



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Marko Väisänen

Työmaan aluesuunnitelma kustannusnäkökulmasta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

20.3.2021

Tekijä	Marko Väisänen
Otsikko	Työmaan aluesuunnitelma kustannusnäkökulmasta
Sivumäärä Aika	54 sivua + 3 liitettä 20.3.2021
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine	Rakentamisen projektinhallinta
Ohjaajat	Lehtori Timo Riikonen Työpäällikkö Jani Boström
<p>Työmaa-alue on keskeinen voimavara rakennushakkeelle. Työmaan aluesuunnittelulla pyritään saamaan kaikki tämä potentiaali mahdollisimman tehokkaasti hyödynnettyä. Usein suunnittelussa lähtökohtana on mm. sisällöltään, toimivuudeltaan ja turvallisuudeltaan optimaalisten aluesuunnitelmien tekeminen. Sitä vastoin puhdas kustannusnäkökulma jää usein vähemmälle huomiolle aluesuunnitteluprosessissa.</p> <p>Tämän insinööriyön lähtökohtana ja tutkimuskohteena oli aluesuunnitelman tarkastelu kustannusnäkökulmasta. Kirjallisuuteen ja aiempiin tutkimuksiin pohjautunut keskeisimpien aluesuunnitelman kustannustekijöiden selvittäminen toimi tässä työssä pohjana varsinaiselle tutkimukselle.</p> <p>Tutkimusosiossa keskityttiin selvittämään työmaan työnjohdon kykyä tunnistaa kustannustekijöitä valmiista aluesuunnitelmasta. Tavoitteena oli tutkia ensinnäkin, kuinka hyvin työnjohto, joka käytännössä johtaa aluesuunnitelmaa, kykenee tunnistamaan suunnitelmasta kustannustekijöitä. Toiseksi työnjohdon subjektiivista näkemystä siitä, mihin kustannuksiin ja millä tavoin he kokevat voivansa vaikuttaa aluesuunnitelman toteutusvaiheessa.</p> <p>Tutkimuksen perusteella työnjohto tunnistaa varsin hyvin keskeisimmät kustannustekijät aluesuunnitelmasta, kuten torninosturit, jätehuolto, sosiaali- ja toimistotilat ja rakennushissit. Sen sijaan työvoiman siirtymiseen (mm. sosiaalitulojen ja työpisteiden etäisyys) liittyvät kustannukset, jotka aiheutuvat lähinnä työn tuottavuuden heikkenemisen kautta, oli jo vaikeampi hahmottaa ja nimetä aluesuunnitelmasta. Lisäksi ahtaalle kaupunkirakentamiselle hyvin tyypilliset ja paljon käytetyt vuokra-alueet kustannuksineen eivät olleet kaikille tutkimukseen osallistuneista selkeitä.</p> <p>Tämän tutkimuksen perusteella työnjohto kokee pystyvänsä vaikuttamaan suurimpaan osaan aluesuunnitelman kustannustekijöistä työmaan toteutusvaiheessa. Joitain esille nousseita keinoja ovat mm. logistiikka- ja terminaali- ja palvelujen hyödyntäminen, oikeanlainen tilojen sijoittelu sekä logistiikan työnjohtajan käyttäminen. Logistiikan merkitys nousi erityisesti esille, sillä tutkittava työmaa sijaitsi ahtaalla kaupunkitontilla. Työmaa-aikaisten sähköjen ja niiden asennusten sekä työmaan sosiaali- ja toimistotilojen kustannuksiin vaikutusmahdollisuudet koettiin vähäisiksi.</p>	
Avainsanat	aluesuunnitelma, aluesuunnittelu, kustannukset

Author Title	Marko Väisänen Construction Site Layout from a Cost Perspective
Number of Pages Date	54 pages + 3 appendices 20 March 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Project Management of Construction
Instructors	Jani Boström, Construction Manager Timo Riikonen, Principal Lecturer
<p>The construction site is a key resource for the construction project. The aim of the site layout planning is to make the most of all this potential. Often the starting point in planning is e.g. drawing up plans that are optimal in terms of content, functionality and safety. In contrast, the cost aspect is often less noticed in the site layout planning process.</p> <p>The starting point and research objective of this engineering work was to examine the site layout plan from a cost perspective. The study of the cost factors of the site layout plan based on the literature and previous research served as the basis for the actual research in this engineering work.</p> <p>The research section focused on the ability of site management to identify cost drivers from a completed site layout plan. The aim was to study, first of all, how well the site management, which in practice leads the site layout, can identify cost factors from the plan. Second, the management's view and knowledge of what costs and how they feel they can influence during the implementation phase of the site layout plan.</p> <p>In the study, the management identified quite well the most important cost factors from the site layout, such as tower cranes, waste management, social and office space, and construction elevators. However, the costs associated with labor transition (e.g. distance between social facilities and workplaces), which are mainly caused through declining labor productivity, were more difficult to conceive of and name from the site layout. In addition, the very typical and widely used rental areas with their costs for cramped urban area were not clear to all participants in the study.</p> <p>On the basis of this study, site management feels that they can influence most of the cost factors of the site layout during the implementation phase. Some of the emerging means are, for example, utilization of logistics and terminal services, proper placement of premises and use of a logistics foreman. The importance of logistics came to the fore, as the site under study was located on a cramped urban site. The potential impact on the costs of on-site electricity and its installations, as well as on-site social and office spaces, was felt to be limited.</p>	
Keywords	site layout, site layout planning, cost

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Taustaa	1
1.2	Työn tavoite ja rajaukset	2
1.3	Tutkimuskysymykset	2
1.4	Työn rakenne	3
2	Työmaan aluesuunnittelu ja aluesuunnitelma	4
2.1	Aluesuunnittelu	4
2.1.1	Tarkoitus ja tarve	5
2.1.2	Toteutus ja lähtötiedot	6
2.1.3	Liittymät muihin suunnitelmiin	7
2.2	Aluesuunnitelma	7
2.2.1	Käsitteenä	8
2.2.2	Työpisteet	8
2.2.3	Tavoitteet ja sisältö	10
2.2.4	Aluesuunnitelma työmaan eri vaiheissa	12
3	Aluesuunnitelman yhteys työmaan kustannuksiin	17
3.1	Aluesuunnitelman yhteys aikaan ja aikatauluun sekä laatuun	17
3.1.1	Aika ja aikataulu	18
3.1.2	Laatu	18
3.2	Työmaan ja aluesuunnitelman kustannukset	20
3.2.1	Kustannuskäsitteet ja -luokitukset	20
3.2.2	Aluesuunnitelman kustannustekijät	24
3.2.3	Aiempi tutkimus	27
3.2.4	Yhteenveto kustannuksista	29
4	Tutkimusmenetelmät	31
4.1	Tutkimuksen kuvaus ja aineiston keruumenetelmät	32
4.1.1	Tutkittavan työmaan ja aluesuunnitelman esittely	33
4.1.2	Tutkimuksessa haastatellut henkilöt	34
4.1.3	Tutkimuksen kuvaus ja käytetyt menetelmät	35

5	Aineiston analysointi ja sekä tutkimustulokset	37
5.1	Aluesuunnitelman kustannustekijöiden tunnistaminen	37
5.2	Aluesuunnitelman kustannuksiin vaikuttaminen työmaan toteutusvaiheessa	38
6	Yhteenveto ja johtopäätökset	47
6.1	Aluesuunnitelman kustannustekijöiden tunnistaminen	47
6.2	Aluesuunnitelman kustannuksiin vaikuttaminen työmaan toteutusvaiheessa	48
7	Pohdinta	50
	Lähteet	52

Liitteet

Liite 1: Työmaan aluesuunnitelma kustannuksineen

Liite 2: Perustietolomake

Liite 3: Aluesuunnitelman kustannustekijät

1 Johdanto

1.1 Taustaa

Työmaa-alue on rakennushankkeelle keskeinen voimavara. Laadukkaasti ja harkiten tehdyllä työmaa-alueiden suunnittelulla voidaan edistää työmaan toimivuutta sekä lisätä mm. työn tuottavuutta sekä parantaa työmaan turvallisuutta. Aluesuunnittelu ja sen pohjalta syntyvä kirjallinen dokumentti eli aluesuunnitelma ovat työmaan kannalta keskeisessä asemassa koko hankkeen ajan. Vaikka huolella tehty aluesuunnitelma tuo paljon hyötyjä hankkeelle ja sen toteuttamiselle, aiheuttaa se myös erilaisia kuluja ja kustannuksia etenkin hankkeen rakennusvaiheessa. Osa kustannuksista on helposti havaittavissa, osa taas enemmän ”piilossa” eli ns. piilokustannuksia. Osaan näistä kustannuksista voidaan vaikuttaa enemmän kuin toisiin vähemmän tai ei ollenkaan.

Tämä opinnäytetyö toteutettiin Westpro cc Oy:lle, joka tunnetaan laadukkaiden ja yksilöllisten asuinrakennusten valmistamisen ammattilaisena ja pääurakoitsijana. Westpron kohteissa painottuvat niin asukaslähtöisyys, nimekkäät arkkitehdit kuin panostus design-suunnitteluun ja nykyaikaisiin teknisiin ratkaisuihin. Yrityksen toiminta on keskittynyt pääkaupunkiseudulle.

Westpron myynti ja hankesuunnittelu on yrityksen pääosaamisaluetta, mutta itse rakentaminen ja sen suunnittelu ovat muodostuneet haasteelliseksi, jopa pullonkaulaksi. Yksi rakentamisen suunnittelun osa-alueista on työmaa-alueen suunnittelu, jossa päähuomio on ollut siinä, että alueelle sijoitetaan tarvittavat tilat (sosiaalitalat, työmaatoimisto, varastot jne.) ja työmaatekniikat (mm. nosturit ja hissit). Sen sijaan yleisaluesuunnitelmia ja rakennusvaiheen aluesuunnitelmia ei ole kovin kriittisesti tarkasteltu kustannusten näkökulmasta, mutta rakentamisen kustannukset yleisesti todettu suuriksi. Esimerkiksi tilojen sijoittelu työmaa-alueelle, oikea määrä yms. aiheuttavat kustannuksia, joihin voitaisiin vaikuttaa jo hankkeiden alkuvaiheissa. Myös aluesuunnitelman johtamisella on vaikutus kustannuksiin. Aluesuunnitteluprosessiin tarvitaankin tietoa siitä, kuinka aluesuunnitelman eri ratkaisut vaikuttavat työmaan aikaisiin kustannuksiin ja toimivuuteen. Suunnittelussa keskitytään usein työmaan toimivuuteen ja sen maksimointiin, mutta tässä työssä on tarkoitus katsoa asiaa kustannusnäkökulmasta. Todellisuudessa aluesuunnitelma on usein kompromissi eri tavoitteista, kuten (työ)turvallisuudesta, toimivuudesta, muunneltavuudesta, kustannustehokkuudesta jne.

1.2 Työn tavoite ja rajaukset

Insinööriyön ensimmäisenä tavoitteena ja samalla pohjatyönä varsinaiseen tutkimukseen on selvittää aluesuunnitelmaan ja sen sisältöön liittyviä kustannuksia. Tämä selvitystyö pohjautuu kirjallisuuteen ja aiempien tutkimusten läpi käyntiin eli on tyypiltään kirjallisuustutkimus. Varsinainen tutkimus ja päätavoite on selvittää, kuinka hyvin työmaan työnjohto tunnistaa kustannustekijöitä aluesuunnitelmasta ja mikä on heidän subjektiivinen näkemyksensä mahdollisuudesta vaikuttaa näihin kustannuksiin. Tämä on sikälikin kiinnostava ja tärkeä asia, että juuri tämä työmaan työnjohto ohjaa ja johtaa päivittäin aluesuunnitelmaa.

Työn tarkoituksena on avata aluesuunnitelmaa kustannuslähtöisesti, jolloin niin suunnitelman tekijät kuin työmaalla aluesuunnitelmaa ohjaavat työnjohtajatkin voisivat hyödyntää tämän insinööriyön esille tuomia asioita kustannustehokkaan aluesuunnitelman valmistelu-, teko- ja päivytysvaiheissa sekä johtamisessa.

Työn rajauksena aluesuunnittelun tarkastelussa on se, että sitä tulkitaan puhtaasti kustannusnäkökulmasta. Todellisuudessa aluesuunnitelma on usein kompromissi eri näkökulmien, kuten työturvallisuuden, kustannusten tai toimivuuden välillä. Esimerkiksi työturvallisuudesta säästäminen voi aiheuttaa suuret kustannukset mm. tapaturmien lisääntymisen kautta.

Lisäksi rajauksena on se, että työssä selvitetään kustannuksia aluesuunnitelman sisällöstä, ei aluesuunnitelman valmistelusta, tekemisestä tai päivittämisestä aiheutuvista kustannuksista. Tutkimuksessa aineisto kerätään yhdeltä ja samalla viimeiseltä Westpron työmaalta, joka sijaitsee tiiviillä kaupunkialueella. Täten tuloksia ei voida täysin yleistää esimerkiksi harvaan asutuille alueilla.

1.3 Tutkimuskysymykset

Tässä insinööriyössä käytetään tutkimusmenetelminä kirjallisuustutkimusta sekä haastatteluja. Kirjallisuustutkimus keskittyy työmaan aluesuunnitelman kustannustekijöiden selvitykseen ja toimii pohjatyönä varsinaisen tutkimusaineiston keruussa, joka tehdään haastatteluin. Tutkimuksessa selvitetään, kuinka hyvin työmaan työnjohto tunnistaa kustannuksia aluesuunnitelmasta ja kuinka he kokevat voivansa vaikuttaa niihin. Alla tarkat tämän työn tutkimuskysymykset:

Tutkimuskysymys 1. Kuinka hyvin työmaan työnjohto tunnistaa kustannustekijöitä aluesuunnitelmasta?

Tutkimuskysymys 2: Mihin kustannustekijöihin työmaan työnjohto kokee voivansa vaikuttaa (johtamisella/ohjaamisella) aluesuunnitelman toteutusvaiheessa?

1.4 Työn rakenne

Insinöörityö rakentuu kolmesta pääosiesta, joista ensimmäisessä keskitytään kirjallisuuteen tarkastelemalla työmaan aluesuunnittelun ja -suunnitelman käsitteitä, sisältöä ja niihin liittyviä kustannustekijöitä. Toinen pääosio on työn tutkimusosa. Kolmas ja viimeinen pääosio koostuu tutkimustuloksista tehtävistä johtopäätöksistä sekä koko tutkimuksen ja työn pohdinnasta.

Kirjallisuuteen pohjautuva teoriaosuuden aluksi luvussa 2 tarkastellaan aluesuunnittelun ja -suunnitelman käsitteitä, sisällöllisiä asioita sekä niiden tarvetta ja tarkoitusta rakennustyömailla. Luku 3 keskittyy tarkemmin aluesuunnitelman kustannusten selvittämiseen.

Tutkimusosion aluksi luvussa 4 esitellään tämän työn tutkimuksen lähtökohdat ja tavoitteet sekä selvitetään tarkemmin tutkimuksen kulku ja tutkimusaineiston keruumenetelmät. Luvussa 5 keskitytään tutkimustulosten analysointiin sekä tulosten esittämiseen.

Työn viimeinen osio koostuu tutkimustulosten yhteenvedosta ja johtopäätösten teosta, joita esitellään luvussa 6. Tässä yhteydessä saatuja tuloksia verrataan mm. aiempiin tutkimuksiin. Työn päätävässä luvussa 7 pohditaan koko tutkimuksen mielekkyyttä ja onnistumista sekä tutkimuksen pohjalta syntyneitä mahdollisia jatkotutkimuksen aiheita.

2 Työmaan aluesuunnittelu ja aluesuunnitelma

Työmaa-alue on rakennushankkeen keskeinen resurssi, joten se on hankkeen kannalta yhtä lailla merkittävässä asemassa, kuin raha, aika, työvoima tai rakennusmateriaalit ja työvälineetkin. Rakennusvaiheen perusteella työmaa-alueen laajuus ja koko muuttuvat aivan samalla tavalla kuin resursien tarvekin. Työmaa-alueen suunnittelussa on oltava huolellinen ja mahdollistettava uudelleen järjestelyt (muunneltavuus), sillä työmaa-alueella on keskeinen vaikutus mm. tuottavuuteen, sujuvuuteen sekä turvallisuuteen. [Elbeltagi ym. 2001.] Aluesuunnittelu ja sen pohjalta tehtävä aluesuunnitelma toimii myös työmaan sisäisen ja ulkoisten logistiikka-, työ- ja työturvallisuusjärjestelyjen ohje- ja tiedotusvälineenä hankkeen eri osapuolille [RATU C2-0454 2017].

Tässä luvussa käsitellään rakennushankkeen aluesuunnittelua ja aluesuunnitelmaa sekä niiden sisältöjä. Luvun aluksi luvussa 2.1 tarkastellaan aluesuunnittelua käsitteenä, avataan aluesuunnittelun tarkoitusta ja tarvetta sekä esitellään tarvittavia lähtötietoja ja liittymiä muihin työmaan suunnitelmiin. Luvun toinen luku 2.2 käsittelee aluesuunnittelun pohjalta tehtävää kirjallista esitystä eli aluesuunnitelmaa ja sen sisältöä sekä tarvetta rakennushankkeessa eri vaiheissa.

2.1 Aluesuunnittelu

Työmaan aluesuunnittelu jää usein liian vähälle huomiolle rakennushankkeen suunnitelmia tehtäessä [Elbeltagi 2014]. On kuitenkin tärkeätä ymmärtää, että työmaalla työskentelevät viettävät siellä koko työmaan keston pituisen ajan, joten ei ole aivan yhden tekevää, kuinka alue ja sen käyttö suunnitellaan. Näin ollen työmaan aluesuunnittelun lähtökohtana on suunnitella alueen käyttö niin, että se edistää töiden sujuvaa toteutusta, mahdollistaa turvallisen tuotannon sekä viestii työmaajärjestelyistä ja mahdollisista muutoksista oikea aikaisesti [Leino & Pinomäki 2019].

Aluesuunnittelu on koko rakennushankkeen toteutuksen ajan jatkuva rakentamisvaiheittain etenevä toimintasarja ja se onkin samalla osa hankkeen toteutuksen tuotannosuunnittelua. Aluesuunnittelu pitää sisällään yleis- ja rakentamisvaiheen suunnittelun, aluesuunnitelman laadinnan ja ylläpitämisen sekä työmaa-alueen käytön ohjauksen suunnittelun mukaisesti. Tiivistetysti aluesuunnittelu on tuotannosuunnittelun tehtävä, jossa työmaatoiminnot ja niiden vaatimat järjestelyt suunnitellaan mahdollisimman sujuviksi rakentamisen eri vaiheissa. [Ratu C2-0454 2017.]

2.1.1 Tarkoitus ja tarve

Aluesuunnittelu voidaan nähdä päätöksentekoprosessina, jossa työmaan tuotanto ja väliaikaisten toimintaa tukevien asioiden (kuten varastoalueet, telineet, nostokoneet ja työkalut) sijainti määritellään optimaalisesti niin, että työmaan tuottamaton toiminta (hukka) minimoidaan mahdollisimman tehokkaasti [Riley & Sanvido 1995]. Hyvin suunniteltu ja toteutettu työmaa-alue on sellainen, jossa työntekijät voivat käyttää mahdollisimman paljon työajastaan rakennustyön tekemiseen turvallisesti, jolloin aikaa ei kulu niinkään tuottamattomaan toimintaan (kuten rakennusmateriaalien siirtelyyn tai työvälineiden etsimiseen). Myös rakennusalueella nykyisin yhä useammin esillä olevan Lean-mallin (puhutaan myös Lean-rakentamisesta) tavoite ja filosofia on vastaavanlainen eli tuottaa asiakkaalle lisäarvoa ja poistaa toiminnasta lisäarvoa tuottamattomat elementit eli ns. hukat [mm. Liker 2004, Salem ym. 2005].

Laajemmin tarkasteltuna aluesuunnittelu sisältää monia projektihallinnan osa-alueita, kuten aikataulutusta, hankintojen (materiaalit ja resurssit) hallintaa ja suunnittelua, rakennusmenetelmien tuntemusta sekä kaluston suunnittelua [Elbeltagi 2014]. Valitettavan usein aluesuunnitteluprosessiin käytetään liian vähän aikaa ja hutiloidaan, joka ilmenee työmaan päivittäisessä toiminnassa aiheuttaen mm. työmaatoimintojen hallintaan liittyviä haasteita [Mawdesley ym. 2002; Deshpande & Whitman 2014]. Sen sijaan hyvin tehty työmaasuunnitelma vähentää tuotannon häiriöitä [Deshpande & Whitman 2014].

Työmaa-alueen ja logistiikan suunnittelun tärkeys korostuu entisestään työmailla, joissa materiaalivirrat ovat suuret ja vastaavasti varastointialueet pienet [Hardin & Mccool 2015, s.195]. Tällaisilla nykyisin hyvin tavanomaisilla kaupunkialueilla sijaitsevilla työmailla on hyvin tärkeää tietää, mitä materiaalia toimitus sisältää ja minne materiaali on menossa. Näin ollen myös logistiikkatoimittajilla (ja heidän tarjoamilla palveluilla) on merkittävä rooli toimivan aluesuunnittelun logistiikan toteutuksessa.

Lainsäädännön näkökulmasta tavoite aluesuunnittelulle on se, että työmaa toteutetaan niin, ettei työmaalla työskentelevien tai sen vaikutuspiirissä olevien ihmisten turvallisuus vaarannu. Näin ollen aluesuunnittelua voidaan pitää prosessina tai toimintaketjuna, jossa riskejä pyritään pienentämään mahdollisimman tehokkaasti. [Leino & Pinomäki 2019.]

2.1.2 Toteutus ja lähtötiedot

Työmaan aluesuunnittelu alkaa toteutussuunnittelu- ja urakkalaskentavaiheessa, jolloin tehdään mm. alustavia päätöksiä hankkeen toteutustavasta, lohkottamisesta, rungon rakennustavasta sekä toteutuksessa käytettävistä työmenetelmistä [Ratu C2-0454 2017].

Hankesuunnittelu- ja urakkatarjousvaiheessa aluesuunnittelussa kiinnitetään erityisesti huomiota järjestelyihin, jotka palvelevat työmaata koko rakentamisen ajan (kuten työmaakopit ja -koneet). Näistä myös syntyy hankkeeseen aika- ja suoritesidonnaisia kustannuksia. [Ratu C2-0454 2017.] Aluesuunnitteluun liittyvistä kustannuksista lisää seuraavassa luvussa 3.

Kun rakentamispäätös on tehty, aloitetaan toteutuksen tuotannonsuunnitteluvaihe. Tällöin työmaa-alueen käyttö suunnitellaan pääpiirteittäin koko toteutuksen ajaksi, jonka päätteksi tehdään kirjallinen esitys eli aluesuunnitelma. Tätä kirjallista aluesuunnitelmaa täydennetään, muutetaan ja laajennetaan rakennusvaiheittain rakennustöiden edetessä työmaalla. [Ratu C2-0454 2017.] Valtioneuvoston päätöskin 205/2009 10 § [2009] määrittää, että päätoteuttajan on esitettävä rakennuttajalle rakennustyömaa-alueen käytön suunnitelmat kirjallisesti.

Aluesuunnittelun toteutuksesta on yleensä vastuussa hankkeen työpäällikkö. Suunnittelu etenee yhteistyössä vastaavan työnjohtajan sekä työmaainsinöörin kanssa. Lisäksi yhteistyö muiden osapuolten, kuten suunnittelijoiden, tilaajan sekä keskeisten urakoitsijoiden ja tavarantoimittajien, kanssa on perusteltua mm. riskien hallinnan näkökulmasta. Isommilla ja korkean työturvallisuusriskin työmailla suunnitteluun on hyvä saada mukaan myös pelastusviranomaiset [Leino & Pinomäki 2019].

Aluesuunnittelun lähtötietoina on hyvä käyttää mm. hankeasiakirjoja sekä tuotantosuunnitelmia, joita ovat mm.

- asemapiirros
- paikalliset viranomaisvaatimukset
- yleisaikataulu
- LVIS-suunnitelmat
- alueen kaapeli-, kaukolämpö- ja putkistokartat
- rakennushankkeen turvallisuusasiakirjat

- logistiikkasuunnitelmat.

Työmaan erityispiirteet on myös huomioitava aluesuunnittelussa mielellään jo mahdollisimman varhaisessa vaiheessa.

2.1.3 Liittymät muihin suunnitelmiin

Työmaan hallinnassa auttavat erilaiset suunnitelmat, aluesuunnitelma mukaan luettuna. Muita suunnitelmia ovat mm. hankinta- (ja hankinta-aikataulu), logistiikka-, työturvallisuus-, turvallisuus-, henkilöstö-, kalusto-, jätehuolto-, pölyntorjunta-, kosteudenhallinta-, putoamissuojaus- sekä elementtien purku- ja lastaussuunnitelmat. Kuten huomataan, lista on pitkä. Yhdessä nämä kaikki suunnitelmat luovat liikkuvan kokonaisuuden, jossa pyritään ottamaan eri osa-alueet huomioon. Suunnitelmia noudattamalla päästään toivottuun, laadukkaaseen lopputulokseen ilman keskinäisiä ristiriitoja. Koska työmaa on jatkuvasti muuttuva palapeli, ei suunnitelmia voi tehdä staattisiksi, vaan niissä on huomioitava eri työvaiheet sekä niihin liittyvät muutokset ja tarpeet.

Useat yllä luetelluista suunnitelmista on aluesuunnitelmaa täydentäviä ja osa toimii myös lähtötietoja itse aluesuunnittelulle. Esimerkkinä täydentävistä suunnitelmista on purku- ja lastaussuunnitelmat, jotka tehdään pitkälti sen jälkeen, kun aluesuunnitelmaan on määritetty näille paikka. Vastaavasti kalusto-, henkilöstö-, turvallisuus- ja hankintasuunnitelmat taas aiheuttavat reunaehtoja itse aluesuunnitelmalle eli ne ovat ainakin osittain aluesuunnittelun lähtötietoja.

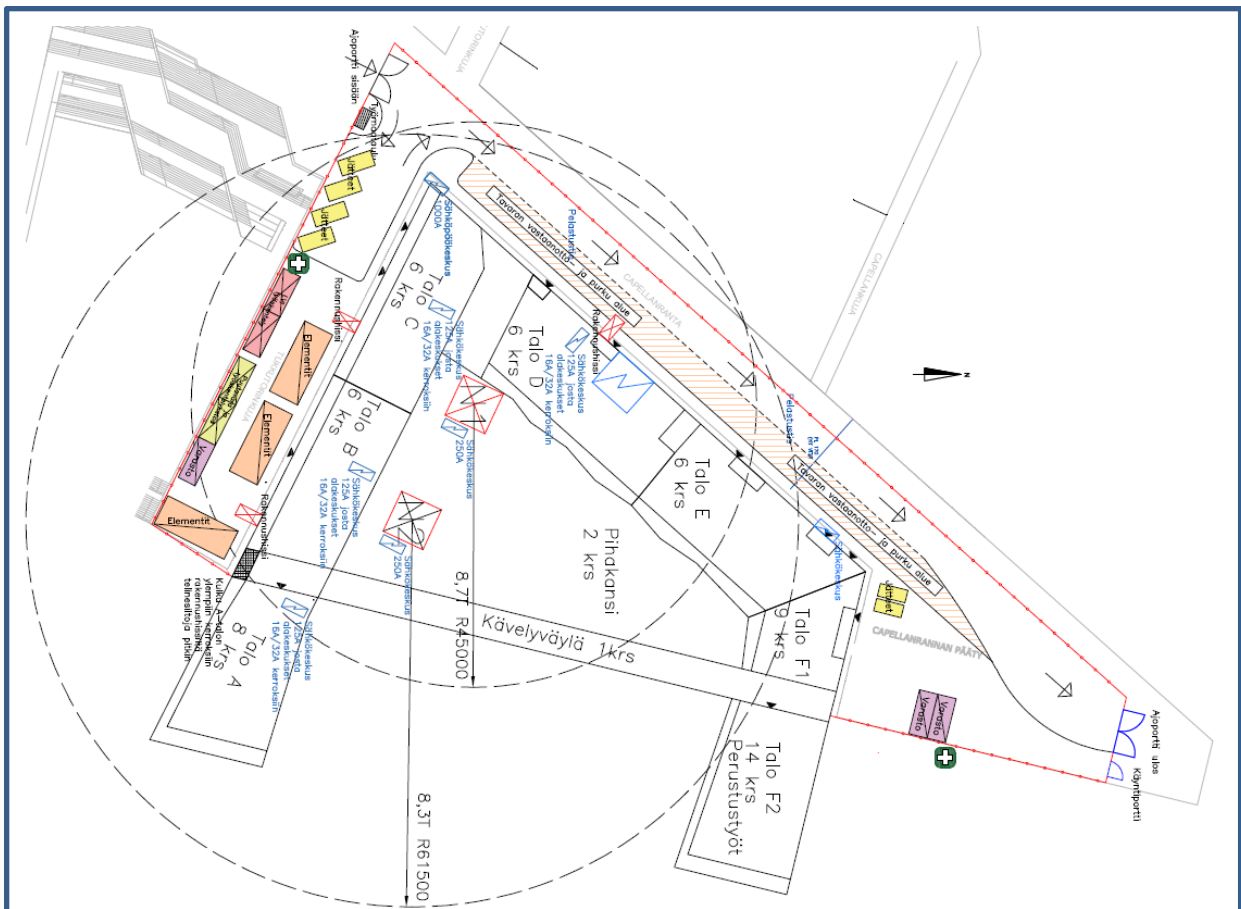
Tässä työssä ei tämän enempää ja tarkemmin käsitellä muita työmaan suunnitelmia. Niihin on kuitenkin syytä paneutua aina aluesuunnittelua tehtäessä.

2.2 Aluesuunnitelma

Työmaan aluesuunnittelu on koko rakennushankkeen ajan toimiva prosessi, kuten edellisissä kappaleissa jo todettiin. Aluesuunnittelun kirjallinen esitys eli aluesuunnitelma kulkee tämän saman prosessin mukana läpi rakennushankkeen. Aluesuunnitelman ensimmäinen versio tehdään rakentamisen suunnitteluvaiheessa (ns. yleisaluesuunnitelma) ja viimeisiä versioita saatetaan julkaista vielä hankkeen luovutusvaiheessa.

2.2.1 Käsitteenä

Työmaan aluesuunnitelma on yksi osa rakennushankkeen toteutuksen tuotannosuunnittelua [Ratu C2-0454 2017]. Aluesuunnitelma kuvaa työmaa-alueen käyttöä, antaen tietoa työmaalla toimiville mm. siitä, miten logistiikka, työnjärjestelyt ja turvallisuusasiat on suunniteltu [Koskenvesa ym. 2014]. Tiivistetysti aluesuunnitelma on kirjallinen esitys työmaatoimintojen sijoittamisesta rakennuspaikalla (ks. Kuva 1), joten se toimii työmaa-alueen käyttöä ohjaavana suunnitelmana. Aluesuunnitelma ei ole stabiili, vaan sitä on syytä ylläpitää (päivittää ja muokata) hankkeen edetessä [Ratu C2-0454 2017]. Kuten jo aiemmin todettiin, on aluesuunnitelma yksi (kirjallinen) osa aluesuunnittelua.



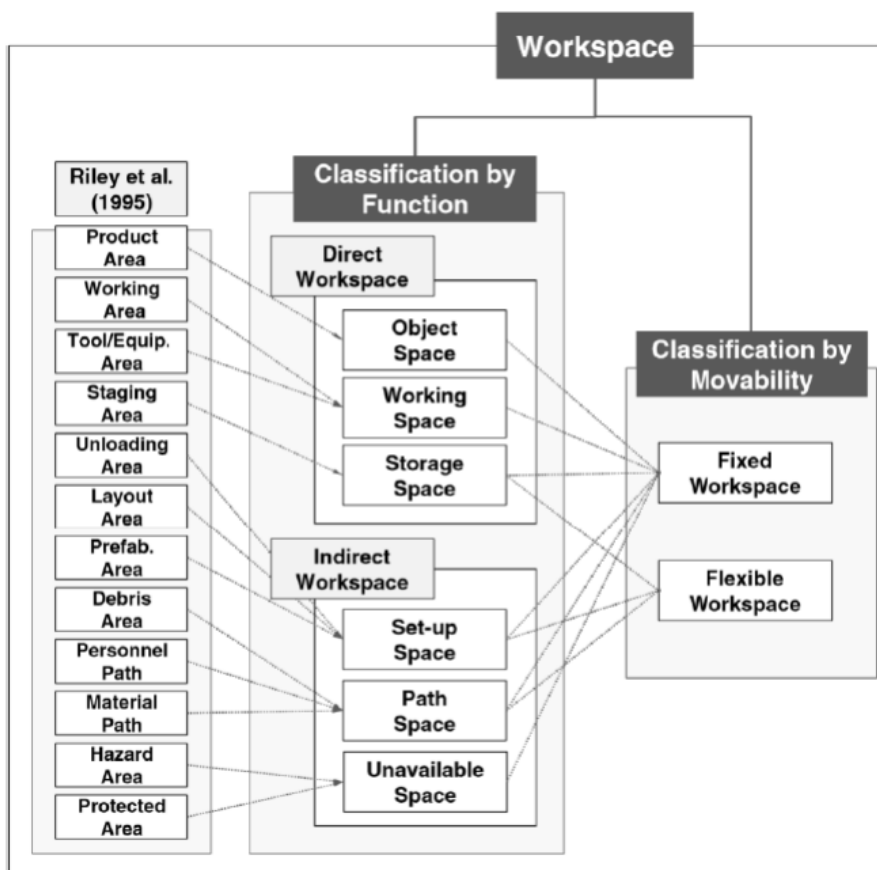
Kuva 1: Esimerkki työmaan aluesuunnitelmasta

2.2.2 Työpisteet

Yksi tapa tarkastella aluesuunnitelmaa on viedä se komponentti- eli työpistetasolle. Tämä näkökulma tuo esiin yksittäisten työpisteiden lisäksi niihin liittyvät kustannustekijät. Kun työmaa-aluetta tarkastellaan työpisteinä, on helpompi ymmärtää siellä olevat toiminnot ja niiden ominaisuudet. Näin

toimintojen sijoittaminen aluesuunnitelmaan selkeytyy. Työpisteisiin liittyviä kustannusasioita tarkastellaan lähemmin seuraavassa luvussa 3.

Työmaa-alue voidaan nähdä koostuvan useista työpisteistä. Alla olevassa mallissa tai oikeammin rakenteessa (ks. Kuva 2) Choi ym. [2014] ovat luokitelleet työpisteitä (eng. workspace) toimintojen (eng. function) ja liikuteltavuuden (eng. movability) mukaan yhdistäen siihen Rileyyn ja Sanvidon (1995) 12 työtilatyyppeä. Esitettyssä rakenteessa työpisteet voivat olla joko kiinteitä (pysyviä) tai joustavia ja toiminnan näkökulmasta joko suoraa, kuten varastoalueet ja varsinaiset työkohteet, tai epäsuoraa, kuten työmaan kulkureitit (materiaalit ja resurssit) tai laitteistot (torninosturit yms.). Rakenteessa vasemmalla luokituksella on vielä yhdistetty Rileyyn ja Sanvidon [1995] työpistetyyppeihin.



Kuva 2: Työmaan työpisteiden luokittelu [Choi ym. 2014; Riley & Sanvido 1995]

Tiivistetysti yllä olevassa rakenteessa jokainen yksittäinen työpiste voidaan määritellä joko pysyväksi tai joustavaksi ja toiminnaltaan joko suoraksi tai epäsuoraksi. Näin ollen esitettyä rakennetta voidaan hyödyntää aluesuunnittelussa ainakin, kun mietitään eri työpisteiden sijoittelua liikuteltavuuden

näkökulmasta. Työpisteen liikuteltavuus antaa aluesuunnitelmalle variaatiomahdollisuuksia, sillä työpiste ei ole tiukasti sidottu yhteen paikkaan työmaa-alueella.

2.2.3 Tavoitteet ja sisältö

Aluesuunnitelman tarkoituksena on suunnitella työmaa-alueen käyttö niin, että se edistää töiden sujuvaa toteutusta, turvallista tuotantoa sekä viestintää niin työmaajärjestelyistä kuin niiden muutoksistakin oikea-aikaisesti. Tiivistetysti aluesuunnitelma sisältää tietoa mm. työmaan liikenne- ja nostojärjestelyistä, työnaikaisista LVVST-järjestelmistä (LVVST on lyhenne sanoista lämpö, vesi, viemäri, sähkö ja tietoliikenne), työmaatilojen määrästä ja sijoituspaikasta, työtiloista ja -alueista sekä työmaa-alueen aitaamisesta ja suojauksista [Ratu C2-0454 2017].

Todellisuudessa aluesuunnitelman sisältö määräytyy paljolti myös lainsäädännön kautta, sillä valtioneuvoston päätöksessä 205/2009 11 § [2009] on määrätty, että päätoteuttajan on esitettävä rakennuttajalle rakennustyömaa-alueen käytön suunnitelmat kirjallisesti. Määräyksen mukaan rakennustyömaa-alueen käytön suunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota tapaturmavaarojen sekä terveyttä uhkaavien vaarojen poistamiseen ja vähentämiseen, ainakin seuraavat seikat huomioiden:

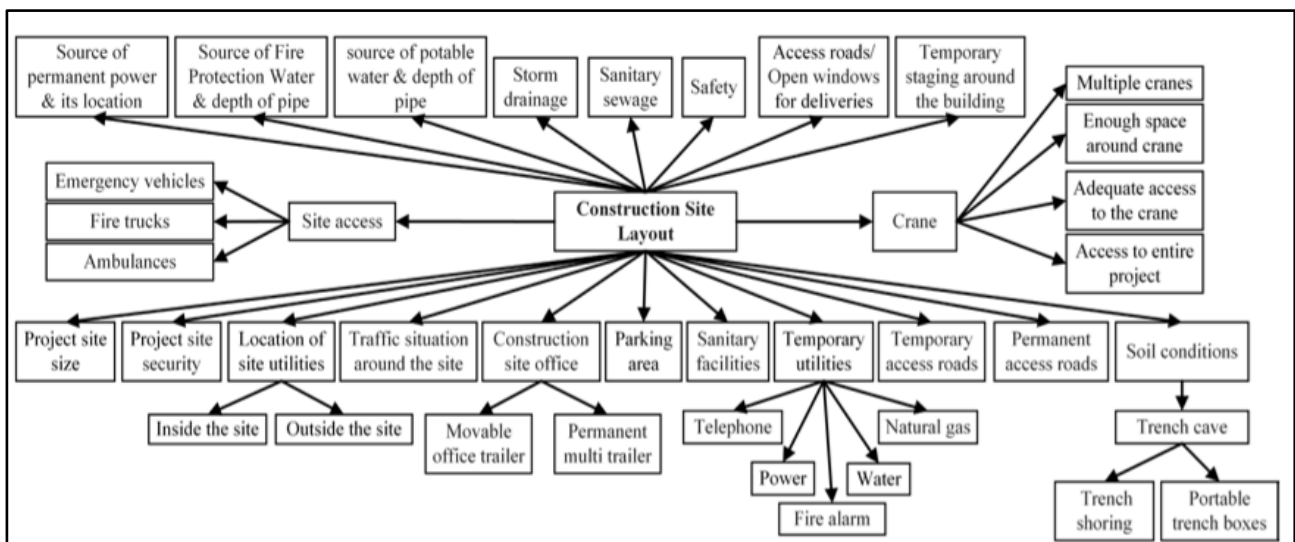
- toimisto-, henkilöstö- ja varastotilojen määrä ja sijainti
- nostureiden, koneiden ja laitteiden sijoitus
- kaivu- ja täyttömassojen sijoitus
- rakennustarvikkeiden ja -aineiden sekä elementtien lastaus-, purkaus- ja varastointipaikkojen sijoitus
- elementtirakentamisessa nostureiden nostopaikkojen perustus ja maapohjan vahvistus, nostureiden nostosäteet ja -kapasiteetit, nosturinkuljettajien mahdollisimman esteetön näköyhteys elementtivarastoon ja asennuskohteeseen
- työmaaliikenne, sekä sen ja yleisen liikenteen liittymiskohdat
- kulku-, nousu- ja kuljetustiet sekä niiden kunnossapito
- työmaan järjestys ja siisteys sekä pölyn torjuntaan ja hallintaan tarvittavien rakenteiden ja laitteiden sijoitus
- jätteiden sekä turvallisuudelle ja terveydelle vaaraa tai haittaa aiheuttavien materiaalien kerääminen, säilyttäminen, poistaminen ja hävittäminen

- palontorjunta
- varastointialueiden rajaaminen ja järjestäminen, erityisesti kun käsitellään turvallisuudelle ja terveydelle vaaraa tai haittaa aiheuttavia materiaaleja tai aineita.

[205/2009 11 §, 2009]

Muita aluesuunnitelmaan kuuluviksi esitettyjä asioita ovat mm. väliaikaiset tuotantoa tukevat toiminnot, kuten työmaatilat sekä varasto-, esivalmistus- ja pysäköintialueet [Mawdesley ym. 2002]. Materiaalien purkupaikat, suojeltavat alueet, kulkuväylät ja työmaatiet sekä työmaavaarojen visualisointi (riskialueet) kuuluvat aluesuunnitelman sisältöön [Riley ja Sanvido 1995; Kiviniemi ym. 2011, s. 54]. Lisäksi projektin erityispiirteillä on vaikutusta työmaan aluesuunnitelmien sisältöön [Mawdesley ym. 2002; Riley & Sanvido 1995].

Tiivistetysti voidaan todeta, että aluesuunnitelmassa tulee esitellä työmaan järjestelyt mahdollisimman laajasti työvaiheet huomioiden. Lisäksi aluesuunnitelmassa esitettävät asiat ovat vahvasti yhteydessä työturvallisuuteen ja työmaalogistiikkaan [Elbeltagi ym. 2001; Kiviniemi 2011]. Kuvassa 3 on Elbeltagin ym. [2001] näkemys rakennustyömaan aluesuunnitelman muuttujista (eng. variables), joka kuvastaa hyvin aluesuunnitelman laajuutta.



Kuva 3: Aluesuunnitelman muuttujat [Elbeltagi ym. 2001]

Tietomallinnuksen (BIM) yleistyttyä rakennusalalla, on sen tuomia etuja alettu hyödyntämään myös aluesuunnittelussa. Mallin avulla aluesuunnitelmaan on mahdollista tuoda kolmiulotteisuus (3D) perinteisen kaksiulotteisuuden (2D) rinnalle. 3D-malli mahdollistaa mm. nosturien liikeratojen

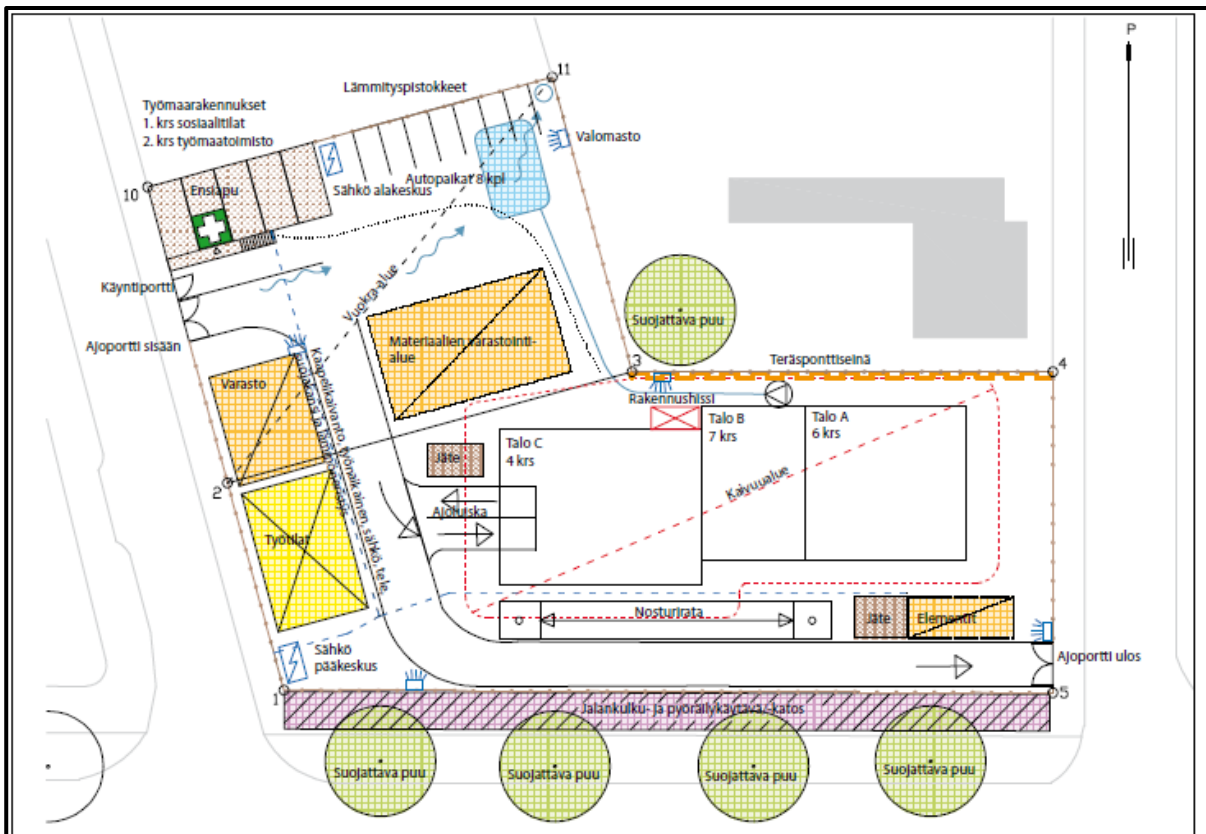
paremman visualisoinnin verrattuna 2D:hen. Tietomallipohjaisiin aluesuunnitelmiin on mahdollista saada mukaan myös aikaulottuvuus, jolloin puhutaan jo 4D:stä. Tällöin malliin voidaan viedä mm. kaikki rakennushankkeen eri rakennusvaiheiden aluesuunnitelmat ja tarkastella niiden muutoksia ajan suhteen. Tämän työn tutkimuksessa käytetään perinteistä 2D-piirrosta, joten tämän tarkemmin mallinnusta ei käsitellä tässä työssä.

2.2.4 Aluesuunnitelma työmaan eri vaiheissa

Aluesuunnittelu ja sen pohjalta tehtävän aluesuunnitelman tekeminen on koko rakennushankkeen kestävä prosessi, kuten jo aiemmin todettiin. Yleisaluesuunnitelma toimii pohjana ja siitä muodostetaan rakentamisen eri työvaiheisiin aluesuunnitelmat joko päivittämällä edellisen vaiheen suunnitelmaa tai tekemällä kokonaan uusi työvaiheeseen sopiva suunnitelma. Päivitetyn aluesuunnitelman laadinta tehdään yleensä ainakin maanrakennus-, perustus, runko- sekä sisätyövaiheeseen. [Ratu C2-0454 2017.] Lisäksi suunnitelmaa kannattaa päivittää vaativien tai painavien rakenteiden asennustöihin sekä mahdollisesti vesikatto- ja viimeistelytöihin [Sutt ym. 2013, s.30]. Kaikkein olennainta aluesuunnitelmien teossa on kuitenkin se, että ne oikeasti suunnitellaan, eikä vain piirretä.

Maarakennus- ja perustusvaihe

Maarakennus- ja perustusvaiheen aluesuunnitelma on pelkistys yleisaluesuunnitelmasta, jossa on vain vaiheen kannalta keskeiset osat kuvattuna (ks. Kuva 4). Tässä työvaiheessa työmaatontilla on vielä enemmän hyödynnettävää tilaa. Maa- ja perustustöiden edetessä aluesuunnitelmaa muokataan eli päivitetään, jotta se vastaisi mahdollisimman hyvin työmaan tilannetta ja tarpeita. Tämä jatkuva aluesuunnitelman ylläpitoprosessi mahdollistaa joustavan siirtymisen seuraavaan työvaiheeseen ja työmaajärjestelyihin ei tarvitse tehdä isoja muutoksia. Keskeisimmät huomioitavat kohdat maarakennus- ja perustusvaiheen aluesuunnitelmassa ovat: työmaa-alueen raja- ja erotus, selkeät liikenne- ja kulkuväylät sekä jätehuoltojärjestelyt, purku-, lastaus- ja varastoalueet, työmaan nosto- ja siirtojärjestelyt, työmaan suojaukset, rakennukset ja työtilat sekä VVST-järjestelmät (VVST on lyhenne sanoista vesi-, valaistus-, sähkö- ja tietoliikenne) ja sammutusjärjestelmä [Ratu C2-0454 2017, s. 8-9].

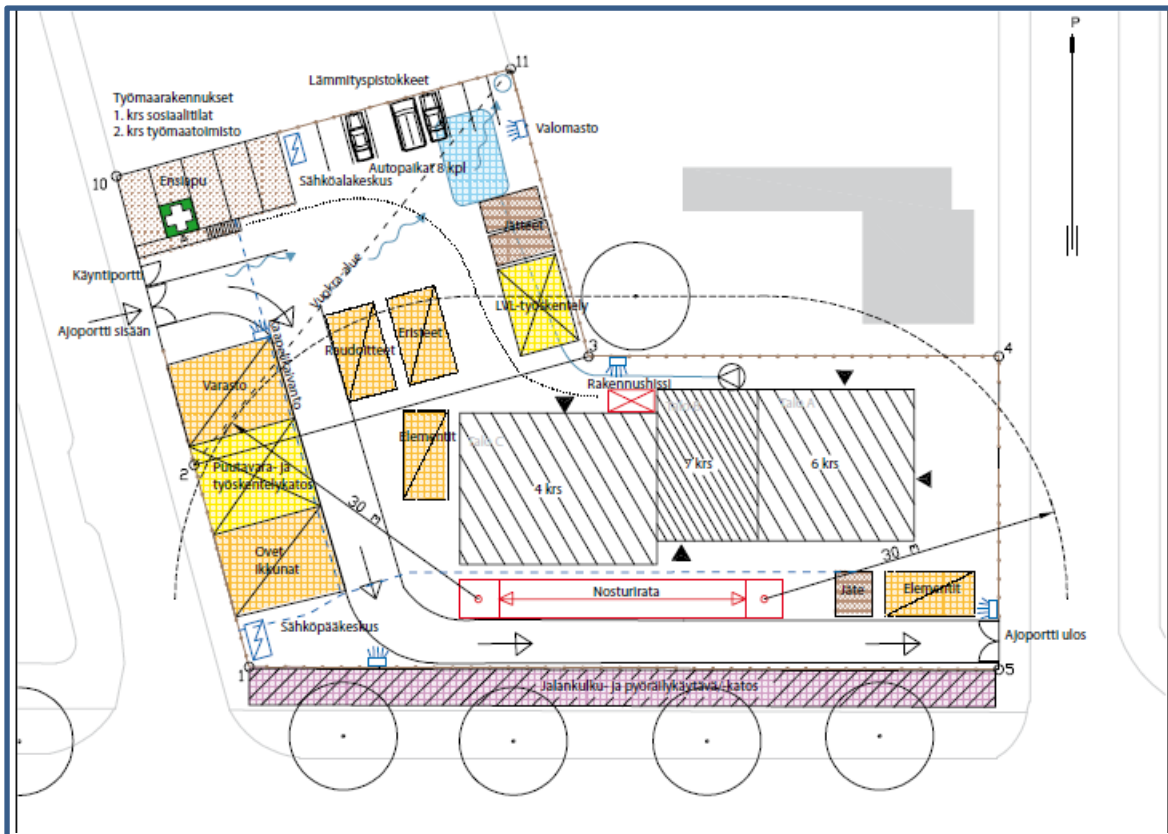


Kuva 4: Maarakennus- ja perustusvaiheen aluesuunnitelma [Ratu C2-0454 2017, s. 8].

Runkotyövaihe

Yleisaluesuunnitelman sekä maa- ja perustusvaiheen aluesuunnitelman pohjalta muodostetaan runkotyövaiheen aluesuunnitelma (ks. Kuva 5). Tässä vaiheessa työmaa-alue on jo ahtaampi ja vaatii sen takia tarkempaa suunnitelmaa. Runkotyövaiheen aikana on tärkeää muistaa aluesuunnitelman päivitys, jotta siirtyminen sisätyövaiheeseen onnistuu joustavasti. Runkotyövaiheen loppuosio on usein rakennustyömaan kiireisin ja haastavin osuus aluesuunnitelman kannalta. Kun runkoa vielä rakennetaan ylöspäin, alkavat alhaalla jo sisätyöt käynnistymään. Tällöin työmaa-alueelle saapuu jatkuvasti tavaraa ja materiaaleja, mikä taas kuormittaa työmaata varsinkin logistisesta näkökulmasta. Tässä kohtaa oleellista on materiaalityömitusten aikataulutus.

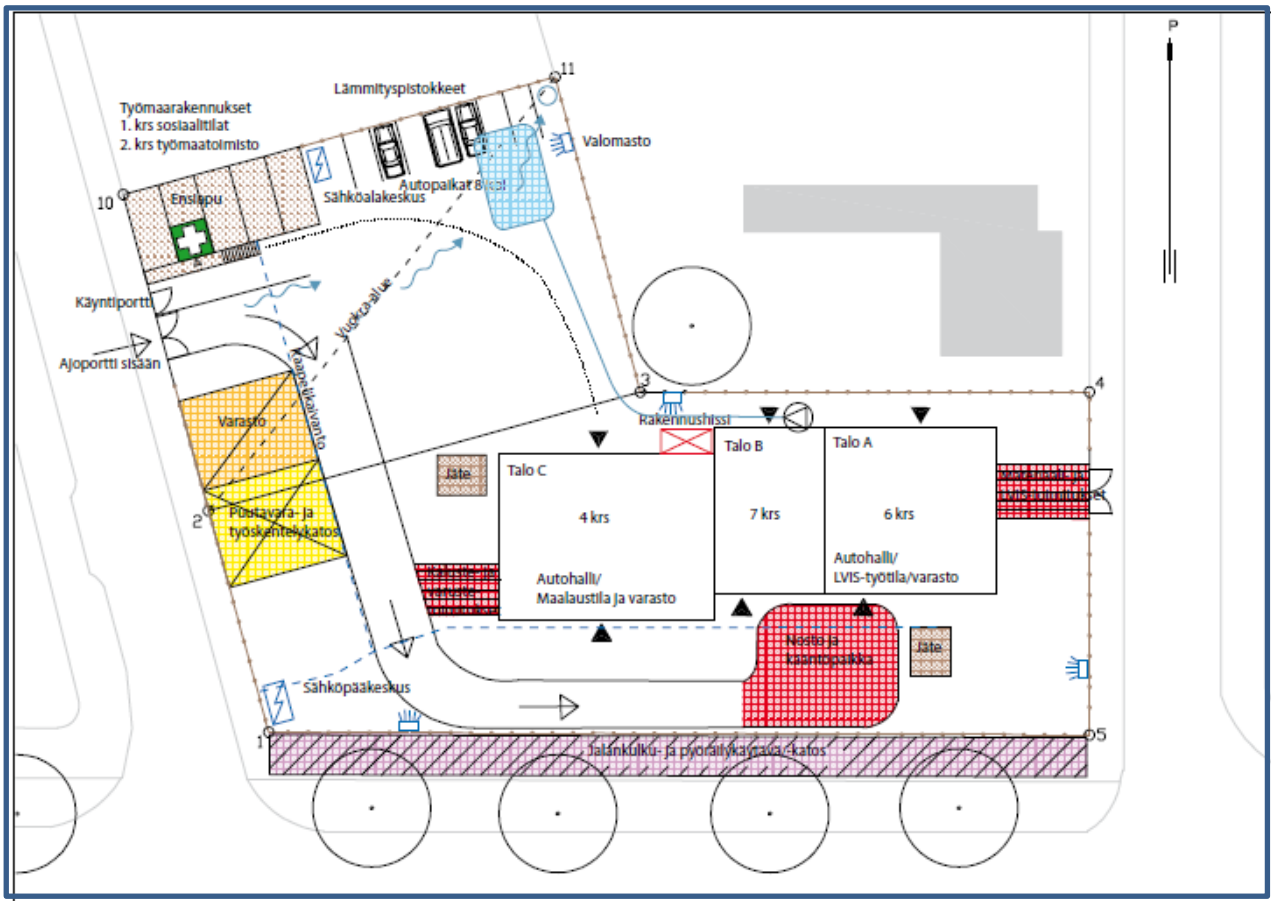
Runkotyövaiheen aluesuunnitelmassa tärkeimmät huomioitavat asiat ovat työmaa-alueen raja- ja erotus, jätehuoltojärjestelyt, selkeät liikenneväylät ja kulkutiet, työmaan nosto- ja siirtojärjestelyt, purku-, lastaus- ja varastoalueet, työmaan suojaukset, rakennukset ja työtilat, VVST-järjestelmät sekä sammutusjärjestelmä. [Ratu C2-0454 2017, s. 10-11.]



Kuva 5: Runkovaiheen aluesuunnitelma [Ratu C2-0454 2017, s. 10].

Sisätyövaihe

Sisätyövaiheen aluesuunnitelma laaditaan yleisaluesuunnitelman ja edellisten työvaiheiden aluesuunnitelmien pohjalta (ks. Kuva 6). Sisätyövaiheen aluesuunnitelmassa erityishuomio on työmaalle saapuvissa materiaaleissa, joiden siirtäminen tehokkaasti rakennuksen sisälle on keskiössä. Lisähaastetta sisätyövaiheen aluesuunnitelmaan tuo usein alkavat pihojen viimeistelytyöt. Myös työmaan jätehuolto on oltava kunnossa, sillä sisätöistä tulee paljon jätteitä ja ne on saatava pois työmaalta mahdollisimman pikaisesti ja järjestelmällisesti. Keskeisimmät asiat sisätyövaiheen aluesuunnitelmassa ovat työmaa-alueen aidat ja portit, liikenneväylät ja kulkutiet, poistumis- ja pelastustiet rakennuksessa sekä työmaalla, jätehuoltojärjestelyt, purku-, lastaus- ja varastoalueet, työmaan suojaukset, työtilat ja -alueet, nosto- ja siirtojärjestelyt, VVST-järjestelmät sekä sammutusjärjestelmä. [Ratu C2-0454 2017, s. 12-13.]



Kuva 6: Sisätyövaiheen aluesuunnitelma [Ratu C2-0454 2017, s. 12].

Luovutusvaihe

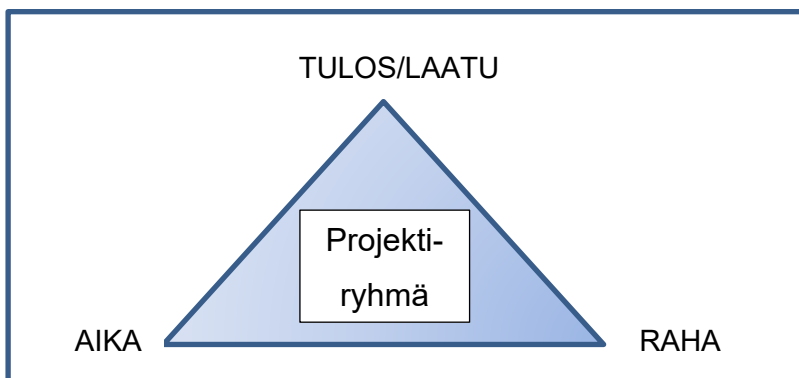
Luovutusvaiheeseen ei aina tehdä erillistä aluesuunnitelmaa. Se on kuitenkin tarpeen tehdä etenkin, jos tehdään työmaatilojen uudelleensuunnittelua. Luovutusvaiheessa työnaikaiset työmaatilat usein poistetaan ja korvataan ne esimerkiksi rakennuksessa mahdollisesti olevalla yleisellä tilalla. Tällöin edellytyksenä on se, että yleisistä tiloista löytyy mm. käymälätilat. Toinen mahdollinen vaihtoehto on esimerkiksi vuokrata työmaa-alueen läheltä alue, johon voidaan pystyttää työmaaparakkeja.

Hankkeet

Rakennushanke sisältää usein monia eri rakennuksia, joten niille on tyypillistä, että samaan aikaan on useampi työvaihe menossa. Yhden rakennuksen runkoa kootaan, toisessa on sisätyöt menossa ja kolmannessa on luovutusvaihe menossa ja asukkaat muuttamassa asuntoihinsa. Tällöin aluesuunnitelman teko on erityisen haastavaa, sillä eri rakennusvaiheessa olevat rakennukset ja niiden yhteiset alueet pitää kyetä sovittamaan yhteen toimivaksi kokonaisuudeksi. Tällöin usein myös kohde luovutetaan osissa, jolloin luovutettavat rakennukset on erotettava selkeästi muusta työmaasta ja ne on merkittävä aluesuunnitelmaan. Osittainen luovutus johtaa usein myös siihen, että joudutaan muodostamaan erillisiä paloalueita [Eramo ym. 1978, s. 184].

3 Aluesuunnitelman yhteys työmaan kustannuksiin

Työmaan aluesuunnitelma on sisällöltään varsin laaja kokonaisuus, jota käsiteltiin tarkemmin edellisessä luvussa. Aluesuunnitelman sisältöön liittyy paljon erilaisia kustannuksia; osa suorina, osa epäsuorina ja osa myös aikasidonnaisina. Kuten rakentamisprojektia yleensä niin myös aluesuunnitelmaa voidaan tarkastella projektin tulostriangelin kautta. Siinä raha, aika ja tulos (tai laatu) on asetettu kolmion kärkiin (ks. Kuva 7). Jos yhtä näistä kolmesta muutetaan, on sillä vaikutusta myös kahteen muuhun osa-alueeseen. Näin ollen, jos tutkimme kustannuksia (eli rahaa) on syytä vähän paneutua myös muihin kolmion kärjistä, sillä niillä on oma vaikutuksensa tässä kokonaisuudessa.



Kuva 7: Tulostriangel

Tässä insinööriyössä keskitytään ennen kaikkea kustannuksiin eli raha-osa-alueeseen. Sitä ennen seuraavassa luvussa 3.1 tarkastelemme kahta muuta kolmion osaa eli aikaa ja laatua, sillä nämä kaikki kolme vaikuttavat toisiinsa. Luvussa 3.2 on koko tämän insinööriyön keskeisin teoriaosuus, jossa selvitetään aluesuunnitelmaan liittyviä kustannuksia.

3.1 Aluesuunnitelman yhteys aikaan ja aikatauluun sekä laatuun

Rakennushankkeen aluesuunnitelmasta tehdään yleensä oma versio jokaiseen rakennusvaiheeseen [mm. Ratu C2-0454 2017]. Toisin sanoen aluesuunnitelmat nivoutuvat työmaan aikatauluihin ainakin rakennusvaiheen mukaan eli tiettyyn aikaan (rakennusvaiheeseen) tarvitaan tietty aluesuunnitelma. Sen sijaan aluesuunnitelman ja laadun yhteys on hieman kimurantimpi jo pelkästään siksi, että laatu itsessään on hieman monimutkaisemmin määriteltävissä. Voidaan kuitenkin todeta, että siisti, toimiva ja turvallinen ympäristö luo ainakin pohjan ja mahdollisuuden laadukkaalle tekemiselle ja näihin elementteihin aluesuunnitelmalla voidaan vaikuttaa. Seuraavaksi käsitellään tarkemmin ajan sekä laadun suhdetta aluesuunnitelmaan.

3.1.1 Aika ja aikataulu

Työmaa-aluetta suunniteltaessa rakennushankkeen aikataulu asettaa tiettyjä edellytyksiä rakennusalueen järjestelyille. Näin ollen aluesuunnitelma nivoutuu varsin tiiviisti hankkeen aikatauluun. Projektin edetessä työmaa-alueen järjestelyt määräytyvät paljolti tulevien aikataulutettujen työtehtävien mukaisesti tavoitteena niiden toteuttaminen mahdollisimman tehokkaasti ja turvallisesti [Elbeltagi ym. 2001]. Lisäksi aluesuunnitelman yhteys aikaan ja aikatauluun tulee esille vahvasti siinä, että aluesuunnittelua pidetään koko hankkeen toteutuksen ajan toimivana jatkuvana prosessina, jossa työmaa-alue muuttuu rakennusvaiheen mukaan [Ratu C2-0454 2017]. Edellisessä luvussa 2 käytiin jo tarkemmin läpi ne rakennusvaiheet, joissa usein tehdään muutoksia ja päivityksiä aluesuunnitelmaan.

Aluesuunnittelulla ja -suunnitelmalla vaikutetaan niin ihmisten, kuin materiaalienkin liikkumiseen. Tässä yhteydessä esille nousee mm. seuraavia aikaan liittyviä termejä, kuten siirtymä-, odotus- sekä varastointiaika. Näistä etenkin siirtymä- ja odotusaika viittaa vahvasti myös tehokkuuteen tai tehotomuuteen ja tätä kautta myös kustannuksiin. Myöskään varastointia ei kustannusnäkökulmasta voi pitää ilmaisena. Aluesuunnitelman yhteyttä kustannuksiin käydään tarkemmin läpi seuraavassa luvussa 3.2.

Muita aluesuunnitelmaa ja aikaa yhdistäviä elementtejä ovat suunnitelmassa ns. väliaikaiset mukavuudet (eng. temporary facilities), kuten työmaakopit, työväline- ja rakennustarvikevarastot jne. Osa näistä väliaikaisista mukavuuksista on nimensä mukaisesti vain osan koko työmaan rakennusajasta käytössä, mutta osa saattaa olla koko työmaan ajan. Lisäksi on väliaikaisia hyödykkeitä tai apuvälineitä (eng. temporary utilities), kuten työmaa-ajaiset sähköt, vesi, kaukolämpö, valaistus sekä liitännät tieverkostoon. Kaikki nämä väliaikaiset mukavuudet ja hyödykkeet korostavat aluesuunnitelman dynaamisuutta sekä aikasidonnaisuutta.

3.1.2 Laatu

Laadun määrittäminen itsessään on varsin haasteellista. Laatu voidaan nähdä monelta kantilta; tekemisen, näkemisen, kokemisen jne. kautta. Voidaan kuitenkin ajatella, että aluesuunnitelman yhteys laatuun on nähtävissä ainakin kahdella tavalla. Ensimmäinen liittyy materiaaleihin, sillä toimiva aluesuunnitelma vähentää rakennusmateriaalien siirtoja yms., jotka voivat puolestaan johtaa mm. materiaalien vaurioitumisiin. Lisäksi väärässä paikassa tai olosuhteissa varastoidut materiaalit pilaantuvat tai rikkoutuvat (menettävät laatua), jolloin niitä ei tulisi käyttää.

Toiseksi aluesuunnitelman yhteys laatuun voidaan nähdä työn laadun kautta. Tähän taas vaikuttavat niin työmaa-alueen kuin työpisteenkin siisteys, selkeys ja turvallisuus yms., joihin aluesuunnittelulla voidaan vaikuttaa. Lisäksi työn laatuun vaikuttava tekijä on työntekijöissä itsessään eli aluesuunnitelman tulee mahdollistaa ja edistää motivoitunutta työntekoa. Näin ollen viihtyvyys, turvallisuus, selkeys ja siisteys ovat aluesuunnitelman osa-alueita, joilla voidaan työntekijöiden motivaatiota lisätä. Työmotivaatio luokitellaan 'työntekijän toiminnan käyttövoimaksi', jolla on vaikutusta mm. yksilön intensiteettiin, ponnisteluihin elämässä ja niiden kestoon, tuottavuuteen sekä työn laatuun. Työmotivaatio vaikuttaa myös työntekijän innostavuuteen sekä työhyvinvointiin. [Sinokki 2016, s. 16.]

Aluesuunnitelmalla voidaan vaikuttaa työntekijöiden motivaatioon ja työmoraaliin mm. tehokkaan ja turvallisen työympäristön kautta [Elbeltagi 2014]. Työntekijän motivaatioprosessissa työmaa-alueen suunnittelulla on vaikutus ainakin työympäristöosiin, jossa työolosuhteet, työn järjestelyt ja työturvallisuus nousevat esille [Ruohotie & Honka 1999, s. 17] (ks. Kuva 8). Lisäksi työntekijän taloudellisista motivaatiotekijöistä voidaan vaikuttaa ainakin (urakka)palkkaan. Toimivalla ja hyvin suunnitellulla työmaalla etenkin urakatyö voidaan tehdä esteittä, jolloin urakka voidaan suorittaa tuottavasti ja häiriöttä valmiiksi.

Persoonallisuus	Työn ominaisuudet	Työympäristö
1. Mielenkiinnon kohde ja harrastukset 2. Asenteet - itseä kohtaan - työtä kohtaan 3. Tarpeet - kasvutarpeet - liittymistarpeet - toimeentulotarpeet	1. Työn sisältö, mielekkyys ja vaihtelevuus - vastuu, itsenäisyys - palaute, tunnustus 2. Saavutukset ja eteneminen - saavutukset - kehittyminen	1. Taloudelliset ja fyysiset ympäristötekijät - palkkaus ja sosiaaliset edut - työn olosuhteet, järjestelyt ja työturvallisuus 2. Sosiaaliset tekijät - johtamistapa - ryhmäkiinteys ja -normit - sosiaaliset palkkiot - ilmapiiri

Kuva 8: Motivaatioprosessiin liittyviä tekijöitä organisaatiossa [Ruohotie & Honka 1999, s. 17]

3.2 Työmaan ja aluesuunnitelman kustannukset

Työmaa-alueella ja sen suunnittelulla on niin suoria kuin epäsuoriaakin yhteyksiä rakennushankkeen kustannuksiin. Epäsuora yhteys tulee mm. edellisessä luvussa 3.1 esiteltyjen laadun ja ajan sekä aikataulujen kautta. Suora yhteys taas työmaa-alueelle sijoitettujen elementtien, kuten nostokaluston, sosiaalitulojen yms. kautta. Sen sijaan aluesuunnittelun tekemisen aiheuttamia kustannuksia ei tässä työssä tarkemmin käsitellä.

3.2.1 Kustannuskäsitteet ja -luokitukset

Rakennustyömaahan ja sen aluesuunnitelmaan liittyy monenlaisia ja -tyyppisiä kustannuksia. Ennen niiden tarkempaa erittelyä ja tutkiskelua, tarkastellaan lyhyesti kustannusten nimikkeistöä eli käsitteistöä ja luokituksia. Seuraavaksi esitellään joitain yleisimpiä ja tämän työn kannalta keskeisimpiä kustannusluokituksia.

Muuttuvat ja kiinteät kustannukset

Yleisimmin kustannukset luokitellaan joko muuttuviin tai kiinteisiin kustannuksiin. Muuttuvat kustannukset ovat kustannuksia, joiden suuruus on sidottu toiminnan laajuuteen. Sen sijaan kiinteisiin kustannuksiin ei toiminta-asteen muutokset välittömästi vaikuta. Muuttuvat kustannukset lisääntyvät tuotannon määrän kasvaessa ja vastaavasti pienenevät tuotannon määrän supistuessa. Sitä vastoin kiinteät kustannukset pysyvät samana määrästä riippumatta. Rakennusliikkeen näkökulmasta yksittäiset rakennushankkeet voidaan lähes kokonaisuudessaan laskea kuuluvan muuttuviin kustannuksiin. [Neilimo & Uusi-Rauva 2010, s. 56.]

Esimerkkeinä muuttuvia kustannuksista ovat raaka-aineen tai materiaalin hinta sekä palkkakustannukset. Poistot, vuokrat ja perusmaksut, kuten sähkö ja kaukolämpö, ovat tyypillisinä kiinteinä kustannuksina. Aluesuunnitelmaan näistä kiinteistä kustannuksista liittyvät etenkin vuokrat (maa-alue, nostokalusto, aidat ja parakit jne.), sähkö ja kaukolämpö. Kustannusten jaotteluun vaikuttaa myös tarkastelujakson pituus. Kun kustannuksia tarkastellaan tarpeeksi pitkällä ajanjaksolla, kaikki kustannukset ovat muuttuvia. Vastaavasti lyhyellä ajanjaksolla kaikki kustannukset ovat kiinteitä. [Laitinen 2007, s.17.]

Välittömät ja välilliset kustannukset

Kustannukset voidaan myös jakaa välittömiin ja välillisiin kustannuksiin. Näistä välittömät kustannukset ovat useimmiten tyypiltään muuttuvia. Ne voidaan jo eri työvaiheissa kohdistaa tietylle tuotteelle tai tuoteryhmälle, sillä niiden syy-yhteys on selvä. Yleisimpiä välittömiä kustannuksia ovat valmistuksen materiaalit ja tarvikkeet sekä työntekijöiden palkat. Välillisiä kustannuksia taas ei voida suoraan kohdistaa tuotteille, vaikka ne olisivatkin toiminnan kannalta välttämättömiä kustannuksia. Joissakin tapauksissa myös kiinteät kustannukset voivat olla välittömiä. Esimerkiksi vain tietyn rakennushankkeen tekemistä varten hankitun työkoneen poistot sekä mahdollisen lainan korot ovat välittömiä kustannuksia, koska ne voidaan suoraan kohdistaa kuuluvaksi tälle hankkeelle. Yrityksen kiinteät kustannukset ovat yleisen tulkinnan mukaan luonteeltaan välillisiä. Kustannusten luokitteluja ja niiden suhteita on kuvattu Kuvassa 9. [Neilimo & Uusi-Rauva 2010, s. 58.]

Yksittäisen työmään näkökulmasta lähes kaikki kustannukset ovat välittömiä eli ne voidaan kohdistaa suoraan rakennettavaan kohteeseen (työvoima, koneet, materiaalit, aliurakat yms.). Osa omasta kalustosta toki voi olla välillisiä, sillä niitä saatetaan käyttää myös muilla yrityksen työmailla. Myös osa palkoista (esimerkiksi tuotanto- tai työmaailnsinööri) voi olla välillisiä, sillä työpanokset ja täten työkustannukset kohdistuvat useaan eri työmaahan.

MUUTTUVAT KUSTANNUKSET	VÄLITÖN KUSTANNUS	KOKONAIS- KUSTANNUKSET
KIINTEÄT KUSTANNUKSET		
	VÄLILLINEN KUSTANNUS	

Kuva 9: Kustannusten luokittelu [Neilimo & Uusi-Rauva 2010]

Kokonaiskustannukset

Kokonaiskustannukset saadaan, kun lasketaan yhteen valitun ajanjakson (esim. työmaan kesto aika) kiinteät ja muuttuvat kustannukset (ks. myös Kuva 9).

Erillis- ja yhteiskustannukset

Parhaiten rakennusalan yrityksen kustannuslaskentaan sopii kustannusten jakaminen erillis- ja yhteiskustannuksiin. Erilliskustannukset syntyvät, jos tietty hanke, projekti, tuoteryhmä tms. toteutetaan. Vastaavasti kyseisiä kuluja ei aiheudu yritykselle, mikäli hanke tai projekti jätetään toteuttamatta. Rakennusliikkeen näkökulmasta talojen rakentaminen on juuri tämänlainen hanke tai projekti. [Neilimo & Uusi-Rauva 2010, s. 59.]

Yhteiskustannuksia ovat vastaavasti kustannuksia, jotka aiheutuvat riippumatta siitä, toteutetaanko rakennushanke tai ei. Yhteiskustannuksia ovat rakennusliikkeessä esimerkiksi toimitilavuokrat, työkonoiden ja kaluston poistot, korkokustannukset jne. [Neilimo & Uusi-Rauva 2010, 59.]

Aikasidonnaiset kustannukset

Työmaalla on useita aikaan sidonnaisia kustannuksia, kuten erilaiset vuokrat (koneet, välineet, maa-alueet jne.). Valtaosa aikasidonnaisista kustannuksista tulee työmaatekniikasta [Kiviniemi 1996]. Aikasidonnaisia kustannuksia syntyy rakennustyömaan käynnistymisvaiheesta aina työmaan luovutukseen eli loppuun asti. Toisin sanoen, mitä pidempään työmaa on käynnissä, sitä enemmän rahaa kuluu työmaan ylläpitämiseen. Mitä pikemmin rakennushanke saadaan valmiiksi, sitä nopeammin saadaan tuottoja esimerkiksi vuokratuloina. Näin ollen hankkeen rakennusaika on suoraan verrannollinen sen aikasidonnaisiin kustannuksiin sekä tuottoihin.

Aikasidonnaisella kustannuksella tarkoitetaan sitä, että kustannus on riippuvainen ajasta. Toisin sanoen 100-prosenttisesti aikasidonnainen kustannus nousee ja laskee suoraan verrannollisesti suhteessa aikaan. Yksinkertaistettuna rakentamisaajan lyheneminen pienentää hankkeen aikasidonnaisia kustannuksia ja rakentamisaikaiset korkokulut alenevat. [Tanhuanpää ym., 1999.] Lisäksi tuottoja saadaan myös rakennuksen aikaisemman käyttöönoton ansiosta.

Aikasidonnaisten tuottojen laskennan kannalta on oleellista, että koko hankkeen rakennusaika muuttuu. Sen sijaan aikasidonnaisiin kustannuksiin voidaan vaikuttaa hiukan vähemmällä eli silloin, kun rakennusvaiheen aika muuttuu. [Kiviniemi 1996, s. 34.] Tällä tarkoitetaan sitä, että esimerkiksi runkovaiheen nopeuduttua ajallisesti, voidaan aikasidonnainen nosturi yms. purkaa pois "etuajassa". Pääurakoitsijalle aiheutuvat aikasidonnaiset kustannukset voivat olla jopa 10 prosenttia koko rakennushankkeen kokonaiskustannuksista [Tanhuanpää ym. 1999].

Työmaatekniikan kustannusten taso määräytyy paljolti rakennushankkeen laajuuden, kokonaistyömenekin, kohteen rakenne- ja tuotantotekniikan, vuodenajan sekä rakentamisen keston perusteella. Työmaakustannusten kokonaistasoon kesto vaikuttaa melko vähän eli noin 20 prosenttia [Vehkaoja 1988, s. 31]. Tilanne kuitenkin muuttuu, kun työmaan infrastruktuuri on perustettu suunnitellussa laajuudessaan, sillä useimpien työmaatekniikkanimikkeiden kustannus on joko suoraan tai vähintäänkin osittain verrannollinen nimikkeen tarveaikaan työmaalla [Kiviniemi 1996, s. 35]. Alla on tarkempi taulukko (ks. Taulukko 1) Kiviniemen [1996] tekemistä tutkimuksista liittyen työmaan aikasidonnaisiin kustannuksiin. Taulukossa on käytetty Talo-90 nimikkeistöä ja tutkimuksen ollessa 1990-luvun lopulla, on tunnusluvussa käytetty vielä markkoja nykyisten eurojen sijaan. Kuitenkin Kiviniemen [1996] tutkimuksesta saa osviittaa siitä, kuinka aikasidonnaisia eri nimikkeet ovat ja millaisia ne ovat suuruusluokaltaan suhteessa toisiinsa.

Taulukko 1: Työmaan aikasidonnaisia nimikkeitä [Kiviniemi 1996]

Nimike	Tunnusluku mk/rm ³ /kk	Arvioitu aikasidonnainen osuus tunnusluvun kustannuksesta
A. Suoraan aikasidonnaiset nimikkeet		
C11 Työnjohto	1,65 - 3,43	10...100 % toimihenkilöstä riippuen
C12 Työmaatoimisto	0,18 - 0,36	100 %
C13 Varaston hoito	0,016 - 0,04	100 %
C15 Vartiointi	0,075 - 0,18	100 %
C18 Luottamustoimet ja työterveyden huolto	0,045 - 0,17	100 %
C34 Työmaatilojen hoito	0,077 - 0,19	100 %
C37 Työnaikainen siivous	0,67 - 1,05	100 %
C39 Työnaikaiset korjaukset	0,024 - 0,03	100 %
C91 Työmaan vakuutukset	0,08 - 0,23	100 %
C92 Vakuuskulut ja sopimussakot	10 - 20	työmaan myöhästyessä sovitusta aikataulusta
C97 Työkalukorvaukset	0,072 - 0,23	100 %
C98 Matkakorvaukset	0,2 - 0,4	100 %
B. Osittain aikasidonnaiset nimikkeet		
C19 Työsuojelu ja työturvallisuus	0,21 - 0,38	90 %
C21 Työmaarakennukset	0,34 - 1,1	80...90 %
C23 Aitaus ja mainoskilvet	0,024 - 0,05	20 %
C25 Työnaikaiset sähkötyöt	0,8 - 1,2	aikasidonnainen osa
C33 Rakennusten suojaus	0,19 - 0,42	30...60 %
C35 Työmaakuljetukset	0,54 - 1,48	10...30 %
C36 Liikenteen hoito ja ohjaus	0,036 - 0,063	n. 70 %
C42 Sähkö	0,29 - 0,78	70...80 %
C43 Vesi	0,013 - 0,14	70...80 %
C62 Työkalut ja välineet	0,012 - 0,19	10...30 %
C71 Mittaukset	0,79 - 2,2	aikasidonnaisuus työmaa- ja rakennusvaihekohtaista
C. Aikasidonnaiset nimikkeet; kustannukset jakaantuvat osalle		
C44 Kaasu	0,007 - 0,06	100 %
C45 Polttoaineet	0,0025 - 0,36	100 %
C46 Kaukolämpö	0,22 - 1,27	80 %
C51 Torninosturi	1,93 - 4,3	aikasidonnaisuus työmaakohtaista
C53 Rakennushissit	0,22 - 2,0	aikasidonnaisuus työmaakohtaista ~90 %
C54 Telineet	0,2 - 1,2	aikasid. työmaa- ja rakennusvaihekohtaista ~70 %
C61 Työkoneet	0,6 - 1,2	aikasid. työmaa- ja rakennusvaihekohtaista ~100 %
C81 Lumi- ja jäätyöt	0,2 - 1,67	aikasid. työmaa-, rakennusvaihe- ja vuodenaikakohtaista ~100 %
C84 Lämmitys ja kuivaus	0,1 - 0,3	aikasid. työmaa-, rakennusvaihe- ja vuodenaikakohtaista ~90 %

3.2.2 Aluesuunnitelman kustannustekijät

Työmaan aluesuunnitelma sisältää paljon mm. työmaatekniikkaa. Näihin taas liittyy vahvasti aikasidonnaisia kustannuksia, kuten aiemmin jo tässä luvussa esiteltiin (ks. myös Taulukko 1). Työmaatekniikan ohella aluesuunnittelulla ja -suunnitelmalla vaikutetaan niin ihmisten eli työvoiman, kuin materiaalienkin liikkumiseen. Vielä kun huomioidaan se tosia-asia, että työvoima muodostaa koko rakentamisen kustannuksista jopa 50-60 prosenttia, ymmärretään että työmaa-alueen suunnittelulla

voidaan todella vaikuttaa myös kustannuksiin. [Elbeltagi 2014] Työvoiman kustannuksia tarkasteltaessa esille nousee väkisinkin työn tuottavuus, joka taas on yhteydessä niin rahaan (kustannuksiin) kuin aikaankin. Tuottavuudella tarkoitetaan sitä, että samalla työpanoksella saadaan enemmän tai parempaa aikaan. Eli esimerkiksi, jos työaika ”hukataan” johonkin tuottamattomaan (materiaalien ja työvälineiden etsimiseen, työpisteille siirtymiseen jne.), menetetään tuottavuutta. Seuraava esimerkki avaa hiukan lisää mm. aluesuunnitelman ja työn tuottavuuden yhteyttä sekä sitä, kuinka suurista kustannuksista on kyse.

Yksinkertaisena esimerkkinä aluesuunnitelman kustannuksista voidaan ottaa sosiaalitulojen paikkojen valitseminen. Ensinnäkin valinnassa on huomioitava, että sosiaalituloja tarvitaan koko työmaan ajan. Mikäli työmaalle tulee isompi parakkikylä, sen siirtäminen on hankalaa aiheuttaen lisäkustannuksia. Täten paikka pitäisi valita niin, että ylimääräisiä siirtoja ei tarvita. Lisäksi parakkien lähettyvillä olisi hyvä olla kunnallistekniikkaa eli käyttövesijohto, viemäri jne., sillä niiden vetäminen kauempaa tuo lisäkustannuksia. Kaikki tähänastiset kustannukset ovat selkeitä ja helposti nähtävissä. Sen sijaan se, että tehokkaan työskentelyn edellyttämiseksi sosiaalitulojen tulee sijaita mahdollisimman lähellä työkohdetta, ei enää olekaan aina niin helposti nähtävissä ja ymmärrettävissä aluesuunnitelmasta. Pitkä matka työpisteelle vähentää työn tuottavuutta, kun työaika hukkuu siirtymisiin. Tämän aiheuttama lisäkustannus rakennushankkeelle voi olla hyvinkin suuri etenkin, jos hanke on pitkäkestoinen ja sitoo paljon työvoimaa. Esimerkiksi, jos työmaan sosiaalitulojen ja työpisteiden keskimääräiseen matkaan kuluu kolme minuuttia, työmaan keskivahvuus on sata henkilöä ja työmaa on kestoltaan kaksi vuotta:

- Yhdeltä työntekijältä kuluu siirtymiin päivässä (kopeilta aamulla työmaalle ja päivän päätteeksi takaisin sekä kolme taukoa edestakaisin): $4 * 2 * 3 \text{ min} = 24 \text{ min} = 0,4 \text{ h}$
- työvuoroja on kuukaudessa noin 21 kpl ja vuodessa työkuukausia 11 kpl (kesäloma)
- olkoon työntekijöiden keskipalkka 15 €/h ja sos. kulut 75 %
- Lasku: $100 \text{ (henk.)} * 22 \text{ kk (työkuukaudet 2 vuoden aikana)} * 21 \text{ tv (työvuorot per kk)} * 15 \text{ €/h (tuntipalkka)} * 1,75 \text{ (sos.kulut)} * 0,4 \text{ h/pv (tehoton työaika päivässä)} = \underline{\underline{485\ 100 \text{ €}}}$

Aluesuunnitelmaan liittyville työmaatekniikkakustannuksille tyypillistä on se, että ne sisältävät kiinteitä sekä aikasidonnaisia osia. Kiinteitä kustannuksia ovat mm. pystytys ja purku. Mikäli tämä joudutaan tekemään moneen kertaan, nousevat kiinteät kustannukset suuriksi. Eli kiinteän osan kannalta oleellista on se, että purkua ja kasausta ei tarvitse tehdä montaa kertaa. Vastaavasti aikasidonnaisen osan kohdalla tarveaika ja sen lyhentäminen on keskeisin asia, jolla kustannuksia voidaan hillitä.

Rakennusmateriaalit ovat välittömiä kustannuksia rakennushankkeelle. Näihin välittömiin kustannuksiin kuuluu materiaalien hinnat sekä toimitukset työmaalle ja aina työpisteisiin saakka. Mitä enemmän materiaaleja joudutaan siirtelemään edes takaisin, sitä enemmän syntyy muuttuvia logistiikkakustannuksia. Lisäksi siirtely aiheuttaa materiaalien rikkoutumista, joka aiheuttaa taas lisäkustannuksia. Aluesuunnitelma on vahvasti yhteydessä työmaan logistiikkaan, sillä siinä määritellään mm. purku- ja lastauspaikat, materiaalien varastointitilat ja -paikat yms.

Huonosti ja hutiloiden tehty rakennushankkeen aluesuunnitelma voi aiheuttaa suuriakin lisäkustannuksia, jotka voivat syntyä mm.:

- huonosta ja toimimattomasta logistiikasta: turhat siirtelyt, tuotteet rikkoutuva yms. [mm. Elbeltagi 2014; Elbeltagi ym. 2001; El-Rayes & Khalafallah 2005; Said & El-Rayes 2012]
- aikataulun pettämisestä: aikasidonnaiset kustannukset nousevat [mm. Kiviniemi 1996]
- huonosta suunnittelusta: joudutaan siirtelemään sekä uudelleen purkamaan ja kasamaan asioita, esimerkiksi torninosturin alustan pettämisen aiheuttamat lisäkustannukset [mm. Elbeltagi 2014]
- työn tehottomuudesta: siirtymäajat, työvälineiden ja materiaalien etsintä, väärät ja/tai huonosti soveltuvat nostokoneet yms. [mm. Elbeltagi 2014; Said & El-Rayes 2012]
- heikosta työn laadusta: rikkoutuneet materiaalit, heikko työmotivaatio [mm. Elbeltagi 2014]
- huonosti toimivasta jätehuollosta: voi räjähtää kustannusten puolesta käsiin, mikäli lajittelu yms. ei ole kunnossa ja jätehuollolle ei ole järjestetty riittävästi tilaa työmaalla (ei tilaa eri jätteille, jolloin syntyy vain kallista sekajätettä)

- laiminlyödyttä työturvallisuus: vaikuttaa työn laatuun työntekijän motivaation kautta sekä suora kustannusvaikutus loukkaantumisten tai jopa kuolemantapausten kautta [mm. Elbeltagi 2014; El-Rayes & Khalafallah 2005].

3.2.3 Aiempi tutkimus

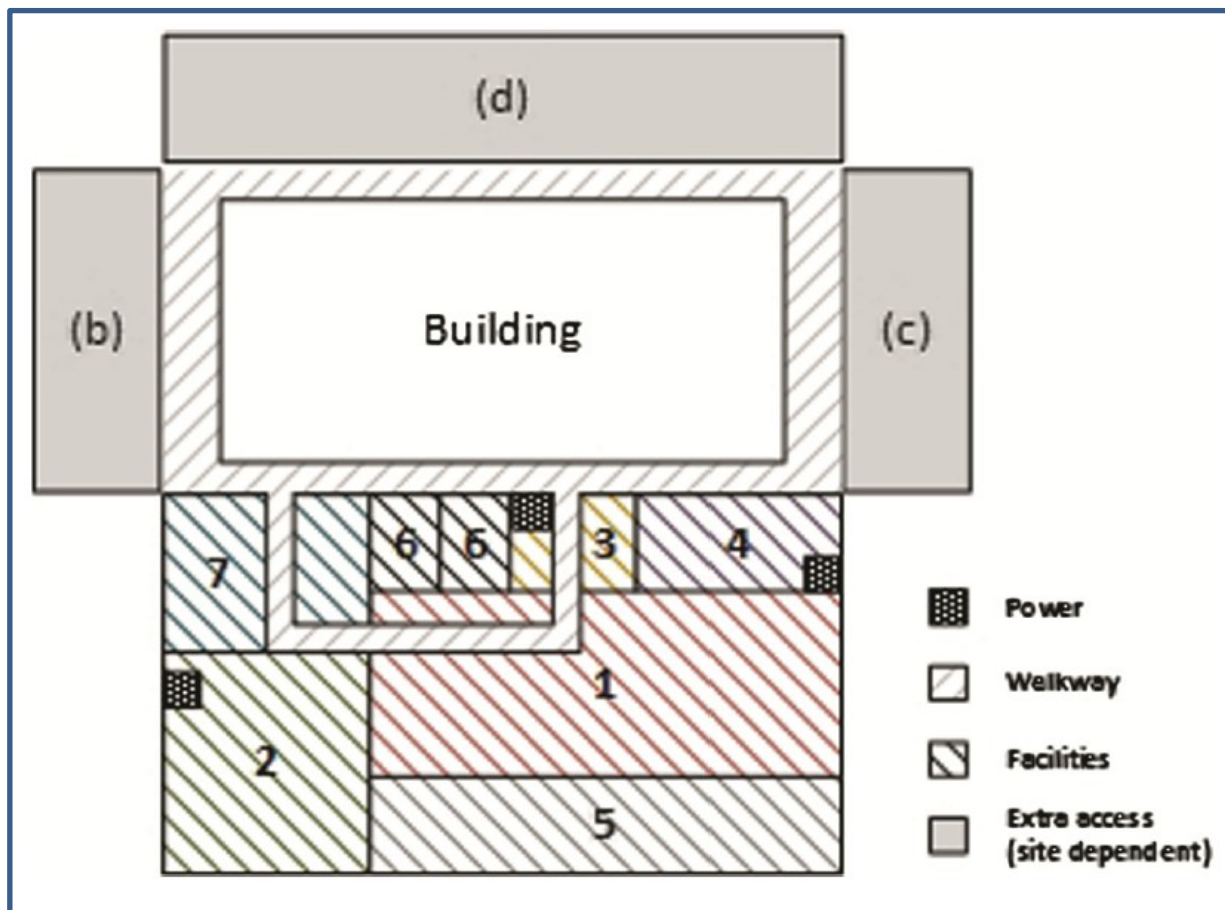
Työmaan aluesuunnitelman tekeminen mahdollisimman kustannustehokkaaksi on varsin monimutkainen prosessi. On useampi muuttuja, jotka vaikuttavat siihen, miten suuriksi aluesuunnitelman kustannukset nousevat. Kuten jo aiemmin todettiin, vaikuttaa kustannuksiin mm. työmaatekniikka, työmaan sosiaalitulojen asettelu, logistinen toiminta sekä työturvallisuus. Lisäksi monet kustannuksista ovat aikaan sidottuja eli aikataulun venyessä myös kustannukset kasvavat.

Aluesuunnitelman logistiikan osalta optimaalista ja kustannustehokasta ratkaisua ovat tutkineet mm. Said & El-Rayes [2012]. He löysivät omassa matemaattisessa optimoinnissaan yhteyksiä työmaan logistiikkakustannusten vähenemiseen, kun materiaalihankintojen aikaväli on pitkä (työmaalle tuodaan vain ne materiaalit, joita juuri sillä hetkellä tarvitaan), jolloin niiden keskimääräinen varastointiaika työmaalla on mahdollisimman lyhyt. Lisäksi materiaalien ja työmaatilojen saaminen mahdollisimman lähelle työpisteitä vähentävät siirtymisiä (työvoima ja materiaalit), jolloin niiden aiheuttamat kustannukset ovat mahdollisimman matalat. [Said & El-Rayes 2012.]

Työmaan aluesuunnitelman työturvallisuutta ja kustannusten yhteyttä ovat tutkineet ja pyrkineet optimoimaan mm. El-Rayes & Khalafallah [2005]. Heidän esittämässä matemaattisessa optimointimalissa huomioidaan erityisesti työturvallisuuteen liittyviä asioita, kuten torninosturin aiheuttamat nostovaara-alueet, työmaan vaaralliset aineet sekä kulkureittien risteymät. Kustannuksia he vastaavasti tarkastelevat pitkälti työvoiman liikkumisen ja siirtymisen kautta eli käytännössä samalla tavalla kuin Said & El-Rayes [2012]. Heidän mallissaan työvoiman siirtymisen aiheuttamat kustannukset lähes kolminkertaistuivat, kun turvallisuus maksimoitiin. Tällöin työpisteet ja sosiaalitulat ovat varsin etäällä toisistaan, torninosturin nostovaara-alueilla ei ole kulkureittejä ja risteymät kulkureiteillä on minimoitu.

Lisäksi mm. Sjobakk & Skjelstad [2015] ovat tutkineet aluesuunnitelman osatekijöiden (kuten työmaakopit, työmaatekniikka, varastot, työpisteet, kulkureitti jne.) sijoittelua ja niiden yhteyksiä toisiinsa. Tutkimuksessa eri osatekijöiden sijaintia tarkasteltiin ja arvioitiin suhteessa toisiinsa eli selvitetiin eri osatekijöiden tärkeyttä olla sijainniltaan lähellä jotakin toista. Lisäksi he loivat mallin, jossa eri osatekijät on sijoitettu tiettyihin paikkoihin aluesuunnitelmassa (ks. Kuva 10). Heidän

näkemyksensä oli, että mallin avulla voitaisiin vähentää mm. työvälineiden ja -materiaalien etsimiseen käytettyä aikaa sekä yhtenäistää aluesuunnitelmia, jolloin työmaille perehdytys olisi suoraviivaisempi.



Kuva 10: Malli esimerkki työmaa-alueesta (kuvassa 1=materiaalitoiminnot, 2=työmaakopit, 3=työpisteet, 4=hissi, 5=kuljetukset, 6=rakennusjätteet, 7=työkalut ja tarvikkeet)

Yleisesti rakennustyömaan optimaalisen aluesuunnitelman tekeminen on hyvin monimutkainen ongelma niin ihmiselle kuin tietokoneellekin. 1970-luvulta lähtien useat tutkimukset ovat keskittyneet matemaattisten mallien kehittämiseen työmaa-alueen käytön optimoinnissa [Ebeltagi ym. 2001]. Muutamissa tutkimuksissa on huomioitu myös enemmän muuttujia, kuten työturvallisuus. Muuttujien lisääntyessä optimointi on käynyt entistä haastavammaksi [Ning ym. 2010]. Käytännössä optimoinnin haasteellisuudesta ja monimutkaisuudesta johtuen, tutkittuja malleja ei tiettävästi ole juurikaan hyödynnetty työmailla aluesuunnittelun teossa.

Lean-mallia on esitetty vaihtoehtona aluesuunnitelman matemaattiselle optimoinnille. Lean-malli on johtamisfilosofia, jossa tarkoituksena on analysoida ja johtaa koko tuotantoprosessia, eikä vain sen

yksittäisiä osia. Lean pyrkii arvoa tuottamattomien toimintojen poistamiseen tuotantoketjusta [Salem ym. 2005]. Arvoa tuottamattomiksi toiminnoiksi voidaan katsoa kuljetukset, varastot, odotusaika, yli-tuotanto, yli-prosessointi ja vialliset tuotteet [mm. Womack ym. 1990]. Näistä kuljetukset, varastot sekä odotusaika ja vialliset tuotteet ovat yhteydessä aluesuunnitelmaan, kuten aiemmin tässä työssä on esitelty. Lisäksi Lean-mallille oleellista on tuotannon läpinäkyvyyden mahdollistaminen, joka on myös aluesuunnitelman yksi keskeisistä tavoitteista.

3.2.4 Yhteenveto kustannuksista

Kaikkia kustannuksia ei yleensä kannatta rakennusprojektissa tai -hankkeessa tarkastella täysin samalla painoarvolla. Totuus on myös se, että tuskin koskaan kyetään arvioimaan kustannuksia täysin oikein. Niinpä on tärkeitä keskittyä kustannuksiin, jotka tuottavat merkittävimmän osan kustannuksista. Tähän varsin toimiva tapa on selvittää painoarvo eri kustannusten välillä eli ns. Paretonin periaatteella tai toiselta nimeltään 20/80-säännöllä. Siinä 20 % kustannustekijöistä tuottavat 80 % kaikista kustannuksista. Näin ollen keskittymällä 20 prosenttiin suurimmista kustannustekijöistä saadaan tietää aluesuunnitelman kustannukset riittävällä tarkkuudella. Yleensä 20 prosentin suurimman kustannustekijän ulkopuolelle jäävien kustannusten arvioimiseen riittää kevyempi laskentatyö.

Tässä insinööriyössä pyritään keskittymään juuri näihin suurimpiin kustannuksiin eli Paretonin periaate on sikäli käytössä. Kuten aiemmin tässä luvussa esiteltiin, on keskeisemmät aluesuunnitelmaan liittyvät aikasidonnaiset kustannukset esitetty seuraavassa alla olevassa taulukossa (ks. Taulukko 2) [mm. Kiviniemi 1996].

Taulukko 2: Aluesuunnitelmaan liittyviä aikasidonnaisia kustannuksia [Kiviniemi 1996]

Kustannuksen nimike	Kiinteät osa	Aikasidonnainen osa
Työmaan sosiaali-, toimisto- ja varastotilat	Pystytys- ja purkutyöt	Vuokrakustannukset (€/kk)
Torninosturit ja muut nostolaitteet	Pystytys- ja purkutyöt	Vuokrakustannukset (€/kk)
Rakennushissit ja telineet	Pystytys- ja purkutyöt	Vuokrakustannukset (€/kk)

Sähkö + työmaa-aikaiset sähkötyöt	Pystytys- ja purkutyöt, liittymistyöt	Vuokrakustannukset (€/kk) (keskukset yms.) Kuukausimaksut (€/kk)
Kaukolämpö	Pystytys- ja purkutyöt, liittymistyöt	Vuokrakustannukset (€/kk) (keskukset yms.) Kuukausimaksut (€/kk)
Vuokra-alueet	Vuokrasopimuksen teko yms.	Vuokrakustannukset (€/kk)
Jätehuolto	Jätekustannukset (kuljetus- ja jätemaksut yms.)	Vuokrakustannukset (€/kk) (esim. astioista ja lavoista, pieni kustannus suhteessa kiinteään osaan)
Työnaikainen siivous		Kokonaisuudessaan aikasidonnainen

Lisäksi aluesuunnitelmassa olevien osatekijöiden keskinäisillä sijainneilla on merkittäviä vaikutuksia kustannuksiin työn tuottavuuden kautta [mm. Elbeltagi 2014; El-Rayes & Khalafallah 2005; Said & El-Rayes 2012]:

- Työmaan/työpisteiden ja työmaan sosiaalitalan välinen matka (aikaa vievät siirtymät)
- Työmaan/työpisteiden ja työmaan väline- ja materiaalivarastojen välinen matka (aikaa vievät siirtymät)
- Rakennusmateriaalien varastointi ja ylimääräinen siirtely (työmaan sisäinen logistiikka)
- Rakennusjätteiden siirtely työpisteiltä jätelavoille ja -puristimiin yms. Myös tässä on oleellista jätelavojen ja työpisteiden etäisyys, joka korostuu sisätyövaiheessa jätemäärien kasvaessa huomattavasti.

4 Tutkimusmenetelmät

Työmaa-alue on rakentamiselle keskeinen apukeino, joten sen suunnitteluun on tärkeitä käyttää aikaa ja resursseja. Perinteisesti aluesuunnitelmia on katsottu ja arvioitu paljolti sisällön, työturvallisuuden, toimivuuden ja logistiikan kautta, mutta puhdas kustannusnäkökulma on jäänyt vähemmälle huomiolle. On kuitenkin selvää, että aluesuunnitelmaan liittyy paljon myös kustannuksia, sillä sisältäähän se mm. tietoa nostokalustosta, työmaakopeista, liitynnöistä sekä materiaalien ja työvoiman liikkumisesta alueella.

Tässä insinööriyössä työmaan aluesuunnitelmaa tarkastellaan kustannusten näkökulmasta. Joitakin tutkimuksia aluesuunnitelman kustannusten ja esimerkiksi työturvallisuuden yhteydestä on jo tehty [mm. El-Rayes & Khalafallah 2005]. Kuten edellisessä luvussa tuli esille, on aluesuunnitelmiin liittyvä tutkimus ja optimointi keskittynyt pitkälti matemaattisiin malleihin, joissa on otettu eri muuttujia (kuten työturvallisuus) erityishuomioon. Puhtaasti kustannusnäkökulmasta ei ole aiemmin tutkimuksia tehty. Mikä selittyy ainakin osittain sillä, että aluesuunnitelmalla on useita muitakin tavoitteita kuin vain olla mahdollisimman kustannustehokas.

Tämän työn tutkimuksessa päätavoitteena oli selvittää työnjohdon kykyä tunnistaa kustannustekijöitä valmiista aluesuunnitelmasta. Ajatuksena oli selvittää ensinnäkin, kuinka hyvin työnjohto, joka käytännössä johtaa aluesuunnitelmaa, kykenee tunnistamaan suunnitelmasta kustannustekijöitä. Ja täten hyödyntämään näitä tietoja kustannustehokkaassa aluesuunnitelman johtamisessa ja ohjaamisessa. Toiseksi työnjohdon subjektiivista näkemystä siitä, mihin kustannuksiin ja miten he kokevat voivansa vaikuttaa aluesuunnitelman toteutusvaiheessa. Toisin sanoen tutkimuksen tavoitteena oli selvittää työlle asetetut tutkimusongelmat, jotka ovat seuraavat kysymysmuodossa:

Tutkimuskysymys 1. Kuinka hyvin työmaan työnjohto tunnistaa kustannustekijöitä aluesuunnitelmasta?

Tutkimuskysymys 2: Mihin kustannustekijöihin työmaan työnjohto kokee voivansa vaikuttaa (johtamisella/ohjaamisella) aluesuunnitelman toteutusvaiheessa?

4.1 Tutkimuksen kuvaus ja aineiston keruumenetelmät

Tässä työssä tehty tutkimus koostui kolmesta pääosiesta. Ensimmäisessä osiossa tehtiin taustatyötä varsinaiseen tutkimukseen eli selvitettiin aluesuunnitelman kustannuskohtia kirjallisuuden ja aiempien tutkimuksien perusteella. Merkittävimmät kustannustekijät esiteltiin tarkemmin edellisessä luvussa. Tutkimukseen nämä kustannustekijät muokattiin niin, että niille pystyttiin löytämään suuruusluokkia tutkimuksessa käytetyn työmaan kustannusarvioista ja -laskelmista. Näin ollen työmaan aluesuunnitelman kustannustekijät jakautuivat seuraavasti suuruusjärjestyksessä (käytännössä aluesuunnitelman suorat kustannukset ovat Talo 80 -nimikkeistön 8 ja 9 pääryhmien litteroita eli käyttö- ja yhteiskustannuksia, kuten tälläkin tutkittavalla työmaalla):

1. Torninosturit (~1200k€)
2. Jätehuolto (~270k€)
3. Vuokra-alueet (~250k€)
4. Rakennushissit, telineet ja kurottaja (~240k€)
5. Työmaan sosiaali- ja toimistotilat (~180k€)
6. Työmaa-aikaiset sähköt ja sähkötyöt (~170k€)
7. Varastotilat (~70k€)
8. Työvoiman siirtymät työmaalla (~???k€) (= työn tuottavuuden heikentymisen kustannukset)
9. Materiaalien ja työvälineiden siirtymät työmaalla (~???k€) (sisäinen logistiikka)

Yllä olevassa listassa kahdelle viimeiselle eli työvoiman sekä materiaalien ja työvälineiden siirtymille ei rahallista kustannusta ole tiedossa. Tämä selittyy pitkälti sillä, että nämä ovat ns. piilokustannuksia tai yhteiskustannuksia, jotka jakaantuvat eri litteroille työvoiman ja materiaalien kautta.

Listan kustannusnimikkeet ja -tekijät täydennettiin tutkittavana olevan työmaan aluesuunnitelmaan (ks. Liite 1), jota hyödynnettiin tutkimuksen toisessa osiossa.

Toinen pääosio oli tutkimuksen valmistelua, sisältäen mm. haastateltavien valintaa sekä haastattelukysymysten suunnittelua ja valmistelua. Tutkimuksen kolmas ja viimeinen osio keskittyi itse

haastatteluihin ja pienimuotoisiin tehtäviin, jossa päätavoitteena olisi selvittää työmaan toimihenkilöiden kykyä havaita ja löytää ensimmäisessä osiossa (ks. yllä oleva lista) kirjattuja kustannuksia aluesuunnitelmasta. Lisäksi selvitettiin, oliko mahdollisesti joitain muita kustannuksia, joita ei ollut havaittu ensimmäisessä osiossa tehdyssä kirjallisuuskatsauksessa ja aiemmista tutkimuksista.

4.1.1 Tutkittavan työmaan ja aluesuunnitelman esittely

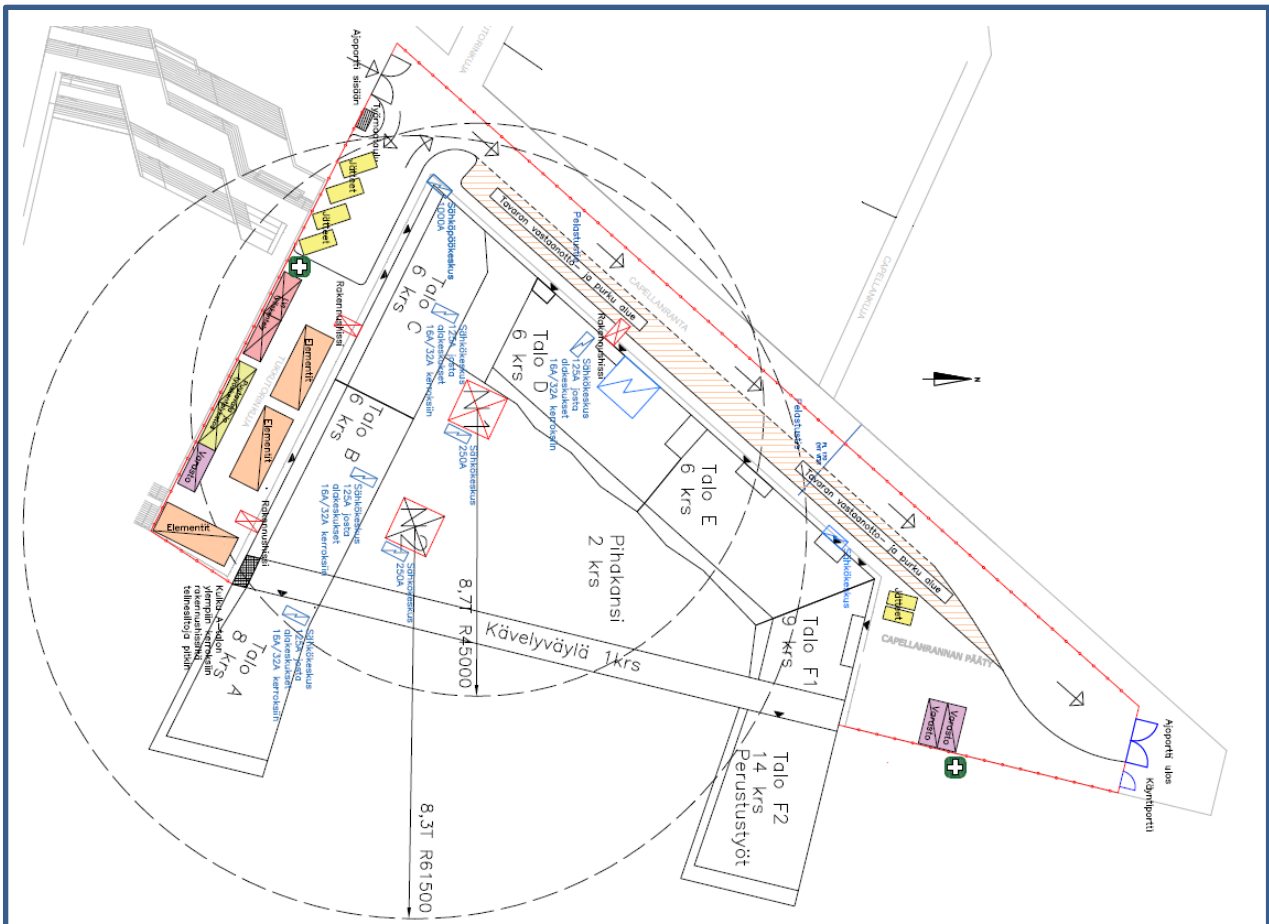
Tässä työssä tarkasteltiin Helsingissä sijaitsevaa yhä käynnissä olevaa työmaata ja sen aluesuunnitelmaa. Työmaa on Verkkosaarella tiiviissä kaupunkiympäristössä lähellä kauppakeskus Rediä.

Alla hieman tietoja kohteesta:

- Sijainti: Verkkosaari, Helsinki
- Runko: Elementti- ja paikallavalurakenteinen uudisrakennus
- Määrä: 6 toisissaan kiinni olevaa 6. – 14. kerroksista kerrostaloa, yhteensä reilut 200 asuntoa
- Rakennusala: 18000 k-m² (asuinkerrosalaa) + 500 k-m² (liikekerrosalaa)
- Henkilöstö: 3-10 työjohtajaa, 20-130 työntekijää (riippuen työvaiheesta)
- Työmaan kesto: 2017-2021 (valmistuu elokuussa 2021)



Kuva 11: Kuvassa tutkittava työmaa



Kuva 12: Aluesuunnitelma ensimmäisestä runkovaiheesta

4.1.2 Tutkimuksessa haastatellut henkilöt

Työmaan työnjohto yleensä valmistelee, johtaa ja ohjaa aluesuunnitelmaa. Tässä tutkimuksessa juuri näitä henkilöitä käytettiin haastateltavina, sillä heille tutkittavan työmaan aluesuunnitelmat ja niiden sisällöt olivat jo entuudestaan tuttuja. Lisäksi Westpro cc Oy:llä ei ollut tutkimushetkellä muita työmaita käynnissä, joten tutkittavan työmaan valikoituminen oli käytännössä ainut vaihtoehto.

Yhteenveto tutkimukseen osallistuvista henkilöistä (Liitteessä 2 on lomake, jolla tiedot kerättiin):

- Kaikki 5 haastateltavaa olivat miehiä
- Ikäjakama 30–59 vuotta (3 henkilöä 30-39 v, 1 henkilö 40-49 v. ja 1 henkilö 50-59 v.)
- Kaikilla haastateltavista oli käytynä ammattikorkeakoulu tai alempi yliopistotasoinen tutkinto

- Työtehtävä/-nimike oli kahdella (2) henkilöllä työnjohtaja, yhdellä (1) työmaainsinööri, yhdellä (1) vastaava työnjohtaja ja yhdellä (1) työpäällikkö
- Työkokemusta rakennusalalta oli kahdella (2) yli 10 vuotta, yhdellä (1) 8-10 vuotta ja kahdella (2) 5-7 vuotta
- Työkokemusta rakennusalalta työnjohtotehtävissä oli kahdella (2) yli 10 vuotta, yhdellä (1) 5-7 vuotta ja kahdella (2) 2-4 vuotta
- Määrällisesti kokemusta eri aluesuunnitelmien johtamisesta ja/tai tekemisestä oli kahdella (2) yli 10 kpl, kahdella (2) 2-4kpl ja yhdellä (1) alle 2kpl
- Kun aluesuunnitelmaa tehdään, kustannukset olivat kolmelle (3) neljänneksi, yhdelle (1) viidenneksi ja yhdelle (1) kuudenneksi tärkein asia seitsemästä vaihtoehdosta (kun vaihtoehdoina olivat 1. toimivuus ja sujuvuus, 2. sisältö, 3. kustannukset, 4. turvallisuus ja työturvallisuus, 5. logistiikka, 6. puhtaanapito ja jätehuolto sekä 7. muunneltavuus).

4.1.3 Tutkimuksen kuvaus ja käytetyt menetelmät

Esisivalmistelu ja suunnittelu

Ennen varsinaisen tutkimuksen toteutusta, tehtiin valmisteluja ja suunnitelmia tutkimuksen onnistumisen varmistamiseksi. Keskeisin osa tässä kohtaa oli haastattelukysymysten valmistelu sekä aluesuunnitelmaan tehtävät etukäteismerkinnät, joita voitiin hyödyntää haastattelussa. Liitteessä 1 on aluesuunnitelma, johon kustannustekijöitä on merkitty valmiiksi työmaalle muokattuina kirjallisuuden ja aiempien tutkimuksen pohjalta (näitä asioita esiteltiin tarkemmin edellisessä luvussa 3). Esitetyttä pohjaa hyödynnettiin haastattelun viimeisessä vaiheessa, kun selvitettiin työnjohdon vaikutusmahdollisuuksia aluesuunnitelman kustannustekijöihin.

Haastattelut

Itse tutkimus perustui yksilöhaastatteluihin, joiden avulla selvitettiin vastauksia tutkimuskysymyksiin eli kuinka hyvin työmaan työnjohto tunnistaa kustannustekijöitä aluesuunnitelmasta ja mihin

kustannustekijöihin työmaan työnjohto kokee voivansa vaikuttaa (johtamisella/ohjaamisella) aluesuunnitelman toteutusvaiheessa? Haastattelujen aluksi selvitettiin lomakkeen avulla haastateltavista joitakin perustietoja sekä aiempia kokemuksia aluesuunnitelmista (tarkemmat tiedot Liitteessä 2). Näiden tietojen perusteella haastateltavia pystyttiin hieman profiloimaan.

Lomakkeen täytön jälkeen siirryttiin itse haastatteluun, jossa aluksi haastateltavat suorittivat kolme (3) aluesuunnitelmaan liittyvää tehtävää. Nämä tehtävät liittyivät aluesuunnitelman kustannustekijöiden löytämiseen/havaitsemiseen aluesuunnitelmapiirroksesta. Lisäksi ns. piilokustannustekijöiden löytämistä selvitettiin. Tässä piilokustannuksilla tarkoitetaan sitä, että ne eivät näy suoraan suunnitelmasta (kuten esim. torninosturi) vaan aiheutuvat esimerkiksi aluesuunnitelman osatekijöiden sijainneista suhteessa toisiinsa. Tästä esimerkkinä työvoiman ja materiaalien siirtymät työmaalla ja näihin menevä tehoton työaika eli hukka. Liitteessä 3 on sanatarkka tehtävänanto.

Kun tehtävät oli suoritettu, siirryttiin varsinaiseen haastatteluvaiheeseen. Tässä kohtaa hyödynnettiin esitetyttä aluesuunnitelmapohjaa, jossa oli kirjallisuuden ja aiemman tutkimuksen pohjalta tutkitavalle työmaalle muokatut keskeisimmät kustannustekijät merkitty valmiiksi (ks. Liite 1). Tällä varmistettiin, että kaikilla haastateltavilla oli samat tiedot kustannustekijöistä (myös silloin kun haastateltava ei itse löytänyt kaikkia kustannustekijöitä kuvista). Kun kustannustekijät olivat näkyvillä haastateltavalla, oli niihin liittyvät kysymykset paremmin ymmärrettävissä ja yhteneväiset kaikille haastateltaville.

Haastattelukysymykset liittyivät toiseen tutkittavana olemaan tutkimuskysymykseen eli mihin kustannuksiin työmaan työnjohto kokee voivansa vaikuttaa aluesuunnitelman toteutusvaiheessa (subjektiivinen näkemys). Haastattelut myös äänitettiin varmuuden vuoksi, jotta niitä voitiin jälkikäteen litteroida yms. Liitteessä 3 on sanatarkat haastattelukysymykset.

5 Aineiston analysointi ja sekä tutkimustulokset

Insinööriyön tutkimusosion tavoitteena oli selvittää työmaan työnjohdon kykyä tunnistaa kustannustekijöitä aluesuunnitelmasta sekä tiedustella mihin näistä kustannustekijöistä työnjohto kokee voivansa vaikuttaa (johtamisella/ohjaamisella) aluesuunnitelman toteutusvaiheessa. Tutkimusaineisto kerättiin edellisessä luvussa esitettyjen menetelmien ja haastateltavien avulla. Seuraavaksi esitellään kerätyn tutkimusaineiston analysointimenetelmät ja -vaiheet sekä analyysin pohjalta muodostuneet tutkimustulokset.

5.1 Aluesuunnitelman kustannustekijöiden tunnistaminen

Haastateltavat tunnistivat hyvin kaikkein keskeisimmät kustannustekijät (ks. alla oleva Taulukko 3). Torninosturin aiheuttamat kustannukset tunnisti aluesuunnitelmasta jokainen haastateltava. Jätehuoltoon ja rakennushisseihin, telineisiin ja kurottajaan liittyvät kustannukset tunnisti myös hyvin neljä viidestä haastateltavasta. Merkittävistä kustannuksista ainoastaan vuokra-alueet tunnistettiin hieman huonommin eli kolme haastateltavaa viidestä.

Työmaan sosiaali- ja toimistotilojen aiheuttamat kustannukset tunnistettiin kaikkien haastateltavien toimesta. Sen sijaan kustannuksiltaan vähäisemmät eli työmaa-aikaiset sähköt sekä varastotilat tunnistettiin aluesuunnitelmasta heikommin (kolme viidestä haastatellusta).

Epäsuorista eli materiaalien ja työvoiman siirtymisen kustannuksia tunnistettiin aluesuunnitelmasta kaksijakoisesti. Materiaalien ja työvälineiden siirtymisen (logistiikan) kustannukset tunnistettiin varsin hyvin eli neljä viidestä haastateltavasta. Sen sijaan työvoiman liikkumisen aiheuttamat kustannukset, jotka tulevat työn tuottavuuden heikkenemisestä, tunnistettiin kaikkein heikoimmin eli vain kaksi viidestä haastateltavasta osasi nimetä ne. Taulukossa 3 on tiivistetyt tulokset, jossa raksi haastateltavan kohdalla kertoo, jos kustannus tunnistettu. Taulukossa viimeinen sarake eli ”tunnistus-% yhteensä” kertoo, kuinka hyvin prosentuaalisesti aluesuunnitelman kustannustekijä tunnistettiin.

Taulukko 3: Haastateltavien tunnistamat kustannukset aluesuunnitelmasta

Kustannustekijä/-nimike	Haastateltava					Tunnistus-% Yhteensä
	H01	H02	H03	H04	H05	
Torninosturit ~1200k€	x	x	x	x	x	100 %
Jätehuolto ~270k€	x	x	x		x	80 %
Vuokra-alueet ~250k€	x	x		x		60 %
Rakennushissit, telineet ja kurottaja ~240k€	x	x		x	x	80 %
Työmaan sosiaali- ja toimitilat ~180k€	x	x	x	x	x	100 %
Työmaa-aikaiset sähköt ja sähkötyöt ~170k€	x	x		x		60 %
Varastotilat ~70k€	x	x			x	60 %
Materiaalien ja työkalujen siirtymät (sisäinen logistiikka)	x	x	x		x	80 %
Työvoiman siirtymät		x	x			40 %

Haastattelujen yhteydessä esille tuli yksi aluesuunnitelmaan ja etenkin työvoiman siirtymiseen liittyvä kustannustekijä, jota ei ollut etukäteen ajateltu. Tämä oli parkkipaikkojen puute työmaalla, sillä se hankaloittaa huomattavasti työvoimansiirtymistä työkaluineen työmaalle. Tämä on toki varsin tavanomaista kaupunkirakentamisessa, jossa parkkipaikat voivat olla jopa kilometrin päässä työmaasta.

5.2 Aluesuunnitelman kustannuksiin vaikuttaminen työmaan toteutusvaiheessa

Tutkimuksessa toisena päätavoitteena oli selvittää, mihin kustannustekijöihin työmaan työnjohto kokee voivansa vaikuttaa oikea-aikaisella johtamisella tai ohjaamisella aluesuunnitelman toteutusvaiheessa. Toisin sanoen edellisen vaiheen kustannustekijöitä käytiin yksittäin läpi ja selvitettiin subjektiivista mielipidettä, mihin näistä voidaan vaikuttaa ja millä tavoin. Haastatteluista kerättyä aineistoa jaoteltiin karkeasti, jotta mm. erilaiset keinot kustannusten vähentämiseen saatiin mahdollisimman selkeästi esille. Alla on saadut tulokset kustannusnimikkeittäin:

Torninosturit



Kaikki haastateltavat yhtä mieltä, että torninosturiin liittyviin kustannuksiin voidaan vaikuttaa myös työmaan toteutusvaiheessa.

Keinoja vähentää kustannuksia:

- Torninosturien määrä:
 - o työmaan aikataulu asettaa reunaehdoja tarvittavien torninosturien määrään, mutta määrä pidettävä mahdollisimman pienenä (koska kulut suuret jokaista nosturia kohden)
 - o kiskollinen malli voi tulla edullisemmaksi kuin esimerkiksi kaksi tai kolme erillistä nosturia
 - o rakentamisjärjestys vaikuttaa, esimerkiksi rakennetaanko useampaa runkoa samaan aikaan työmaalla

- Torninosturien sijoittelu:
 - o vaikuttaa perustamistapaan

- voidaan saada säästöjä, varmistettava, ettei nosturi jää muiden työvaiheiden tielle
- Muita keinoja:
 - torninosturin vuokrakustannuksia voidaan vähentää nopeuttamalla runkokiertoa
 - työmaan logistiikan toimivuudella ja järjestelmällisyydellä voidaan tehostaa myös torninosturin tuottavuutta (ei turhia siirtoja yms.)

Jätehuolto



Kaikki haastateltavat yhtä mieltä, että jätteisiin liittyviin kustannuksiin voidaan vaikuttaa myös työmaan toteutusvaiheessa.

Keinoja vähentää kustannuksia:

- Sijoittelu: keskitetty paikka kaikille jätteille, etäisyydet työpisteille minimoitava eli haalausmatkat optimaaliset
- Lajittelu ja opastus lajitteluun: hintavan sekajätteen määrä saadaan kuriin
- Sopimustekniset asiat: hankintasopimuksien kautta veloitetaan urakoitsijat viemään jätteet lajiteltuina lavoille asti

Vuokra-alueet



Kaikki haastateltavat yhtä mieltä, että vuokra-alueiden kustannuksiin voidaan vaikuttaa myös työmaan toteutusvaiheessa.

Keinoja vähentää kustannuksia:

- Alueiden hallinta: työmaalla jonkun oltava vastuussa sekä johdettava ja hallittava vuokra-alueiden käyttöä ja niiden vuokralle ottoa ja luovutusta. Logistiikkatyönjohtaja.
- Muiden palveluiden käyttö: vähennetään turhaa varastointia työmaalla hyödyntämällä terminaali- ja logistiikkapalveluita
- Alueiden rajausta: Aitauksella voidaan vaikuttaa, missä käytössä alue on
- Muita keinoja: parannetaan määrälaskentaa, jotta ei tilata liikaa ja liian aikaisin (oikea määrä oikeaan aikaan)

Rakennushissit



Suurin osa (4/5) haastateltavista sitä mieltä, että rakennushissien aiheuttamiin kustannuksiin ei voida vaikuttaa tai voidaan vaikuttaa vain vähän työmaan toteutusvaiheessa.

Keinoja vähentää kustannuksia:

- Määrä: hissejä voidaan vähentää, jos voidaan mahdollistaa liikkuminen rappujen välillä (jokainen rappu ei tarvitse omaa hissiä)
- Muita huomioita: tällä työmaalla käytettiin rakennusten hissejä työmaakäytössä, mikä tuskin tuotti säästöjä. Rakennushissit olisi tosin vaikeuttaneet mm. julkisivujen ja parvekkeiden tekemistä.

Työmaan sosiaali- ja toimistotilat



Kaikki haastateltavista sitä mieltä, että sosiaali- ja toimistotilojen aiheuttamiin kustannuksiin ei voida vaikuttaa tai voidaan vaikuttaa vain vähän työmaan toteutusvaiheessa.

Keinoja vähentää kustannuksia:

- Määrä: Pyritään pitämään vain tarvittava määrä tiloja (ei liikaa, ei liian vähän). Tässä tosin on huomioitava perustamis- ja purkukustannukset.
- Muita huomioita: työmaakopeista tehty yleensä kausisopimuksia. Laki ja määräykset velvoittaa tiettyyn määrään sosiaalituloja suhteessa työmaan henkilömäärään. Lisäksi kaupunkialueilla työmaatilojen sijoittamisellekin on varsin vähän variaatioita, sillä kaupungit määrittävät pitkälti, minne tilat tulee sijoittaa (etenkin, jos sijoitetaan heidän vuokraamille alueille).

Työmaa-aikaiset sähköt ja sähkötyöt

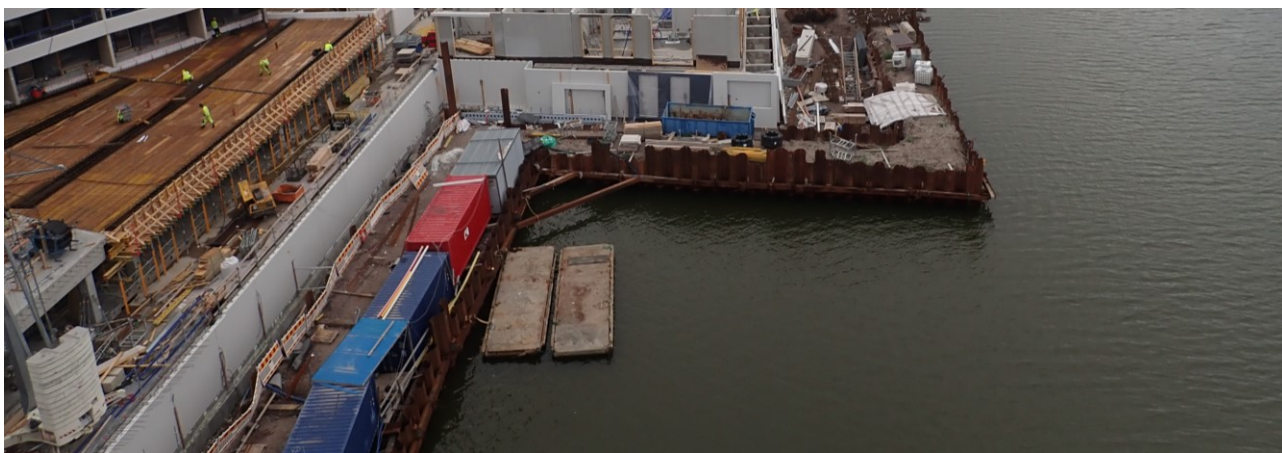


Kaikki haastateltavista sitä mieltä, että työmaa-aikaiset sähköjen ja sähkötöiden aiheuttamiin kustannuksiin ei voida vaikuttaa tai voidaan vaikuttaa vain vähän työmaan toteutusvaiheessa.

Keinoja vähentää kustannuksia:

- Määrä: Vain tarpeelliset keskuksat käyttöön, lohko kerrallaan

Varastotilat



Kaikki haastateltavista sitä mieltä, että varastotilojen aiheuttamiin kustannuksiin ei voida vaikuttaa tai voidaan vaikuttaa vain vähän työmaan toteutusvaiheessa.

Keinoja vähentää kustannuksia:

- Sijainti ja määrä: hyödynnetään varastointiin paremmin rakennuksen tiloja, kuten parkkihallia yms. Sijoitetaan varastot lähelle työpisteitä ja jos voidaan välttää, ei välttämättä vuokra-alueelle (syntyy lisää kustannuksia)
- Muita huomioita: kaupunkialueella vähäisen tilan takia rajallisesti vaikutus mahdollisuuksia

Työvoiman siirtymät



Kaikki haastateltavista sitä mieltä, että työvoiman siirtymien aiheuttamiin kustannuksiin ei voida vaikuttaa tai voidaan vaikuttaa vain vähän työmaan toteutusvaiheessa.

Keinoja vähentää kustannuksia:

- Sijainti: Parkkipaikkojen sijainti lähempänä työmaata, tosin kaupunkialueella aika hankala toteuttaa.
- Muita huomioita: kaupunkiympäristössä vähäisen tilan takia rajallisesti vaikutusmahdollisuuksia. Lisäksi kaupunkialueilla työmaatilojen sijoittamiselle on varsin vähän variaatioita, sillä kaupungit määrittävät pitkälti, minne tilat tulee sijoittaa (etenkin, jos sijoitetaan heidän vuokraamille alueille).

Materiaalien ja työvälineiden siirtymät (sisäinen logistiikka)



Kaikki haastateltavista sitä mieltä, että materiaalien ja työvälineiden siirtymien eli sisäisen logistiikan aiheuttamiin kustannuksiin voidaan vaikuttaa paljon työmaan toteutusvaiheessa.

Keinoja vähentää kustannuksia:

- Ulkoistaminen: voidaan käyttää logistiikkapalvelua sekä hyödyntää terminaalipalveluja (etenkin kaupunkiympäristössä välttämätöntä)
- Selkeys: purku- ja vastaanottoaikat selkeästi, jotta vältetään lisäkustannuksilta (esim. rekkojen ventat yms.)
- Rakennusjärjestys: ei tehdä työvaiheita väärässä järjestyksessä, jotta ei vaikeuteta logistiikan toimivuutta (esim. keskeneräiset rakennuksen vierustäytöt hankaloittavat merkittävästi logistiikan järjestämistä rakennukseen)
 - o Johtaminen: työmaalla on oltava logistiikan työnjohtaja, joka vastaa siitä, että logistiikka todella toimii (eikä niin että jokainen johtaa sitä vuorotellen).

"Kun työmaalla jokainen työnjohtaja vuoron perään johtaa aluesuunnitelmaa, ollaan lähellä kaaosta, jota lopulta kukaan ei hallitse" **(H05)**

- Muita huomioita: Logistiikka on työmaan ja sen toimivuuden kannalta keskeinen.

"Logistiikka on kaiken a ja o" **(H01, H03, H05)**

"Logistiikan selkeys ja järjestys: tiedetään missä mitäkin on ja kun rekka tulee tontille, on sille selvää mihin se puretaan." **(H03)**

6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tämän insinööriyön tilaajana toimi Westpro cc Oy. Työn tarkoituksena oli tutkia aluesuunnitelmaan liittyviä kustannuksia kirjallisuudesta ja aiemmista tutkimuksista sekä selvittää näiden pohjalta, kuinka hyvin työmaan työnjohto tunnistaa nämä kustannustekijät aluesuunnitelmasta. Lisäksi pyrittiin selvittämään työnjohdon subjektiivista näkemystä siihen, kuinka he kokevat voivansa vaikuttaa aluesuunnitelmassa oleviin kustannuksiin. Tutkimusaineistona käytettiin yrityksen yhden ja ainoan käynnissä olevan työmaan kustannustietoja sekä työmaan työnjohdon haastatteluaineistoa.

6.1 Aluesuunnitelman kustannustekijöiden tunnistaminen

Tutkimuksen perusteella työmaan työnjohto tunnistaa hyvin aluesuunnitelmasta keskeisimmät kustannustekijät. Etenkin kustannukset, jotka ovat suoraan nähtävissä aluesuunnitelmasta (kuten torninosturit, sosiaali- ja toimistotilat, työmaahissit, jätehuolto jne.) tunnistetaan varsin hyvin. Sen sijaan kustannuksiltaan vähäisemmät kuten varastokontit ja työmaa-aikaiset sähköt oli vaikeampi mieltää merkittäviksi kustannuksiksi. Vuokra-alueiden tunnistaminen oli myös yllättävän vaikeata, vaikka ne ovat kustannuksiltaan varsin merkittäviä työmaan kannalta. Tähän yksi merkittävä syy oli se, että vuokra-alueita ei ollut selvästi merkitty aluesuunnitelmaan. Toisin sanoen aluesuunnitelman merkinnot on oltava riittävän tarkkoja ja selkeitä.

Työmaan aluesuunnitelmaan liittyviä ”piilokustannuksia” eli työn tuottavuuteen ja sisäiseen logistiikkaan liittyvät kustannukset oli jo vähän vaikeampi hahmottaa. Suurin osa työnjohtajista tunnsti kyllä logistiikan aiheuttamat kustannukset eli materiaalien siirrot työmaalla. Sen sijaan työvoiman siirtymiseen liittyviä kustannuksia tunnistettiin huonommin kuuluviksi aluesuunnitelman kustannustekijöiksi.

Työn tuottavuus rakennusalalla ei ole juurikaan kehittynyt 2000-luvulla [mm. Lehto 2020]. Ehkä myös tämä tulee jossain määrin ilmi tässä tutkimuksessa, sillä työn tuottavuuteen liittyviä tekijöiden tunnistaminen ja mieltäminen kustannukseksi (hukaksi) aiheutti jonkin verran vaikeuksia. Logistiikan osalta hukka ja kustannukset tunnistetaan paremmin, mutta työvoiman osalta heikommin. On kuitenkin tärkeä muistaa, että työvoima aiheuttaa rakentamisen kustannuksista jopa 50-60 % [mm. Elbeltaji 2014].

6.2 Aluesuunnitelman kustannuksiin vaikuttaminen työmaan toteutusvaiheessa

Työssä tehdyn tutkimuksen perusteella pääosaan aluesuunnitelmassa olevista kustannustekijöistä voidaan vaikuttaa työmaan toteutusvaiheessa. Yleisesti tuli esille se, että kaupunkirakentaminen tosin heikentää jonkin verran työnjohdon mahdollisuuksiin vaikuttaa aluesuunnitelman kustannuksiin. Tämä ilmenee ainakin tilan vähyyden ja ahtauden muodossa, joten esimerkiksi työmaatilojen ja varastointialueiden sijainteihin ei voida kauheasti vaikuttaa. Lisäksi kaupungit saattavat jopa määrätä työmaatilojen sijainteja etenkin, jos ne sijaitsevat kaupungilta vuokratuilla alueilla.

Aluesuunnitelmassa kustannuksiltaan selkeästi suurin oli tässä tutkimuksessa torninosturit, joiden kustannuksiin voidaan vaikuttaa toteutusvaiheessa määrän ja mallien, sijoittelun ja perustamistavan sekä nopeutetun runkokierron ja toimivan logistiikan kautta. Eittämättä nämä esille tulleet keinot ovat torninosturien kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä.

Toiseksi suurin kustannus liittyi jätehuoltoon, jota voidaan hallita sijoittelun (etäisyys työpisteille mahdollisimman lyhyt), lajittelun ja opastuksen sekä sopimusteknisten keinojen (urakoitsijat velvoitetaan viemään jätteet lajiteltuina lavoille asti) kautta. Näistä keinoista erityisesti viimeinen eli sopimustekninen asia oli noussut varsin merkittävään osaan tutkittavalla työmaalla.

Kolmanneksi isoimmaksi kustannustekijäksi nousi vuokra-alueet, joka ei sikäli ole yllätys, kun kaupunkialueella rakennetaan. Esille tullee keinoiksi kustannusten hillintään oli mm. alueiden parempi hallinta (esim. logistiikka työnjohtaja), terminaali- ja logistiikkapalveluiden käyttö, alueiden rajaus sekä tilausten täsmällisyys (oikea määrä oikeaan aikaan). Kuten keinoista nähdään, vuokra-alueiden kustannuksia hallitaan paljolti toimivan logistiikan kautta. Toisin sanoen logistiikka ja vuokra-alueet kulkevat käsikädessä kustannusten näkökulmasta, sillä toimiva logistiikka mahdollistaa myös sen, että vuokra-alueet saadaan hyödynnettyä paremmin.

Tehdyn tutkimuksen perusteella pieneen osaan aluesuunnitelman kustannuksista ei voida juurikaan vaikuttaa työmaan toteutusvaiheessa. Nämä kustannukset ovat pääosin kuitenkin vähäisempiä eli esimerkiksi työmaa-aikaiset sähköt ja varastokontit. Näistä esimerkiksi sähkö on sellainen, johon voi olla pieniä mahdollisuuksia vaikuttaa (esimerkiksi keskusten määrää voidaan yrittä hallita). Mutta niiden keskeisyyden takia oleellisinta on, että ne on asennettu ja toiminnassa. Suurempia kustannuksia tulee, jos näin ei ole.

Vähäinen vaikuttamisen mahdollisuus kustannuksiin nähtiin myös työmaan toimisto- ja sosiaalitilojen osalta. Tässä keskeisin syy oli ahdas kaupunkialue, jossa ainakin sijoittamisen suhteen ei ole juurikaan variaatioita. Lisäksi lainsäädäntö asettaa määrille ja fasilitoineille tietyt ehdot, jotka vähentävät vaikutus mahdollisuuksia. Myöskään työvoiman siirtymien aiheuttamiin kustannuksiin ei juuri keinoja löytynyt, ja esille nousi lisäksi tätä kustannusta edelleen kasvattava tekijä eli parkkipaikkojen puute kaupunkiympäristössä olevalla työmaa-alueella. Yleisesti syy kyvyttömyyteen vaikuttaa tähän kustannukseen oli kaupunkirakentaminen ja sitä kautta se, että sosiaalitilojen sijoittamiselle ei ole juurikaan vaihtoehtoja.

Työmaan materiaalien siirtymien eli sisäisen logistiikan aiheuttamiin kustannuksiin vaikuttaminen nousi tutkimuksessa keskiöön. Logistiikan aiheuttaman kustannusten suurusluokka ei ollut tiedossa ja sitä ei ollut laskettu, mutta yleisen arvion mukaan tämän osuus on jopa lähes samaan suurusluokkaan kuin torninosturien aiheuttamat kustannukset työmaalle. Keinoja kustannusten vähentämiseen esitettiin mm. ulkoistamisella (voidaan käyttää logistiikkapalvelua sekä hyödyntää terminaalipalveluja), purku- ja vastaanottoa paikkojen selkeydellä (vältetään esim. rekkojen ventat yms.) sekä johtamisella (työmaalla on oltava logistiikan työnjohtaja, joka vastaa siitä, että logistiikka todella toimii). Kaiken kaikkiaan aluesuunnitelman teossa keskeinen osa-alue on logistiikka, jonka toimivuus on keskiössä.

7 Pohdinta

Tässä insinööriyössä tutkittiin aluesuunnitelmaa puhtaasti ja pelkästään kustannusten näkökulmasta. Se, onko mielekästä aluesuunnitelmaa tarkastella pelkästään kustannusten perusteella, on tietysti validi kysymys. Todellisuudessa aluesuunnitelma on aina enemmän tai vähemmän kompromissi erilaisista työmaa-alueen suunnittelun tavoitteista, kuten työturvallisuudesta, toimivuudesta, logistiikasta, sijoittelusta yms. On hyvä huomata, että esimerkiksi työturvallisuudesta säästämällä kustannussäästöjen nojalla, joudutaan lopulta maksumiehiksi niin tapaturmien kuin lain noudattamatta jättämisenkin kautta.

Kun rakentamisessakin kaikesta pyritään säästämään ja kuluja pienentämään, oli tämän työn tarkoituksena herätellä keskustelua kustannussäätöjen tekemisestä myös työmaan aluesuunnitelmasta. Lisäksi tämä insinööriyö avaa näkökulmia kustannustekijöihin, joita aluesuunnitelmaan oikeasti liittyy. Useat näistä kustannuksista ovat enemmän tai vähemmän aikasidonnaisia. Kustannukset on hyvä tunnistaa, jotta niitä voi myös johtaa, ohjata ja hallita.

Tutkimuksen tulokset ovat jossain määrin odotettuja. Selvää oli jo etukäteen, että torninostureiden kustannukset ovat aluesuunnitelmassa merkittävimpiä. Sen sijaan se, että mm. vuokra-alueet aiheuttavat hyvin suuret kustannukset, ei välttämättä kaikille ole ensi-istumalta selvää. Kaupunkirakentamiseen tottuneille tämä oli kuitenkin jo tiedossa, sillä tilan puute työmailla on enemmän sääntö kuin poikkeus. Koska tämä tilan puute ohjaa myös muita aluesuunnitelman kustannuksia, kuten työmaan toimisto- ja sosiaalityötiloja, on näihin vaikutusmahdollisuuksia vähemmän työmaan toteutusvaiheessa. Täten on panostettava säästöjä sinne, missä voidaan vaikuttaa eli etenkin työmaan logistiikkaan.

Se, että työmaan logistiikan kustannukset tunnistettiin tässä tutkimuksessa hyvin, ei ole yllätys. Sen sijaan on harmillista, että näitä todellisia logistiikan kustannuksia ei tässä työssä saatu selville. Toki niiden kaivaminen, tutkiminen ja erittely olisi itsessään ollut yhden insinööriyön veroinen urakka. Kuitenkin tulevissa tutkimuksissa ainakin suuruusluokka tästä olisi hyvä selvittää. Tämä siksi, että näihin kustannuksiin voidaan vaikuttaa paljon työmaan toteutusvaiheessakin.

Tutkimuksessa käytettiin aineistona ainoastaan yhden työmaan kustannustietoja sekä työnjohdon haastatteluaineistoa. Useamman työmaan käyttö aineiston keruussa oli alkuperäinen suunnitelma, mutta yrityksellä ei ollut muita työmaita käynnissä. Se, olisiko tulokset juuri muuttuneet on hankalampi kysymys, joten sellainen tutkimus olisi ehkä järkevä tehdä tulevaisuudessa. Ainakin

haastattelumäärän ja samalla aineiston kasvaessa, kustannusten vähentämisen keinoja saattaisi löytyä laajemmin.

Yksilöhaastattelut ovat menetelmänä varsin toimivia, kun etsitään ja luokitellaan kustannuksia aluesuunnitelmasta. Sen sijaan keinot kustannusten vähentämiseen voisi paremmin ja laajemmin aueta esimerkiksi ryhmähaastattelujen avulla. Silloin ryhmässä syntyvät ideat ruokkisivat toisiaan, ja tätä kautta valikoima kustannusten vähentämiseen olisi mahdollisesti kattavampi. Näin ollen tämän työn tuloksia voisi jatkojalostaa esimerkiksi teema- tai ryhmähaastatteluin.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin aluesuunnitelman kustannuksia sekä niihin vaikuttavia keinoja. Kun kustannukset on selvitetty ja keinoja esitetty, olisi oleellista viedä löydetyt keinot käytäntöön. Näin ollen aluesuunnitelman johtaminen ja sen kehittäminen tämän työn tulosten avulla voisi olla seuraava askel kohti kustannustehokasta aluesuunnitelmaa.

Lähteet

Choi, B., Park, M., Lee, H., Cho, Y., and Lee, H. (2014). "Framework for Workspace Planning Using 4D BIM in Construction Projects." *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 140(9). 19 s.

Deshpande, A. & Whitman, J.B. (2014) Evaluation of the Use of BIM Tools for Construction Site Utilization Planning. Auburn University. 50th ASC Annual International Conference Proceedings. 8 s.

Elbeltagi, E. (2014) Construction Site Layout Planning. Lecture Notes, Structural Eng. Dept., Mansoura University, Mansoura, Egypt. [Viitattu 22.1.2021]. Saatavilla: <http://osp.mans.edu.eg/elbeltagi/R%208-2%20Site%20Layout.pdf>

Elbeltagi, E., Hegazy, T., Hosny, A.H. & Eldosouky, A. (2001) Schedule-dependent evolution of site layout planning. *Construction Management & Economics*. Vol 19:7. s. 689-697.

Eramo, O., Hynynen, T & Kiiras, J. (1978) *Rakennustyö: valmistelu, suunnittelu, ohjaus, hallinto*. Vammala. Rakentajain kustannus Oy. 298 s.

El-Rayes, K. & Khalafallah, A. (2005) Trade-off between Safety and Cost Planning Construction Site Layouts. *Journal of Construction Engineering and Management*, November 2005. s. 1186-1195.

Hardin B. & Mccool, D. (2015) *BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods and Workflows*. 2. painos. John Wiley & Sons Inc. Indiana. 375 s. ISBN 978-1118942765.

Kiviniemi, M. (1996) *Talonrakentamisen tuotteiden ja toimintatapojen vertailu*. VTT Rakennustekniikka. 76 s. ISBN: 951-38-4990-2

Kiviniemi M., Sulankivi K., Kähkönen K., Mäkelä T. & Merivirta M-L. (2011) *BIM-based Safety Management and Communication for Building Construction*. VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Tiedotteita – Research Notes 2597.123 s. ISBN 978-9513877828.

- Koskenvesa, A., Sahlstedt, S., Lindberg, R., Kivimäki, C., Koistinen, L., Palolahti, T., Lahtinen, M. & Mittaviiva Oy. (2014) TOIMIVA TYÖMAA -hyvät käytännöt. Talonrakennusteollisuus ry. 40 s. ISBN 978-952-93-3461-2 (pdf).
- Laitinen, E. (2007) Kilpailukykyä hinnoittelulla. Helsinki, Gummerus Kirjapaino Oy. 346 s.
- Lehto, E. (2020) Rakentamisen tuottavuus. Helsinki, Palkansaajien tutkimuslaitos. Rakennusliitto. 42 s. ISBN 978-952-209-187-1 (pdf).
- Leino, A. & Pinomäki, T. (2019) RAKENNUSTYÖMAAN ALUESUUNNITTELU. Työturvallisuuskeskus, Rakennusalojen työalatoimikunta. [Viitattu: 13.10.2019]. ISBN 978-951-810-682-4 (pdf). Saatavissa: https://ttk.fi/files/6729/Rakennustyomaan_aluesuunnittelu_201901.pdf
- Liker, J. (2004) The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Great-est Manufacturer. McGraw-Hill Professional, New York, USA. ISBN: 0071392319.
- Mawdesley, M.J., Saad, H.A-J. & Hongbo, Y. (2002) Genetic algorithms for construction site layout in project planning. Journal of construction engineering and management. Vol 128:5. s. 418-426. ISSN: 1943-7862.
- Neilimo, K. & Uusi-Rauva, E. (2010) Johdon laskentatoimi. 10 painos. Edita Publishing Oy, Helsinki. 366 s.
- Ning X., Lam K-C. & Lam M.C-K. (2010) A decision-making system for construction site layout planning. Automation in Construction. Vol. 20:4. s. 459-473.
- RATU C2-0454 (2017) Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Suunnitteluohje. Rakennustieto Oy, Talonrakennusteollisuus ry & Rakennustietosäätiö RTS. 16 s.
- Riley, D. & Sanvido, V. E. (1995) Patterns of Construction-Space Use in Multistory Buildings. Journal of Construction Engineering and Management. Vol. 121(4). s. 464-473. ISSN 1943-7862.
- Ruohotie P. & Honka J. (1999) Palkitseva ja kannustava johtaminen. Edita, Helsinki. 208 s. ISBN 9513728757

Said, H. & El-Rayes, K. (2012) Optimal Material Logistics Planning in Congested Construction Sites. Construction Research Congress 2012, ASCE. s. 1580-1589.

Salem O., Solomon J., Genaidy A. & Luegring M. (2005) Site implementation and assessment of lean construction techniques. Lean Construction Journal. Vol 2:2. s. 1-21.

Sinokki, M. (2016) Työmotivaatio: Innostusta, laatua ja tuottavuutta. Tietosanoma Oy, Helsinki. 300 s. ISBN 9789518854053

Sjobakk, B. & Skjelstad, L. (2015) Proposing a Standard Template for Construction Site Layout: A Case Study of a Norwegian Contractor. SIFTEF Technology and Society, Industrial Management, Trondheim. IFIP International Federation for Information Processing 2015. s. 316-323.

Sutt J., Lill I. & Muursepp O. (2013) The Engineer's Manual of Construction Site Planning. Wiley-Blackwell. 196 s. ISBN 978-1118556092.

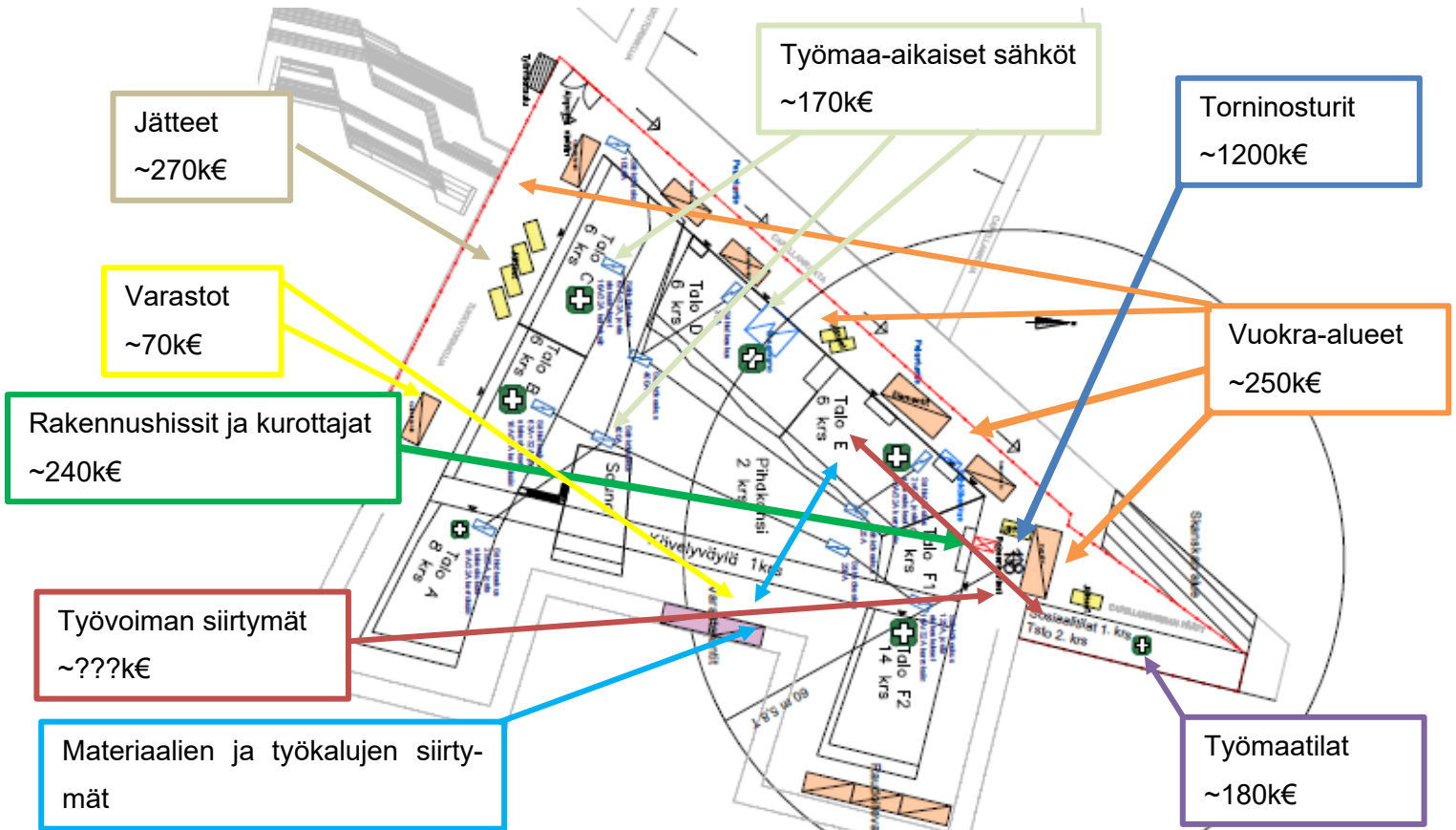
Tanhuanpää, V-P., Koskela, L. & Landenperä, P. (1999) Rakennushankkeen toteutuksen tehostaminen – Mahdollisuudet ja keinot hankkeen eri vaiheissa. Espoo, Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT. 90 s.

Vehkaoja, J. (1988) Hankkeen keston vaikutus häiriöherkkyyteen ja kustannuksiin. Diplomityö. Espoo. Teknillinen Korkeakoulu. 54 s.

Womack J.P., Jones D.T. & Roos D. (1990) The Machine that Changed the World. Free Press. 352 s. ISBN: 978-0-7432-9979-4.

205/2009. (2009) Valtioneuvoston asetus työmaan turvallisuudelle. FINLEX. [Viitattu 5.12.2015]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>

Liite 1: Työmaan aluesuunnitelma kustannuksineen



- 1) Törmäys- lausunto- ja maastokartoitus nähtiin ja alkoi.
- 2) Työmaasuunnitelma ja maastokartoitus alkaa työssä alustamalla katu- ja maastokartoitus.
- 3) Työmaa-ajaiset sähköt.
- 4) Työmaa-ajaiset sähköt.
- 5) Työmaa-ajaiset sähköt.
- 6) Työmaa-ajaiset sähköt.
- 7) Työmaa-ajaiset sähköt.
- 8) Työmaa-ajaiset sähköt.
- 9) Työmaa-ajaiset sähköt.
- 10) Työmaa-ajaiset sähköt.

Symboli	Symboli	Symboli	Symboli

Liite 1: Perustietolomake**PERUSTIETOLOMAKE**

NRO: _____ (haastattelun järjestäjä täyttää)

Pyydämme sinua vastaamaan jokaiseen kysymykseen ympäröimällä omaa näkemystäsi parhaiten vastaavan vaihtoehdon. Valitse vain yksi vaihtoehdoista, ellei toisin mainita.

TAUSTATIEDOT**1. Sukupuoli**

1. Mies
2. Nainen

2. Ikä (vuotta)

1. Alle 30
2. 30 - 39
3. 40 – 49
4. 50 – 59

3. Koulutus

(Valitse lähin vaihtoehto)

1. kansakoulu, oppikoulu, keskikoulu
2. Oppisopimus tms
3. ammattikoulu / ammatti-instituutti
4. lukio
5. ammattikorkeakoulu tai alempi yliopistotasoinen tutkinto
6. ylempi yliopistotasoinen tutkinto

4. Työtehtävä/-nimike

1. työpäällikkö
2. vastaava työnjohtaja
3. työmaainsinööri
4. työnjohtaja
5. muu, mikä? _____

5. Työkokemus rakennusalalta (vuosina)

1. alle 2
2. 2 – 4
3. 5 – 7
4. 8 – 10
5. Yli 10

6. Työkokemus rakennusalalta työnjohtotehtävissä (vuosina)

1. alle 2
2. 2 – 4
3. 5 – 7
4. 8 – 10
5. Yli 10

KOKEMUS ALUESUUNNITELMISTA

7. Kuinka monen työmaan aluesuunnitelmaa olet ollut mukana tekemässä ja/tai johtamassa (määrä kpl)?

1. alle 2
2. 2 – 4
3. 5 – 7
4. 8 – 10
5. yli 10

8. Mikäli olet ollut tekemässä aluesuunnitelmaa, mihin asioihin olet kiinnittänyt eniten huomiota? (mikäli et ole ollut tekemässä, voit jättää kysymyksen huomiotta)

(merkitse tärkeysjärjestykseen 1 = tärkein ja 2 = toiseksi tärkein jne.)

1. toimivuus ja sujuvuus _____

(aluesuunnitelman elementit on sijoitettu optimaalisesti)

2. sisältö _____

(aluesuunnitelma pitää sisällään kaikki tarvittavat asiat/elementit)

3. kustannukset _____

(aluesuunnitelman kustannusvaikutukset)

4. turvallisuus ja työturvallisuus _____

(sijoittelu on työmaan turvallisuuden ja työturvallisuuden kannalta optimi)

5. logistiikka _____

(aluesuunnitelman elementit on sijoitettu työmaan logistiikan kannalta optimaalisesti)

6. puhtaanapito ja jätehuolto _____

(jäteastioiden ja -lavojen sijainti yms.)

7. Muunneltavuus _____

(kuinka hyvin aluesuunnitelma ”jousta” ja muuntuu tarvittaessa?)

Liite 2: Aluesuunnitelman kustannustekijät

Tehtävä 1: Etsi aluesuunnitelmista kustannuksia aiheuttavat tekijät (rakenteilla olevia rakennuksia ei tarvitse tässä nimetä kustannustekijöiksi) ja merkitse ne esim. kirjaimin ja sanoin.

Tehtävä 2: Mieti myös mahdollisia muita aluesuunnitelmaan liittyviä kustannuksia, jotka eivät välttämättä näy suoraan kuvista. Esimerkiksi logistiikkaan tai aikaan ja työn tehokkuuteen/tehottomuuteen liittyviä asioita. Kirjaa myös nämä paperille.

Tehtävä 3: Laita löytämäsi kustannustekijät suuruus järjestykseen siten, että 1 on eniten kustannuksia aiheuttava tekijä, 2 toiseksi eniten jne.

Haastattelukysymykset

1. Kun vertaat itse löytämiäsi kustannustekijöitä valmiiksi täytetyn aluesuunnitelman kustannustekijöihin, mitä eroja havaitset? Osaatko sanoa, miksi ja miltä osin ne eroavat toisistaan?
2. Kun aluesuunnitelma on jo tehty ja sitä toteutetaan, mitä näistä kustannuksista voidaan pienentää toimivalla ja oikea-aikaisella ohjauksella/johtamisella? Miksi niihin voidaan mielestäsi vaikuttaa ja miten kustannusten pienentäminen käytännössä voisi tapahtua?
3. Mihin kustannuksiin taas ei voida juurikaan vaikuttaa enää aluesuunnitelman toteutusvaiheessa? Miksi?
4. Kustannusten näkökulmasta tarkasteltuna; mihin asioihin pitäisi erityisesti laittaa huomiota, kun aluesuunnitelmaa tehdään?

