloitettu panostamaan huikeasti. Syynä siihen on esimerkiksi rakennustoiminnassa kireät aikataulut ja raha. Hyvällä suunnittelulla voidaan päästä korkeaan laatuun, nopeaan toteutusaikaan ja sitä kautta kustannusten minimointiin. Logistiikka voidaan kuvitella kuvion 1 mukaisena ketjuna, jota ylläpitää ihmiset ja jonka toteuttamiseen tarvitaan ennakkosuunnittelua, tiedonvaihtoa ja jatkuvaa tilanteen ylläpitämistä ja päivitystä.



Kuvio 1: Logistiikkaketju

## 2.2 Rakennussuunnittelu

Suunnitteluvaiheessa on tavoitteena luoda puitteet, joiden avulla tuleva rakennusprojekti voidaan saattaa onnistuneesti alusta loppuun. Suunnitteluvaiheessa on mahdollisuus vaikuttaa rakennusprojektin kulkuun rakenneteknisin ratkaisuin. Rakennetekniset ratkaisut ovat olennainen osa logistiikan suunnittelua, kun suunnitellaan hankkeen aikatauluja ja hankintoihin liittyviä toimenpiteitä. Suunnitteluvaiheen ratkaisut määrittelevät myös työmaan toimintoja, kuten esimerkiksi materiaalitoimituksia työmaalle ja mahdollisesti tarvittavia välivarastointeja.

Rakennussuunnittelussa vaikuttavana osatekijänä ovat myös piirustusten saatavuus. Mahdollisimman tarkat piirustukset jo mahdollisimman aikaisessa vaiheessa luovat pohjan onnistuneille materiaalitalauksille. Mikäli esimerkiksi rakennuksen elementit voidaan tilata hyvissä ajoin lopullisten piirustusten avulla, vaikuttaa se helposti myös materiaalikaupan hintaan laskevasti. Jos piirustusten vajavaisuuksien vuoksi suunnittelutyötä joudutaan tekemään työmaalla, on sillä välitön vaikutus aikatauluun ja työmaan budjettiin. (Miettinen 2009, keskustelut.)

Helpoin tapa hallita rakennussuunnitteluvaiheen, ja miksei muidenkin vaiheiden, suunnitelmien tarpeita, on laatia koko projektin kattava piirustusaikataulu. Piirustusaikataulu pohjautuu yleisaikataulun määrittämiin aikatavoitteisiin, ja siitä ilmenee ajankohta kunkin suunnitelman tarpeelle.

Suunnitteluvaiheessa pystytään myös ottamaan kantaa työturvallisuuteen ja sen liittymiseen logistiikan toimintoihin. Näitä toimenpiteitä voivat olla esimerkiksi putoamissuojauksen suunnittelu jo elementtejä suunniteltaessa tai nostotöiden turvallisuuden huomiointi rakenneteknisiä ratkaisuja suunniteltaessa.



## 2.3 Toiminnan suunnittelu

Toiminnan suunnittelulla on myös logistiikan suunnittelussa merkittävä osuus. Toiminnan suunnittelu alkaa käytännössä, kun ensimmäiset suunnitelmat rakennuksesta tai niiden luonnokset ovat tehtyinä ja niiden perusteella tehdään rakennuspaikalla katselmus. Suunnitelmien tarkentuessa ja rakennusprojektin alkaessa tehdään projektia koskevat suunnitelmat. Näistä suunnitelmista tärkein työkalu muun toiminnan suunnitteluun on yleisaikataulu. Yleisaikataulun pohjalta tehdään hankintoja koskeva hankinta-aikataulu ja hankintasuunnitelma. Hankinta-aikatauluun taas kiinteästi liittyy piirustusajataulu, josta selviää ajankohta eri työvaiheiden suunnitelmien tarpeelle. Hankintasuunnitelmalla voidaan ottaa kantaa työn eri osapuolien, esimerkiksi aliurakoitsijoiden, valintaan. Tiettyjen osapuolien valinta saattaa edistää työn suunnittelua, mikäli aikaisemmista projekteista on kertynyt hyviä kokemuksia ja toisen toimintatavat ovat jo entuudestaan tuttuja. (Lehtonen 2009.)

Yleisaikataulu on koko hankkeen suunniteltua työnkulkua esittävä työkalu. Yleisaikataulu on yksi keskeisimmistä informaatiotyökaluista työmaan eri osapuolien kesken sekä perusta hankkeen työnaikaiselle valvonnalle. Yleisaikataulu voidaan laatia hyvin eritasoisena riippuen hankkeen koosta ja vaativuudesta. Yleensä aikatauluun valitaan keskimäärin 20–30 aikataulutuksen kannalta tärkeää tehtäväkokonaisuutta. Mitä tarkempaan laadittu aikataulu on, sitä paremmat puitteet se luo työmaan valvonnalle. Yleisaikataulu toimii myös muiden resurssien, kuten työvoiman, hankintojen ja kaluston, mitoittajana. Sen pohjalta myös tehdään työnkululle olennaisia tarkemman tason suunnitelmia, kuten rakennusvaihe- ja viikko-aikatauluja sekä tehtäväsuunnitelmia. (Ratu KL-6015 Aikataulukirja 2008, 27.)

Yleisaikataulu laaditaan heti urakkasopimuksen synnyttyä ennen rakennustyön aloittamista. Yleisaikataulu toimii samalla virallisena dokumenttina hankkeen aikataulullisesta toiminnasta tilaajan ja urakoitsijan välillä. Lähtötietoja yleisaikataulun laadinnalle ovat

- tekniset suunnitelmat, kuten työselostukset ja piirustukset
- sopimusasiakirjat

- lomapäivät ja vapaapäivät
- yleisaikataulun nimikkeet
- rakennuspaikan olosuhdetiedot
- määrälaskelma ja kustannusarvio
- alustava yleisaikataulu
- tärkeimmät työmenetelmävalinnat
- tuotantotiedostot, esimerkiksi yrityskohtaiset jälkilaskentatiedot, Ratun Aikataulukirja
- käytettävissä olevat resurssit ja resurssirajoitukset.

(Ratu KL-6015 Aikataulukirja 2008, 27.)

Yleisaikataulu voidaan esittää joko jana-aikataulun tai paikka-aikakaavion muodossa, joista yleisemmin käytetty muoto on jana-aikataulu. Aikataulussa esitetään

- aikataulutehtävä
- nimikkeistötunnus tai tehtävän juokseva numero
- suoritemäärä ja -yksikkö
- työmenekki tai työsaavutus
- tehtävään valittu työryhmä
- tehtävän kesto
- ajoitus ja riippuvuudet.

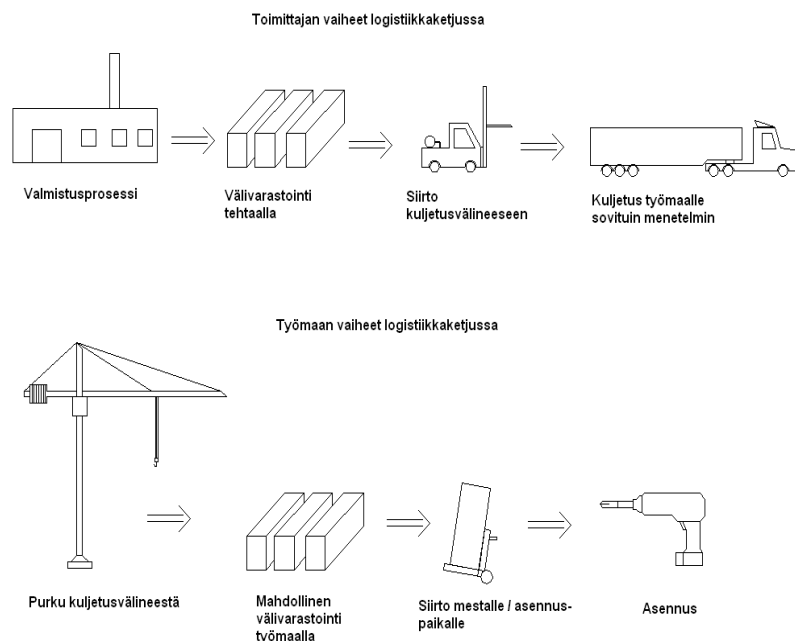
(Ratu KL-6015 Aikataulukirja 2008, 28.)

Toiminnan suunnittelun kannalta itse työmaahan eniten vaikuttava suunnitelma on työmaan aluesuunnitelma. Suunnitelma vaaditaan jo asetusten perusteella, ja se on rakennustyön yksi virallisista asiakirjoista. Työmaan aluesuunnitelmasta on enemmän kohdassa 2.4.

## 2.4 Logistiikka rakennustyömaalla

Rakennustoiminnassa logistiikka painottuu suurelta osin materiaalin liikkeeseen ja varastointiin. Tieto- ja rahavirtojen kulkua työmaalla pyritään vähentämään mahdollisimman pieneksi, jotta itse rakentamiseen pystyttäisiin panostamaan suuremmat voimavarat. Tietoliikenne työmaalla on lähinnä sähköisesti ja puhelimitse käytävää tiedonvaihtoa eri osapuolien, kuten suunnittelijoiden, rakennuttajan, tavarantoimittajien ja aliurakoitsijoiden, kesken. Rahavirrat työmaalla hoidetaan lähinnä maksuerätaulukon ja laskun vahvistusten muodossa, jotka kulkevat myös usein sähköisesti.

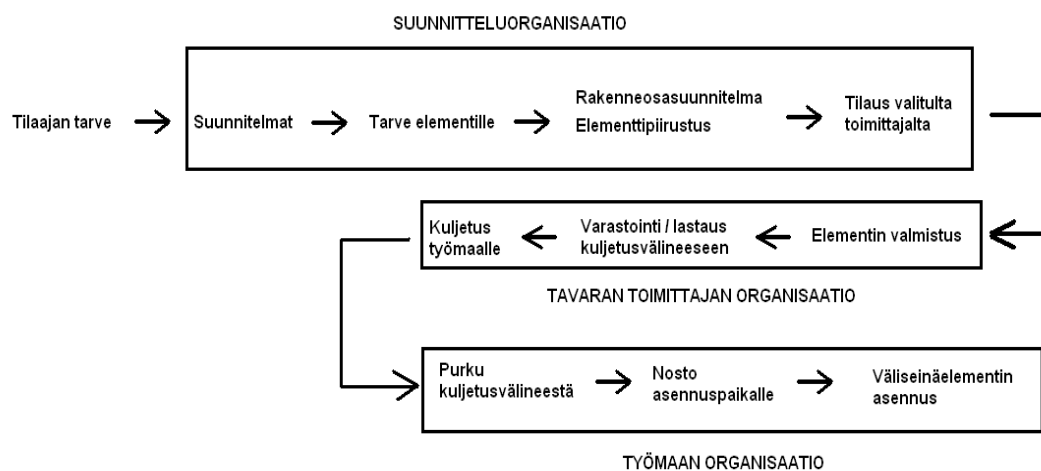
Materiaalien logistiikkaketju rakennustoiminnassa muotoutuu karkeasti tarpeesta sekä sen toimittamisesta ja toteutuksesta. Käytännössä ketjuun kuuluu kuitenkin useampia eri vaiheita. Logistiikkaketju on voi olla hyvin erilainen myös rakennusmateriaalista riippuen. Rakennustuotannossa käytetään yleensä hankekohtaisia tuotteita, vakiomateriaaleja tai pientarvikkeita. (Sunio 2008, 4.) Lähinnä hankekohtaisten tuotteiden ja vakiomateriaalien logistiikkaketjun vaiheita on esitettyä kuviossa 2.



Kuvio 2: Logistiikkaketju rakennustyömaan materiaaleilla.

Esimerkkinä voidaan ajatella tyypillisen hankekohtaisen tuotteen, betonisen väliseinäelementin, logistiikkaketjua. Ketju alkaa rakennusta suunniteltaessa, kun selviää tarve väliseinälle. Suunnitelmien ja tarjouspyyntöjen perusteella valitaan toimittaja ja tehdään tilaus. Tilauksen yhteydessä sovitaan väliseinän toimituksesta työmaalle. Tärkeintä on sopia toimitustapa, -aika ja purkutapa. Tässä esimerkkitapauksessa purkutapa olisi työmaan oma nosturi. Elementtien asennuksesta tehdään työmaalle aina erillinen elementtien asennussuunnitelma. Suunnitelmassa on määritetty elementtien asennusjärjestys, käytettävä nostokalusto, muut käytettävät työkoneet ja laitteet sekä työryhmä. Mikäli elementtiä ei voida asentaa suoraan autosta, on työmaan aluesuunnitelmassa määritetty paikka elementin välivarastoinnille. Itse asennuksen suorittaa suunnitelmien mukainen asennustyöryhmä, joka voi kuulua työmaan tai elementtien toimittajan organisaatioon. Tämä työryhmä järjestää myös asennuksessa tarvitsemansa kaluston tai sopii sen järjestämisestä toisen organisaation kanssa.

Elementtien logistiikkaketju voidaan kuvitella kuvion 3 mukaiseksi. Koska logistiikka käsittää myös tieto- ja rahavirtoja, kuvioissa 2 ja 3 esitettyihin logistiikkaketjuihin kuuluvat lisäksi toimittajan ja tilaajan välillä käytävä tiedonvaihto esimerkiksi puhelimitse ja sähköpostilla sekä maksuliikenne.



Kuvio 3: Väliseinäelementin logistiikkaketju

### **Työmaan aluesuunnitelma ja sen merkitys**

Työmaan logistiikan järjestämisen helpottamiseksi tehdään koko urakka-aluetta koskeva aluesuunnitelma. Aluesuunnitelma on myös määrätty tehtäväksi Valtioneuvoston päätöksellä rakennustyön turvallisuudesta (Valtioneuvoston päätös rakennustyön turvallisuudesta 23.6.1994/629 8§). Lisäksi työmaan aluesuunnitelman laadinnasta on ohje Ratu-kortistossa kortissa C2-0299 Rakennustyömaan aluesuunnittelu. (Ratu C2-0299 Rakennustyömaan aluesuunnittelu, 1-16.)

Aluesuunnitelma on kirjallinen työmaa-alueen käytön suunnitelma. Samalla se toimii tiedonvälitysvälineenä työmaan työ- ja turvallisuusjärjestelyistä. Aluesuunnitelmassa esitettäviä toimintoja voivat olla esimerkiksi työmaatoimistot, sosiaalitalat, varastokontit ja muut pitkään paikallaan olevat kohteet. Lisäksi aluesuunnitelmassa voidaan esittää monen muun tilaa tontilla vaativan toiminnon sijoituspaikka, kuten välivarastointialueet, purkualueet, työntekijöiden parkkialueet ja liikennejärjestelyt tai betoni- ja muut tilaa vievät työasemat. Monilla rakennusyhtiöillä on omat listansa työmaan kohteista, jotka aluesuunnitelmassa heidän työmaillaan on esitettävä. (Ratu C2-0299 Rakennustyömaan aluesuunnittelu, 1-16.)

Aluesuunnitelmassa on hyvä esittää myös rakennustyömaalle tulevien nostureiden sijainti ja niiden nostokapasiteetit eri säteillä. Tarvittavat tiedot ovat saatavissa nostovälineiden toimittajilta ja usein heidän Internet-sivuiltaan. Ajoneuvonostureita käytettäessä nostopaikkoja saatetaan työmaan koosta riippuen tarvita muutamasta jopa useisiin kymmeneen.

Hyvin suunniteltu työmaan aluesuunnitelma luo pohjan tontin tehokkaalle ja toimivalle käytölle. Kun aluesuunnitelma on kaikkien työmaalla toimivien työntekijöiden tiedossa, rakennustyö helpottuu ja nopeutuu, kun eri toimintojen sijainti joskus suurellakin työmaalla on ennalta kaikkien tiedossa.

Aluesuunnitelmaa voidaan päivittää työn edetessä, ja toimivuuden kannalta se on lähes välttämätöntä. Aluesuunnitelma tulisi laatia vähintään maanrakennus-, perustus-, runko- ja sisätyövaiheisiin. Eri rakennusvaiheissa eri toimintojen vaatima tilan määrä muuttuu. Mitä pidemmälle työ etenee, sitä vähemmän esimerkiksi rakennusmateriaalit vaativat välivarastointitilaa. Sen sijaan työmaalta poistettavan tavaran, kuten muottimateriaalin

ja muiden rakennusapuvälineiden määrä kasvaa. Niiden jatkuva siirtely paikasta toiseen muiden työvaiheiden alta pois on erittäin aikaa vievää ja turhauttavaa.

### **Työmaan hankinnat**

Työmaalle tehtävien hankintojen tueksi tehdään yleensä hankintasuunnitelma. Hankintasuunnitelma on suunnitelma, josta ilmenee hankintaketjun ajoitus ja viiveet hankintanimikkeittäin. Suunnitelma tehdään yleisaikataulun valmistuttua, koska työmaan hankinnat liittyvät kiinteästi yleisaikataulun mukaiseen työn etenemiseen. Suunnitelma sisältää hankinta-aikataulun ja hankintavastuiden määrittelyn eli vastuumatriisin.

Hankintasuunnitelmaan tarvittavia lähtötietoja ovat

- urakkaohjelma
- työmaan tavoitearvio ja kokonaisbudjetti
- yleisaikataulu
- laadunvarmistussuunnitelma
- kohteen tekniset asiakirjat ja -suunnitelmat.

(Lehtonen 2009.)

Muita hankintasuunnitelman tekemisessä vaikuttavia tekijöitä ovat mahdolliset hankinta- ja kausisopimukset tiettyjen tavarantoimittajien kanssa sekä materiaali- ja tarviketiedot ja toimitukseen liittyvät aikatiedot (Lehtonen 2009).

Yleisaikataulun hyvällä ennakkosuunnittelulla ja jatkuvalla työn aikaisella päivittämisellä on helppoa pysyä työmaan etenemisen vaatimissa toimenpiteissä ajan tasalla. Tulevien toimintojen vaatimien resurssien ennakointi helpottuu ja logistiikkaan liittyviä ongelmia on täten helpompi välttää.

Hankintasuunnitelmassa on syytä muistaa, että rakennusmateriaalien toimitusajat voivat olla hyvinkin pitkiä. Mitä monimuotoisempia rakenteita käytetään, sitä pidemmäksi kasvaa rakenteen valmistus-, toimitus- ja joskus myös asennusaika. Materiaalien tilauksissa kannattaa olla hyvissä ajoin liikkeellä ja varmistaa toimittajan kanssa, että

sovittava toimitusaika on molempien osapuolien kohdalla realistinen ja toimitus todella suoritetaan sovittuna ajankohtana.

### **Kuljetukset**

Eri rakennusmateriaalit ja -tavarat vaativat juuri kyseiselle tavaralle suunnitellun kuljetuksen. Varsinkin suurien elementtien kuljetus vaatii juuri tietynlaisen kuljetusvälineen. Usein varsinkin elementtien kohdalla kuljetusvälineiden valinnasta ja järjestämisestä vastaa tavarantoimittaja. Siten vähennetään mahdollisuutta syntyä riskiä siitä, että materiaali vaurioituisi kuljetuksen aikana vääränlaisen kuljetusvälineen, kuorman sidonnan tai muun kuljetukseen liittyvän syyn takia.

Tavarantilauksen yhteydessä on syytä sopia tavarantoimittajan kanssa kuljetuksesta ja tavarankuljetuksesta työmaalla. Riippuen materiaalista mahdollisia purkutapoja ovat

- purku suoraan kuljetusvälineestä työmaan nosturilla
- purku kuljetusvälineestä auton omalla nosturilla
- purku suoraan kuljetusvälineestä trukilla tai muulla nostimella
- perälautapurku
- purku kuljetusvälineestä käsin.

Mikäli jostain tietyistä purkumenetelmistä on sovittu tavarantoimittajan kanssa kirjallisesti eikä se käytännössä toteudu, on työmaan organisaatiolla oikeus hankkia purkamiseen tarvitsemansa kalusto tavarantoimittajan kustannuksella.

Mikäli kuljetusvälinettä valittaessa on mahdollisuus valita useamman väliltä, tulee valinnassa muistaa myös työmaa-alueen asettamia rajoituksia. Mitä suurempia kuljetusvälineet ovat, sitä suurempia ovat myös niiden tilantarpeet. Aluesuunnitelman laadinnassa tulisi varata riittävät purkualueet. Yksinkertaisin malli olisi tontti, jolle voisi ajaa sisään yhdeltä sivulta, purkaa lasti ja poistua tontin toiselta sivulta ilman käännöksiä tai peruutuksia. Tämä on mahdollista kuitenkin erittäin harvoin rakennusalueiden pienen koon vuoksi. Yleisimpien kuljetusvälineiden tilantarpeita on esitetty RT-kortiston kortissa numero RT 98–10479 ja tavarankuljetuksessa tarvittavia tilamäärittäviä RT-kortiston kortissa numero RT 98–10900.

## **Siirrot työmaalla**

Työmaalla tapahtuvat rakennusmateriaalien siirrot voidaan jakaa karkeasti kahteen erilaiseen siirtotapahtumaan, pysty- ja vaakasiirtoihin.

Pystysuunnassa tehtävät siirrot tapahtuvat työmaalla pääasiallisesti koneellisin voimin. Nostoissa voidaan käyttää apuna erilaisia nostureita, tavara- tai henkilöhissejä ja muita tavarannostoon tarkoitettuja nostimia. Nostoissa on kuitenkin aina huolehdittava nostotyön turvallisuudesta. Nostoapuvälineet pitää olla aina tarkastetut ja asianmukaiset. Henkilö- ja tavarannostoja yhdistettäessä on huomioitava voimassa olevat määräykset nostojen turvallisuudesta.

Logistiikan suunnittelun kannalta pystysuunnassa tehtävien siirtojen kapasiteettivaatimukset ovat tärkeä osa. Jo tuotannosuunnitteluvaiheessa on otettava kantaa, minkälaisia nostoja työn aikana joudutaan tekemään. Sitä kautta selvitetään kapasiteettivaatimukset nostovälineille ja tarvittavat nostoapuvälineet. Esimerkiksi mikäli rakennuksen välipohjat tehdään paikalla valettuina, on suunniteltava betonimassan siirto mahdollisesti korkealle kerrokseen. Pumppuauton käyttö ei aina ole mahdollista, ja silloin tarvitaan nosturilla nostettava betonijassikka. Tämä taas johtaa siihen, että nosturi ei ole valutyön aikana käytettävissä muihin nostotöihin. Ennakkosuunnittelun tärkeys siis korostuu.

Vaakasuunnassa tehtävät siirrot tapahtuvat työmaalla useimmiten ihmisvoimin. Kantamisessa voi apuna käyttää kuitenkin erilaisia kuljetusvälineitä, kuten nokka- tai pumppukärryjä. Työterveellisyyden ja hyvinvoinnin kannalta lihasvoimin tehtävät vaakasiirrot kannattaa suunnitella siten, että niitä tapahtuisi mahdollisimman vähän.

Suurilla tonteilla vaakasiirtoja voidaan tehdä myös koneellisin voimin erilaisilla kuljetusvälineillä, kuten traktoreilla, kurottajilla ja muilla siirtoihin soveltuvilla koneilla. Suurilla tonteilla välivarastointipaikat saattavat olla pitkien etäisyyksien päässä itse mestalta, joten koneellista voimaa siirtoihin saatetaan tarvita. Vaakasiirtoihin käytetään koneellista voimaa usein myös sellaisissa tapauksissa, kun raskaat rakennusmateriaalit täytyy siirtää kuljetusvälineestä tai välivarastointialueelta nosturien ulottuville pystysiirtoa varten. (Miettinen 2009, keskustelut.)



Tavarantoimituksiin liittyy usein myös vaakasiirtoa, ja tämän järjestämisestä onkin syytä sopia etukäteen tavarantoimittajan kanssa. Etenkin työmailla, joilla ei ole kiinteää nosturia tai ajoneuvonosturia käytettävissä, lastin purkuja vaakasiirtoihin tarkoitetuilla koneilla saattaa syntyä paljonkin.

### **Välivarastointi työmaalla**

Välivarastointia työmaalla tapahtuu hyvästäänkin hankintasuunnitelmasta huolimatta melko paljon. Riippuen rakennuskohteesta ja käytettävissä olevasta tilasta, välivarastointi voi tapahtua rakennuksen kerroksissa tai rakennettavalla tontilla usein sään armoilla. Aluesuunnitelman laadinnalla voidaan välivarastoinnin suunnitteluun ja toteutukseen vaikuttaa huomattavassa määrin. Välivarastoinnin määrä tulisi minimoida materiaalien laatuvaatimusten säilyttämiseksi. Sään armoilla oleminen huonontaa aina materiaalien ominaisuuksia ja pahimmassa tapauksessa tuhoaa ne. Asianmukaisesta suojauksesta on huolehdittava aina, kun materiaaleja joudutaan varastoimaan avoimessa tilassa.

Välivarastoinnin suunnitteluun kannattaa panostaa. Riippuen rakenneratkaisuista varastointimahdollisuuksia voi olla useita erilaisia. Etenkin kerroksiin tulevien rakennusmateriaalien varastointi on melko riippuvainen välipohjan rakennetyypistä. Mikäli välipohjat toteutetaan ontelolaattamenetelmällä, on esimerkiksi väliseinämateriaaleille ja ikkunoille hyvää varastointitilaa kerroksissa lähellä tulevia mesteja. Paikalla valetun välipohjan muotit vievät tilaa kerroksissa paljon enemmän, ja välivarastoinnin suunnitteluun on kiinnitettävä enemmän huomiota.

Joillakin rakennusyhtiöillä on käytössään tapa, jossa välivarastoinnin toteutukseen tehdään omat piirustukset kriittisimpiin työvaiheisiin. Tämä toimii hyvänä välivarastointiin liittyvän informaation välitystapana eri osapuolien kesken ja valvonnan keinona työmaan johdolle.

Kullekin rakennustyömaalla käytettävälle materiaalille on olemassa omat varastointi- ja säilytysohjeensa. Nämä ohjeet ovat joko kyseisen tuotteen mukana toimitettavia tai alalla yleisesti tiedossa olevia.

Erityisen haasteen välivarastoinnille aiheuttavat IV-kanavien ja kaluston varastointi. Usein IV-kanavat vaativat tietyn puhtausluokituksen. Varastointia ei voida siten suorittaa missä tahansa työmaan pölyisyyden vuoksi. IV-työt ovat melko usein aliurakoituja työsuorituksia, joten tarvittavista välivarastoinneista ja muuhun asennukseen liittyvien toimintojen järjestämisestä on syytä sopia ennalta työn suorittajien kanssa.

### **Materiaalien toimitukset**

Materiaaleja toimitetaan työmaalle sekä omien työryhmien tarpeisiin että aliurakoitsijoiden tarpeisiin. Aliurakoitsijat usein hoitavat itse tarvitsemiensa materiaalien tilaukset ja niiden toimituksista, ja varastoinneista onkin syytä sopia etukäteen työmaan eri osapuolien kesken. Tällä tavoin eri osapuolet ovat tietoisia toistensa tekemisistä ja käynnissä olevista työvaiheista, eikä mahdollisia logistiikkaongelmia pääse niin helposti syntymään. Varsinkin sellaisilla työmailla, joilla rakennusaikataulu on kireä ja välivarastointimahdollisuudet rajalliset, on JOT-ajattelun merkitys kasvanut. JOT-periaatteessa tarvittava materiaali tulee työmaalle juuri oikeaan aikaan eli ”juuri oikeaan tarpeeseen”.

Varsinkin suurten tavaroiden toimitukset työmaalle on hyvä suunnitella etukäteen. Hankintasuunnitelmaa on helppo käyttää työvälineenä tähän suunnitteluun. Suurien tavaramäärien välivarastointi tonteilla, jotka ovat usein melko pieniä ja ahtaita, ei ole kovin kannattavaa. Siksi osana toimitusten suunnittelua kannattaa miettiä, minkä kokoisia toimituseriä kutakin rakennustuotetta on järkevää kerrallaan ottaa. Materiaalitoimittajien kanssa on yleensä helppo sopia sopivan kokoisista toimituseristä, mikäli kokonaistilausmäärät ovat suuria. Sopimukset on kuitenkin syytä tehdä kirjallisina hyvissä ajoin mahdollisten väärin käsitysten ja muiden epäselvyyksien välttämiseksi.

Materiaaleista, joiden tilaamista pienemmissä toimituserissä voidaan esimerkkinä pitää elementtejä tai väliseinien kipsilevyjä. Molemmat ovat työmaalla runsaasti varastotilaa vieviä ja etenkin kuviossa 4 esiintyvät kipsilevyt isoja suojaustoimenpiteitä vaativia. Sen lisäksi molempien rakennusosien asennus tapahtuu lohkoittain vasta kun edellinen työvaihe on suoritettu.



Kuvio 4: Kipsilevypakkaus suojaamattomana. (Knauf 2009)

Usein suurimmat hukat rakennusmateriaaleilla syntyvät välivarastoinnin aikana huonon suojauksen tai ylimääräisten siirtojen aiheuttamien vaurioiden vuoksi. Varsinkin kosteudelle herkät materiaalit altistuvat helposti laatua heikentäville tekijöille, mikäli niitä joudutaan kauan varastoimaan ulkotiloissa ja suojauksesta ei ole asiallisesti huolehdittu.

## 3 Sovelluksia erilaisille työmaille

### 3.1 Asuinkerrostalotyömaa

Kerrostaloja toteutetaan nykyään lähinnä rakentajasta tai alueesta riippuen joko elementtitekniikalla tai paikalla rakennettuna. Tämä taas johtaa siihen, että riippuen rakennettavan talon koosta ja rakenneteknisistä ratkaisuista elementtien määrät saattavat nousta erittäin suuriksi. Arkkitehtuurin näkökulmasta uudet kerrostalot ovat mitä monimuotoisimpia, ja elementtien koot vaihtelevat noin puolesta metristä useisiin metreihin. Elementin maksimikoot määrittää kokonaispaino, joka ei rajallisten kuljetus- ja nostokapasiteettien vuoksi saa nousta liian suureksi.

Välipohjien toteutustapoja on käytännössä kaksi: paikalla valettu ja ontelolaattavälipohja. Ontelolaattavälipohja lisää entisestään elementtimääriä, kun taas paikalla valettu välipohja asettaa vaatimuksia muottimateriaalin välivarastoinnille ja siirtelylle. Ontelolaattavälipohja myös helpottaa muiden materiaalien välivarastointia, kun esimerkiksi kevyiden väliseinien materiaalien sijoittelu kerroksiin on hieman vapaampaa.

#### **Keskusta-alue**

Viime aikoina on keskusta-alueiden täydennysrakentaminen kasvanut. Vanhojen, purettavien rakennusten tilalle rakennetaan uusia tai tyhjiä tontteja rakennetaan umpeen. Yhtenäistä kaikille keskusta-alueiden rakennustyömaille on erittäin rajallinen tila materiaalien varastoinneille ja työkoneiden toiminnalle.

Alue- ja hankintasuunnitelman huolellinen valmistelu korostuu. Ylimääräisiä rakennusmateriaaleja ei työmaalla välttämättä pystytä varastoimaan.

Hankintasuunnitelmassa tämä ilmenee tilattavien materiaalmäärien ennakkoon laskettujen erien kokona ja tarkkoina toimitusaikoina. Äärimmäisissä tapauksissa toimitusajat voidaan joutua määrittämään jopa viiden minuutin tarkkuudella.

Varastotilana voidaan käyttää vuokrattuja katualueita, jotka kuitenkin aiheuttavat joskus suuriakin lisäkustannuksia. Mikäli nostokalusto ei mahdu saatavilla oleville tiloille, jää ainoaksi vaihtoehdoksi usein katualueiden sulkeminen yöaikaan ja nostojen suorittaminen silloin.

Keskusta-alueella rakennettaessa täytyy myös aina huomioida suuret siviilien liikennemäärät. Tämä johtaa suuriin panostuksiin työturvallisuuden suunnittelussa, kun ohikulkijoiden turvallisuus on suunniteltava samalla tavalla kuin omien työntekijöidenkin.

Kuviossa 5 on Tampereen keskustaan Hämeenkadulle rakennettu asuinkerrostalo. Uudisosa rakennettiin kahden vanhan kerrostalon väliin kohtaan, josta ennen rakennustyötä purettiin kaksikerroksinen liikerakennus.



Kuvio 5: Tampereen keskustan täydennysrakennusta Hämeenkadulla.

### **Esikaupunkialue**

Erona keskusta-alueiden kerrostalotyömaille on esikaupunkialueille rakennettavissa kohteissa se, että työn vaatimaa tilaa on usein enemmän käytettävissä. Tämä ei kuitenkaan vähennä logistiikkaa koskevien ennakkosuunnitelmien tärkeyttä.

Mahdolliset välivarastoinnit on suunniteltava tarkasti, jotta materiaalien laatu säilyisi korkeana.

Esikaupunkialueille toteutettavissa kohteissa maanrakennustöiden määrä on huomattavasti keskusta-alueita suurempi. Tästä seuraa usein varastoitavien materiaalien siirtelyä jatkuvasti muiden työvaiheiden alta pois. Hyvin suunniteltu aluesuunnitelma ottaa jo alkuvaiheessa kantaa siihen, mitkä tontilla olevat toiminnot ovat paikallaan pitkiä aikoja, jolloin muita työvaiheita ei kyseisillä paikoilla suoriteta.

Kuviossa 6 on esitettyä Tampereen Kaukajärvelle rakennettu asuinkerrostalo, joka on myös esimerkkityömaana kohdassa 5.2. Rakennus rakennettiin omalle suurehkolle tontille, missä tilaa eri työmaan toiminnoille oli kohtalaisesti käytettävissä.



Kuvio 6: Asuinkerrostalotyömaa Tampereen Kaukajärvellä.

### 3.2 Rivitalotyömaa

Rivitalojen rakennustyömaat sijaitsevat pääsääntöisesti esikaupunkialueilla, missä tilaa rakentamiselle on keskusta-alueita enemmän. Rivitaloja rakennetaan usein samaan taloyhtiöön useita, jolloin myös tontin koko kasvaa. Ja samalla kasvaa myös hyväksi käytettävän tilan määrä. Riippuen rakennettavien talojen runkoratkaisuista tarvittavan varastointialueen suuruus vaihtelee. Mitä enemmän rakenteissa käytetään puuta raaka-aineena, sitä enemmän vaaditaan välivarastointitilaa ja huolellisia suojaustoimenpiteitä.

Kuten esikaupunkialueille rakennettavissa kerrostalokohteissa, myös rivitalokohteissa maanrakennustöiden määrä voi olla melko suuri ja usein kerrostalokohteita suurempi. Jälleen huolellisesti laaditun aluesuunnitelman ja sen noudattamisen merkitys kasvaa. Aluesuunnitelmassa on hyvä ottaa kantaa sekä kulkuteiden sijaintiin että myös niiden korkoihin, joiden tulisi olla mahdollisimman lähellä lopullisten maanpintojen korkeusasemia. Näin myöhemmässä vaiheessa tehtävien maanrakennustöiden määrä ainakin hieman vähenee ja sitä kautta pölyn määrä jo valmiissa rakennuksissa.

Rivitalotyömaalle ominainen piirre on usein myös mahdollisesti pitkät välimatkat mestojen välillä. Tämä taas kasvattaa tontilla tapahtuvan vaakasuuntaisen siirtojen määrää. Mikäli välivarastointialueita ei ole mahdollista määrittää tarpeeksi montaa eri mestojen läheisyyteen, tulisi suunnitelmissa ottaa myös kantaa tarvittavaan kapasiteettiin materiaalien vaakasiirtoihin koneellisesti. Koneita määritettäessä tulee muistaa, että tontit eivät rakennusvaiheessa aina ole kovin hyvässä kunnossa ja kulkeminen voi olla joskus haasteellista.

### 3.3 Toimitilatyömaa

Toimitilatyömaita on tyypiltään useita erilaisia. Seuraavassa on eritelty kolme erilaista tyyppiä. Kaikissa toimitilakohteissa on paljon samanlaisia piirteitä, mutta myös paljon juuri tietylle työmaalle tyypillisiä piirteitä. Suurimman osan näistä piirteistä kuitenkin määrittää kohteen rakennuspaikka.

## **Toimistorakennus**

Toimistotalojen rakennuspaikkoja nykyään ovat pääsääntöisesti kaupunkien keskusta-alueet tai kaupunkien laitamille keskittyvät yritysalueet.

Yritysalueet ovat usein varta vasten tarkoitukseensa kaavoitettuja alueita. Tilaa saattaa usein olla runsaastikin ja toimistorakennuksille tyypillinen pilari-palkki-runkoratkaisu ei vaadi suuria varastointitiloja elementtitoimituksille. Hankintasuunnitelmassa kuitenkin korostuvat tavarantoimitusten koot ja toimitusajat, jotta esimerkiksi elementtien asennukset voidaan suorittaa suoraan kuljetusvälineestä eikä varastointialueita tarvita. Aluesuunnitelman tärkeyttä tämä ei kuitenkaan vähennä.

Kaupunkien keskusta-alueille rakennettavat toimistotilakohteet taas ovat useimmiten tyhjille tonteille ja purettavien rakennusten paikalle toteutettavia täydennysrakennuskohteita. Tyypillistä näille kohteille, kuten kaupunkialueiden kerrostalotyömaillekin, ovat erittäin pienet tontit ja rajalliset toimintaympäristöt, kuten kuviossa 7 olevasta rakennustyömaasta Tampereen keskustassa voi huomata. Rakennettavan kohteen koosta riippuen tuotantonopeuden määrittää yleensä käytettävissä olevien nostovälineiden kapasiteetti. Pienille tonteille ei torninostureita välttämättä mahdu useita, ja ajoneuvonostureille ei välttämättä pystytä järjestämään nostopaikkoja. Oman haasteen tuo myös maanrakennustyöt, koska tonttien koon vuoksi tulevan rakennuksen toimintoja sijoitetaan myös maanpinnan alapuolelle. Kaivutyöt ja maa-ainesten kuljetukset eivät keskustan liikenteen seassa ole yksinkertaisin mahdollinen suunniteltava asia. Logistiikkaan liittyvien ongelmien ratkaisemiseksi vaaditaankin huolellisia ja tarkkoja ennakkosuunnitelmia.





Kuvio 7: Toimitilarakennus keskusta-alueella.

### **Kaupan rakennus**

Sekä toimistorakennuksia, myös kaupan rakennuksia toteutetaan sekä kaupunkien keskusta-alueille, että kaupunkien laidoille rakennettaviin kaupan keskittymiin. Myös nämä rakennustyypit eroavat toteutukseltaan toisistaan huomattavasti.

Kaupunkien keskustoihin toteutettavat kaupan rakennukset ovat tyypillisesti massiivisia monikerroksisia kauppakeskuksia. Keskustan pienille ja kalliille tonteille pyritään saamaan mahdollisimman paljon kerrosalaa, jolloin normaalia on, että osa keskuksien toiminnoista rakennetaan maanpinnan alapuolelle. Sekä toimistokohteissa, myös kaupan rakennusten kohdalla maanrakennustyöt tarvitsevat huolellisen ennalta suunnittelun. Tavarantoimitusten määrät ja toimitusajat ovat tärkeää sopia toimittajien kanssa ajoissa etukäteen.

Kuviossa 8 on esitetty Tampereen Ratinaan suunniteltu kauppakeskus. Keskus tulisi sijaitsemaan Tampereen Stadionin ja linja-autoaseman välissä erittäin vilkkaasti

liikennöidyllä alueella. Keskuksen rakentamisen on arvioitu alkavan syksyllä 2009, ja kuviossa 8 esitetty kuva on ainoastaan havainnekuva NCC konsortion aineistosta.

(Tampereen kaupunki 2009)



Kuvio 8: Tampereen Ratinan kauppakeskuksen havainnekuva. (Tampereen kaupunki 2009)

Toisin kuin keskusta-alueille toteutettavat kaupan kohteet, kaupunkien reunoille toteutettavista kohteista pyritään jo suunnitteluvaiheessa tekemään yksikerroksisia, maksimissaan kuitenkin kaksikerroksisia. Siksi kohteille on jo suunnitteluvaiheessa varattu mahdollisimman suuria tontteja. Tämä helpottaa logistiikan suunnittelua, koska tilaa on pääsääntöisesti kohtalaisen paljon käytettävissä. Mutta kuten kaikissa kohteissa, joissa ulkoalueita on käytettävissä, tulevat jossain vaiheessa vastaan maanrakennustyöt, kuten kuviossa 9 olevasta kaupan rakennuksen työmaasta voi nähdä. Kaupan kohteissa tämä on useimmiten ulkoalueiden asfaltointia. Silloin varastointialueet taas vähenevät. Paras ennakkosuunnittelun keino välttää logistiikkaongelmia on yleisaikataulu sekä sitä täydentävät viikkoaikataulut ja niiden jatkuva päivittäminen työn edetessä. Näin voidaan helposti todeta, milloin eri toiminnot tulevat omat tilantarpeensa vaatimaan ja siihen voidaan hyvissä ajoin varautua.



Kuvio 9: Kaupan rakennuksen työmaa esikaupunkialueella.

### **Teollisuusrakennus**

Teollisuusrakennuskohteille tyypillistä ovat suurehkot tontit. Teollisuutta ei kaupunkien keskustoihin uudisrakennuksina enää toteuteta vaan useimmiten kohteet rakennetaan kaupunkien reunamille, yleensä teollisuusalueille, missä hyvät kulkuyhteydet ovat jo valmiiksi olemassa tai niitä ollaan parhaillaan rakentamassa. Myös teollisuus- ja toimitilarakennuksen yhdistelmät ovat yleisiä. Silloin samalla työmaalla yhdistyy eri rakennustyypeille ominaisia piirteitä.

Teollisuusrakennuksille tyypillisiä ovat runkoratkaisun perusteella suuret jännevälit ja sitä kautta suuret elementit. Kuljetus- ja nostokaluston kapasiteetit nousevat joskus erittäin suuriksi. Teollisuusrakennuksille asetetaan myös usein todella tarkkoja mittatoleransseja, koska rakennuksiin tulevat tuotantokoneistot saattavat vaatia toimiakseen melko tarkkoja olosuhteita. Tämä asettaa työmaan laadulle suuria paineita, mikä helposti heijastuu suoraan logistiikan huolellisen ennakkosuunnitteluun tarpeeseen.

Usein teollisuuden rakennuksiin tulee suuria tuotantokoneistoja, joiden toimittaminen ja asennus vaativat tarkkoja ennakkosuunnitelmia. Toimitusten vaatimukset on tärkeää selvittää hyvissä ajoin ennen itse toimitusta, jotta erilaiset vaatimukset osattaisiin ottaa mahdollisimman hyvin huomioon.

### **3.4 Korjaustyömaa vs. uudisrakennustyömaa**

Aiemmissä kohdissa on käsitelty ainoastaan uudisrakennuskohteita eri rakennustyypeille. Korjausrakentamisen määrä on kuitenkin viime aikoina lisääntynyt huomattavasti ja tulevaisuudessa tulee lisääntymään edelleen rakennuskannan vanhetessa ja muutettaessa vanhojen rakennusten käyttötarkoitusta. Uudisrakennuksia suunniteltaessa erilaisia toteutusmenetelmiä ei kovin montaa ole. Tässä korjausrakennustyön toteutus eroaakin uudisrakennustyön toteutuksesta kaikkein eniten. Korjausrakentamisen toteutusmahdollisuuksia voi olla kohteesta riippuen lähes lukematon määrä. Tämä aiheuttaa logistiikan suunnitteluunkin omat haasteensa. Toisin kuin uudisrakentamiseen, korjausrakennuskohteisiin liittyy lähes aina vanhojen rakenteiden purkua. Tämä lisää rakennusjätteen määrää ja sitä myötä jätekuljetusten määrää. Logistiikan suunnittelu lähtee siten riittävän kapasiteetin suunnittelusta. Sen lisäksi tulevat muut logistiikan haasteet, joita on jo esiteltyä uudisrakennuskohteiden yhteydessä. Näistä suurimpia ovat mm. tavarantoimitukset, varastoinnit, toimintaympäristön suunnittelu ja aluevaraukset. Aluevarauksia varten usein varsinkin keskusta-alueilla tilaa ei ole riittävästi, ja ainoaksi vaihtoehdoksi jää katualueiden vuokraaminen. Kuviossa 10 on esimerkki korjausrakennustyömaan varastoinnista vuokratulla katualueella.



Kuvio 10: Korjausrakennuskohteet vaativat usein varastotilaa katualueilta.

Korjauskohteet ovat melko usein rakennuksia, joiden pääasiallinen käyttötarkoitus pidetään yllä korjaustyön ohessa. Esimerkiksi asuinkerrostalojen julkisivu- tai perusparannuskorjauksia tehtäessä talojen asukkaat asuvat omissa asunnoissaan koko työn ajan. Tämä asettaa työn turvallisuuden ja sitä kautta aluesuunnitelman suunnittelulle ja laadinnalle korkeita vaatimuksia. Työvaiheiden ennakointi ja niistä yleisesti tiedottaminen kaikille osapuolille ovat tärkeitä työkaluja hankkeen kokonaisuuden onnistumiselle.

## 4 Kokemuksia

Yleisesti rakennustöiden toteutuksessa eniten epäonnistuneet osakokonaisuudet liittyvät tavalla tai toisella juuri logistiikkaan. Toisaalta logistiikka on koko hankkeen kannalta niin suuri osakokonaisuus, että ihme olisi jos kaikki logistiikan osa-alueet olisivat toimineet halutulla tavalla koko työn ajan. Siksi epäkohtien syitä etsiessä onkin tärkeää eritellä tarkemmin logistiikan eri osa-alueista ne kohdat, joilla ongelmat ovat ilmenneet. Näin voidaan jatkossa lähteä kehittämään toimintamenetelmiä juuri näillä osa-alueilla.

Yksi suuri ongelmakohta ovat yleensä tavarantoimitukset. Toimitukset ovat joko puutteellisia, ne eivät ole työmaalla sovittuna ajankohtana tai ne ovat vaurioituneet kuljetuksessa tai purun aikana. Tavarat tulee aina tarkastaa vastaanottaessa, jotta voidaan määrittellä missä vaiheessa mahdolliset vauriot ovat syntyneet. Toimitusten väärä ajankohta taas aiheuttaa työmaan toimintaan häiriöitä ja kustannuksia, kun saapuvaksi sovittua materiaalia ei toimitetakaan sovittuna aikana. Pahimmillaan työt saattavat keskeytyä ja aiheuttaa viivästyksiä aikataulussa. Ongelmana on, että tilaajat toivovat usein ”just in time”-toimituksia ilman välivarastointeja työmaalla, kun taas tavarantoimittajat toivovat enemmän varastointimahdollisuuksia työmaalle. (Sundström, Kallionpää, Teriö, Tolonen & Väisälä, 2008, 7.)

Puutteelliset toimitukset aiheuttavat samanlaisia vaikutuksia aikatauluun kuin väärä ajankohta, mutta ne saattavat olla lievempiä, jos osa toimitettavasta materiaalista on kuitenkin saapunut. Toimitusten puutteellisuudet tai väärät tavarat lisäävät myös kustannuksia eri osapuolille, kun väärä erä joudutaan palauttamaan ja uusi, oikea erä toimitetaan työmaalle.

Syitä tavarantoimitusten epäkohdille voivat olla epäselvyydet tilauksissa, ongelmat tiedonkulussa tai ihan vain inhimilliset virheet. Siksi etenkin suurempien tavarantilausten yhteydessä on syytä käyttää tilauksen vahvistus menettelyä ja tarvittaessa vielä varmistaa tavarantoimitus hyvissä ajoin ennen sovittua aikaa. Jälkeenpäin ongelmia selvitetessä kirjalliset dokumentit toimituksen eri vaiheista, kuten tilausasiakirjat, ovat paras tapa osoittaa, missä virhe on mahdollisesti tapahtunut.

Samalla kuljetusten ja tavarantoimitusten ontumiseen voidaan hakea syytä työmaateiden ahtaudesta ja huonosta kunnosta. Täydennysrakentamisen yleistyessä myös tonttien koko ja sitä kautta työmaan käytettävissä oleva tila pienenee jatkuvasti, ja se aiheuttaa paineita alueen käytön suunnittelulle ja tavaramäärien toimituksille. Vaikka tilaa kuitenkin olisi, sitä ei aina ymmärretä varata riittävästi kuljetusten asettamille vaatimuksille. Vaikka työmaatiet olisivatkin riittävät, niiden huoltoa ei saa unohtaa. Etenkin talvisin ja märkään kevätaikaan työmaateiden huoltoon on kiinnitettävä huomiota, jotta ne palvelisivat käyttötarkoituksessaan asianmukaisesti. (Sundström ym, 2008, 7.)

Toinen suuri ongelmakohta onkin työmaalla kuin työmaalla varastotilan puute. Työmaalla liikkuu usein tavaraa, jonka olemassa oloa ei välttämättä ole aluesuunnitelmaa suunniteltaessa osattu ottaa huomioon. Tällaista tavaraa saattaa olla esimerkiksi työmaan loppuvaiheilla erilainen puumuottimateriaali, jota ei ole säästömielessä maltettu laittaa puujätteeksi. Loppuvaiheessa maanrakennustyöt taas vaativat melkein koko tontin, kun paikkoja viimeistellään luovutuskuuntoon, jolloin kaikki ylimääräinen materiaali on tiellä. Tämän vuoksi olisivat maanrakennustyökin hyvä ennalta suunnitella tiettyihin lohkoihin, jolloin tilaa väliaikaiselle varastoinnille löytyisi.

Ongelmakohtana rakennustyömaalla pidetään myös huonoa tiedonkulkua. Hankintatoimen ja työmaan välinen tiedonkulku ei ole riittävää ja epäselvyyksiä hankintoihin liittyen saattaa syntyä. Epäselvyydet ilmenevät käytännössä tiedon tai suunnitelmien puutteena tai epätarkkuutena. Myös hankkeen eri osapuolten välinen yhteydenpito ja toistensa ajan tasalla pitäminen on usein puutteellista, kun yhden osapuolen hallussa olevaa tietoa ei saada kaikkien saataville. Tämä saattaa johtua siitä, ettei toisen osapuolen organisaatiota tunneta ja siten tieto voi jäädä matkalle. (Sundström ym, 2008, 7.)

## 5 Esimerkkityömaita

### 5.1 Toimitilakohde Technopolis Yliopistonrinne, Tampere

Kyseinen kohde on Skanska Talonrakennus Oy:n rakentama toimitilakohde Tampereen keskustassa, ja se on suunniteltu valmistuvaksi kesällä 2010. Kohde on juuri tyypillinen kohdassa 3.3. esitetty kaupunkialueelle rakennettava toimitilakohde. Rakennuspaikka on kahden vilkkaasti liikennöidyn kadun, Kalevantien ja Kanslerinrinteen, väliin sijoittuva ahdas tontti. Liikennettä lisää entisestään viereisellä tontilla sijaitseva Tampereen yliopisto.

Ensimmäisen haasteen logistiikalle aiheuttivat maanrakennustyöt. Rakennuksessa on parhaillaan jopa viisi maanalaista kerrosta, joten kaivettavaa maa-ainesta kertyi valtavat määrät. Osa maa-aineksesta oli pilaantunutta, joka vietiin suoraan jätteenkäsittelylaitoksiin, osa maa-aineksesta kerättiin talteen tulevia täyttötöitä silmälläpitäen. Kuviossa 11 on esitettyä Kalevantien puoleista ponttiseinää sekä valuvaiheessa olevaa maanpaineiseinää. Kaivannosta talteen kerätty maa-aines kasattiin tontin toiselle reunalla, ja otettiin hyötykäyttöön työntekijöiden parkkialueena. Liitteenä 2 olevassa työmaan aluesuunnitelmassa on esitettyä mm. maanrakennusvaiheeseen suunniteltuja alueen järjestelyitä.





Kuvio 11: Maanpainesseinän rakennusta ja työnaikainen ponttiseinä.

Runkovaiheen haasteena on rakennusalueella olevan torninosturin kapasiteetti. Kireän aikataulun vuoksi nostettavaa olisi enemmän kuin nosturilla ehditään työvuoron aikana nostamaan. Ainoa vaihtoehto ongelman ratkaisuun on ollut järjestää työnteko kaksivuoroiseksi, jolloin elementit asennetaan ilta-aikaan. Tämä aiheuttaa paineita materiaalitoimitusten suunnitteluun. Purkualueeksi suunniteltu Ratapihankadun kadun reuna tontin hiljaisemmalla sivulla soveltuu ainoastaan tavaraa toimittaville autoille, joiden lasti voidaan purkaa suoraan nosturilla. Esimerkiksi betonointeja varten on täytynyt sulkea käytössä oleva ajokaista kovassa käytössä olevalta Kalevantieltä, jotta ajoneuvot saadaan riittävän lähelle kohdetta. Kuviossa 12 Technopolis Yliopistonrinteen työmaa on kuvattuna Ratapihankadun suunnasta. Kuvioista käy hyvin ilmi rakennuksen liittyminen jo valmiina olevaan kaupunkikuvaan.



Kuvio 12: Technopolis Yliopistonrinteen työmaa.

## 5.2 Asuinkerrostalokohde As Oy Tampereen Kaukajärven Kanttori, Tampere

Kohde on Skanska Talonrakennus Oy:n rakentama asuinkerrostalokohde Tampereen Kaukajärvelle, joka valmistui kesällä 2008. Kohde on tyypiltään kohdassa 3.1. esitetty esikaupunkialueelle rakennettava kerrostalokohde. Kohde toteutettiin omalle tontille, jossa rakennuksen lisäksi maanpinnan tasalle tuli myös asukkaiden parkkipaikat, joten tilaa oli käytössä rakennusaikana kohtalaisesti. Samaan urakkaan kuului myös viereisellä tontilla olevan Tampereen evankelis-luterilaisen seurakunnan rakennuksen parkkialueiden kunnostus, joten lisätilaa oli tarvittaessa saatavilla, vaikka kyseinen rakennus koko rakennusajan normaalissa käytössä olikin.

Haasteita logistiikalle aiheuttivat kuitenkin tontin sijainti keskellä jo rakennettua, melko ahdasta ympäristöä, missä sivullisten liikennettä oli lähellä sijaitsevan koulun ja

kauppakeskuksen vuoksi ajoittain paljon. Työmaa oli eristettävä hyvin, jotta ulkopuoliset eivät rakennusalueelle vahingossakaan pääsisi. Lisäksi raskaat tavarantoimitukset oli suunniteltava mahdollisimman vähän sivullisille häiriötä aiheuttaviksi. Varsinkin työn loppuvaiheilla tavarantoimituksille saatiin suuria haasteita katutöiden vuoksi, joita Tampereen kaupunki suoritti samanaikaisesti tontille johtavalla kadulla.

Nostot tontilla suunniteltiin suoritettavaksi yhdellä torninosturilla, jonka toimintasädetä kasvatettiin lyhyellä radalla. Betonielementit toimitettiin työmaalle ennakkoon sovitun aikataulun mukaisesti sillä tahdilla kuin niitä aikataulun puolesta pystyttiin asentamaan paikoilleen. Välipohjat olivat paikalla valettuja, ja ne toteutettiin pumppubetoniautojen ja torninosturin avulla.

## 6 Näkökohtia työmaalogistiikan kehittämiseen

Kuten lähes kaikissa aikaisemmissa kohdissa on ilmennyt, työmaan logistiikan suunnittelu perustuu lähes täysin huolelliseen työn ennalta suunnitteluun. Työkaluja ennalta suunnitteluun on useita, kuten aluesuunnitelmat, yleisaikataulu ja sitä täydentävät viikko- tai työvaihe aikataulut sekä eri työvaiheista laadittavat tehtäväsuunnitelmat. Lisäksi monilla suuremmilla rakennusyhtiöillä voi olla käytössään omia suunnitelmapohjia logistiikan järjestämiseksi.

Huolellisestikin laadittuihin suunnitelmiin saattaa tulla muutoksia, koska rakennustyöhön osallistuu niin monta eri osapuolta. Hyvin laaditun suunnitelman erottaa huonosta se, että suunnitelma on varautunut myös erilaisiin häiriötekijöihin. Erilaisten projektipankkien kerääminen on monissa rakennusalan yrityksissä lisääntynyt, ja sitä kautta kerätty tieto erilaisista kohteista on helppo toimittaa myös työn muiden osapuolien tietoon.

Olennaista logistiikan suunnittelussa on jakaa työ eri vaiheisiin tai osakokonaisuuksiin mahdollisimman suurella tarkkuudella riippuen työmaan koosta. Mitä pienempiin osiin eri työvaiheet saadaan jaettua, sitä tarkemmin voidaan suunnitella juuri kyseiselle työvaiheelle ominaisimmat piirteet ja ottaa huomioon niiden vaatimat toimenpiteet onnistumisen saavuttamiseksi. Aikataulut ovat usein todella kireitä, mutta töiden ennakkosuunnittelu ei siitä saisi kärsiä. Huonolla työnsuunnittelulla usein pahennetaan kiirettä vain entisestään.

Mikäli oma suunnittelukyky ei riitä tiettyihin osakokonaisuuksiin, apua todennäköisesti on aina tarjolla. Usein kannattaakin kysyä esimerkiksi työntekijöiltä, kollegoilta, esimiehiltä tai tavarantoimittajilta vinkkejä ja neuvoja. Logistiikan toiminnan kannalta yhteydenpito osapuolien kesken ja toisten pitäminen ajan tasalla onkin erityisen tärkeää ja valitettavan usein se unohtuu tai sitä pidetään liian vähäpätöisenä. Yhteydenpidon ja kerätyn tiedon avulla muutkin saavat informaation mahdollisista epäkohdista ja sitä kautta sekä oma työ että myös jonkun toisen osapuolen toiminta saattaa kehittyä. Kehittämismahdollisuuksia tiedonkulkuun voivat olla mm. kokousmenettelyiden kehittäminen ja tiedon perillemenon vahvistaminen.

Erilaiset kumppanuussopimukset eri osapuolten välillä tehostaa toimintaa pidemmällä aikavälillä, kun toisen toimintatavat ovat tiedossa ja mahdollisimman yhtenäiset omien tapojen kanssa. Lisäksi toisen vahvuuksia voidaan hyödyntää omassa toiminnassa.

## Lähteet

- Karrus, Kaij E 2005. Logistiikka. 3.-5. painos. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.
- Lehtonen, Tommi 2009. Työmaan talous -kurssimateriaali. Tampereen ammattikorkeakoulu, Rakennustekniikka. Tampere.
- Miettinen, Harri, DI. Keskustelut helmi-toukokuu 2009. Tampereen ammattikorkeakoulu, Rakennustekniikka. Tampere.
- Ratu-kortisto. Rakennustietosäätiö RTS ja Talonrakennusteollisuus ry. Tampere: Rakennustieto Oy.
- RT-kortisto. Rakennustietosäätiö RTS. Tampere: Rakennustieto Oy.
- Sundström, Kaj, Kallionpää, Erika, Teriö, Olli, Tolonen, Teuvo & Väisälä, Pekka 2008. Rakennustyömaan toimitusten ohjaus ja materiaalinhallinta (tiivistelmä). [pdf-tiedosto]. [viitattu 12.5.2009].  
<http://www.rakennusteollisuus.fi/Talonrakennus/Rakentamisen+kehitys/Rakentamisen+toimitusketjun+hallinta+-+Ketju/Raportteja/>
- Sunio, Miikka, 2008. Tuotannon ohjaus ja logistiikan hallinta-Lemcon logistics. Opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. [pdf-tiedosto]. [viitattu 5.5.2009].  
[https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/1161/Insinoorityo\\_miiikka\\_sunio%2020081020.pdf?sequence=1](https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/1161/Insinoorityo_miiikka_sunio%2020081020.pdf?sequence=1)
- Tampereen kaupunki. [www-sivu]. [viitattu 6.5.2009] Saatavissa:  
<http://www.tampere.fi/kuvat/5f2Fs5X7P/ncc1.jpg>
- Valtioneuvoston päätös rakennustyön turvallisuudesta 23.6.1994/629.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940629?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=rakennusty%C3%B6n%20turvallisuusLii>  
 tteet [viitattu 7.5.2009]

Riku-Ville Vihreävuori  
Hämeenkatu 11 A 406  
33100 Tampere  
044 506 8686

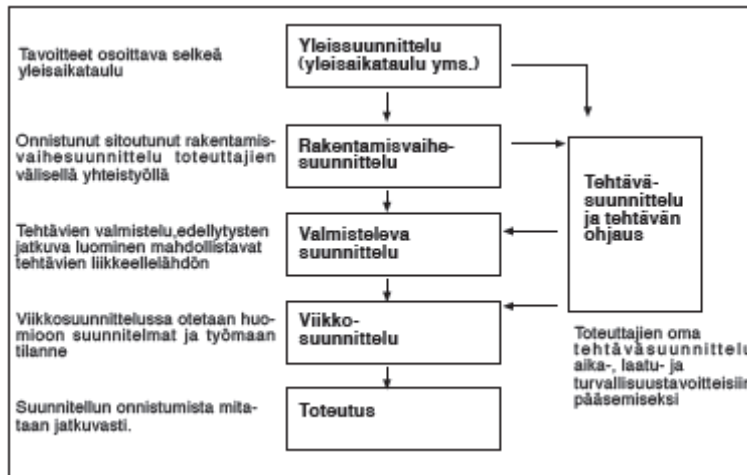
Liite 1 1 (6)  
**MALLI**  
Ohje työmaan logistiikan  
järjestämiseksi

---

## **Ohje työmaan logistiikan järjestämisestä**

## Tuotannon suunnittelu

Rakentamisen ajallisessa suunnittelussa tärkeintä on ottaa kokonaisuus ja sen toteuttaminen huomioon. Ajallinen suunnittelu jakautuu pienempiin osa-alueisiin kuvion 1 osoittamalla tavalla



Kuvio 1. Rakentamisen ajallinen suunnittelu

Tuotannon suunnittelulla voidaan myös ratkaisevasti vaikuttaa työmaan logistiikan suunnitteluun. Tuotannon suunnittelussa tulee ottaa kantaa seuraavissa kohdissa esitettyihin asioihin.

## Yleisaikataulu

Yleisaikataulun laadinnassa ota huomioon ainakin seuraavat tärkeät lähtökohdat:

- tekniset suunnitelmat, esimerkiksi työselostukset ja piirustukset
- sopimusasiakirjat, erityisesti kiinteät päivämäärät
- lomapäivät ja vapaapäivät
- yleisaikataulun nimikkeet
- rakennuspaikan olosuhdetiedot
- määrälaskelma ja kustannusarvio
- alustava yleisaikataulu
- tärkeimmät työmenetelmävalinnat
- tuotantotiedostot, esimerkiksi yrityskohtaiset jälkilaskentatiedot, Ratun Aikataulukirja
- käytettävissä olevat resurssit ja resurssirajoitukset

Yleisaikataulun laadintaan kannattaa panostaa, sillä se on työmaan keskeisin eri osapuolten välinen informaatioväline ja hankkeen työnaikaisen valvonnan peruste, sekä logistiikkasuunnittelun keskeisin lähtökohta.



Yleisaikataulua laadittaessa tulisi siinä esittää ainakin seuraavat kohdat

- aikataulutehtävä
- nimikkeistötunnus tai tehtävän juokseva numero
- suoritemäärä ja –yksikkö
- työmenekki tai työsaavutus
- tehtävään valittu työtyhmä
- tehtävän kesto
- ajoitus ja riippuvuudet

### **Hankintasuunnitelma**

Yleisaikatauluun pohjautuen tehdään eri rakennusmateriaaleja (lähinnä kohdekohtaisia ja vakiomateriaaleja) varten hankintasuunnitelma. Hankintasuunnitelma on suunnitelma, josta ilmenee hankintaketjun ajoitus ja viiveet hankintanimikkeittäin. Se on suunnitelma, johon sisältyy kiinteästi hankinta-aikataulu. Hankinta-aikataulussa on ilmoitettuna ajankohdat, koska kullekin hankinnalle on oltava piirustukset, tarjouspyyntö, tilaus, tilausvahvistus ja toimitus.

Hankintasuunnitelmaan tarvittavia lähtötietoja ovat:

- urakkaohjelma
- työmaan tavoitearvio ja kokonaisbudjetti
- yleisaikataulu
- laadunvarmistussuunnitelma
- kohteen tekniset asiakirjat ja –suunnitelmat

Hankintojen suunnittelussa ota huomioon hankkeen tuotannon perusratkaisut

- lohkojako ja suoritusjärjestys
- oma työ / aliurakka-valinta
- rakennusajankohta
- työmaapalvelujen järjestämistapa ja logistiset perusratkaisut

### **Materiaalitulaukset**

Hankintasuunnitelman mukaiset hankinnat tehdään hankinta-aikataulun mukaisesti, mutta muiden materiaalien tilauksista tehdään itseä parhaiten palveleva tilausmalli. Se voi olla esimerkiksi check-tyylinen lista, jossa on eriteltyä eri rakennusvaiheissa tarvittavat rakennusmateriaalit.

Muistilista työmaan materiaalihankinnoille:

- Tilaa kaikki tarvittavat rakennusmateriaalit ajoissa
- Mieti etukäteen sopivan kokoiset toimituserät
- Sovi tavarantoimittajan kanssa toimitusaika ja -tapa
- Sovi tavarantoimittajan kanssa lastin purkamistapa
- Mikäli mahdollista, sovi tavarantoimittajan kanssa maksutavasta

Pidä itsesi jatkuvasti tietoisena rakennusmateriaalien menekeistä ja paljonko kutakin materiaalia on jäljellä, jotta ikäviltä materiaalin loppumisilta vältytään.

### **Aluesuunnitelman laadinta**

Aluesuunnitelmaa suunnitellessa käytä lähteinä esimerkiksi seuraavia hankeasiakirjoja sekä tuotannonsuunnitelmia:

- rakennushankkeen turvallisuusasiakirja
- hankkeen rakennussuunnitelmat, asemapiirros
- alueen kaapeli- ja putkikartat
- pohjatutkimustulokset
- hankesuunnittelu- tai tarjousvaiheen alustava aluesuunnitelma
- yleisaikataulu
- logistiikkasuunnitelma
- LVIS-suunnitelmat, kanaalikaivannot
- kuljetusvälineiden ja avoneuvoyhdistelmien vaatimukset
- paikalliset viranomaisvaatimukset

Aluesuunnitelman laadinnassa ota huomioon seuraavat työmaan toiminnot:

#### Työmaa-alue:

- erottaminen
- aitaaminen
- kaivantojen tukeminen
- kasvillisuuden suojaus
- rakennusten suojaus
- lisäalueen vuokraus

#### Liikennejärjestelyt:

- yleiset tiet ja kadut
- liittymät
- työmaan kuljetustiet
- työmaan jalankulkukäytävät
- kulkutiet ja suojakatokset

#### Nostojärjestelyt:

- nostomäärät
- nostolaitteet
- nostoalueet
- pohjan kantavuus ja vahvistus
- henkilö- ja tavarahissit

Työmaatilat:

- työmaahenkilöiden määrä
- työtilat
- sosiaalityilat
- sijoitus

LVVST-asennukset:

- liittymät
- linjavedot
- keskukset
- valaistus

Varastorakennukset ja -alueet:

- logistiikkajärjestelmä
- varastorakennukset
- varastoalueet

Työtilat ja -alueet:

- kevytsuojat
- työhallit
- aidat
- sijoitus
- pohja- ja pintarakenteet

Tarvittaessa voidaan käyttää RATU-kortiston kortista C2-0299 Rakennustyömaan aluesuunnittelu, löytyvää Rakennustyömaan aluesuunnittelun tarkistuslistaa.

Liite 2  
 MALLI  
 Työmaan aluesuunnitelma

