

Opinnäytetyö YAMK

Projektijohtaminen

2025

Kaapo Kulma-aho

Rakennusprojektin tuotannosuunnittelun johtamisen kehittäminen valmisteluvaiheessa

– Aikataulusuunnittelun, projektinhallinnan ja
tahtituotannon mahdollisuudet

Opinnäytetyö (YAMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Projektijohtaminen

2025 | 106 sivua

Kaapo Kulma-aho

Rakennusprojektin tuotannosuunnittelun johtamisen kehittäminen valmisteluvaiheessa

- Aikataulusuunnittelun, projektinhallinnan ja tahtituotannon mahdollisuudet

Tämä opinnäytetyö käsittelee rakennusprojektien valmisteluvaiheen keskeisiä osa-alueita: tuotannosuunnittelun johtamista, aikataulusuunnittelua, projektinhallinnan työkalujen käyttöä sekä tahtituotannon hyödyntämistä.

Työn tavoitteena oli selvittää valmisteluvaiheen tuotannosuunnittelun ja siihen liittyvän johtamisen haasteet sekä tarjota konkreettisia kehitysehdotuksia rakennusalan toimijoille.

Tutkimuksessa saadut tulokset osoittivat, että suurimpina haasteina valmisteluvaiheen tuotannosuunnittelussa ovat lähtötietojen puutteellisuus, suunnitelmien saatavuus, resurssien riittämättömyys sekä valmisteluvaiheen epätietoisuus ja aikataulupaineet.

Tärkeimmiksi kehityskohteiksi nousivat selkeiden vastuunjakokäytäntöjen luominen, organisaation sitouttaminen, oikeaoppinen viestintä, säännölliset seurantalaverit, valmisteluvaiheen aikataulutusta sekä koulutuksen lisääminen muun muassa tahtituotannon ja projektinhallinnan osa-alueilla.

Opinnäytetyössä korostetaan valmisteluvaiheen merkitystä onnistuneen rakennusprojektin kivijalkana. Kehittämällä johtamis- ja suunnittelukäytäntöjä sekä hyödyntämällä projektinhallinnan työkaluja voidaan parantaa projektien aikataulujen hallintaa, tuottavuutta sekä resurssien tehokkuutta.

Asiasanat: Projektinhallinta, Johtaminen, Rakentaminen, Tuotannosuunnittelu, Aikataulu

Master's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Master's Degree Programme in Project Management

2025 | 106 pages

Kaapo Kulma-aho

Developing production planning management in the preparatory phase of construction project

- Opportunities in scheduling, project management, and takt production

This thesis deals with the key areas of the preparation phase of construction projects: production planning management, scheduling, the use of project management tools, and the application of takt production. The aim of the work was to find out the challenges related to production planning and management in the preparation phase and to offer concrete development proposals to construction operators.

The results of the study showed that the main challenges in production planning during the preparation phase are lack of initial data, availability of plans, lack of resources, uncertainty and schedule pressures in the preparation phase.

The most important areas of development were the creation of clear responsibility allocation practices, organizational commitment, enhancing communication, regular follow-up meetings, scheduling of the preparation phase, and increasing training in areas such as takt production and project management.

The thesis emphasises the importance of the preparatory phase as the foundation of a successful construction project. By developing management and planning practices and utilizing project management tools, it is possible to improve schedule management, productivity, and resource efficiency in construction projects.

Keywords: Project management, Management, Construction, Production planning, Schedule

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	7
1 Johdanto	9
1.1 Tutkimuksen tausta	9
1.2 Tavoitteet	9
1.3 Menetelmät	10
1.4 Rajaukset	11
1.5 Rakenne	12
2 RAKENNUSPROJEKTIN VALMISTELUVAIHE	14
2.1 Valmisteluvaiheen rooli rakennushankkeessa	14
2.2 Tuotannosuunnittelun merkitys rakennusprojektissa	15
2.3 Yleisiä haasteita valmisteluvaiheessa	16
3 TUOTANNOSUNNITTELUN JOHTAMINEN	18
3.1 Johtamisen periaatteet projektinhallinnassa	18
3.2 Projektinhallinta ja keskeiset työkalut	22
3.3 Rakennushankkeen aikataulutus valmisteluvaiheessa	32
3.3.1 Hankeaikataulu	33
3.3.2 Yleisaikataulu	35
3.3.3 Suunnitelma-aikataulu ja hankinta-aikataulu	41
3.4 Tahtituotanto	45
4 TUTKIMUSMENETELMÄT	49
4.1 Tutkimuksen tausta ja tarkoitus	50
4.1.1 Kyselytutkimus	51
4.2 Aineiston analyysi	52
4.3 Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus	53
5 TUTKIMUKSEN TULOKSET	57
5.1 Tuotannosuunnittelun johtaminen valmisteluvaiheessa	57
5.2 Aikataulusuunnittelu ja sen ohjeistukset	60

5.3 Projektinhallinnan työkalut ja niiden käyttö	66
5.4 Tahtituotanto rakennusalalla	68
6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO	72
6.1 Tuotannosuunnittelun johtaminen valmisteluvaiheessa	72
6.2 Aikataulusuunnittelu ja sen ohjeistukset	76
6.3 Projektinhallinnan työkalut ja niiden käyttö	78
6.4 Tahtituotanto rakennusalalla	80
6.5 Yhteenveto	82
6.6 Jatkotutkimusaiheet	86
Lähteet	87

Liitteet

Liite 1. Kyselyn saatekirje

Liite 2. Kysely

Kuvat

Kuva 1. Projektikolmio (mukaillen Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS, 2012, s. 6).	18
Kuva 2. Johtamisajattelun muutos (mukaillen Viitala & Jylhä, 2019, luku 1).	20
Kuva 3. Tehtäväkentät johtamisessa (mukaillen Viitala & Jylhä, 2019, luku 1).	21
Kuva 4. Projektinhallinnan osaamisalueet sekä niiden sisältämät projektin hallinnan prosessit (mukaillen Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 12).	24
Kuva 5. Esimerkkikuva GANTT-kaaviosta (Oma-aineisto).	27
Kuva 6. Esimerkkikuva CPM -kaaviosta (ProjectManager.com, 2024).	28
Kuva 7. Esimerkki PERT kaaviosta lohkovertkkotekniikan avulla. Kriittinen polku on ABDHI. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 36)	29
Kuva 8. Esimerkki lohkovertkkotekniikasta. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 34)	30

Kuva 9. Esimerkki nuoliverkkotekniikasta. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 33)	31
Kuva 10. Rakennusprojektin aikataulusuunnittelun eteneminen (mukaillen Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 40).	33
Kuva 11. Tahtituotannon keskeinen termistö (mukaillen Sahlstedt ym., 2023, s. 36).	46

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

Aliurakoitsija	Urakoitsija, joka suorittaa työtä toisen urakoitsijan, kuten pääurakoitsijan tai sivu-urakoitsijan tilauksesta (Rakennustieto Oy, 2016, s. 5).
CPM	Critical Path Method, Kriittisen polun menetelmä (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 9)
KVR	Kokonaisvastuurakentaminen-urakkamuoto (Koskenvesa & Soila, 2018, s. 14).
PERT	Program Evaluation and Review Technique (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 9).
Pääurakoitsija	Urakoitsija, joka on sopimussuhteessa rakennuttajaan ja joka on nimetty pääurakoitsijaksi kaupallisissa asiakirjoissa. Pääurakoitsijalle kuuluvat työmaan johtovelvollisuudet. (Koskenvesa & Soila, 2018)
Rakennuttaja	Henkilö tai taho, jonka lukuun rakennustyö tehdään ja joka vastaanottaa lopputuloksen. Rakennuttajaa kutsutaan usein myös tilaajaksi, mutta juridisesti tämä rooli rajoittuu omiin suorien sopimuskumppanien välisiin sopimuksiin (Koskenvesa & Soila, 2018, s. 6). Tässä työssä tilaajalla ja rakennuttajalla tarkoitetaan rakennushankkeeseen ryhtyvää.
RATU	Rakennustuotantotiedosto. Talonrakennus ry:n ja Rakennustieto Oy:n julkaisema rakennusalan ammattilaisille tarkoitettu tietopankki (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017).
Sivu-urakoitsija	Urakoitsija, joka on sopimussuhteessa rakennuttajaan ja suorittaa pääurakkaan kuulumatonta työtä (Rakennustieto Oy, 2016, s. 5).

T3	Tehollinen työaika, joka sisältää alle tunnin mittaiset häiriöt työssä (Sahlstedt ym., 2023, s. 8)
T4	Kokonaisaika, joka sisältää työhön kuuluvat kaikki häiriöt (Sahlstedt ym., 2023, s. 8).
Tilaaaja	Urakoitsijan sopimuskumppani, joka tilaa urakkasuorituksen ja vastaa sopimuksen hallinnasta. Tilaaaja voi olla rakennushankkeeseen ryhtyvä tai rakennuttaja, mutta rooli määrittyy urakkasopimuksen kautta (Koskenvesa & Soila, 2018, s. 6). Tässä työssä tilaajalla ja rakennuttajalla tarkoitetaan rakennushankkeeseen ryhtyvää.
tth	Työntekijätunti (Sahlstedt ym., 2023, s. 58).
tv	Työvuoro (Sahlstedt ym., 2023, s. 58).
Työpäällikkö	Työpäällikön rooli riippuu organisaatioista. Toimii usein työmaatoimihenkilöiden esimiehenä sekä projektin tuotannon esimiehenä. Osittain rinnastettavissa projektipäällikön työhön.
Vastaava työnjohtaja	Tarkoittaa myös samaa kuin vastaava mestari ja työmaapäällikkö. Henkilö, joka johtaa rakennustyömaan rakennustyötä ja vastaa sen suorittamisesta rakennuslain ja -asetusten sekä rakentamismääräysten mukaisesti (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 (RT 16-10660), 1998).
YSE 1998	Rakennusurakan yleiset sopimusehdot (Oksanen ym., 2019).

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta

Rakennusprojektit ovat monimutkaisia projekteja, jotka koostuvat useista eri vaiheista. Ne edellyttävät tarkkaa suunnittelua ennen rakentamisen alkamista, jonka vuoksi valmisteluvaiheen johtaminen on erittäin kriittinen asia onnistuneeseen projektiin. Onnistuneen valmisteluvaiheen läpivienti määrittelee pitkälti koko projektin elinkaaren onnistumiset ja epäonnistumiset.

Kerzner (2013, s. 505–508) kertoo, että yleisesti projekteissa, tuotannon ennakkosuunnittelun ja johtamisen rooli on korostetussa asemassa, koska siinä vaiheessa tehdyt päätökset vaikuttavat koko projektin etenemiseen. Selkeän suunnittelun puuttuessa esivaiheessa, on hankala hallita tuotantoprosessin sujuvuutta ja luottaa siihen, että projekti etenee suunnitellusti.

Usein valmisteluvaiheessa tehdyt ja tekemättä jätetyt toimenpiteet heijastavat suoraan tuotantoon ja tuotannossa työskentelevien työhön. Monesti epäonnistuneeseen valmisteluvaiheeseen on syynä aikataulupaineet ja resurssien puute. Rakennusprojektien valmisteluvaiheessa tehtävällä aikataulutuksella ja aikataulujohtamisella on merkittävä rooli onnistuneeseen projektiin. Hyvä aikataulusuunnittelu auttaa: välttämään pullonkaulatilanteita, tehostamaan resurssien hyödyntämistä, näyttämään tehtävien yhteydet ja suoritusjärjestykset sekä hyödyntämään tehokkaammin kustannuksia ja resursseja. (Heizer ym., 2017, s. 65)

1.2 Tavoitteet

Tämän opinnäytetyön päätavoite on selvittää rakennusprojektien valmisteluvaiheen kehittämistarpeita sekä kehittää tuotannosuunnittelun johtamista. Tutkimus pyrkii löytämään sopivia käytännön ratkaisuja ja suosituksia, joilla voidaan tehostaa valmisteluvaiheen tehokkuutta. Tutkimus

keskittyy erityisesti rakennusprojektien valmisteluvaiheessa tehtävään aikataulutuksen, joka on avainasemassa onnistuneeseen rakennusprojektiin.

Tavoitteet ovat jaettavissa kolmeen osa-alueeseen:

1. Keskeisten haasteiden tunnistaminen tuotannosuunnittelun valmisteluvaiheessa. Tarkoituksena on tunnistaa merkittävimmät ongelmat ja pullonkaulat, joilla on suuri merkitys tuotannosuunnitteluun ja sen johtamiseen valmisteluvaiheessa.
2. Selvittää tehokkaan tuotannosuunnittelun johtamisen merkitys koko projektin onnistumiseen.
3. Löytää konkreettisia kehitysideoita ja suosituksia valmisteluvaiheen aikataulujohtamisen tehostamiseksi sekä auttamaan projektihenkilöstöä saavuttamaan onnistunut projekti.

1.3 Menetelmät

Tämä tutkimus toteutetaan laadullisena tutkimuksena, jonka tavoitteena on ymmärtää konkreettisesti tuotannosuunnittelun mahdollisuudet ja haasteet rakennusprojektin valmisteluvaiheessa. Kvalitatiivisen tutkimuksen lähestymistapa soveltuu tutkimukseen, sillä tarkoituksena on saada kokempohjaista tietoa alan asiantuntijoilta ja analysoida sitä teemojen avulla.

Aineistoa kerätään puolistrukturoidulla kyselytutkimuksella, johon osallistuvat ovat eri yrityksissä ja erilaisissa rooleissa työskenteleviä projektihenkilöitä. Kyselytutkimuksen pääteemana toimii valmisteluvaiheen aikataulusuunnittelu ja sen johtaminen. Avoimen kyselytutkimuksen etuna on joustavuus haastateltavien näkökulmien esille tuomiseksi, struktuurin säilyttäminen sekä se antaa vastaajille mahdollisuuden miettiä vastauksia ilman ajallista painetta.

Analysointi tapahtuu sisällön analysointina eli kyselytutkimuksen sisällöistä tunnistetaan keskeiset teemat ja ilmiöt, joiden vertailu tapahtuu tutkimuksen teoreettiseen viitekehykseen. Sisällönanalyysilla saadaan systemaattisesti käytyä läpi kyselytutkimuksesta ilmenneitä teemoja. Näillä keinoin voidaan

tunnistaa selkeästi toistuvia ongelmakohtia sekä etuja valmisteluvaiheen tuotannosuunnittelussa sekä sen johtamisessa.

Tutkimuksen luotettavuus pyritään varmistamaan tarkalla analysoinnin suunnittelulla ja toteutuksella. Analysoinnissa käydään tarkkaan läpi kaikki relevantit huomiot, joita ilmenee. Kyselytutkimuksen osallisina käytetään monia eri asiantuntijarooleja eri yrityksistä sekä projektitiimeistä.

Kyselytutkimukseen vastanneet pidetään anonyymeinä, sekä heidän tietoja tullaan käsittelemään luottamuksellisesti. Tutkimuksessa eettisyyteen kiinnitetään tarkkaa huomiota ja tutkimus toteutetaan hyvien tieteellisten käytäntöjen mukaisesti. Osallistujille kerrotaan tutkimuksen tausta ja eettiset toimintatavat sekä pyydetään suostumus kyselyyn etukäteen.

1.4 Rajaukset

Tämän opinnäytetyön tutkimukset ovat rajattu koskemaan ainoastaan valmisteluvaiheen tuotannosuunnittelun johtamista rakennusliikkeen näkökulmasta. Pääpainona valmisteluvaiheen aikataulusuunnittelu ja sen johtaminen. Tutkimuksen rajauksilla pyritään tarkentamaan aihealuetta, ja siten varmistamaan laadukas lopputulos.

Tuotannon johtamisen osalta käsitellään valmisteluvaiheen johtamista kokonaisvaltaisesti, keskittyen prosessien suunnitteluun ja hallintaan. Aikataulutuksen osuudessa syvennyttään erityisesti yleisaikataulun, hankinta-aikataulun ja suunnittelu-aikataulun laatimiseen ja johtamiseen valmisteluvaiheessa, korostaen näiden aikataulujen keskinäistä yhteensovittamista sekä vaikutuksia projektin etenemiseen. Lisäksi käsitellään tahtituotannon periaatteita sekä niiden käytännön toteutusta, jotta tuotannon tehokkuus voidaan varmistaa koko projektin aikana.

Tutkimus rajataan käsittelemään ensisijaisesti Suomessa toteutettavia rakennusprojekteja, joka mahdollistaa keskittymisen suomalaisen rakentamisen erityispiirteisiin, säädöksiin sekä käytäntöihin. Eri urakkamuotoja ei rajata

tutkimuksen ulkopuolelle, vaan tuotannonsuunnittelun johtamista tarkastellaan yleisesti ilman painotusta tiettyyn urakkamuotoon. Tämä tutkimus ei tarkastele tuotannonsuunnittelun historiaa, vaan keskittyy sen nykyisiin toimintamalleihin varmistaakseen, että tiedot ovat ajantasaisia sekä relevantteja tämän päivän tarpeisiin.

1.5 Rakenne

Tutkimuksen rakenne koostuu kuudesta eri vaiheesta: johdanto, rakennusprojektin valmisteluvaiheen teoria, tuotannonsuunnittelun aikataulujohtamisen teoria, tutkimusmenetelmät, tutkimuksen tulokset sekä johtopäätökset ja yhteenveto. Johdannossa käydään läpi lyhyesti tutkimuksen aihe, tausta, tavoitteet sekä menetelmät.

Toinen vaihe koostuu rakennusprojektien valmisteluvaiheen teoriasta. Tässä osiossa käydään läpi valmisteluvaiheen merkitystä ja tuotannonsuunnittelun roolia valmisteluvaiheessa.

Kolmannessa vaiheessa paneudutaan tuotannonsuunnittelun johtamiseen sekä johtamisen periaatteisiin. Näiden lisäksi esitellään valmisteluvaiheen aikataulusuunnittelua sekä tahtituotannon yleisiä käytäntöjä, jotka ovat olennainen osa tuotannonjohtamista valmisteluvaiheessa.

Neljännessä vaiheessa tarkastellaan tässä opinnäytetyössä käytettävää tutkimusmenetelmää eli kyselytutkimusta. Lisäksi osiossa käsitellään analyysimenetelmiä, jotka ovat olennainen osa tutkimusta. Lopuksi arvioidaan tutkimuksen luotettavuutta sekä eettisyyttä.

Tutkimuksen tulokset-luvussa käsitellään tutkimuksissa saatuja tuloksia. Tuloksista saadaan nostettua esiin tuotannonsuunnittelun johtamisen haasteet ja mahdollisuuden rakennusprojektin johtamisen valmisteluvaiheessa.

Tutkimuksen viimeisessä osiossa esitetään johtopäätökset sekä analysoidaan tutkimuksen tuloksissa nousseet keskeiset havainnot verraten niitä teoreettiseen viitekehykseen. Lisäksi tässä osiossa tuodaan esiin päätelmät ja

annetaan suosituksia tuotannosuunnittelun johtamisen kehittämiseksi erityisesti rakennusprojektien valmisteluvaiheessa. Lopuksi arvioidaan tämän tutkimuksen jälkeisiä mahdollisia jatkotutkimusaiheita.

2 RAKENNUSPROJEKTIN VALMISTELUVAIHE

2.1 Valmisteluvaiheen rooli rakennushankkeessa

Rakennusprojektin valmisteluvaihe tarkoittaa vaihetta ennen kuin rakentaminen konkreettisesti alkaa. Valmisteluvaihe on merkittävässä roolissa koko hankkeen onnistumisen osalta. Valmisteluvaiheessa tehdään perustat koko tuotannon onnistumiselle. Tämä vaihe sisältää keskeisiä tuotannosuunnittelun osa-alueita kuten aikataulutusta, resurssointia, hankintaa sekä suunnittelun ohjausta. Tässä tutkimuksessa paneudutaan valmisteluvaiheen aikataulutehtäviin sekä niiden johtamiseen.

Kerznerin (2013, s. 505–506) mukaan valmisteluvaiheessa tehtävät päätökset vaikuttavat koko projektin elinkaaren ajan, ja niillä on suuri merkitys projektin lopputulokseen. Varsinkin suurissa rakennusprojekteissa hyvin hoidettu valmisteluvaihe on edellytyksenä onnistuneeseen projektiin. Kerzner korostaa, että ilman tehokasta suunnittelua projektin alkuvaiheessa on todennäköistä aiheuttaa aikataulujen viivästymistä, laadun heikentymistä sekä kustannuksien ylityksiä. Suunnittelemattomat muutokset ovat usein erittäin kalliita ja vaikeasti hallittavissa projektin myöhäisemmissä vaiheissa.

Larsen ym. (2018 s. 2–3) toteavat tutkimusartikkelissaan, että projektin valmisteluvaihe kattaa kaikki tehtävät projektin aloittamisesta yksityiskohtaisen suunnittelun alkuun saakka. Artikkelissa esitetään tapaustutkimus monimutkaisesta teollisuusrakennuksesta, jossa havaittiin merkittävä yhteys huolellisen valmisteluvaiheen toteutuksen ja projektin lopullisen onnistumisen välillä. Tapaustutkimus osoitti, että panostaminen valmisteluun paransi käyttäjätyytyväisyyttä, alensi kustannuksia ja tehosti ajankäyttöä. Lisäksi artikkelissa viitataan tutkimukseen mekaniikan ja LVI-urakoitsijoiden projekteista, jossa ennakkosuunnittelua soveltaneiden urakoitsijoiden keskimääräinen voittomarginaali oli 23 %, kun taas huonosti suunniteltujen hankkeiden marginaali oli keskimäärin -3 %.

2.2 Tuotannosuunnittelun merkitys rakennusprojektissa

Tuotannosuunnittelu on keskeinen osa rakennushankkeen valmisteluvaihetta. Se pitää sisällään tuotannollisten toimintojen aikataulutuksen, resurssien hallinnan sekä työn organisoinnin. Tuotantoprosessin hyvä suunnittelu valmisteluvaiheessa varmistaa, että kaikki projektin osa-alueet etenevät suunniteluun mukaisesti.

Kumar & Suresh (2009, s. 108) kertovat tuotannosuunnittelun olevan älykästä ennakkointia, jonka avulla määritetään, miten tavoitteet voidaan saavuttaa tietyissä olosuhteissa. Tuotannosuunnittelu määrittää optimaalisen aikataulun sekä toimintojen järjestyksen. Kumarin & Sureshin mukaan tuotannosuunnittelua- ja ohjausta tarvitaan seuraavan neljän tavoitteen saavuttamiseen:

1. Yrityksen resurssien tehokkaaseen hyödyntämiseen.
2. Tuotantotavoitteiden saavuttamiseen laadun, määrän, kustannusten ja toimitusajankohtien osalta.
3. Keskeytymättömän tuotannon varmistaminen, jotta voidaan vastata asiakkaan kysyntään laadun ja sovitun aikataulun mukaisesti.
4. Yrityksen tukeminen toimittamaan asiakkaalle korkealaatuista tuotetta tai palvelua kilpailukykyisin hinnoin.

Mishran & Sootan (2005, luku 4) mukaan projektin suunnittelu on perustoiminto, jossa päätetään ennakkoon tulevat toimenpiteet projektissa. Se sisältää projektin laajuuden, tehtävien, riskien, aikataulun, laadun ja resurssitarpeiden tunnistamisen ja dokumentoinnin. Hyvällä ennakkosuunnittelulla varmistetaan, että resurssit ja tiimin jäsenet on määritelty, jotta projektin toteutusvaihe sujuu tehokkaasti.

”Planning is ’the creative and demanding mental activity of working out what has to be done, how, and when, by whom, and with what, i.e. doing the job in

the mind””(Neale & Neale, 1989, kuten lainattu teoksessa Baldwin ym., 2014, s.7)

Rakennusprojekteissa on usein paljon epävarmuustekijöitä (Baldwin ym., 2014, s. 37, 140) Usein työmaaolosuhteet sekä ulkoiset tekijät saattavat muuttua yllättäen, mutta onnistunut tuotannosuunnittelu auttaa ennakoimaan mahdollisia vastoinkäymisiä sekä muutoksia, jotka ovat keskeisiä projektin etenemiselle.

Aikataulusuunnittelun rooli tuotannosuunnittelussa on merkittävässä asemassa, mutta tuotannosuunnitteluun kuuluu myös paljon muita osa-alueita. Baldwinin ym. (2014, s. 7–8) mukaan suunnittelua ei voi rajata pelkästään aikataulujen laadintaan, sillä se on vain yksi osa onnistunutta projektin suunnittelua. Siinä pitää huomioida myös kustannukset, laatu, turvallisuus, terveys sekä muut tärkeät osa-alueet, kuten tuotannosuunnittelu.

2.3 Yleisiä haasteita valmisteluvaiheessa

Rakennusprojektin valmisteluvaiheessa on usein haasteita. Haasteet saattavat vaikuttaa merkittävästi projektin kulkuun ja onnistumiseen. Hyvin hoidettu valmistelutyö antaa kuitenkin mahdollisuuksia ongelmien ennakointiin sekä tehostaa projektin sujuvuutta.

Kerznerin (2013, s. 42) mukaan haasteita on muun muassa kustannusten ylityksissä, aikatauluongelmat sekä resurssiongelmat. Näiden haasteiden taustalla vaikuttavat muun muassa puutteellinen panostus suunnitteluvaiheessa, huono suunnittelumuutosten hallinta sekä mahdottomat aikatauluvaatimukset. Myös Mäntyneva (2016, s.57, 150) toteaa, että monissa projekteissa aikataulu tuntuu epärealistinen jo ennen, kuin projekti on käynnistynyt. Usein tähän on syynä tilaajan kiire saada projekti valmiiksi sekä vaillinaiset resurssit.

Rakennusprojektien valmisteluvaiheessa on useita erilaisia aikataulutehtäviä, jotka liittyvät toisiinsa. Aikataulut on mietittävä tarkasti, jos jokin työvaihe jää

jälkeen, saattaa se vaikuttaa koko projektin aikatauluun. Kenley & Seppänen (2006, s. 4) huomauttavat lisäksi ongelmasta aikataulujen käytöstä. Heidän mukaansa aikatauluja laaditaan monesti ainoastaan sopimusvelvollisuuksien täyttämiseksi ilman, että niitä hyödynnettäisiin tehokkaasti.

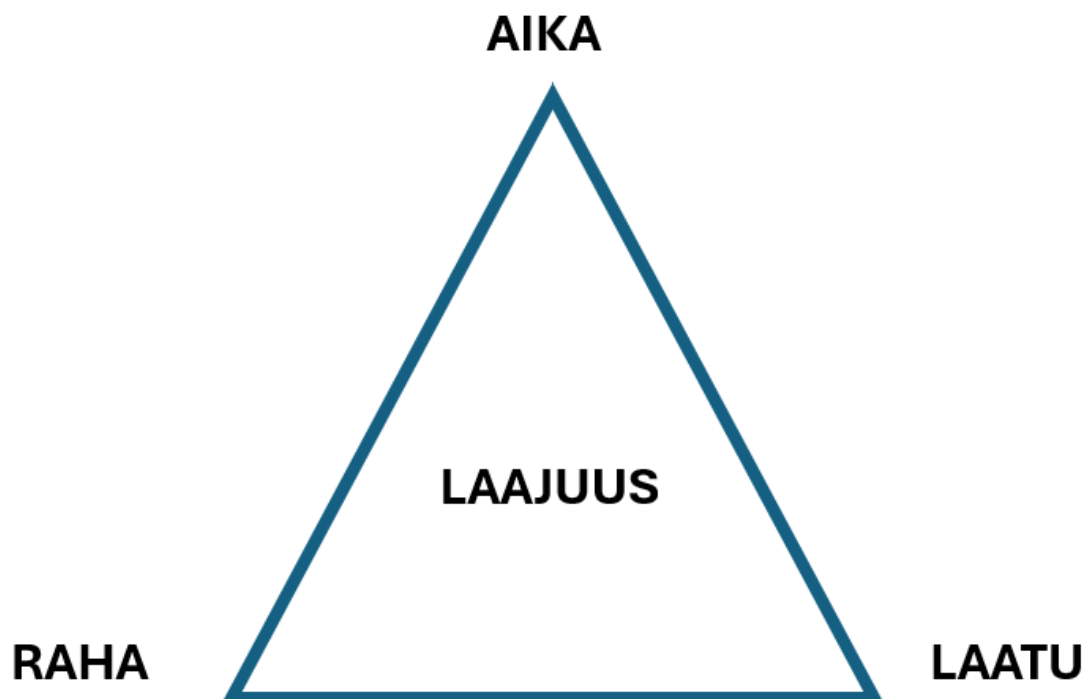
Kruusin (2008) mukaan resurssien saatavuuden ongelmat voivat aiheuttaa mittavia viivästyksiä valmisteluvaiheessa. Riittämätön resurssien hallinta voi vaikuttaa pullonkaulatilanteihin sekä resurssien tehotomaan hyödyntämiseen. Oman ongelmansa tuovat myös hankkeet, joissa suunnittelu ja rakentaminen limittyvät. Kruus lisää, että valmisteluvaiheen tuotannosuunnittelun onnistuminen on pitkälti siitä kiinni, kuinka hyvin eri suunnitteluvaiheet saadaan koordinoitua tuotantoprosessien tarpeiden mukaan. Näillä integroinneilla voidaan varmistaa suunnitelmien olevan toteuttamiskelpoisia ja tukevan projektia.

Myös huono tiedonkulku ja puutteet yhteistyössä saattavat johtaa moniin väärinkäsityksiin sekä virheisiin projektissa. Tämä taas saattaa aiheuttaa ketjureaktion, joka tarkoittaa aikatauluviiveitä sekä kustannusten nousua. (Kankainen & Pekkanen, 2006, s. 558–559)

Valmisteluvaiheessa ja koko projektissa syy-seuraussuhteet ovat usein helposti havaittavissa. Hyvällä projektinhallinnalla pystytään ehkäisemään haasteiden toistumista hyvin (Kerzner, 2013, s. 42). Muun muassa hyvin suunniteltu aikataulu saattaa tarjota projektille joustoa reagoida erilaisiin muutoksiin, joita projekteissa voi tapahtua. Tämä antaa projektipäälliköille mahdollisuuden muokata resursseja sekä tehtäviä tilanteen mukaan, joka parantaa kokonaisuudessaan projektin hallintaa. Myös projektinhallinnan työkalut ovat tässä suuressa roolissa. Mäntynevan mukaan hyvien projektinhallinnan työkalujen käyttö mahdollistaa ja auttaa varmistamaan projektin suunnitelmien mukaisen etenemisen.

3 TUOTANNONSUNNITTELUN JOHTAMINEN

Tuotannosuunnittelun johtaminen on merkityksellinen osa rakennusprojektin onnistunutta toteutusta. Tuotannosuunnittelun johtaminen alkaa jo valmisteluvaiheessa, joka hyvin hoidettuna mahdollistaa resurssien, aikataulun ja suunnittelun pysyvän hallinnassa koko projektin ajan. Tuotannosuunnittelun johtamisen tarkoituksena on optimoida kaikki projektin osa-alueet siten, että ne toteutuvat ajallaan, kustannustehokkaasti sekä laadukkaasti.



Kuva 1. Projektikolmio (mukaillen Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS, 2012, s. 6).

3.1 Johtamisen periaatteet projektinhallinnassa

”Johtaminen on toimintaa, jolla saadaan asioita tapahtumaan ihmisten kautta.”
(Follett, 1868–1933, kuten lainattu teoksessa (Viitala & Jylhä, 2019, luku 1).

Johtajan rooli onnistuneessa projektissa on keskeinen, sillä johtaja vastaa resurssien suunnittelusta, tavoitteiden määrittelystä ja tiiminsä motivoimisesta.

Hyvä johtaja osaa tehdä päätöksiä sekä ohjata projektia tavoitteita kohti tehokkaasti. Samalla hänen tulee hallita odottamattomia haasteita. (Mishra & Soota, 2005, luku 5)

Projektinhallinta on monimutkainen ja vaativa tehtävä, sillä projektit ovat usein ainutlaatuisia kokonaisuuksia, jotka saattavat tuoda esiin uusia haasteita päivittäin. Ainutlaatuisuutensa vuoksi projektiin osallistuvilla on usein rajallinen määrä kokemusta ja vakiintuneita toimintatapoja ohjaamaan heidän työskentelyään. Tämän vuoksi projektin johtajan merkitys korostuu suuresti. Hänen pitää yhdistää ja hallita eri toimintoja ja tiimejä, jotta saavutetaan haluttu lopputulos. (Mishra & Soota, 2005, luku 1)

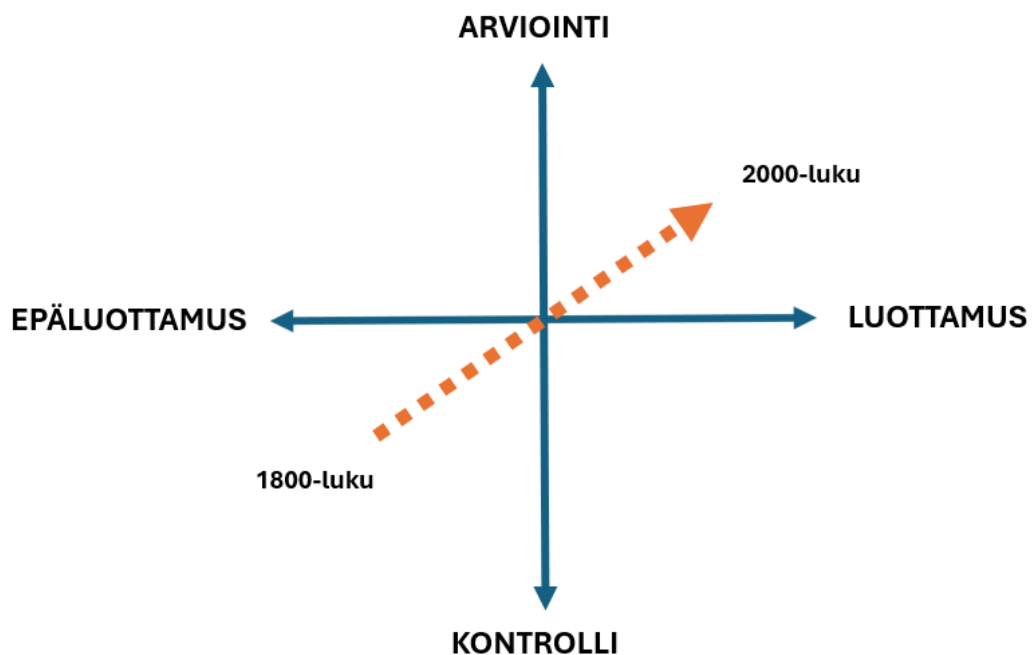
Myös Mäntyneva (2016, luku 4) korostaa johtamisen merkitystä projekteissa. Johtaminen projekteissa sisältää sidosryhmien sekä projektitiimin motivointia ja ohjaamista yhteisiä tavoitteita kohti. Projektipäällikön tehtävänä on varmistaa, että projektitiimin muut jäsenet ymmärtävät projektin tavoitteet sekä ovat motivoituneita ja sitoutuneita niihin. Mäntynevan mukaan projektin johtajan tulisi viettää riittävästi aikaa projektiryhmänsä kanssa vahvistaakseen sitoutumista ja mahdollistamalla avoimen keskustelun tehtävistä sekä haasteista.

Projektinhallinnassa oman tiiminsä johtamisen lisäksi, myös sidosryhmien johtamisella on suuri rooli, koska sidosryhmien tuki ja sitoutuneisuus ei aina ole itsestään selvää. Hyvä johtaja selkeyttää omalla vuorovaikutuksellaan sidosryhmien motiivit ja intressit sekä johtaa yhteistyötä niiden pohjalta. On tärkeää tunnistaa eri sidosryhmien tarpeet ja niiden väliset erot. (Mäntyneva, 2016, luku 13)

Mishra & Soota (2005, luku 1) korostavat tehokkaassa johtamisessa viestintää. Hyvällä viestinnällä varmistetaan kaikkien osapuolten tavoitteet ja roolit. Hyvä johtaja yhdistää strategisen suunnittelun ja käytännön toteutukseen. Mäntyneva (2016, luku 13) korostaa viestinnän tärkeyttä. Hyvä viestintä toimii myös sidosryhmien johtamisen ytimenä. Tieto tulee jakaa oikeaan aikaan ja siten rakennettava luottamusta myös sidosryhmiin. Mäntyneva (2016, s. 25) muistuttaa kuitenkin, että viestinnän määrän ja tiheyden tulee kuitenkin vastata

projektin tarpeita, koska liiallinen tai tarpeeton viestintä tuntuu työläältä ja hyödyttömältä.

Viitala & Jylhä (2019, luku 1) kertovat johtamisen määritelmien muutoksista. Heidän mukaansa aiemmin perinteisen johtamisen määritelmässä ovat korostuneet tarkka valvonta sekä mekanistiset johtamistavat. Johdettavia on pidetty koneiston osina, joita voidaan ohjelmoida ja tarpeen tullen helposti vaihtaa, jotta toiminta saadaan tehokkaaksi. Nykyiset johtamisen määritelmät korostavat humanistista ihmiskäsitystä, jossa ihminen nähdään ennemminkin itseohjautuvan, luovana ja tavoitteellisena toimijana. Nykyjohtamisen tehtävänä on luoda edellytykset työntekijöiden kehittymiselle, motivaatiolle sekä luovuudelle.



Kuva 2. Johtamisajattelun muutos (mukaillen Viitala & Jylhä, 2019, luku 1).

Usein johtamistehtävät ovat lyhytkestoisia, vaihtelevia sekä pirstoutuneita, ja ne vaihtelevat strategisista kysymyksistä operatiivisiin päätöksiin. Pääosin suurimmat haasteet johtamisessa on asioiden tärkeysjärjestyksen määrittely. Johtaja joutuu usein toimimaan ”tulipalojen sammuttajana”, koska olosuhteet muuttuvat nopeasti. Tärkeimmät johtamisen tehtäväalueet ovat suunnittelu,

arviointi, organisointi sekä ihmisten johtaminen ja päätöksenteko. Viitala & Jylhä (2019, luku 1)



Kuva 3. Tehtäväkentät johtamisessa (mukaillen Viitala & Jylhä, 2019, luku 1).

Suunnittelu ja sen johtaminen myös tuotannossa, on olennainen osa kaikkea toimintaa. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikki vaiheet suunnitellaan ja organisoidaan mahdollisimman tarkasti etukäteen. Tavoitteet, tavoitteisiin pääseminen ja tapa, jolla niihin päästään on suunniteltava huolella. Järjestelmällisyyttä ja organisointia tarvitaan jatkuvasti. Viitalan & Jylhän mukaan hyvä johtaja osaa motivoida ja sitouttaa ihmisiä saavuttamaan tavoitteet sekä huolehtia, että tiimin jäsenet osaavat työnsä ja pystyvät kehittymään siinä. Kuitenkin havainnot rakennusprojekteista sekä kirjallisuus todistavat, että rakennusalalla riittää paljon puutteita työsuunnittelussa sekä johtamisessa, joka luonnollisesti heikentää tuottavuutta.

3.2 Projektinhallinta ja keskeiset työkalut

Kuten monissa muissa tuotantokeskeisillä aloilla, niin myös rakennusosalalla projektijohtaminen ja sen työkalut ovat keskeisiä asioita tehokkaana ja toimivan tuotannonsuunnittelun hallinnassa. Projektinhallinnan käytännöillä pyritään esimerkiksi parantamaan laatua, varmistaa budjetissa pysyminen, parantamaan kannattavuutta sekä varmistaa pysyminen aikataulussa. Olennainen osa projektinhallintaa ovat siinä käytettävät työkalut ja menetelmät, joiden avulla pystytään kontrolloimaan, suunnittelemaan sekä seuraamaan projektin eri vaiheita. Seuraavana käsitellään projektinhallinnan peruskäsitteitä sekä käytännön työkaluja, jotka sopivat hyvin myös rakennusalan projektien johtamiseen ja hallintaan.

Keskeiset käsitteet ja viitekehykset projektinhallinnassa

Projektinhallinnassa on useita laajasti käytettyjä viitekehyksiä, joista yleisin on PMBOK® (Project Management Body of Knowledge). PMBOK® on laajalti hyväksytty käytössä oleva kriittinen lähestymistapa projektinhallintaan, joka käsittelee kaikenlaisia projekteja. Oppaassa kuvaillaan projektinhallinnan perusprosesseja, periaatteita ja osaamisalueita. (Sotille, 2016)

Koskenvesan & Sahlstedtin (2017, s. 13) mukaan PMBOK-oppaassa projektin prosessit ryhmitellään niiden tyyppin mukaan. Ryhmien välillä on riippuvaisuuksia, ja prosessit suoritetaan aina samassa järjestyksessä jokaisessa hankkeessa. Oppaassa esitetyt prosessiryhmät ovat:

- Aloitus
- Suunnittelu
- Toteutus
- Seuranta ja valvonta
- Lopetus

Koskenvesa & Sahlstedt (2017) kertoo, että PMBOK-oppaissa kuvataan projektinhallinnan prosessit, mutta siinä suositellaan huomioimaan myös tuotesuuntautuneet prosessit. Prosessit ovat jaettu viiteen eri prosessiryhmään

sekä yhdeksään osaamisalueeseen, jotka toimivat projektien ohjausjärjestelmän runkona. Mutta rakennusprosesseissa tarvitaan näiden lisäksi turvallisuuden, ympäristön, talouden ja korvausvaatimusten osaamisalueet. Jotka näkyvät alla olevassa kuvassa:

Projektin kokonaisuuden hallinta <ul style="list-style-type: none"> • Projektin toimilupa • Projektin alustava laajuuden arviointi • Projektisuunnitelma • Projektin ohjaaminen ja hallinta • Muutosten hallinta • Projektin päättäminen 	
PROJEKTIN LAAJUUDEN HALLINTA <ul style="list-style-type: none"> • Laajuuden suunnittelu • Laajuuden määrittäminen • Projektin osittelu • Laajuuden varmistaminen • Laajuuden hallinta 	Projektin ajallinen hallinta <ul style="list-style-type: none"> • Tehtävien määrittäminen • Työjärjestyksen määrittäminen • Tehtävien resurssien arvioiminen • Tehtävien keston arvioiminen • Aikataulun muodostaminen • Aikataulun hallinta • Tehtävien painoarvon määrittäminen • Edistymiskäyrien kehittyminen • Edistymisen seuranta
Projektin kustannusten hallinta <ul style="list-style-type: none"> • Kustannusten arviointi • Budjetin määrittäminen • Kustannusten hallinta 	Projektin laadunhallinta <ul style="list-style-type: none"> • Laadun suunnittelu • Laadunvarmistus • Laadunvalvonta
Projektin henkilöstöjohtaminen <ul style="list-style-type: none"> • Henkilöstösuunnitelma • Projektiryhmän hankinta • Projektiryhmän kehittäminen • Projektiryhmän hallinta • Projektiryhmän päättäminen 	Projektin viestinnän hallinta <ul style="list-style-type: none"> • Viestinnän suunnittelu • Tiedon jakaminen • Suoritusten raportointi • Sidosryhmien hallinta
Projektin riskien hallinta <ul style="list-style-type: none"> • Riskien hallinnan suunnittelu • Riskien tunnistaminen • Riskien laadun analysointi • Riskien määrällinen analysointi • Riskeihin varautuminen • Riskien seuranta ja valvonta 	Projektin hankintojen hallinta <ul style="list-style-type: none"> • Ostojen ja hankintojen suunnittelu • Urakointisopimukset • Tarjouksien pyytäminen • Toimittajien valinta • Sopimuksien hallinta • Sopimuksien päättäminen
Projektin turvallisuuden hallinta <ul style="list-style-type: none"> • Turvallisuussuunnittelu • Turvallisuuden varmistaminen • Turvallisuuden valvonta 	Projektin ympäristöjohtaminen <ul style="list-style-type: none"> • Ympäristösuunnittelu • Ympäristövakuuden suorittaminen • Ympäristön valvonta
Projektin taloudellinen hallinta <ul style="list-style-type: none"> • Rahoitussuunnittelu • Varainhoidon valvominen • Taloushallinto ja kirjanpito 	Projektin korvausvaatimusten hallinta <ul style="list-style-type: none"> • Vaatimusten tunnistaminen • Vaatimusten määrittäminen • Korvausvaatimusten ehkäisy • Korvausvaatimusten päätökset

Kuva 4. Projektinhallinnan osaamisalueet sekä niiden sisältämät projektin hallinnan prosessit (mukaiillen Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 12).

Uusimmassa PMOK -oppaassa projektinhallintaa käsitellään hieman erilaisesti. Aiemmissa PMBOK-oppaissa projektinhallintaa käsittely on lähinnä prosessipohjaista, mutta uusimmassa painoksessa projektinhallintaa käsitellään periaatteiden kautta, jonka tarkoituksena on tehostaa projektinhallintaa entisestään. (Ashwini, 2024)

PMBOK® - oppaan uusimmassa eli seitsemännessä painoksessa on määritelty projektinhallinnan 12 periaatetta:

1. Toimi huolellisesti, kunnioittavasti ja vastuullisesti (Be a Diligent, Respectful, and Caring Steward)
2. Luo yhteistyötä tukeva projektitiimien ympäristö (Create a Collaborative Project Team Environment)
3. Toimi sidosryhmien kanssa tehokkaasti (Effectively Engage with Stakeholders)
4. Keskity tuottamaan arvoa (Focus on Value)
5. Tunnista, arvioi ja reagoi järjestelmän vuorovaikutuksiin (Recognize, Evaluate, and Respond to System Interactions)
6. Osoita johtajuutta (Demonstrate Leadership Behaviors)
7. Mukauta toimintaa kontekstien mukaan (Tailor Based on Context)
8. Rakenna laatua prosesseihin ja tuotoksiin (Build Quality into Processes and Deliverables)
9. Moninaisuuden arvostaminen (Navigate Complexity)
10. Optimoimoi riskivasteet (Optimize Risk Responses)
11. Hyväksy mukautuvuus ja joustavuus (Embrace Adaptability and Resiliency)
12. Mahdollista muutos tavoitellun tulevaisuuden saavuttamiseksi (Enable Change to Achieve the Envisioned Future State). (Project Management Institute (PMI), 2021).

Projektinhallinnan työkaluja

Mäntyneva (2016, luku 16) kertoo hyvän projektikulttuurin olevan osaamista sekä toimintatapoja, jotka tehostavat ja tukevat projektinhallintaa. Osa toimintatapoja ovat myös projektinhallintaa tukevat työkalut ja menetelmät, joiden avulla tuetaan projektitoiminnan toteuttamista toimintamallin mukaisesti. On tärkeää, että organisaatiot pyrkivät kehittämään omaa projektiosaamista. Osa kehittämisen kulttuuria on virheistä ja onnistumisista oppiminen, kuten hyviksi todettujen toimintatapojen tai työkalujen käyttö myöhemmissäkin projekteissa.

Vaikka projektinhallinnan työkalut ovat pääosin hyödyllisiä, niin Favari (2023, s. 33–34) muistuttaa, että työkalut ja prosessit ovat tarpeellisia ainoistaan niin kauan, kun ne toimivat apuvälineinä tavoitteen saavuttamiseksi. Favari (2023, s. 53–54) painottaa myös huolellisen suunnittelun merkitystä projekteissa. Jos suunnitellaan väärillä tiedoilla ja arvoilla, on mahdotonta onnistua projektissa, vaikka olisikin hyvät työkalut käytössä.

Seuraavana esittelen lyhyesti muutamia yleisimpiä projektinhallinnan aikataulujohtamisen työkaluja:

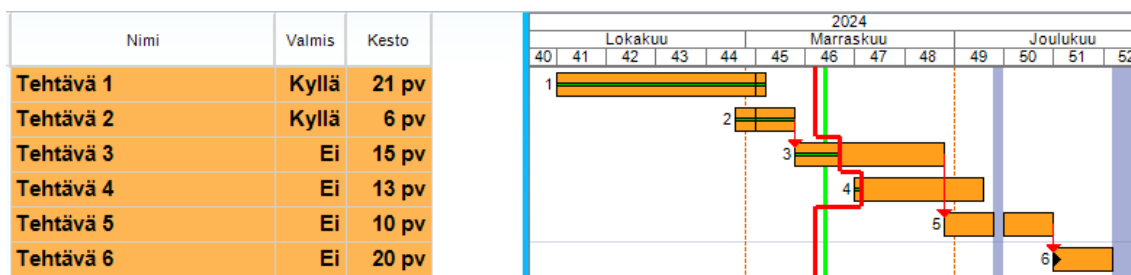
Gantt-kaavio

Gantt-kaavio on yksi projektien perusvälineistä, joka toimii kaikkien osapuolten työkaluna seuraamaan projektin edistymistä. Kaavion tulee olla selkeä ja helposti ymmärrettävissä, siinä pitää esittää edistymisen mittari sekä kriittinen polku (Favari, 2023, s. 45–55).

Ennen Gantt-kaavion luontia, projekti jaetaan pienempiin tehtäviin ja näiden keskinäiset riippuvuudet määritellään. Kaaviossa projektin aikataulu esitetään visuaalisesti siten, että vaaka-akseli kuvaa aikaa ja vasemmalla pystysuunnassa on kirjattu tehtävät ja tavoitteet. Jokaisesta tehtävästä tulee palkki aikajanelle, joiden pituus kertoo tehtävän keston. Näin ollen kaaviosta

näky selkeästi tehtävien järjestys sekä keskinäiset riippuvuudet. (Laiho, 2019, s.23–24).

Rakennusalalla aikataulujen teko on arkipäivää, ja aikatauluja tehdään paljon. Koskenvesa & Sahlstedt (2017, s.9) mukaan rakennusalalla jana-aikataulut, jotka perustuvat Gantt-kaavioon ovat laajassa käytössä.



Kuva 5. Esimerkkikuva GANTT-kaaviosta (Oma-aineisto).

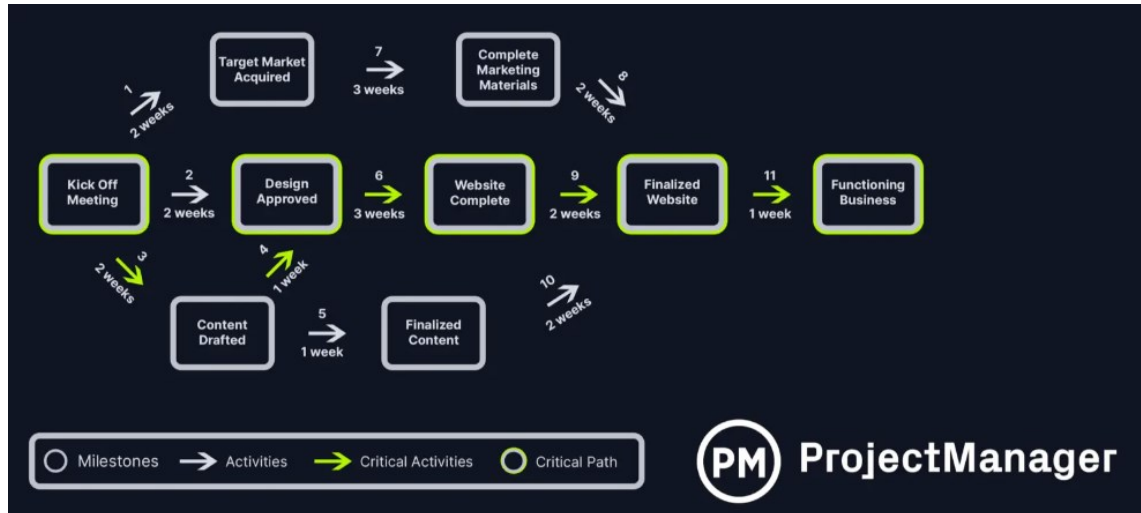
Esimerkkikaaviossa (Kuva 5) tehtävät, niiden status ja kesto päivissä on merkitty oikeanpuoleiseen pystysarakkeeseen. Yläreunan vaakarivillä esitetään viikot, kuukaudet ja vuosi. Oranssit vaakapalkit havainnollistavat kunkin tehtävän kestoja, kun taas punaiset nuolet kuvaavat tehtävien välisiä riippuvuuksia (esim. Tehtävä 2 → Tehtävä 3 → Tehtävä 5 → Tehtävä 6). Vihreä pystyjana osoittaa tarkastelun hetkisen päivämäärän, ja punainen pystyjana havainnollistaa tehtävien edistymisen tilannetta.

CPM – Critical Path Method

Kriittisen polun menetelmä on projektinhallinnan tekniikka, joka auttaa aikatauluttamaan ja suunnittelemaan toimenpiteitä tehokkaasti sekä selkeästi. Kriittinen polku koostuu peräkkäisistä tehtävistä, jotka määrittävät projektin kokonaiskeston. Kriittisen polun analysoinnissa tulee projekti ensin jakaa pienempiin työvaiheisiin, jonka jälkeen tehtävien väliset riippuvuudet selvitetään. Kun riippuvuudet on selvitetty, niin määritetään kriittinen polku, joka vie pisimmän ajan projektin alusta loppuun. (Antill & Woodhead, 1991, s. 1–16)

Artto ym. (2008, s. 32) korostava, että jos kriittisellä polulla oleva tehtävä myöhästyy, tarkoittaa se koko projektin aikataulun viivästymistä.

Usein CPM toteutetaan alla olevan kuvan mukaisena graafisena kaaviona. Kaaviossa näytetään projektin eri tehtäviä, niiden järjestykset ja aikataululliset riippuvuudet (Sears ym., 2015, s. 24).



Kuva 6. Esimerkkikuva CPM -kaaviosta (ProjectManager.com, 2024).

PERT-analyysi

Program Evaluation and Review Technique eli PERT on projektinhallintamenetelmä, jossa käytetään todennäköisyyslaskentaa. Tällä tekniikalla selvitetään optimistisin, pessimistisin sekä todennäköisin valmistumisaika, jonka jälkeen näistä arvoista lasketaan työn keskimääräinen kesto. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 9)

Vaikka CPM ja PERT vaikuttavat samanlaisilta aikataulutekniikoilta keskenään, niin niissä on kumminkin merkittäviä eroja. Arto ym. (2008) mukaan PERT-tekniikan ja CPM-tekniikan keskeisin ero on se, että PERT soveltaa tilastollista laskentaa tehtäväverkoissa, kun taas CPM ei.

PERT-analyysin arviot lasketaan alla olevan kaavan Project Management Institute (2024) mukaisesti:

$$\text{Odotettu kesto (TE)} = \frac{(O + 4M + P)}{6} \quad (1)$$

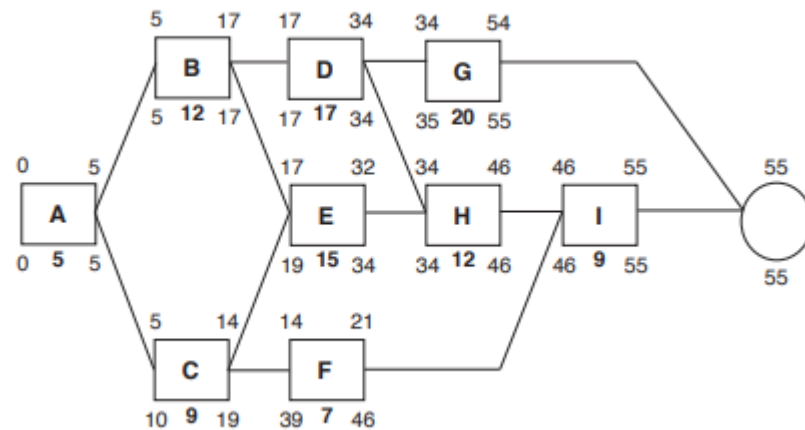
jossa

O on optimistinen arvio – lyhin mahdollinen kesto

M on todennäköinen arvio – yleisin tai todennäköisin kesto

P on pessimistinen arvio – pisin mahdollinen kesto

Näiden arvioiden avulla PERT laskee tehtävän odotetun keston. (Anderson, 2024)

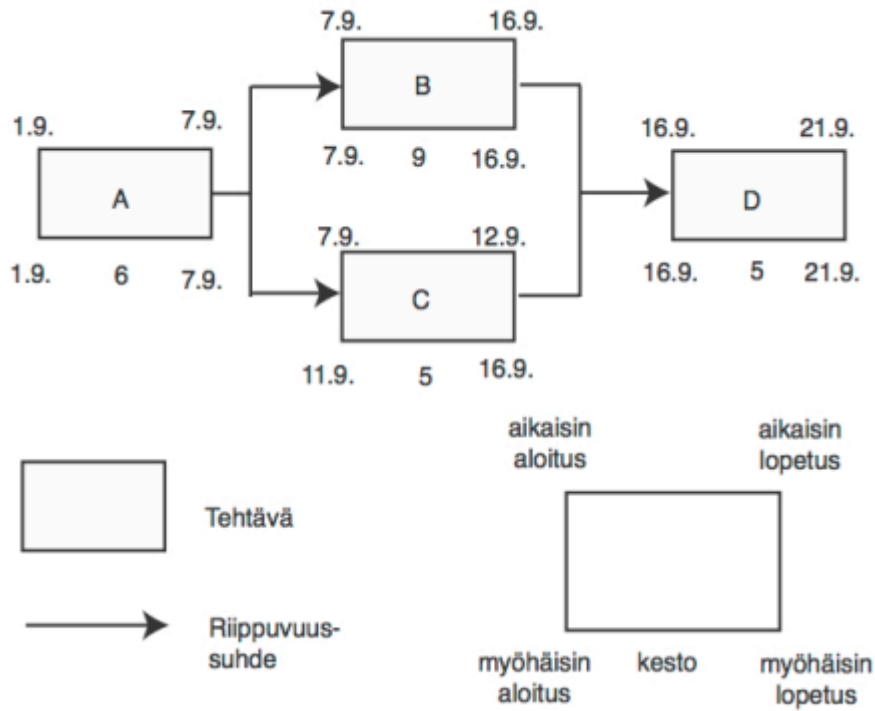


Kuva 7. Esimerkki PERT kaaviosta lohkonverkko-tekniikan avulla. Kriittinen polku on ABDHI. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 36)

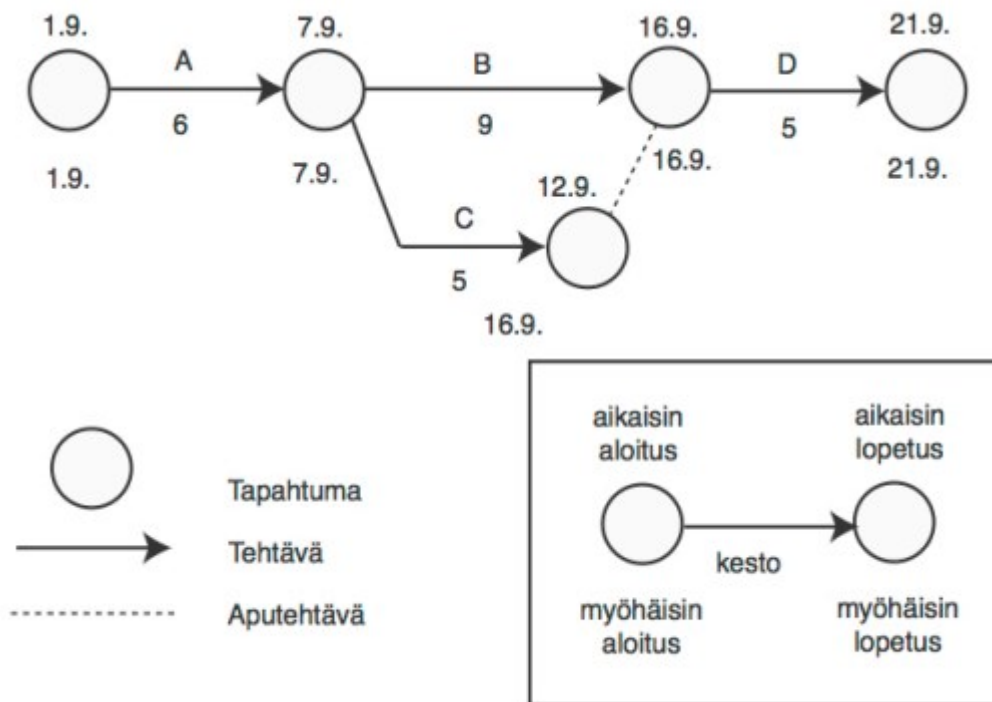
Koskenvesan & Sahlstedtin (2017, s.35) mukaan PERT-menetelmää käytetään harvoin rakentamisessa, koska rakennusprojektien kestot ovat yleisesti hyvin ennustettavissa. PERT on hyödyllinen apuväline projekteissa, joissa on paljon epävarmuutta. Lisäksi PERT analysoi vain yhtä tehtäväpolkua kerrallaan, mikä tekee koko projektin aikataulun hallinnasta haastavaa. Ongelmana on myös rakennusaikataulujen mahdolliset päivitykset projektin aikana, jotka ovat yleisiä. Huolimattomat päivitykset heikentävät aikataulun luotettavuutta. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 36)

Sekä PERT - että CPM-tekniikoissa käytetään usein graafisina esitysmuotoina nuoliverkkotekniikkaa tai lohkonverkko-tekniikkaa. Tärkeimpänä erona näillä esitysmuodoilla on se, että nuoliverkossa tehtävät kuvataan nuolina ja

riippuvuudet solmuina, kun taas lohkoverkossa tehtävät esitetään solmuina ja riippuvuudet niiden välisinä viivoina. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 33–37)



Kuva 8. Esimerkki lohkoverkko-tekniikasta. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 34)



Kuva 9. Esimerkki nuoliverkkotekniikasta. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 33)

Monte Carlo-simulaatio

Monte Carlo-simulaatio on tehokas menetelmä, jolla voidaan ratkaista monimutkaisia sekä käytännönläheisiä ongelmia. Simulaatiota käytetään usein riskienhallinnassa sekä ennusteiden laadinnassa. Menetelmässä mallinnetaan tuhansia mahdollisia skenaarioita, jotta voidaan arvioida projektien riskejä ja epävarmuustekijöitä. (Mun, 2010, s.81–82)

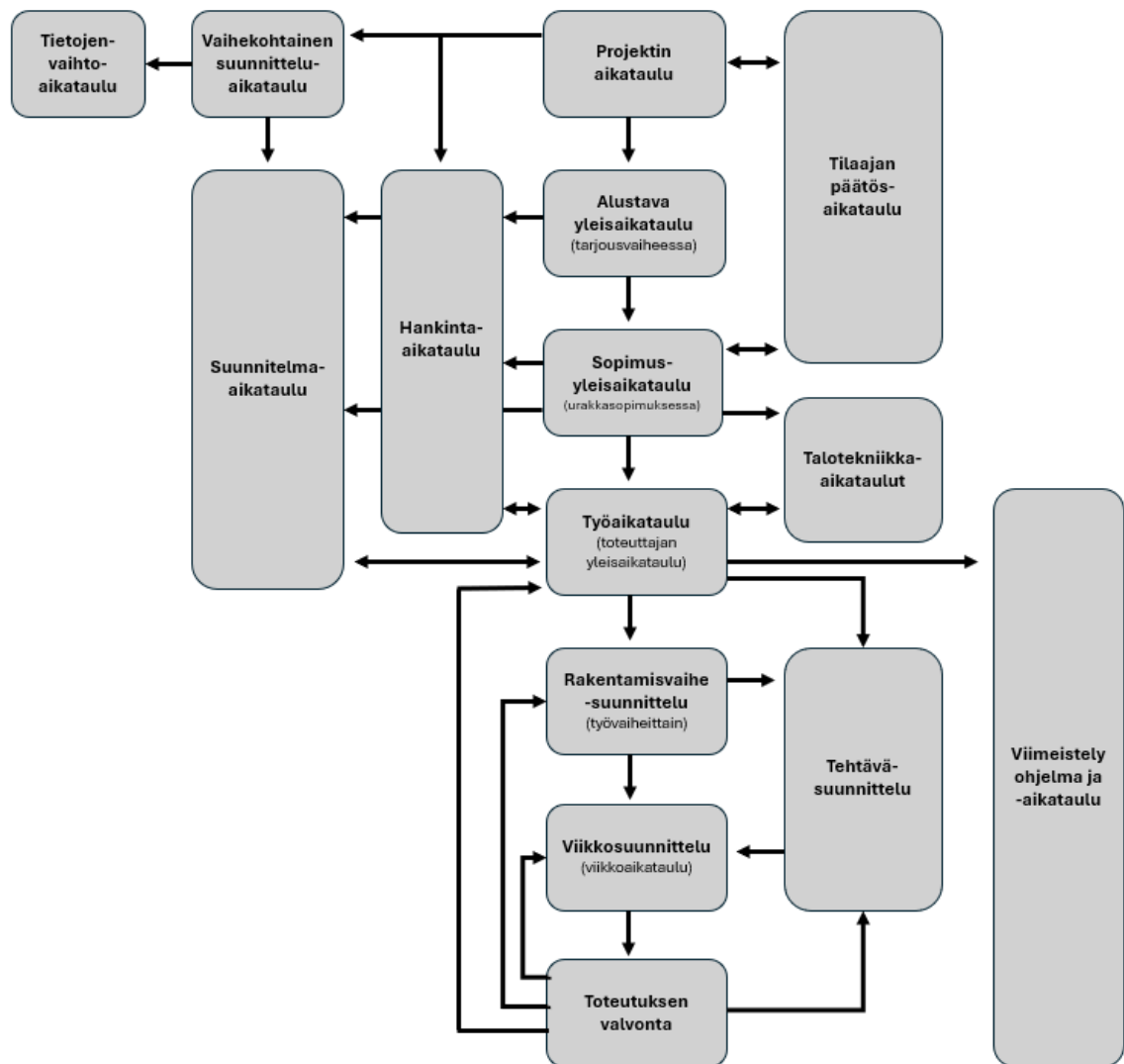
Kerzner (2013, s. 894) mukaan Monte Carlo-simulaatiolla voidaan laskea todennäköisyyksiä esimerkiksi eri valmistumisajankohdille, joka auttaa projektitiimiä varautumaan riskitekijöihin.

Monte Carlo-simulaatiot eivät ole laajalti vakiintuneet Suomen rakennusalalla, vaikka menetelmä tarjoaakin tehokkaita keinoja riskien arviointiin. Kuitenkin muun muassa Sweco Finland tarjoaa palvelua, jossa hyödynnetään Monte Carlo-analyysiä rakennushankkeiden aikataulujen sekä kustannusten arvioinnissa. (Swecon, 2024) sivuilla kerrotaan Monte Carlo-analyysin

havainnollistavan sen, että rakennuskustannukset eivät ole täysin ennakoitavissa ennen projektin alkua eli hankkeen riskit vaikuttavat kustannuksiin.

3.3 Rakennushankkeen aikataulutuksen valmisteluvaiheessa

Aikataulutuksen rakennushankkeessa on avainasemassa onnistuneeseen projektiin. Rakentamisessa on useita erilaisia aikatauluja, joiden tarkoituksena on auttaa saavuttamaan projektin ajalliset tavoitteet. Aikataulujen laadinta sekä valvonta edellyttää tuotannonsuunnittelua- sekä ohjausta. Aikataulu määrittää rakennusprojektin toteutuksen mallin. Tehtävien ajoitus tulee perustua realistisiin käytössä oleviin tietoihin. Tässä osiossa käydään rakennushankkeen valmisteluvaiheessa tehtävien aikataulujen laadintaa ja aikataulun laadinnan johtamista läpi.



Kuva 10. Rakennusprojektin aikataulusuunnittelun eteneminen (mukaillen Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 40).

3.3.1 Hankeaikataulu

Rakennusprojektin aikataulusuunnittelu alkaa hankesuunnitteluvaiheessa, jolloin laaditaan hankeaikataulu. Hankeaikataulu, toiselta nimeltään projektiaikataulu, on rakennuttajan laatima aikataulu, jonka tarkoituksena on tarkastaa, että projekti on toteutettavissa normaalin rakennusajan puitteissa.

Hankeaikataulua hyödyntäen tilaaja pystyy myös hoitamaan omat osuutensa projektissa muun muassa suunnitelmat, rahoitukset sekä sivu-urakat.

Hankeaikataulu tulee olla realistinen sekä tavoitteellinen, koska se luo perustan koko hankkeen aikataulutukselle. (Sahlstedt ym., 2023, s. 8, 10)

Koskenvesan & Sahlstedtin (2017, s.41) mukaan rakennuttajan tulee tehdä aikataulupäätöksiä hankeaikataulua varten. Esimerkkejä asioista, joita rakennuttajan tulee päättää:

- kokonaiskesto
- välitavoitteet
- suoritusjärjestys (sivu-urakat, rakennuttajan erillishankinnat, välitavoitteet)
- suunnitelmien valmistumisajankohdat
- suunnittelun sekä rakentamisen limitys

Hankeaikataulun laadintaan vaikuttaa myös urakkamuoto, joita on useita erilaisia:

- jaettu urakka
- kokonaishintainen urakka
- KVR-urakka
- projektinjohtourakka
- allianssimalli
- omaperustainen urakka

Hankeaikatauluun aikataulutetaan tehtäväkokonaisuuksia eli vaiheita koko projektin osalta. Tehtäväkokonaisuuksista tehdään myös erilisiä pienempiä aikatauluja esimerkiksi suunnittelu-aikataulu, tietojen vaihtoaikataulu ja tilaajan päätösaikataulu. Itse hankeaikatauluun aikataulutettavia vaiheita ovat:

- tarveselvitysvaihe
- hankesuunnitteluvaihe
- ehdotus- ja yleissuunnitteluvaihe

- toteutussuunnitteluvaihe
- rakentamisvaihe ja vastaanottopäätös
- takuu aika

(Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 40–41)

3.3.2 Yleisaikataulu

Yleisaikataulu on aikataulu, joka kuvaa koko hankkeen suunnitellun työn etenemisen. Sen lisäksi, että se kuvaa työvaiheiden järjestyksen ja ajoituksen, yleisaikatauluun sisällytetään myös hankkeen keskeisimpien resurssien mitoitus. Näin ollen se toimii perustana resurssisuunnittelulle sekä resurssihallinnalle. (Sahlstedt ym., 2023, s. 25)

Yleisaikataulun perusteella tehdään myös tarkemmat aikataulut kuten hankinta-, suunnittelu-, rakentamisvaihe-, viikko-, ja luovutusaikataulut. Yleisaikataulu antaa myös lähtötiedot urakkasopimuksien aikataulullisten sisältöjen laatimiseen.

Yleisaikataulun versioita on usein kolme, jotka ovat sisällön tarkkuustasoltaan ja käyttötarkoituksiltaan erilaisia: alustava yleisaikataulu, sopimusyleisaikataulu sekä työaikataulu. Työaikataulu on aikataulu, jota käytetään työmaalla tuotannossa töiden konkretisoituessa käytäntöön. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, luku 3)

Yleisaikataulujen laadinta etenee siten, että pääurakoitsija laatii ennen rakentamispäätöstä tai urakkatarjouksen antamista projektille alustavan yleisaikataulun, joka käydään sopimusneuvotteluissa läpi. Jos sopimusneuvotteluissa nähdään tarpeelliseksi, niin alustavaa yleisaikataulua muokataan ja tarkennetaan, jonka jälkeen siitä tulee sopimusyleisaikataulu. Pääurakoitsija tarkentaa aikataulun vielä työaikatauluksi työmaan ja urakoitsijoiden töiden yhteensovittamista varten. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, luku 3)

Pääsääntöisesti yleisaikataulun laadinnan vastuuhenkilönä toimii työpäällikkö, joka laatii aikataulun yhdessä vastaavan työnjohtajan kanssa. Vastaava työnjohtaja vastaa aikataulun yksityiskohtaisesta suunnittelusta ja käytännön toteutuksesta. (Sahlstedt ym., 2023, s. 24, 46)

Pelkästään aikataulujen laatiminen on turhaa, jos aikataulut eivät ole tarkkaan mietittyjä ja toimivia. Sahlstedt ym. (2023, s. 12) kertovat, että toimivan aikataulun kannalta tärkeää on:

- valita aikatauluun keskeiset tehtävät
- aikataulun mitoitusperiaatteet ovat oltava realistisia
- tehtäville on oltava riittävä toteutusaika
- tehtävän paikka- ja aika suunniteltava huolella, jotta päällekkäisiä työvaiheita ei olisi samoissa tiloissa
- aikataulujen kokonaisuudet tulee pystyä osittamaan lähempänä toteutushetkeä
- riippuvuudet on huomioitu
- olosuhdehuomiot esim. kuivumisajat sekä talvityöt
- aikataulu on esitettävä siten, että sitä pystyy hyödyntämään muissa aikatauluissa sekä sillä pystyy seuraamaan toteumaa

Alustava yleisaikataulu

Tuotannon aikataulusuunnittelu alkaa valmisteluvaiheessa ja etenee vaiheittain projektin etenemisen mukaan. Sahlstedtin ym. (2023, s. 12) mukaan alustavan yleisaikataulun suunnittelu alkaa rakennusaikataulun kireyden tarkastamisella, jolloin varmistetaan, että suunnitelma on toteutettavissa sekä realistinen suhteessa resursseihin. Koskenvesa & Sahlstedt (2017, s. 43) mainitsee että aikataulusuunnittelun sisältöön kuuluu myös tehtävien ajoitus ja resurssien tasaamisen, joka mahdollistaa rytmittämään työt tehokkaasti ja varmistamaan tuotannon sujuvuuden.

Alustavan yleisaikataulun tarkoituksena on tarkastella, miten tilaajan hankeaikataulun määreet ovat toteutettavissa rakennusaikaan ja onko

hankkeen kireystaso oikein. Koskenvesan & Sahlstedtin mukaan alustavaa yleisaikataulua voidaan hyödyntää valmisteluvaiheessa myös:

- tarjouslaskennassa töitä ajoittamassa
- aikasidonnaisten kustannusten laskentaperusteena
- arvioida töiden sijoittumista eri vuodenaikoihin
- vaadittavien välitavoitteiden saavuttamisen arviointiin
- arvioimaan tärkeimpien ja pitkien toimitusaikojen materiaali- ja alihankintojen toimitusaikoihin
- arvioimaan resurssointia

Koskenvesa & Sahlstedt painottavat, että alustavan tuotannonsuunnittelun päällimmäisenä tavoitteena on tutkia ja vertailla erilaisia toteutusvaihtoehtoja.

Lähtötietoina alustavaan yleisaikatauluun käytetään tarjouspyyntöasiakirjoja, joihin sisältyy:

- tarjouspyyntökirje
- kaupalliset asiakirjat
 - urakkaohjelma
 - urakkarajaliite
 - yksikköhintaluettelo
 - tarjouslomake
- tekniset asiakirjat
 - piirustukset
 - selostukset

Näiden tietojen perusteella yleisaikatauluun valitaan tärkeimmät tehtävät, joiden laajuus usein on kohteen mukaan 20–40. Aikatauluun määritetään aikataulutehtävien aloitus- ja valmistumisajankohdat, välitavoitteet, tärkeät välietapit (mm. sähköt päällä, lämmöt päällä, vaippa ummessa) sekä koko hankkeen valmistumispäivämäärä. Tehtäviin merkitään kunkin osalta määrät sekä yksiköt määräluettelon mukaan. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 43–44)

Sahlstedtin ym. (2023, s. 11) mukaan aikataulun laadintaan tarvitaan lähtötietojen lisäksi tietoa työsaavutuksista, työmenekeistä ja kapasiteeteista. Myös työryhmien koko on olennainen tieto, jotta työsaavutukset ja menekit saadaan aikataulutettua oikein. Rakennustiedon Ratu-korteista sekä aikataulukirjasta löytyy tarvittavaa tietoa työsaavutuksista sekä työmenekeistä eri työvaiheiden aikatauluttamiseksi.

Koskenvesa & Sahlstedt (2017, s. 44) kertovat, että aikataulutukseen tarvittavana tietona käytetään usein myös yrityksen omia tiedostoja sekä omia kokemuksia. Menekkitietojen perusteella saadaan laskettua kunkin tehtävän kesto kokonaisuikana eli työnvaihe-aika, T_4 . Rakennusaikataulun tehollinen rakennusaika määritetään vähentämällä rakennusajan kokonaiskestosta keskeytykset. Keskeytyksiä ovat esimerkiksi kesälomat ja ennalta tiedetyt tautot. Laskenta tehdään työmaalla tehtävien töiden kokonaistyöpanoksen avulla.

Suurissa kohteissa, joissa kokonaistyöpanos on yli 10 000 tth, rakennusajan normaalikesto (kk) saadaan laskemalla alla olevalla kaavalla (Sahlstedt ym., 2023, s. 13):

$$T_N = 4,6 \times I_n - 35,0 \quad (2)$$

ja pienissä hankkeissa, joissa kokonaistyöpanos on alle 10 000 tth, rakennusajan normaalikesto (kk) lasketaan alla olevalla kaavalla (Sahlstedt ym., 2023, s. 13):

$$T_N = 1,8 \times I_n - 9,3 \quad (3)$$

joissa

T_N on rakennusajan normaalikesto

I_n on hankkeen kokonaistyömäärä.

Alustava yleisaikataulu on usein jana-aikataulu ja / tai paikka-aikakaavio, jonka sisällössä tulee esittää:

- aikataulutehtävä sekä tehtävän kesto ja ajoitus
- nimikkeistötunnus tai tehtävännumero
- suoritemäärä ja yksiköt
- työmenekki / työsaavutus
- työryhmä = henkilöresurssit

(Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 44).

Sopimusyleisaikataulu

Sopimusyleisaikataulu tehdään alustavaan yleisaikatauluun mahdollisista tarkennuksista ja muutoksista, jotka käydään läpi sopimusneuvotteluissa. Sahlstedt ym. (2023, s. 11) painottaa, että sopimusaikataulussa tulee olla tärkeät ajankohdat merkittynä molemmilta sopimusosapuolilta eli rakennuttajalta sekä pääurakoitsijalta. Tärkeitä ajankohtia on esimerkiksi rakennuttajan puolelta heidän erillishankintansa sekä niiden toimintakokeet. Molempien osapuolten hyväksymä sopimusyleisaikataulu liitetään sopimuksen yhteyteen.

Usein työn aloitus- ja valmistumispäivämääriä ei voida enää tässä vaiheessa muuttaa, joten aikataulutehtävien kesto tulee tarkastaa erittäin huolella ennen sopimuksen kirjoitusta. Myös välitavoitteet tulee huolella tarkastaa, sopimusneuvotteluissa rakennuttaja saattaa haluta välitavoitteet sakollisiksi, joka tarkoittaa, että mahdollisista viivästyksistä välitavoitteisiin rakennuttajalla on oikeus periä sakkoja. Koskenvesan & Sahlstedtin (2017, s. 45) mukaan tämä hankaloittaa myös työjärjestyksien ja ajankohtien muuttamista jälkikäteen.

Koskenvesa & Sahlstedt kertoo, että rakennuttaja käyttää sopimusyleisaikataulua valvontaan, jotta tietää miten pääurakoitsija edistyy, ja tällä tavoin pystyy ohjaamaan pääurakoitsijan toimia. Jos aikataulua halutaan

vielä sopimuksen jälkeen muokata, niin sopimukseen tulee kirjata tapa, jolla pääurakoitsija voi hyväksyttää muutokset yleisaikatauluun.

Työaikataulu

Sopimusyleisaikataulun ollessa valmiina rakennuttajan ja päätoteuttajan välillä, niin päätoteuttaja tarkentaa vielä sopimusyleisaikataulua työmaata ja urakoitsijoita palvelevaksi työaikatauluksi, työmaalla tätä kutsutaan yleisaikatauluksi. Työaikatauluun perustuu päätoteuttajan ja urakoitsijoiden väliset sopimukset. (Sahlstedt ym., 2023, s. 25)

Työaikatauluun rakennus lohkotaan sekä työtehtävät lohkotaan pienempiin osatehtäviin. Työaikataulussa tulee aina esittää myös talotekniikkatöiden aikataulutehtävät, luovutustoimenpiteet sekä siinä tulee ottaa kantaa kuivumisolosuhteisiin. Työaikataulun eli yleisaikataulun perusteella tehdään myös muut työmaan aikataulut kuten työvaihe aikataulut sekä viikkoaikataulut. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 44–45)

Työaikataulu tehdään aiemman sopimusaikataulun lähtötietojen perusteella ja töiden toteuttamisajat esitetään ilman häiriöitä. Muita lähtötietoja, joita työvaihe aikataulun laadintaan tarvitaan:

- määrälaskelmat
- kustannusarviot
- sopimusasiakirjat
- tekniset suunnitelmat
- resurssit ja niiden rajoitukset
 - työvoiman käytön periaatteet ja aliurakkana tehtävät työt
- rakennuspaikka ja sen olosuhdetiedot
- lomat ja vapaapäivät
- tuotantotiedostot
 - jälkilaskentatiedot
 - Ratu-tiedostot

Sopimusaikataulusta ja alustavasta yleisaikataulusta poiketen, työaikataulu perustuu tehollisiin työvuoroaikoihin (T3) sekä häiriöpelivaroihin. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 44–45)

Rakennusalan yleiset sopimusehdot 1998 (YSE 1998) on Suomessa yleisesti käytetty sopimusehtokokoelma, joka määrittää rakennusurakoiden toteutusta koskevat peruseriaatteet ja velvoitteet. YSE 1998:ssa käsitellään myös työaikataulua.

Ote rakennusurakan yleisistä sopimusehdoista (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 (RT 16-10660), 1998, luku 1, §5):

”1. Työmaan johtovelvollisuuksista vastaava urakoitsija laatii yhteistyössä muiden urakoitsijoiden ja tilaajan kanssa työmaan työaikataulun, jossa esitetään työvaiheiden ja niiden edellyttämien hankintojen keskinäinen suoritusjärjestys ja eteneminen siten, että kaikki urakoitsijat ja asiantuntijat voivat tahdistaa tehtävänsä sen mukaisesti.

2. Urakoitsijan on osallistuttava tilaajan ja muiden urakoitsijoiden kanssa työaikataulun ja työsuunnitelman laatimiseen. Aikataulua laadittaessa on otettava huomioon toimintakokeiden ja koekäytön vaatima aika sekä urakoitsijan omien töiden järjestely. Työaikataulu hyväksytään yhteisesti noudatettavaksi ja aikataulun tarkentumista lukuun ottamatta sitä voidaan muuttaa vain yhteisesti sopimalla.” (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 (RT 16-10660), 1998)

3.3.3 Suunnitelma-aikataulu ja hankinta-aikataulu

Suunnitelma-aikataulu

Suunnittelun johtamiseen on laadittava suunnitelma-aikataulu. Hyvällä suunnitelma-aikataululla ja sen johtamisella varmistetaan, että kaikki suunnitelmat saadaan ajoissa ja oikeassa järjestyksessä. Näin ollen myös

vahvistetaan tuotannon hankintojen ja töiden sujuvuus. Suunnitelma-aikataulussa määritetään aikaikkunat arkkitehti-, rakenne- ja erikoissuunnittelijoille, jonka mukaan heidän suunnitelmansa tulee olla tehtynä.

Usein suunnittelu-aikatauluja aletaan muodostamaan jo ennen urakkasopimuksen tekemistä. Koskenvesa & Sahlstedt (2017, s. 48) muistuttaa huomioimaan, että urakkasopimuksen malli vaikuttaa esimerkiksi suunnitelmien tarkkuustasoon, työpiirustusten laadinta-aikaan sekä hankinnoille varattuun neuvottelu-aikaan.

Toimivan suunnitelma-aikataulun lähtötietoina tarvitaan toimiva yleisaikataulu sekä suunnittelu-aikataulu. Suunnittelu-aikataulu on yhteisesti kaikkien suunnittelijoiden hyväksymä aikataulu. Suunnittelu-aikataulu tehdään rakennuttajan sekä suunnittelijoiden sopimuksen perusteella. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 48)

Suunnitelma-aikataulun laadinnan vastuuhenkilöistä on usein eri variaatioita. Koskenvesan & Sahlstedtin (2017, s. 49) mukaan usein työmaainsinööri / työnsuunnittelija laatii aikataulun yhdessä vastaavan työnjohtajan sekä suunnittelijoiden kanssa.

Suunnitelma-aikataulua tulee myös johtaa, jotta asiat etenevät suunnitellusti. Suunnitelma-aikataulun johtamiseen sisältyy useita keskeisiä menetelmiä, joiden avulla aikataulun toteutumista varmistetaan ja ohjataan:

- **Tietojen siirron varmistaminen:** suunnittelijat välittävät tiedot aikataulun mukaisesti.
- **Säännölliset suunnittelukokoukset:** kokouksissa tarkastetaan suunnittelun eteneminen, avoimien asioiden edistyminen sekä tilaajan antamien lähtötietojen aikataulussa pysyminen.
- **Suunnitelmamuutoksien hyväksyminen**
- **Hyväksytty suunnitelma-aikataulu:** suunnitelma-aikataulun toteutumista seurataan säännöllisesti mm. suunnittelukokouksissa.
- **Risteilypalaverit:** näissä palavereissa varmistetaan eri suunnittelijoiden väliset törmäilyt

- **Projektipankki ja vastuuhenkilöluettelo:** pidetään huolta, että tiedot ja vastuuhenkilöt ovat ajan tasalla.
(Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 50)

Hankinta-aikataulu

Koskenvesa & Sahlstedt (2017, s. 48–49) kertovat, että toiminnalliset sekä kaupalliset tavoitteet määrittävät usein suunnitelmien valmistuspäivämäärät. Myös hankintaprosessin kesto on kriittinen reunaehto suunnittelu-aikataululle. Siksi hankinta-aikataulu on sidoksissa suunnitelma-aikatauluun. Hankinta-aikataulun perusteella voidaan määrittää, milloin suunnitelmat tulee olla valmiina tiettyjä hankintapaketteja koskien.

Hankinta-aikataulu ja sen johtaminen on olennainen osa rakennushankkeen projektinhallintaa, ja sen tarkoituksena on varmistaa, että tarvittavat materiaalit ja aliurakat ovat käytettävissä oikeaan aikaan työmaalla. Hankinta-aikataulu liittyy kiinteästi työaikatauluun ja rakennusprojektin kokonaisaikatauluun.
(Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 51)

Koskenvesan & Sahlstedtin (2017, s. 51) mukaan hankinta-aikataulun laatii usein työmaainsinööri yhdessä vastaavan työnjohtajan sekä hankinnoista vastaavan kanssa. Tämä aikataulu laaditaan rakennusprojektin työaikataulun perusteella, ja sen tavoitteena on varmistaa materiaalien ja rakennusosien oikea-aikainen toimitus työmaalle sekä aliurakoiden aloitus aikataulussa, joka varmistaa, että rakentaminen ei viivästy toimitusten tai hankintojen puutteiden vuoksi.

Hankinnat ajoitetaan toimituksen aloituksesta taaksepäin, jotta tarjouspyyntöihin, tarjouksen käsittelyyn, neuvotteluihin sekä päätöksentekoon jää riittävästi aikaa. Hankinnan kriittisyyden sekä markkinatilanteen huomioiminen on olennainen toimivan hankinta-aikataulun laadinnassa. Tämä suunnittelu auttaa varmistamaan, että toimitusajat ja hankinnat sopivat yhteen projektin tarpeiden kanssa. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 51)

Hankinta-aikataulussa määritetään hankintakokonaisuudet, kuten materiaalit ja aliurakat, niiden nimikkeet, määrät ja yksiköt. Näiden tietojen avulla varmistetaan, että kaikki tarvittava on saatavilla oikeaan aikaan. Muita hankinta-aikatauluun merkittäviä asioita ovat: tarjouspyyntöjen lähettämispäivä, sopimuksen tai tilauksen valmistumispäivä sekä toimitusajankohdat. Rakennusvaiheen aikana hankinta-aikataulu toimii myös seurantatyökaluna, ja siihen kirjataan suoritettut hankintatoimenpiteet. Hankinta-aikataulua päivitetään jatkuvasti ja poikkeamat aikataulussa tulee havaita ja korjata ajoissa. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 52)

Hankinta-aikataulu toimii myös hyvänä työkaluna työmaaorganisaatiolle toimitusten varmistamisena. Työmaahenkilöstön tulee valmistautua toimituksiin ja alkaviin aliurakkasuoritteisiin esimerkiksi nosto- ja purkukalustolla. Toimitukset merkitään hankinta-aikatauluun. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 52–53)

On mahdollista myös käyttää yhdistettyä aikatauluversiota, joka kulkee nimellä LSH-aikataulu (lähtötieto-suunnittelu-hankinta-aikataulu). LSH-aikataulu laaditaan rakennustyön aikataulujen pohjalta, ja siinä esitetään suunnitelmien tarveajankohdat hankintaa ja toteutusta varten. Tavoitteena on varmistaa suunnitelmien saatavuus tuotannon etenemisen mukaisesti. Projekti- tai työpäällikkö laatii LSH-aikataulun yhdessä työmaapäällikön kanssa, ja se käydään läpi suunnittelijoiden, tilaajan ja käyttäjien kanssa, jolloin kaikki osapuolet saadaan sitoutettua päätöksentekoon. LSH-aikataulu varmistaa, että hankinnat ehditään toteuttamaan ajoissa ja työmaaorganisaation suunnittelema toteutusjärjestys voidaan saavuttaa. Se toimii myös laadunvarmistuskeinona, ohjaten suunnittelua hallitusti hankintakokonaisuuksittain. (Talja, 2024)

3.4 Tahtituotanto

Bichenon & Holwegin (2023, luku 18) mukaan tahtituotanto on yksi tuotannonohjausmenetelmä, jossa työvaiheet ja resurssien käyttö rytmitetään asiakkaan kysynnän mukaisesti. Tämä systeemi määrittää, kuinka usein työvaiheiden tulisi valmistua, jotta tuotanto etenee tasaisesti ja jatkuvasti. Tahtiaikataulussa määritetään kuinka pitkään yksi työvaihe saa kestää, jotta kokonaisprosessi pysyy suunnitellussa tahdissa. Lehtovaara (2023, s. 2–3) kertoo, että tahtituotanto on tuotantoprosessin rytmittämistä siten, että työryhmät siirtyvät suunnitellusti paikasta toiseen ilman viiveitä, samalla vastaten asiakaskysyntään. Tällä tavoin saadaan vähennettyä tuotannon vaihtelua, töiden kasaantumista sekä mahdollistettua sujuvamman työvirran.

Tahtiaika

Tahtiajan laskeminen perustuu rakennusalalla samaan kaavaan kuin muillakin aloilla. Tahtiaikaa sovelletaan rakennusprojektin työvaiheisiin ja niiden aikataulutukseen. Bicheno & Holweg (2023, luku 4.1) esittävät, että tahtiaika lasketaan jakamalla käytettävissä oleva työaika työvaiheen määrällä / asiakkaan kysynnällä. Kozlovskán & Klosovan (2022) mukaan tämä tarkoittaa, että esimerkiksi tietyn kerroksen tai lohkon tietty työvaihe tulee valmistua lasketulla tahtiajalla, jotta kokonaisuikataulu pysyy hallinnassa.

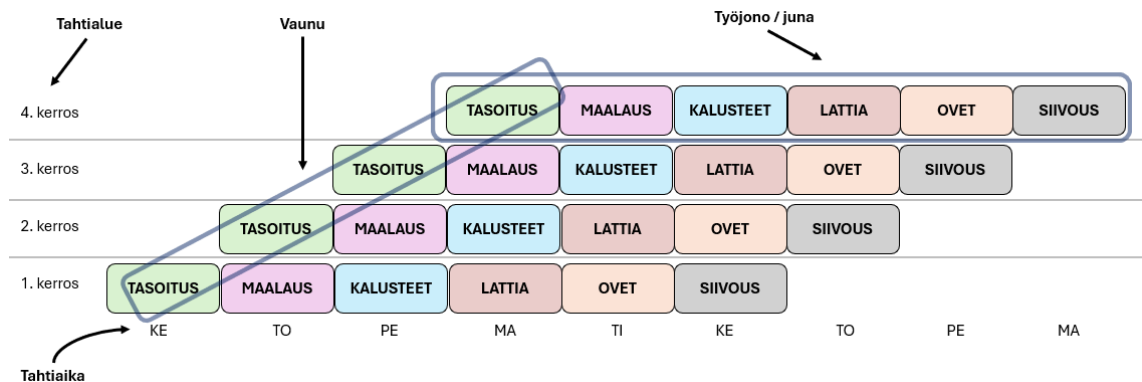
Tahtituotannon soveltaminen rakennusprojekteissa

Lehtovaara (2023, s. 3) kertoo, että tahtituotanto on ollut paljon käytössä teollisessa valmistuksessa, mutta tahtituotantoa on alettu soveltamaan myös rakennusalalla enemmässä määrin, koska sillä on todettu hyviä tuloksia myös rakennusprojekteissa. Lehtovaaran mukaan tahtituotannon käytöstä on raportoitu lyhyempiä tuotantoaikoja, parantunutta vakautta ja ennakoitavuutta, alhaisempia kustannuksia sekä vähentyneitä laaturvirheitä ja työmaan turvallisuuden paranemista.

Rakennusprojekteissa tahtituotannon tarkoituksena on pyrkiä vakioimaan työvaiheiden kestot, jolloin työryhmät voivat siirtyä seuraavaan tahtialueeseen

sujuvasti ilman viivästyksiä ja odotusaikoja. Tahtiaika määrittää kunkin työvaiheen ajan ja työryhmät siirtyvät tahtialueilta toiselle tahtiaikataulun mukaisesti. Toimiva tahtituotanto lisää projektien ennustettavuutta sekä vakautta. (Sahlstedt ym., 2023, s. 35–40)

Alla esitettynä tahtituotannon termistöä:



Kuva 11. Tahtituotannon keskeinen termistö (mukaillen Sahlstedt ym., 2023, s. 36).

jossa näkyy esimerkki rakennustyömaan normaaleista tahtialueista sekä työvaiheista.

Hyödyt ja haasteet

Lehtovaara kertoo, että tahtituotannolla on useita etuja rakennusprojektien tuotannosuunnittelussa sekä ohjauksessa. Tahtituotannon avulla on mahdollista vähentää tuotannon kestoja, parantaa ennustettavuutta sekä vakautta. Myös yhteistyö eri osapuolten välillä lisääntyy toimivassa tahtituotannon mallissa. Tuotannon keston, resurssien tehokkaan allokoinnin ja hukka-ajan vähentymisen vuoksi myös kustannusten hallinta paranee sekä ylimääräiset kustannukset vähenevät rakennusprojekteissa, joissa on tahtituotanto käytössä.

Myös Sahlstedtin ym. (2023, s. 36–38) mukaan oikein toimiva tahtiaikataulu tarkoittaa tuotannon läpimenoajan lyhenemistä, jolloin työmaalla on käynnissä vähemmän hukaksi luokiteltavaa keskeneräistä työtä sekä odottamista ja

varastoja. Tahtituotannon muita etuja on myös työturvallisuuden sekä tuotannon ja lopputuotteen laadun parantaminen, koska tahtituotanto vaatii tarkkaa ennakkosuunnittelua. Sahlstedt ym. korostavat vielä, että tarkka ennakkosuunnittelu vaatii myös hyvää johtamista sekä valvontaa, jolloin poikkeukset ja häiriöt voidaan ratkaista mahdollisimman nopeasti. Lisäksi työntekijöiden näkökannalta motivaatio ja viihtyvyys nousevat, koska tahtituotannon mukaisella toimintatavalla työn edellytykset ovat aina kunnossa.

Tahtituotannosta löytyy myös hyötyjen lisäksi haasteita. Onnistunut tahtituotanto vaatii kaikkien työvaiheiden pysymistä aikataulussa. Keskinivan ym. (2024, s. 2–4) mukaan haasteina ovat muun muassa yhtenäisen tahdin ylläpitäminen sekä monimutkaisen rakennusprosessin tuomat riskit tiukkojen aikataulujen toteuttamiselle. Myös rakentamisen jatkuvasti muuttuvat olosuhteet ja ammattikohtaiset suunnitteluvaatimukset voivat vaikeuttaa tahdin noudattamista.

Mölsä (2019) toteaa artikkelissaan, että tahtituotannon pilottikohteissa suurimmat haasteet ovat syntyneet aliurakoitsijoiden motivoinnista tahtituotannon vaatimukseen varsinkin silloin, kun urakkasopimus oli jo laadittu ennen tuotannosuunnittelun vaiheita. Mölsän artikkelin mukaan myös suunnitelmien saaminen tahtiin on haasteellista, varsinkin projektinjohtourakoinnissa.

Usein tahtituotanto toimii parhaiten rakennusprojekteissa, joissa on paljon toistuvia työvaiheita. Tällöin työryhmien siirtymiset voidaan suunnitella tasaisesti ilman keskeytyksiä. Keskiniva ym. (2024, s. 2) vahvistaa, että haastavinta tahtituotantoa on soveltaa projekteihin, joissa on paljon ei-toistuvia työvaiheita tai paljon suuria muuttujia.

Tahtituotannon implementointi käytännössä

Tahtituotantoprosessi käynnistyy peruseriaateiltaan samoin kuin perinteinen tuotannosuunnittelu. Ensin kerätään tietoja sekä aloitetaan karkealla tasolla tuotannon suunnittelua, muun muassa työvaiheet ja niiden järjestys, tilaajan tavoitteet sekä vaatimukset. Tahtisuunnitelmaa katselmoidaan ja kehitetään

eteenpäin projektin avainhenkilöiden kanssa ja sitä tarkennetaan ja muokataan eri tuotanto-osapuolten kesken. Myös materiaali- sekä kalustotoimitukset sekä suunnitelmien tuottaminen tulee yhdistää tahtisuunnitelmaan. (Sahlstedt ym., 2023, s. 37–38)

Sahlstedtin ym. (2023, s. 37–38) mukaan tahtituotannon käynnistämiseen on kuusi vaihetta:

1. Päätös siitä, että tahtituotantoa aiotaan käyttää
2. Varmistetaan valmius sekä osaaminen tahtituotannolle
3. Sopimuksellisten asioiden hoitaminen
4. Tahtisuunnittelu alkaa
 - a. Kerätään tiedot sekä tehdään karkea tuotannonsuunnittelu
 - b. Karkea tahtisuunnittelu
 - c. Yhteistoiminnallinen tahtisuunnittelu
5. Varmistetaan tahtituotannon edellytykset
 - a. Edellytykset luodaan ja varmistetaan
 - b. Logistiikka
 - c. Laadunhallinnan koordinointi sekä sen parantaminen
6. Tahtituotannon toteutus
 - a. Tahtikontrolli
 - b. Jatkuva johtaminen sekä parantaminen

4 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tämän opinnäytetyön tutkimusmenetelmä on kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus. Laadullisen tutkimuksen tarkoituksena on keskittyä ilmiöiden syvälliseen ymmärtämiseen ja merkityksen antamiseen tutkittavalle aineistolle. Laadullisessa tutkimuksessa ei mitata numeerisia arvoja, vaan pyritään selvittämään miksi, ja miten asiat tapahtuvat. Tutkimusprosessi on usein joustava, ja tutkija voi muokata suunnitelmaa tarpeen vaatiessa työn edetessä. (Vilkkä, 2021, luku 3)

Tuomi & Sarajärvi (2018, luku 1) toteaa, että laadullisessa tutkimuksessa painopiste on usein aineistovetoisuudessa. Tutkimuksen tulokset saadaan suoraan aineistosta, ja tämän jälkeen niitä verrataan aikaisempiin teorioihin sekä tutkimuksiin. Tällöin tutkija pyrkii rakentamaan teoreettisia johtopäätöksiä aineiston pohjalta. Alasuutari (2011, luku 3) esittää samoja näkemyksiä. Lisäksi Alasuutari korostaa yksilöllisyyden näkemyksen merkitystä tutkijan sekä tutkittavien osalta. Tutkijan tulee olla tietoinen sekä hyväksyä oma subjektiivisuutensa ja sen vaikutukset tutkimusprosessissa. Tutkijan täytyy reflektoida ja arvioida omaa rooliaan aineiston tulkinnessa. Alasuutari korostaa, että prosessissa tutkija tulkitsee ja tekee merkityksiä. Laadullisessa tutkimuksessa tutkija pyrkii ymmärtämään ilmiöitä pintaa syvemmältä, ja tutkimustuloksia ei voi nähdä suoraan pelkästään havaintojen perusteella. Analyysin avulla nousseiden johtolankojen perusteella muodostetaan merkityksiä.

4.1 Tutkimuksen tausta ja tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena on tutkia tuotannonsuunnittelun johtamista valmisteluvaiheessa sekä selvittää, miten tuotannonsuunnittelua voidaan johtaa tehokkaasti, varsinkin aikataulujohtamisen näkökulmasta. Valmisteluvaiheessa on monia haasteita, jotka liittyvät muun muassa suunnitelmien epävarmuuteen, aikataulujen epävarmuuteen sekä resurssien riittämättömyyteen.

Tutkimuskysymyksiä ovat:

- Miten tuotannonsuunnittelun johtamista voidaan tehostaa rakennushankkeen valmisteluvaiheessa?
- Onko rakennusprojektin valmisteluvaiheessa käytössä yleisiä projektinjohtamisen työkaluja?
- Minkä tiedon mukaan hankkeita aikataulutetaan?
- Miten tuotannonsuunnittelua valmisteluvaiheessa johdetaan ja kuka sitä johtaa?
- Mitä valmisteluvaiheessa aikataulutetaan?
- Miten tahtituotantoa voidaan hyödyntää laajemmin rakennusalalla?

Teoreettinen viitekehys on hankittu ajantasaisista sekä relevanteista tutkimuksista, artikkeleista ja kirjallisuudesta. Teoreettista tietoa on myös hankittu rakennusalan ammattilaisille suunnatuista tietopalveluista sekä rakennusalan määräyksistä ja yleisistä sopimusehdoista. Tutkimuksen teoreettisessa osiossa on pyritty kuvaamaan rakennushankkeen tuotannonsuunnittelun johtamista valmisteluvaiheessa. Erityisesti on paneuduttu aikataulusuunnitteluun- ja johtamiseen sekä tahtituotantoon ja tahtituotannon implementointiin valmisteluvaiheessa. Teoriaosuuden pohjalta on luotu tutkimuskysymykset, joiden perusteella on tehty kyselytutkimus (Liite 2). Kyselyn tulokset on analysoitu ja niiden pohjalta muodostettu analyysi.

4.1.1 Kyselytutkimus

Pitkän pohdinnan haastattelujen ja kyselylomakkeen välillä, valikoitui tiedonkeruumenetelmäksi kyselylomake. Puolistrukturoitu kyselylomake avoimilla kysymyksillä toimii monipuolisena tiedonkeruumenetelmänä, joka sopii useisiin tutkimusaiheisiin. Hirsjärvi & Hurme (2022, luku 3) ovat monissa tapauksissa usein haastattelujen kannalla, mutta korostavat kuitenkin kyselytutkimuksen sopivan hyvin silloin, kun halutaan antaa vastaajille enemmän harkinta-aikaa sekä säilyttää kysymyksissä ja vastauksissa johdonmukaisuutta. Hirsjärvi & Hurme muistuttaa myös, että kyselytutkimuksessa on helpompi antaa vastauksia ilman painetta ”sosiaalisesti suotavista” vastauksista.

Teemahaastatteluissa olennaisin idea on keskittyä tiettyihin teemoihin, ilman tiukkaa struktuuria. Eskolan & Suorannan (1998, luku 3) mukaan myös kirjallinen kysely toimii teemahaastattelun välineenä silloin, kun kysely on rakennettu tiettyjen teemojen ympärille sisältäen avoimia kysymyksiä.

Kyselytutkimus toteutettiin Google Forms-järjestelmää käyttäen. Järjestelmään laadittiin teemoihin sopivat avoimet kysymykset, joihin tuli myös vastata kirjallisesti. Näin kyselystä saatiin laajempaa ajatusvirtaa kyselyyn osallistujilta.

Kyselyyn kartoitettiin sopivia ihmisiä, jotka työskentelevät tuotannosuunnittelun sekä tuotannosuunnittelun johtamisen parissa. Tämä sopii hyvin teemahaastattelun / kyselyn menetelmään. Alasuutari (2011, luku 2) toteaa oletuksen olevan, että haastateltavat tai kyselyyn osallistuvat ovat läpikäyneet tai kokeneet tietyt asiat tai prosessit.

Ehdokkaina kyselytutkimukseen oli useita rakennusalan ammattilaisia, joista valittiin sopivimmat osallistujat. tarkoin harkittujen kriteerien perusteella.

Valintakriteerit kyselytutkimukseen olivat seuraavat:

- Kokemusta rakennusprojektien aikataulusuunnittelusta sekä valmisteluvaiheen johtamisesta
- Kokemusta rakennusprojektien koko elinkaaren ajalta

- Kokemusta haastavista rakennusprojekteista
- Halu kehittää rakennusala ja syventyä kyselyyn
- Halukas kertomaan avoimesti omia mielipiteitään

Kyselyyn valikoitui 10 henkilöä, jotka toimivat rakennushankkeissa eri rooleissa mm. valmisteluvaiheen tuotannon suunnittelun ja / tai tuotannon johtamisen parissa, tuotannon johtamisessa työmaalla, sekä rakennuttajia.

Tutkimukseen osallistuvat ovat tutkimuksen tekijän verkoston kautta hankittuja rakennusalan ammattilaisia, jotka edustavat eri ikäpolvia, eri yrityksiä sekä eri ammattinimikkeitä. Kyselyyn vastasi kymmenestä henkilöstä kuusi henkilöä.

4.2 Aineiston analyysi

Tutkimustyyppi tähän tutkimukseen valikoitui parhaiten soveltuvaksi sisällönanalyysi. Ojasalo ym. (2015, s. 137) mukaan sisällön analyysin avulla voidaan analysoida tekstimuotoista aineistoa, kuten dokumentteja kyselytutkimuksia sekä kirjallisia haastatteluja, järjestelmällisesti ja kattavasti. Sisällönanalyysi on laadullisen tutkimuksen metodi, joka on suhteellisen helppo omaksua (Tuomi & Sarajärvi, 2018, luku 4.7) Sisällönanalyysi tarjoaa kuitenkin myös haasteita kokeneemmille tutkijoille. Tuomen & Sarajärven mukaan sisällönanalyysi ei vaadi syvällistä teoreettista perehtyneisyyttä, kuten narratiivinen analyysi tai grounded theory. Kuitenkin sen toteuttaminen vaatii huolellisuutta.

Kyselyn valmistuttua, alkoi aineiston analysointi. Laadullisessa tutkimuksessa aineiston analyysi keskittyy kerätyn aineiston merkityksen ymmärtämiseen sekä järjestelmälliseen käsittelyyn (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, 2006, luku 7). Analysointi alkoi aineiston koodaamisella, jossa aineisto pilkottiin merkityksellisiin osiin. Tämän jälkeen osat ryhmiteltiin sekä luokiteltiin. Tavoite oli löytää toistuvia teemoja ja keskeisiä ilmiöitä, jotka vastaavat tutkimuskysymyksiin. Saaranen-Kauppisen & Puusniekan mukaan analyysi voi olla aineistolähtöistä tai teorialähtöistä. Aineistolähtöisessä analyysissä tutkimusaihe nousee suoraan aineistosta, kun taas teorialähtöisessä

analyysissä aineistoa tulkitaan ennalta määritellyn teoreettisen viitekehyksen kautta. Laadullisen analyysin lopullinen tavoite on tuottaa syvällistä informaatiota ja ymmärrystä tutkittavasta ilmiöstä sekä tehdä luotettavia johtopäätöksiä aineiston pohjalta. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, 2006)

Tuomi & Sarajärvi tuo myös esille Braun ja Clarken näkemyksiä sisällönanalyysien yleisistä puutteista, joita voidaan kuvata neljällä tavalla:

- tutkimuskysymyksiä saatetaan raportoida virheellisesti analyysin tuloksina
- luokat voivat olla päällekkäisiä ja erottumattomia
- analyysin ja aineiston välillä voi olla ristiriitoja
- tulokset eivät aina vastaa tutkimuskysymyksiin

Näitä virheitä pyritään kuitenkin korjaamaan ennen lopullista raportointia.

4.3 Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus

Tutkimuksen eettisyys

Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus ovat tärkeitä periaatteita, jotka varmistavat tieteellisen tutkimuksen rehellisyyden, avoimuuden ja vastuullisuuden (Keiski ym., 2023, luku 3). Tieteellisen tutkimuksen tulee olla eettisesti hyväksyttävää sekä luotettavaa, joka tarkoittaa sitä, että tutkimus tulee olla toteutettu (HTK) hyvän tieteellisen käytännön edellyttämällä tavalla, jonka periaatteet määrittelee Suomen tutkimuseettinen neuvottelukunta (TENK). TENKin ohjeistus korostaa, että eettisyys ulottuu tutkimusprosessin kaikkiin vaiheisiin, aina tutkimusideasta tulosten julkaisemiseen asti. (Keiski ym., 2023, luku 3)

Eettisen tutkimuksen tunnusmerkkejä ovat vastuullisuus, luotettavuus, rehellisyys sekä toisten ihmisten ja heidän oikeuksien kunnioittaminen. Esimerkiksi osallistujien on saatava riittävä tieto tutkimuksesta ja sen tavoitteista. Tutkijan velvollisuus on varmistaa, ettei tutkimuksesta aiheudu haittaa osallistujille (Kohonen ym., 2019, luku 3.2).

Tutkimusetiikka ei kuitenkaan ainoastaan suojele tutkimukseen osallistujia, vaan myös tutkijoita itseään. Siipi (2017) muistuttaa, että eettisesti toimiminen suojaa tutkijan oikeuksia, kuten oikeutta omien töiden ja tulosten tunnustukseen. Tämä kannustaa avoimeen tieteen harjoittamiseen, joka hyödyttää koko yhteiskuntaa.

Tässä tutkimuksessa haastattelut toteutettiin Google Forms- kyselylomakkeiden hallintaohjelmiston avulla. Kyselylomakkeet lähetettiin sähköpostilla ennakkoon valituille rakennusalan ammattilaisille. Sähköpostin yhteydessä oli tietoa tutkimuksesta sekä eettisistä toimintatavoista tutkimuksen suhteen (Liite1). Sähköpostin yhteydessä kysyttiin myös suostumus kyselytietojen hyödyntämiseen tutkimuksessa.

Tutkimuksen luotettavuus

Tämä tutkimus käynnistyi tutkimuskysymyksistä, joiden avulla oli tarkoitus selvittää sekä kehittää rakennusprojektien valmisteluvaiheen aikataulujohtamista sekä suunnittelua. Tutkimuskysymykset olivat:

- Miten tuotannosuunnittelun johtamista voidaan tehostaa rakennushankkeen valmisteluvaiheessa?
- Onko rakennusprojektin valmisteluvaiheessa käytössä yleisiä projektinjohtamisen työkaluja?
- Minkä tiedon mukaan hankkeita aikataulutetaan?
- Miten tuotannosuunnittelua valmisteluvaiheessa johdetaan ja kuka sitä johtaa?
- Mitä valmisteluvaiheessa aikataulutetaan?
- Miten tahtituotantoa voidaan hyödyntää laajemmin rakennusalalla?

Keskeinen käsite tutkimuksissa oli luotettavuus, joka liittyy tutkimuksen uskottavuuteen sekä siihen, miten luotettavasti ja johdonmukaisesti tutkimuksen tulokset kuvaavat tutkittavaa ilmiötä. Eskola & Suoranta (1998, luku 5) kertovat, että laadullisessa tutkimuksessa lähtökohta on tutkijan muotoutuva identiteetti. Tutkija on tutkimuksensa keskeinen työväline. Varsinkin kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkijan pitää ottaa kantaa yhtäaikaisesti analyysin kattavuuteen

sekä tekemänsä tutkimuksen luotettavuuteen. Tämä tarkoittaa sitä, että kvalitatiivisessa tutkimuksessa pääasiallinen luotettavuuden kriteeri on tutkija itse eli luotettavuuden arviointi tarkoittaa koko tutkimusprosessia.

Saaranen-Kauppinen & Puusniekka (2006, s. 25) mainitsevat, että luotettavuuskysymyksissä perinteisiä keskeisiä käsitteitä ovat reliabiliteetti sekä validiteetti. Eskolan & Suorannan mukaan kvalitatiivisen tutkimuksen luotettavuuskäsitteet voidaan jakaa kolmeen ryhmään. Joka tarkoittaa sitä, että osa käyttää perinteisiä käsitteitä (reliabiliteetti & validiteetti), osa kehittää vanhoille termeille uutta sisältöä, ja jotkut ovat luoneet täysin uusia termejä laadullisen tutkimuksen arvioinnin työkaluiksi.

Validiteettinen käsite tarkoittaa käytännössä sitä, että tutkimuksessa on tutkittu juuri sitä, mitä on luvattu. Reliabiliteettinen käsite taas tarkoittaa tutkimustulosten toistettavuutta. Useissa lähteissä suositellaan näiden käsitteiden pois jättämistä tai korvaamista laadullisen tutkimuksen luotettavuuden arvioinnissa. Tuomi & Sarajärvi (2018, luku 6.2) esittelevät useita muita käsitteitä, joilla laadullisen tutkimuksen luotettavuutta voi arvioida:

- uskottavuus
- vastaavuus
- siirrettävyys
- luotettavuus
- tutkimustilanteen arviointi
- varmuus
- riippuvuus
- vakiintuneisuus

Tässä tutkimuksessa käytettiin laadullisen tutkimukseen hyvin istuvia käsitteitä: uskottavuus, siirrettävyys, ja vastaavuus. Nämä käsitteet tukevat laadullisen tutkimuksen tavoitteita, jotka liittyvät syvälliseen ymmärrykseen sekä ilmiön tarkasteluun useista eri näkökulmista.

Uskottavuuden käsitteen tarkoituksena on tuoda todenmukainen ja syvälinen kuvaus tutkimuskohteesta (Tuomi & Sarajärvi, 2018, luku 6.2).

Rakennusprojektin valmisteluvaiheen johtamisen tutkimuksessa tuloksien on vastattava mahdollisimman tarkasti osallistujien näkemyksiä sekä kokemuksia.

Siirrettävyyden käsite tarkoittaa sitä, kuinka hyvin tutkimuksesta saatuja tuloksia voidaan soveltaa muihin samankaltaisiin tilanteisiin (Tuomi & Sarajärvi, 2018, luku 6.2). Tarkasti kuvailtu konteksti tutkimuksessa antaa lukijalle mahdollisuuden miettiä, missä määrin tuloksia voi soveltaa myös muihin kuin rakennusalan projekteihin.

Vastaavuus arviointina soveltuu tutkimukseen hyvin, koska kysymyksenä on, että onko tutkija luonut tutkimuksessaan kuvan, joka heijastaa tutkittavien omaa todellisuutta ja heidän kokemuksiaan vai onko syntynyt eroavaisuuksia tutkijan sekä tutkittavien näkemysten välillä (Tuomi & Sarajärvi, 2018, luku 6.2).

Ennen kyselylomakkeiden virallista lähettämistä kyselyyn osallistuville, kysymykset käytiin läpi kolmen rakennusalan ammattilaisen sekä opinnäytetyön ohjaajan kanssa. Tällä varmistuksella saatiin tarkastettua kysymykset ja niiden muotoilut siten, että kaikki kysymykset ovat järkevästi vastattavissa, helposti ymmärrettävissä sekä loogisia.

5 TUTKIMUKSEN TULOKSET

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen keskeiset tulokset, jotka on ryhmitelty teemoittain ja alaotsikoinnein tutkimuskysymysten perusteella.

Tutkimukseen osallistui kuusi rakennusalan ammattilaista, jotka toimivat tuotannosuunnittelun parissa. Osallistujista kaksi henkilö on toiminut rakennusalan toimihenkilön tehtävissä 10–20 vuotta, ja 4 henkilöä 5–10 vuotta. Tahtituotannosta kokemusta oli viidellä henkilöllä kuudesta, joiden kokemus koostuu 1–5 projektin osalta.

5.1 Tuotannosuunnittelun johtaminen valmisteluvaiheessa

Johtamiskäytännöt valmisteluvaiheessa

Aineiston perusteella tuotannosuunnittelun johtaminen valmisteluvaiheessa kuuluu pääosin projektipäällikön ja työpäällikön rooleihin. Valmisteluvaiheessa tehtävien aikataulujen johtamisen osalta korostui myös usein, että projektipäällikkö / työpäällikkö johtaa suunnittelua, mutta työmaapäällikkö vastaa toteutuksesta varsinkin valmisteluvaiheen edetessä.

”Aikataulun suunnittelua johtaa alkuvaiheessa projektipäällikkö, jonka jälkeen kohteen aloituksen lähestyessä vastaava mestari ja mahdolliset työnjohtajat jatkavat aikataulun jalostusta.”

Tämä riippuu myös valmisteltavasta tehtävästä. Eräs vastaajista kertoi, että vaikka työmaapäällikkö vastaa yleisaikatauluista projektipäällikön / työpäällikön alustavan yleisaikataulun pohjalta, niin esimerkiksi hankinta-aikataulun vastuuhenkilönä toimii työmaainsinööri / hankintapäällikkö ja suunnitelmatarveaikataulun vastuuhenkilönä projektipäällikkö. Nämä aikataulut toteutetaan kuitenkin yleisaikataulun ehdoilla.

Myös selkeää johtamisvastuuta sekä johtajan roolin merkitystä painotettiin.

”Vanha klassinen malli, missä nimetään selkeästi yksi johtaja. Johtajan henkilökohtaiset ominaisuudet ja toimintamallit määräävät tehokkuuden.”

Vastaajien mukaan valmisteluvaiheen johtaminen on usein yhteistyötä projektitiimin sekä sidosryhmien välillä, ja vastuut vaihtelevat projektikohtaisesti ja eri urakkamuotojen mukaan. Vastauksissa oli myös erilaista näkökulmaa. Eräs vastaaja kertoi, että aikataulusuunnittelun johtaminen on ”jätetty työmaan vastuulle”.

Viestintä ja viestinnän johtaminen

Viestintä on keskeinen osa valmisteluvaiheen tuotannosuunnittelua. Kyselytutkimuksen perusteella viestintäkäytännöt vaihtelevat hieman, mutta yhtenäisyyksiäkin löytyy. Pääosa vastaajista kertoi palaverien olevan iso osa valmisteluvaiheen viestintää, ja vastauksissa korostettiin säännöllisten palaverien merkitystä.

”Parhaiten toimii fyysisten palaverien neuvotteluissa, jolloin on helppo palloilla eri ajatuksia ja vaihtoehtoja toteutuksista.”

”Kalenteroidaan vakiopalaverit valmisteluvaiheelle, esim. viikoittain sama päivä ja sama aika (ensisijaisesti sama fyysinen tila, toissijaisesti etäyhteys).”

Palaverien lisäksi merkittävänä viestinnän työkaluina kerrottiin olevan sähköpostit, Teams-viestintä sekä puhelinsoitot.

”Palaveriväleillä s-postit, Teams- viestintä, puhelinsoitot ja erillispalaverit tarvittaessa.”

Myös projektipankkien käyttö mainittiin avoimuuden lisääjänä. Dokumenttien tallentaminen yhteen paikkaan varmistaa, että kaikki osapuolet pysyvät ajan tasalla.

Keskeiset haasteet valmisteluvaiheen tuotannosuunnittelussa

Valmisteluvaiheen tuotannosuunnittelun keskeisiksi haasteiksi tunnistettiin lähtötietojen ja suunnitelmien puutteellisuus, resurssien riittämättömyys sekä valmisteluvaiheen kiireisyys. Nämä tekijät heikentävät mahdollisuuksia suunnitella projekti tarkasti ennen sen käynnistämistä. Vastauksista käy myös ilmi, että suunnitelmien ja lähtötietojen ollessa vaillinaiset, jää valmisteluvaiheen hyödyt mahdollisesti kyseenalaisiksi.

”Todelliseen valmisteluvaiheeseen ei välttämättä ole aikaa ennen projektin alkua, vaan valmisteluvaiheen ennakkosuunnittelua on pakko tehdä tuotannon käynnistämisen lomassa ja sen jälkeen. Toisaalta haasteena voi olla vaillinaiset lähtötiedot/suunnitelmat, jolloin valmisteluvaiheen hyödyllisyys jää kyseenalaiseksi.”

”Tuotannosuunnittelua ja työmaan hankintoja on jouduttu tekemään puutteellisilla suunnitelmilla ja kiireessä, tästä johtuvat seuraukset ovat vaikuttaneet läpi työmaan kustannusten hallintaan sekä rakentamisaikaiseen tuotannosuunnitteluun.”

Vastaajat toivat myös esille ongelmallisina resurssien sitouttamisen tarpeeksi ajoissa projektiin. Varsinkin ennen sopimuksien allekirjoitusta projektien aloitukset ovat hyvin epävarmoja.

”Usein ajaudutaan ajolähtötilanteeseen, kun ei voida käyttää suurta määrää resursseja epävarmojen kohteiden tuotannosuunnitteluun”

Parannusehdotukset tuotannosuunnittelun johtamiseen

Vastauksissa tuli ilmi useita kehitysehdotuksia valmisteluvaiheen tuotannosuunnittelun johtamisen parantamiseksi. Näissä ehdotuksissa keskiössä oli erityisesti selkä vastuunjako sekä vastuuhenkilöiden nimeäminen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Lisäksi korostettiin resurssien sitouttamista ajoissa ja suunnittelun varhaisempaa aloitusta.

”Riittävän ajoissa nimetään vastuulliset henkilöt hankkeelle.”

Yhteistyön tehostaminen ja valmisteluvaiheen aikataulutus sekä ajoitus nähtiin myös tärkeänä.

”Yhteistyö kaikkien hankkeen tuotannosuunnitteluun osallistuvien kanssa on ensiarvoisen tärkeää, ja sillä pystytään saavuttamaan projektin suunnittelun osalta hyvä tai huono lopputulos.”

Lisäksi todettiin tarve varata tuotannosuunnitteluun riittävästi aikaa.

”Varataan tuotannosuunnittelulle oma aikansa”

Säännölliset palaverikäytännöt selkeällä agendalla sekä edistymisen seuranta oli myös vastaajien mukaan suuressa roolissa. Asioiden kalenteroinnilla saatiin erään vastaajan mukaan langat pysymään hyvin käsissä.

”Säännöllinen, riittävän tiheä edistymisen seuranta on ollut tehokkain.”

”Rutiinien muodostaminen esimerkiksi palaverikäytännöillä. Palavereihin aina agenda, joihin edellytetään osallistujilta valmistautumista.”

Lopuksi korostettiin hyvien prosessien ja kokemuspankkien laajaa hyödyntämistä valmisteluvaiheen tuotannosuunnittelun johtamisen helpottamiseksi.

”Hyvät prosessit ja hyvät kokemuspankit aikaisemmista projekteista auttavat myös uusien hankkeiden valmistelussa.”

5.2 Aikataulusuunnittelu ja sen ohjeistukset

Valmisteluvaiheessa tehtävät aikataulut

Rakennushankkeen valmisteluvaiheessa laaditaan eri tarkoituksiin sopivia aikatauluja. Näiden aikataulujen avulla muodostetaan perusta projektin toteutukselle ja johtamiselle. Kyselytutkimuksessa ilmeni seuraavia aikataulutyyppisiä, joita valmisteluvaiheessa tehdään:

Yleisaikataulu löytyi vastauksista selkeästi. Tämä on yksi projektin tärkeimmistä aikatauluista, joka antaa kokonaiskuvan projektin etenemisestä ja eri työvaiheista sekä niiden edistymisestä.

Yleisaikataulun lisäksi pääosassa vastauksissa tuli esille hankinta-aikataulu ja suunnitelma-aikataulu. Lisäksi vastauksissa nostettiin esille projekti-aikataulu sekä tarkempia aikatauluja kuten elementtisuunnittelu-aikataulu sekä työlajikohtaiset aikataulut.

Eräessä vastauksessa eriteltiin aikataulutyyppien eri muotoja kuten valvontavinjetti, paikka-aikakaavio, Gantt-kaavio sekä LPS. Vastaajan mukaan laadittavat aikataulut riippuvat myös projektista, toimihenkilöistä, päälliköistä sekä tilaajasta.

Myös tahtiaikataulun mahdollisuus tuotiin esille, jos kohteessa toteutetaan tahtituotantoa, niin tulee sen aikataulutus myös aloittaa valmisteluvaiheessa.

” [...] projektista riippuen lähdemme tekemään tarkempaa yleisaikataulua tai jopa tahtiaikataulua.”

Vastauksissa ei kuitenkaan eritelty selkeästi kolmea eri yleisaikataulujen muotoa. Eräessä vastauksessa kuitenkin sivuttiin hieman aihetta mainitsemalla alustava yleisaikataulu valmisteluvaiheen tehtäviin.

”Suunnittelun ja urakan kilpailutus aikataulu, suunnittelu-aikataulu, alustava yleisaikataulu ja hankinta-aikataulu.”

Yksi vastaajista kertoi myös, että aikataulusuunnittelu tulee aikatauluttaa.

”Aikataulusuunnittelun aikatauluttaminen, eli tehdään tavoitteellisesti ja tarvittaessa pienemmissä kokonaisuuksissa kohti maalia.”

Aikataulusuunnittelun lähtötiedot

Aikataulusuunnittelussa lähtötiedot vaikuttavat merkittävästi realistisen ja toteutuskelpoisen aikataulun laatimiseen. Kyselyssä ilmeni useita merkittäviä lähtötietotarpeita rakennusprojektin aikataulusuunnitteluun.

Tekniset ja kaupalliset asiakirjat nousivat merkittävimmiksi tarvittaviksi lähtötiedoiksi. Näitä ovat muun muassa: määräluettelot, lupapiirustukset, luonnospiirustukset.

”Luonnoksista saa muodostettua projektitason aikataulun.”

Myös rakennuspaikan sijainnilla sekä rakentamisen ajankohdalla on suuri merkitys valmisteluvaiheessa tehtävään aikataulusuunnitteluun.

”Minne rakennetaan, ja millaiselle tontille.”

Kyselyn perusteella tilaajan rooli on merkittävässä asemassa aikataulusuunnittelussa, erityisesti valmisteluvaiheessa. Tilaajan tarjoamat lähtötiedot sekä päätöksenteko vaikuttaa suoraan aikataulun realistisuuteen sekä onnistumiseen.

”Tilaajalla on merkittävä mahdollistajan rooli.”

”Rakennuttajan (tilaajan) rooli aikataulusuunnitteluun on suuri, koska heiltä tulevat ne reunaehdot ja erityisvaatimukset, joiden puitteissa rakennusprojekti on toteutettava.”

Vastauksissa korostetaankin tilaajalta tulevien suunnitelmien oikea-aikaisuutta. Suunnitelmat ja aineistot tulisivat olla riittävän valmiita ennen projektin käynnistämistä. Mitä valmiimmat suunnitelmat ovat, sitä tarkemmin aikataulusuunnittelu voidaan toteuttaa.

”Suunnitelmat, mitä tarkemmat, sitä parempi.”

”Mahdollisimman kypsä kaupallinen ja tekninen aineisto saatavilla heti valmisteluvaiheen alussa.”

Myös tilaajalta tulevat vaatimukset nousivat kyselyssä esille. Tilaaja asettaa lähtökohtaisesti projektin tavoitekeston ja valmistumispäivämäärän sekä mahdolliset välitavoitteet aikatauluun. Myös tilaajan mahdolliset omat erillistoimitukset saattavat vaikuttaa aikataulusuunnitteluun.

”Tilaajan erityisvaatimukset, vastaanotto ja välitavoitteet.
Esimerkiksi vesikaton vedenpitävyys X kk ennen luovutusta.”

Tilaajan rooli vaihtelee myös kohteen toteutusmuodosta riippuen. Muun muassa KVR-urakassa tilaajan rooli on huomattavasti pienempi verrattuna toteutusmuotoihin, joissa suunnitelmien toimittaminen on tilaajan vastuulla.

”Urakkamuodoissa, joissa suunnitelmien tekeminen on tilaajan vastuulla, on aikataulusuunnittelun onnistuminen paljon kiinni myös rakennuttajan suunnitelmien ajantasaisuudella.”

Kun suunnittelu on edennyt tarpeeksi pitkälle, urakkakuvien ja määräluetteloiden avulla voidaan laatia tarkat tuotantoaikataulut.

”Urakkakuvista saa tehtyä tarkat tuotantoaikataulut.”

Aikataulutuksessa käytettävät ohjeistukset ja tiedon hyödyntäminen

Rakennusprojekteissa aikataulusuunnitteluun hyödynnetään useita erilaisia ohjeistuksia ja tietopankkeja. Muun muassa Rakennustiedon tietokannat mainittiin kyselyvastauksissa usein käytetyiksi työkaluiksi varsinkin yleisaikataulujen ja työmenekkitietojen määrittämiseen. Rakennustiedon tietokannasta nousi esille varsinkin RATU-kirjasto, RT-kortit sekä aikataulukirja. Eräässä vastauksessa mainittiin, että ”RATU-menekit antavat varsin hyvän osumatarkkuuden volyyymityöstä”, mutta samalla korostettiin, että kohdekohtainen analyysi ja soveltaminen on välttämätöntä.

”Tuntuu, että ne koontimenekit (Ratu 7027) toimivat YA-tasolla paremmin, kuin tarkkaan pilkotut suoritteet viikkoaikatasolle.”

”Yleisaikataulun suunnittelussa toimii hyvin.”

Vastauksissa todettiin, että yleiset ohjeistukset eivät kuitenkaan aina sovellu jokaiseen aikatauluun tai työvaiheeseen, ja niitä käytetäänkin vaihtelevasti. Vastauksista kävi ilmi, että ohjeistukset eivät aina toimi suoraan käytännössä, mutta niiden avulla saadaan suuntaa antavaa tietoa.

Joidenkin kyselyyn vastanneiden mielestä nämä ohjeistukset sopivat parhaiten tavanomaisiin työlajeihin tavallisissa kohteissa,

” [...] toimivat tavanomaisissa työlajeissa tavanomaisissa kohteissa hyvin. Määrien pirstoutuessa useisiin osakohteisiin ja asennusmestojen mennessä haastavammiksi vaatii tulkintaa ja omaa iterointia.”

kun taas osa vastaajista käyttävät ohjeistuksia epäselvissä tilanteissa sekä erikoisemmissa rakenteissa.

”Erikoisemmissa rakenteissa lasketaan ratulla verrokki.”

”Aikataulukirjaa hyödynnetään epäselvissä tilanteissa.”

Jokainen kyselyyn vastanneista kertoi aikataulusuunnittelussa käytettäväksi tietolähteeksi ohjeistuksien lisäksi muun muassa kokemukseen pohjautuvaa tietoa. Myös aiemmat referenssikohteet sekä aliurakoitsijoilta saatu kokemuspohjainen tieto nousi esille.

”Kestoja määritellään kokemuspohjaisesti, sekä RATU-menekkien avulla, ja suunnittelun edetessä urakoitsijoiden sopimisen ja sopimusten kautta.”

”Kokemusperäisesti, RATU-menekeistä, harvinaisissa ja erikoislaatuissa työlajeissa suoraan AU-kentästä.”

Kyselyssä kysyttiin myös, miten dataa kerätään aiemmista aikatauluista. Osa vastaajista kertoi, että datan keräämiseen ei ole mitään järjestelmää, kun taas

eräs vastaaja kertoi, että ”Aiempien kohteiden tiedot ja aikataulut ovat tallennettu omaan järjestelmään, josta ne ovat kaikkien saatavilla”.

Kuitenkin aiemmista kohteista otetaan ”opiksi” ja niitä hyödynnetään valmisteluvaiheessa tehtävässä aikataulusuunnittelussa.

”Verrataan toteutuneita kestoja valmisteluvaiheessa arvioituihin, varsinkin erikoislaatusemmista työlajeista. Pyritään selvittämään aikataulullisesti epäonnistuneissa hankkeissa reflektion kautta juurisyyt, jotta niitä ei toisteta tulevaisuudessa.”

”Onnistuneiden hankkeiden erityispiirteitä pyritään kopioimaan seuraaviin hankkeisiin aikataulujen osalta.”

Aikataulujen onnistuminen ja kehitystarpeet

Vastauksista ilmeni, että aikataulujen onnistumisen edellytykset valmisteluvaiheen jälkeen ovat pitkälti kiinni lähtötietojen laadusta, resurssien saatavuudesta sekä suunnitelmien valmiudesta:

”Suunnitelmien valmiustaso ja kohteen lähtötiedot.”

”Laadukkaat lähtötiedot, riittävä resursointi, aktiivinen johtaminen, selkeät tavoitteet.”

Kyselyn mukaan suurin osa vastaajista totesi, että aikataulut ovat olleet pääsääntöisesti onnistuneita. Onnistuminen riippuu erityisesti siitä, miten perusteellisesti aikataulusuunnittelu on toteutettu valmisteluvaiheessa.

”Mitä perusteellisemmin aikataulut on valmisteluvaiheessa tehty, sitä tarkemmin ne toteutuvat. Usein projektien aikataululliset haasteet tulevat jostain ongelmista, joita ei aikataulusuunnitteluvaiheessa ollut tiedossa tai niitä ei osattu huomioida.”

”Mikäli valmisteluvaiheeseen on edes kohtuullisesti aikaa, arvioisin aikataulutuksen onnistumisen todennäköisyyttä lähemmäs 100 %:a projektin valmistumisen suhteen.”

Vastauksissa selviää, että muita aikataulujen onnistumisien tekijöitä ovat muun muassa projektihenkilöstön kokemus ja sitoutuneisuus sekä aikataulujen hyväksyntä kaikkien osapuolten kesken.

” [...] kaikki lähtee siitä, että aikataulut on ensinnäkin hyväksytyt (kaikki osapuolet) ja siihen on sitouduttu.”

Aikataulujen epäonnistumisen tekijöitä vastauksien mukaan ovat yhteistyön haasteet, toimitusvaikeudet, huono suunnittelun ja lähtötietojen taso.

”Eniten epäonnistumisiin on vaikuttanut suunnitelmien puutteellisuus, toimitusvaikeudet tai yhteistyön haasteet eri projektin osapuolten välillä.”

Haasteet myös sitoutumisessa, ”yleisissä asenteissa” sekä johtamisen tasolla nousivat esille useissa vastauksissa. Eräs vastaaja totesi näin:

”Varsinkin valmisteluvaiheessa saattaa olla yhteinen ajatus, että kunhan saadaan jotain aikaiseksi niin päästään alkuun. Tämä johtaa siihen, että pahimmillaan koko hanke viedään läpi sinne päin tehdyillä aikatauluilla tai aikatauluja päivitetään liian usein hankkeen aikana.”

Johtamisen rooli varsinkin aikataulujen käyttäjällä on suuri. Jos aikataulua ei seurata eikä noudateta, niin aikataulussa ei myöskään voi pysyä.

”Jopa erinomaisen valmisteluvaiheen aikataulutuksen hyöty voi valua hukkaan, mikäli aikataulua ei systemaattisesti seurata, poikkeamiin tehdä korjaavia toimenpiteitä ja tarvittaessa päivitetään. Mikäli laadituilla aikatauluilla ei johdeta, menee niistä pito.”

5.3 Projektinhallinnan työkalut ja niiden käyttö

Käytössä olevat projektinhallinnan työkalut

Kyselytutkimuksen perusteella rakennushankkeissa käytetään muutamia projektinhallinnan työkaluja. Keskeisimpinä työkaluina olivat muun muassa kriittisen polun menetelmä, paikka-aikakaaviot, valvontavinjetit sekä Gantt-kaaviot.

Kriittinen polku on pääosalla vastanneista käytössä aikataulusuunnittelussa.

”Kriittinen polku riippuvuussuhteineen pyritään tunnistamaan aikataulusuunnittelun kivijalkana.”

Gantt-kaavio on yleisesti rakennusalalla käytössä oleva aikataulumuoto, johon muun muassa yleisesti yleisaikataulu tehdään. Yleisaikataulut tehdään usein myös paikka-aikakaavion muotoon.

Viestinnässä projektinhallinnan työkaluina vastauksien perusteella toimivat erilaiset projektipankit, Teams-viestintä sekä One Drive.

”Hankkeelle luodaan projektipankki mahdollisimman aikaisessa vaiheessa mihin viedään kaikki hankkeen dokumentit.”

Vastauksista selviää, että esimerkiksi Monte Carlo – simulaatiot ja PERT-analyysit eivät ole rakennusalalla yleisesti käytössä. Kysyin näiden työkalujen sekä CPM:n käytössä, joihin pääosa vastasi, että ne eivät ole käytössä tai on harvoin käytössä.

Haasteet ja mahdollisuudet työkalujen käytössä

Tietyt työkalut, kuten Monte Carlo- simulaatiot, koettiin vastauksien perusteella liian monimutkaisiksi sekä aikaa vieviksi rakennusprojektien tarpeisiin. Monille nämä työkalut eivät olleet myöskään mitenkään tuttuja.

”Monte Carloa käytettiin nykyisessä hankkeessa kehitysvaiheessa, mutta sen tuottamat tulokset jäivät ohkaiseksi eikä niistä keskusteltu laajasti.”

Eräs vastaaja totesi CPM:n, PERT-kaavion, sekä Monte Carlo-simulaation käytöstä seuraavaa: ”Toimivat varsinkin periaatteen tasolla varmasti, mutta

rakennusalan kohteissa on niin paljon muuttujia ja projektiluontoisia asioita, että varsinkin tarkkojen kaavojen käyttöä vaativat menetelmät ovat melko haasteellisia sillä tarkkaa pohjatietoa ei yleensä ole täysin samanlaisista kohteista.”

5.4 Tahtituotanto rakennusalalla

Tahtituotannon hyödyt rakennusalalla

Kyselytutkimuksen vastausten perusteella asenne tahtituotantoon on positiivinen. Vastauksista ilmenee, että tahtituotannolla on merkittäviä hyötyjä myös rakennusalan toiminnassa.

Tahtituotannon käytöllä saavutettavia hyötyjä vastauksien perusteella oli muun muassa tehokkuuden nousu, hankkeiden lyhyempi läpimenoaika, parempi tuottavuus, parempi laatu sekä vähemmän keskeneräisyyttä ja viimeistelyn puutteita.

Eräs vastaaja mainitsi myös kilpailuedun aspektin: ”Väitän, että rakennusalan yritykset, joiden referensseihin kuuluu tahtituotannon käyttö ja soveltaminen, saavat siitä selkeää kilpailuetua.” Tähän myös toinen vastaaja viittaa mainitsemalla: ”Tahtituotanto on pakkolanseeraus yrityksille volyymiasuinrakentamisessa, mikäli haluavat tehostaa toimintaansa ja siten puolustaa paikkaansa kiristyvässä markkinassa.”

Vastauksissa kerrotaan, että tahtituotannon tehokkuudesta ja toimivuudesta on nähtävissä kiistattomia hyötyjä, varsinkin asuntotuotannossa sekä linjasaneerauksissa.

Tahtituotanto nähtiinkin toimivana erityisesti projekteissa, joissa on paljon toistuvia työvaiheita. Kuitenkin osa vastaajista kertoi uskovansa, että tahtituotanto sopii lähes jokaiseen kohteeseen.

”Mielestäni tahtituotanto sopii kaikkiin hankkeisiin, kun sitä osataan käyttää oikein.”

”Uskon tahtituotannon soveltuvan lähes jokaiseen kohteeseen, sillä suurin eroavaisuus on kohteen tilapaikkojen määrittely perinteisestä janakaaviosta poiketen.”

Tahtituotannon haasteet

Tahtituotannon monista hyödyistä huolimatta, sen käyttöön liittyy myös haasteita, joita kyselytutkimukseen vastaajat toivat esille. Useat vastaajat kertoivat haasteeksi osaamisen kartoittamisen sekä asenteet tahtituotantoon. Usein varsinkin aliurakoitsijakentässä on negatiiviset asenteet tahtituotantoon, joka vaikuttaa merkittävästi tahtituotannon onnistumiseen.

”Haasteina muutosvastarinta, soveltuvuus kaikkiin toimitilahankkeisiin, sekä aliurakoitsijakentän kouluttaminen ja sitouttaminen tahtituotannon toteuttamiseen.”

Haasteina kerrottiin myös muun muassa rakenteiden kuivuminen, logistiikka, heikko resurssien hallinta sekä vaativampi ajankäyttö.

”Haasteita näen osaamisen kartuttamisen sekä Gantt-kaaviota enemmän vaativa ajankäyttö.”

Osa vastaajista kertoi, että tahtituotanto on haasteellista kohteissa, joissa on paljon erilaisia ja/tai erikokoisia tiloja, joka tekee tahtituotannon suunnittelun haastavaksi. Myös tahtituotannon nykyisen muodon toimivuutta kritisoitiin joidenkin vastaajien toimesta:

”Tahtituotanto on kehitetty teollisuuteen, eikä sovellu rakennusalalle nykyisessä muodossaan.” Kuitenkin vastauksissa tuotiin esille myös tahtituotannon soveltamisen ja muokkaamisen mahdollisuuksia:

” Tahtituotanto toimii hyvin ja sitä voidaan muokata ”hybridimuotoon erilaisissa hankkeissa.”

”Liian kunnianhimoinen tahtiaikataulu tulee menemään varmasti pieleen. Järkevintä olisi kohdekohtaisesti soveltaa tahtituotannon ominaisuuksia.”

Valmisteluvaiheen erot perinteisen mallin ja tahtituotannon välillä

Perinteisen tuotantotavan ja tahtituotannon välillä on merkittäviä eroavaisuuksia valmisteluvaiheessa. Vastauksista ilmenee, että tahtituotanto vaatii systemaattisempaa sekä tarkempaa valmistelua kuin perinteinen tuotantotapa. Kuitenkin onnistunut tahtituotannon valmisteluvaihe tarjoaa merkittäviä etuja projekteissa.

Tutkimuksessa ilmenee selvästi, että tahtituotanto on valmisteluvaiheessa merkittävästi perinteistä mallia työläämpi, ja tahtituotanto vaatii paljon sitouttamista projektitiimiin, aliurakoitsijoihin sekä muihin sidosryhmiin. Myös suunnitelmien valmiustaso sekä ajoissa tehdyt hankinnat ja resurssoinnit olivat vastauksissa korostetussa roolissa valmisteluvaiheen eroissa tahtituotannon ja perinteisen tuotantotavan välillä.

”Siinä osallistetaan tulevia urakoitsijoita paljon normaalia enemmän aikataulutukseen.”

”Tahtituotanto vaatii alussa enemmän työtä, sekä työnjohtajien & aliurakoitsijakentän sitouttamista sen toteuttamiseen ENNEN töiden aloittamista.”

Perinteissä tuotantotavassa valmisteluvaiheen suunnittelu perustuu enemmän arvioihin, ja suunnitelmien yksityiskohtia saatetaan tarkentaa vasta työmaan ollessa käynnissä. Tahtituotannossa valmistelu on tarkempaa, ja asiat tulee selvittää perinpohjaisesti. Kaikki työvaiheet, resurssit ja aikataulut tulee määrittää tarkasti etukäteen, jotta työ etenee suunnitellussa rytmissä ilman viivytyksiä.

”Suunnitellaan tarkemmin ja aiemmin.”

”Perinteisessä mallissa arvioidaan enemmän ilman tarkempaa perustelua siitä, mihin arviot perustuvat.”

”Asioita ei voi jättää selvitettäväksi myöhemmin.”

Kehitysehdotukset tahtituotannon laajempaan hyödyntämiseen

Kyselytutkimuksen vastauksista ilmenee, että tahtituotannon laajempaa käyttöä voidaan edistää muutamilla eri toimilla. Useissa vastauksissa todettiin, että olisi tärkeää kouluttaa tahtituotannon toimintatapoja projektin eri osapuolille, varsinkin aliurakoitsijoille. Myös urakoitsijoiden sitouttaminen koettiin tärkeänä seikkana tahtituotannon laajempaan hyödyntämiseen.

”Urakkaneuvotteluvaiheessa sitoutetaan urakoitsijat tahtituotantoaikatauluun.”

Mahdollisuuksia nähtiin myös kumppanuusmalleissa, joissa useita kohteita tehtäisiin samojen toimijoiden kesken. Toistoilla mahdollisuudet onnistuneeseen tahtituotantoon ovat suuremmat.

Myös suunnitteluprosessin kehittäminen nousi esille vastauksista. Suunnittelun ja valmisteluvaiheen prosesseja tulisi kehittää siten, että tarvittavat lähtötiedot olisivat valmiita ennen, töiden aloitusta.

Tahtituotantoa tulisi mukauttaa hankekohtaisten tarpeiden mukaan sen sijaan, että sitä pyritään soveltamaan kaikkiin kohteisiin yhtenäisellä kaavalla.

” Järkevintä olisi kohdekohtaisesti soveltaa tahtituotannon ominaisuuksia.”

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää ja kehittää tuotannosuunnittelun johtamista rakennusprojektin valmisteluvaiheessa. Tutkimuksessa keskityttiin tunnistamaan keskeiset haasteet, selvittämään tehokkaan johtamisen merkitystä projektin onnistumiseen sekä esittämään konkreettisia ratkaisuja valmisteluvaiheen johtamisen tehostamiseksi. Painopisteenä tutkimuksessa oli valmisteluvaiheen aikataulusuunnittelu, joka toimii avainasemassa onnistuneeseen rakennusprojektiin.

Tämän luvun tarkoituksena on esittää tutkimustulosten johtopäätökset sekä pohtia sitä, miten tuloksia voidaan jatkossa hyödyntää rakennusalan valmisteluvaiheessa. Olen jakanut luvun viiteen osaan, joista neljä ensimmäistä ovat tutkimusteemojen mukaan jaoteltu, ja viimeisenä on yhteenveto tutkimuksesta sekä jatkotutkimusaiheet.

6.1 Tuotannosuunnittelun johtaminen valmisteluvaiheessa

Johtopäätöksissä korostui, että hyvän johtajan sekä johtamisen merkitys on merkittävässä roolissa projektin onnistumisen kannalta. Varsinkin rakennusprojektin valmisteluvaiheessa tehtävät päätökset vaikuttavat koko projektin elinkaaren ajan, ja niillä on suuri merkitys projektin lopputulokseen (Kerzner, 2013, s. 505–506). Mishran & Sootan (2005, luku 5) mukaan projektin johtajan merkitys korostuu suuresti, ja hänen tulee yhdistää ja hallita eri toimintoja ja tiimejä halutun lopputuloksen saavuttamiseksi. Tutkimuksen tulokset vahvistavat teoreettisen viitekehyksen käsitteet. Muun muassa selkeää johtamisvastuuta sekä johtajan roolin merkitystä painotettiin vastauksissa. Eräs tutkimukseen vastaaja totesi, että ”Johtajan henkilökohtaiset ominaisuudet ja toimintamallit määräävät tehokkuuden.” Myös tiettyjen vaiheiden vastuuhenkilöiden nimeäminen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa koettiin tärkeäksi, projektihenkilöstö ei saisi vaihtua liikaa projektien aikana.

Aineistosta käy ilmi, että usein projektipäällikkö / työpäällikkö johtaa valmisteluvaiheen tuotannosuunnittelua. Tutkimuksen mukaan pääsääntöisesti myös valmisteluvaiheen aikataulusuunnittelua johtaa työpäällikkö / projektipäällikkö, jota tukee myös teoreettiset lähdeviitteet. Sahlstedtin ym. (2023, s. 46) ajallisen suunnittelun yleisesityksessä esitetään, että pääsääntöisesti yleisaikataulun laadinnan vastuuhenkilönä toimii työpäällikkö ja laadinnasta vastaa työmaapäällikkö / vastaava työnjohtaja, kuten tutkimusaineistosta käy ilmi. Tämä on kuitenkin yritys- ja projekti-kohtaista, ja riippuu myös mahdollisesti urakkamuodoista.

Kyselytutkimuksen aineistossa myös sitoutuneisuus, yhteistyön merkitys ja sen tehostaminen nähtiin tärkeänä osana johtamista, joka vastaa teoriaan yhteistyön ja sitoutumisen merkityksestä. Mäntyneva (2016, luku 4) korostaakin projektipäällikön vastuuta varmistaa, että projektitiimin jäsenet ovat motivoituneita sekä tietävät projektin tavoitteet. Tähän sopii hyvin ote eräästä kyselytutkimuksen vastauksesta: ”Yhteistyö kaikkien hankkeen tuotannosuunnitteluun osallistuvien kanssa on ensiarvoisen tärkeää, ja sillä pystytään saavuttamaan projektin suunnittelun osalta hyvä tai huono lopputulos.” Projektipäällikön tulisi viettää riittävästi aikaa projektiryhmänsä kanssa vahvistaakseen sitoutumista (Mäntyneva, 2016, S. 25).

Viestinnän tärkeys nähtiin merkittävänä osana tehokasta valmisteluvaiheen johtamista sekä teoriassa, että tutkimustuloksissa. Hyvällä viestinnällä varmistetaan kaikkien osapuolten tavoitteet ja roolit (Mishra & Soota, 2005, luku 1). Viestinnän työkaluja oli käytössä useita, Teams- viestintä, projektipankit, puhelut sekä sähköpostit. Kuitenkin pääosa vastaajista korosti fyysisten sekä säännöllisten palaverien merkitystä: ”Kalenteroidaan vakiopalaveri valmisteluvaiheelle, esim. viikoittain sama päivä ja sama aika (ensisijaisesti sama fyysinen tila, toissijaisesti etäyhteys).” Fyysisten palaverin etuina kerrottiin muun muassa eri ajatusten ja vaihtoehtojen helpompi ”pallottelu”. Myös palaveriin osallistujien edellytys valmistautua ennakkoon määriteltyyn agendaan pidettiin tärkeänä. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että vaikka teknologian kehityksen myötä fyysiset kohtaamiset ja palaverit ovat jääneet

vähemmälle, niin ne koetaan kuitenkin tehokkaimmaksi tavaksi johtaa ja edistää projekteja.

Valmisteluvaiheen keskeisimmiksi haasteiksi todettiin resurssipula, kiire ja lähtötietojen keskeneräisyys, jotka ilmenivät myös merkittäviksi haasteiksi teoriassa. Aineiston perusteella valmisteluvaiheen huolelliseen tekoon jää harvoin aikaa, jolloin ennakkosuunnittelua on pakko tehdä tuotannon käynnistämisen lomassa sekä sen jälkeen. Usein aikatauluvaatimukset projektille saattavat olla todella epärealistiset jo ennen projektin alkua. Mäntynevan (2016, s.57, 150) mukaan syynä tähän usein on vaillinaiset resurssit sekä tilaajan kiire saada projekti mahdollisimman nopeasti valmiiksi.

Lähtötietojen ja suunnittelun puutteellisuus nousi tutkimuksessa selkeästi esille ongelmakohtana rakennusprojektien valmisteluvaiheessa. Valmisteluvaiheen tuotannontuotannonsuunnittelun onnistuminen on pitkälti siitä kiinni, kuinka hyvin eri suunnitteluvaiheet saadaan koordinoitua tuotantoprosessien tarpeiden mukaan (Kruus, 2008). Käytännössä lähtötiedot ja suunnitelmat sekä niiden puutteet ja viivästyminen tulisi saada kuntoon jo hyvissä ajoin, jotta valmisteluvaihe voidaan suorittaa oikeaoppisesti. Puutteellisista lähtötiedoista aiheutuneet seuraukset ovat vaikuttaneet koko rakennushankkeen kustannusten hallintaan sekä kaikkeen muuhun tuotannonsuunnitteluun. Keskeneräisillä suunnitelmilla tehdyn valmisteluvaiheen työt saatetaan joutua tekemään monilta osin uusiksi, jos suunnitelmien valmistumisen ja päivittymisen myötä tulee paljon muutoksia. Tämä aiheuttaa resurssien turhaa hyödyntämistä ja sen myötä ylimääräisiä kustannuksia. Näin voidaankin miettiä, että miten paljon valmisteluvaiheeseen kannattaa laittaa aikaa, jos lähtötiedot ja suunnitelmat ovat liian keskeneräisiä ja miten suunnitelmien ja lähtötietojen parempi valmiustaso voitaisiin varmistaa, jos suunnitelmien toimitus kuuluu tilaajalle.

Rakennuttajan tehtävänä on laatia hankeaikataulu jo hankesuunnitteluvaiheessa, jonka tarkoituksena on tarkastaa, että projekti on toteutettavissa normaalin rakennusajan puitteissa (Sahlstedt ym., 2023, s.8, 10). Jos rakennuttaja toteuttaa hankeaikataulun huolellisesti ja laajasti, on sillä

suuri merkitys siihen, miten hyvän lähtöaineiston urakoitsijaehdokkaat saavat esimerkiksi urakan kilpailutusvaiheessa. Hankeaikataulussa tulisi päättää projektin kokonaiskesto, välitavoitteet, suunnitelmien valmistumisajankohdat, suunnittelun sekä rakentamisen limitys (suunnittelu-aikataulu) sekä mahdollisten sivu-urakoitsijoiden ja rakennuttajan erillishankintojen suoritusjärjestys (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s.41). Tilanteessa, jossa on päästy jo sopimussuhteeseen rakennuttajan kanssa, tehokkaan ja järjestelmällisen sidosryhmäjohtamisen merkitys korostuu, ja sitä myöden pääurakoitsijalla on enemmän vaikutusvaltaa muun muassa suunnitelmien aikataulutukseen suunnitelma-aikataulutuksen muodossa. Toki hankeaikataulun laadintaan sekä yleisesti lähtötietojen tarkkuustasoon vaikuttaa myös urakkamuoto, jolloin rakennuttajan tehtäväkenttä on erilainen (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 48).

Resurssien määrittäminen ja sitouttaminen projektiin on olennainen osa projektitoimintaa. Tehokkaasti asetetut ja johdetut resurssit vähentävät pullonkaulatilanteita sekä parantavat koko projektin kulkua (Heizer ym., 2017). Tutkimuksessa todettiin, että valmisteluvaiheessa projektin toteutuminen on usein epävarmaa ennen sopimuksien virallista allekirjoitusta tilaajan kanssa. Tästä syystä muun muassa projektin aloitushetken määrittäminen ja resurssien sitouttaminen projektiin on haasteellista. Rakennusalalla työt ovat usein projektiluontoisia, varsinkin työmaahenkilöstön resurssointi uudelle kohteelle saattaa tuoda haasteita, koska aiemmat projektit ovat usein edelleen käynnissä. Tämä aiheuttaa myös resurssoinnin osalta ajolähtötilanteita, jotka eivät ole optimaalisin lähtötapa projektin aloitukseen. Tästä aiheutuvat resurssien saatavuuden ongelmat voivat aiheuttaa mittavia viivästyksiä koko projektille (Kruus, 2008).

6.2 Aikataulusuunnittelu ja sen ohjeistukset

Tutkimustulokset vahvistavat teoreettisen viitekehyksen näkemykset aikataulusuunnittelun keskeisestä merkityksestä projektinhallinnassa, jonka vaikutus on merkittävä projektin onnistumiseen.

Valmisteluvaiheeseen kuuluu useita aikataulutehtäviä, joista suurimmat nostin esille tutkimuksessani. Kyseiset aikataulut ovat: hankinta-aikataulu, yleisaikataulu (ja sen kolme eri vaihetta), hankinta- aikataulu sekä suunnitelma-aikataulu. Kyseisten aikataulujen perusteella toteutetaan muita tarkennettuja aikatauluja kuten työvaiheaikataulut, viikkosuunnittelu sekä talotekniikka-aikataulut. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 40)

Kyselytutkimuksen tulokset tukevat teoriaa valmisteluvaiheessa tehtävistä aikatauluista, mutta ei aukottomasti. Kyselyssä esitetty kysymys oli ” Mitä eri aikatauluja tuotatte valmisteluvaiheessa”. Vastaajat toimivat monissa eri rooleissa, jonka vuoksi vastauksiakin oli erilaisia, muun muassa eräs vastaaja nosti esille hankeaikataulun, jota muut vastaajat eivät. Tämä johtunee siitä, että pääosa vastaajista toimii pääurakoitsijan roolissa, jolloin vastuu hankeaikataulusta kuuluu yleisesti rakennuttajalle. Tutkimustuloksien perusteella voidaan todeta, että hankinta-aikataulu, suunnitelma-aikataulu, työläjikohtaiset aikataulut, laskentavaiheen aikataulu sekä yleisaikataulut ovat yleisesti valmisteluvaiheessa tehtäviä aikatauluja. Teoreettisesta viitekehyksestä poiketen tuloksista ei noussut esille yleisaikataulun eri muotoja yhtä vastausta lukuun ottamatta, jossa oli mainittu alustava yleisaikataulu.

Alustavan yleisaikataulun pohjalta tehdään normaalisti sopimusyleisaikataulu, jossa on mahdolliset tarkennukset ja muutokset, jotka ovat ilmenneet sopimusneuvotteluissa. Sopimusaikataulun ollessa valmiina rakennuttajan ja päätoteuttajan välillä, niin päätoteuttaja tarkentaa vielä sopimusyleisaikataulua työmaata ja urakoitsijoita palvelevaksi työaikatauluksi, jota kutsutaan työmaalla yleisaikatauluksi. Työaikataulu poikkeaa kahdesta aiemmasta yleisaikataulun muodosta siten, että se perustuu päätoteuttajan ja urakoitsijoiden väliseen sopimukseen. (Sahlstedt ym., 2023, s. 25)

Olennainen osa valmisteluvaiheen aikataulusuunnittelua ovat projektin lähtötiedot, joiden avulla projektia voidaan aloittaa aikataulutamaan. Valmisteluvaiheessa tehtäviin aikataulutuksiin tarvittavia lähtötietoja ovat muun muassa tarjouspyyntökirje, kaupalliset asiakirjat sekä tekniset asiakirjat (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 43–44). Näiden lähtötietojen merkitys nousi esille tutkimustuloksissa, joissa useat vastaajat korostivat lähtötietojen valmiuden tärkeyttä: ”Mahdollisimman kypsä kaupallinen ja tekninen aineisto saatavilla heti valmisteluvaiheen alussa”. Lähtötietojen saamisen haasteista lisää kohdassa ”6.1 Tuotannonsuunnittelun johtaminen valmisteluvaiheessa”.

Tilaaajan rooli toimii keskeisenä mahdollistajana rakennusprojektien aikataulusuunnittelussa. Tilaaajalta saatujen lähtötietojen sekä hankeaikataulun pohjalta pääurakoitsija pääsee aloittamaan alustavan yleisaikataulun suunnittelun, joka alkaa hankkeen kireystason tarkastelulla (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 27). Tilaaajan hankeaikataulussa sekä lähtötiedoissa on esitelty hankkeen reunaehdot (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 41), jotka määrittävät perustan koko hankkeen aikataulutukselle (Sahlstedt ym., 2023, s. 8, 10). Tätä tukee myös tutkimustulokset, joissa todettiin tilaaajalla olevan ”merkittävä mahdollistajan rooli”.

Ilman tietoa rakennusalan aikataulutehtävien kestoista, aikataulutusta on mahdotonta tehdä. Yleisaikataulujen eri muotojen aikataulutehtävien laskentaan voidaan käyttää esimerkiksi yrityksen omaa tietokantaa, RATU- tiedostoja tai omaa tietokantaa ja kokemusta (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 44). Myös tutkimustulokset osoittavat, että aikataulusuunnittelussa merkittävässä roolissa ovat yleiset ohjeistukset kuten RATU-tiedostot ja muut Rakennustiedon tietopankit, mutta niiden hyödyntämisessä on eroja projektien sekä organisaatioiden välillä. Osa vastaajista kokee ohjeistuksien toimivan parhaiten tavanomaisissa työlajeissa, kun taas osan mielestä ne sopivat parhaiten erikoisempiin rakenteisiin ja epäselviin tilanteisiin.

Tutkimuksen tulokset osoittavat myös, että ohjeistuksista on merkittävää apua aikataulujen laadinnalle, mutta niitä tulee soveltaa kohdekohtaisesti. Kaikille työvaiheille ei ohjeita ole välttämättä ollenkaan. Aikataulutehtävien kestoja

määritellään tutkimuksen mukaan hyödyntämällä ohjeistuksia, kokemusta, aiempia referenssejä ja joissakin tapauksissa myös alirakoitsijoiden tarjoamaa tietoa erityisesti silloin, kun kyse on erikoisista työvaiheista, joista ei ole juurikaan aiempaa kokemusta tai referenssejä.

Optimaalisen aikataulun saavuttaminen vaatii hyvää ennakointia sekä tuotannosuunnittelua (Kumar & Suresh, 2009, s. 108). Aikataulusuunnittelu on keskeinen osa valmisteluvaiheen tuotannosuunnittelua, ja projektien onnistumisen kannalta on tärkeää suunnitella aikataulut huolellisesti. Tutkimustuloksissa tulikin esille, että myös valmisteluvaiheen aikataulujen laadinta tulisi aikatauluttaa, jotta asioita tehtäisi tavoitteellisesti ja pienissä kokonaisuuksissa kohti maalia.

Aikatauluja saatetaan myös laatia ainoastaan sopimusvelvollisuuksien täyttämiseksi ilman, että niitä hyödynnettäisiin tehokkaasti projektin johtamisessa (Kenley & Seppänen, 2006, s. 4). Tuloksissa mainitaan, että jopa huolellisesti laaditut aikataulut menettävät merkityksensä, jos niiden toteutumista ei aktiivisesti johdeta, seurata ja poikkeamiin reagoida. Aikataulujen johtamisen ja laadinnan asenne tulisi olla aina korkealla, mutta vastauksissa todettiin, että varsinkin valmisteluvaiheessa aikataulusuunnittelu saattaa jäädä yleisesti heikotasoiseksi, koska saatetaan ajatella, että riittää kunhan jotain saadaan aikaiseksi, jotta projekti pääsee alkuun.

6.3 Projektinhallinnan työkalut ja niiden käyttö

Projektinhallinnan työkalut tarjoavat valmisteluvaiheeseen välineitä muun muassa projektin laajuuden, aikataulun ja kustannusten hallintaan. Hyvän projektikuluttuurin osaamiseen kuuluu erilaiset toimintatavat ja työkalut, jotka tukevat projektinhallintaa (Mäntyneva, 2016, luku 16). Teoreettisen viitekehyksen tarkastelussa esille nostettiin keskeisiä aikataulutökaluja, kuten Gantt-kaaviot, PERT-analyysi, Monte Carlo-simulaatiot sekä kriittisen polun menetelmät (CPM). Osa näistä työkaluista on tutkimuksen mukaan käytössä rakennusalla, mutta usein mukautettuna projektin tarpeisiin.

Kriittisen polun menetelmää hyödynnetään rakennusalan aikataulutuksessa. Vastauksissa korostui, että ”kriittinen polku riippuvuussuhteineen pyritään tunnistamaan aikataulusuunnittelun kivijalkana.” Tätä tukee viitekehyksen havainto, jonka mukaan kriittisen polun tunnistaminen määrittää projektin kokonaiskeston (Antill & Woodhead, 1991, s. 16). Gantt-kaaviot puolestaan ovat yleisesti käytössä. Rakennusalalla laajalti käytössä olevat jana-aikataulut perustuvat Gantt-kaavioon, joka esittää projektin työvaiheet vaakajanoina suhteessa aikaan (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 9). Teorian mukaan Gantt-kaaviossa tulee esittää kriittinen polku (Favari, 2023, s. 45–55), joka vastaa myös tutkimuksen tuloksissa ilmennyttä teemaa kriittisen polun tunnistamisesta.

Toisaalta Monte Carlo-simulaatiot, sekä PERT-analyysit olivat vähemmän tunnettuja ja käytössä olevia aikatauluhallinnan työkaluja. Näiden työkalujen käyttö koettiin liian työläiksi ja haastaviksi rakennusprojektien monien muuttujien vuoksi. Eräs vastaaja totesi, että ”tulokset Monte Carlon käytöstä olivat jäänyt erittäin pieneksi, eikä niistä keskusteltu laajasti.” Teorialähteet osoittavatkin, että työkalut ja prosessit ovat tarpeellisia ainoastaan niin kauan, kun ne toimivat apuvälineinä tavoitteiden saavuttamiseksi (Favari, 2023, s. 33–34). Kuitenkin teoria osoittaa, että rakennusalalla PERT-analyysin käyttö soveltuisi juuri kohteisiin, joissa on paljon epävarmuutta, mutta sen käyttö on vähäisempää, koska yleisesti rakennusprojektien kestot ovat hyvin ennustettavissa (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 35). Koskenvesan & Sahlstedtin mukaan ongelmana on myös rakennusaikataulujen mahdolliset päivitykset projektin aikana, joka todettiin myös tutkimustuloksissa. Eräs kyselyn vastaajista totesi PERT-analyysin ja Monte Carlo-simulaation käytöstä: ”Toimivat varsinkin periaatteen tasolla varmasti, mutta rakennusalan kohteissa on niin paljon muuttujia ja projektiluontoisia asioita, että varsinkin tarkkojen kaavojen käyttöä vaativat menetelmät ovat melko haasteellisia.”

Muita esille nousseita projektinhallinnan työkaluja olivat muun muassa projektipankit ja muut yhteisessä käytössä olevat dokumenttien hallinta-alustat,

jotka toimivat myös osana viestintää. Nämä työkalut mahdollistavat tiedot keskitetyn hallinnan ja ovat tärkeitä erityisesti projektin valmisteluvaiheessa.

6.4 Tahtituotanto rakennusalalla

Tahtituotanto on rakennusalalla nouseva tuotannonohjausmenetelmä (Lehtovaara, 2023, s. 23), jossa työvaiheet ja resurssien käyttö ryhmitetään vastaten kysyntään (Bicheno & Holweg, 2023, luku 18). Tahtituotannon tarkoituksena on edistää tuotantoa tehokkaammaksi ja tasaiseksi. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että tahtituotannon käytöllä voidaan saavuttaa merkittäviä hyötyjä, kuten tuotannon tehokkuuden nousu, hankkeiden lyhyempi läpimenoaika, parempi tuottavuus, parempi laatu sekä vähentyneet keskeneräisyydet ja viimeistelyn puutteet. Nämä todetut hyödyt ovat linjassaan myös teoreettisessa viitekehyksessä esille nousseihin hyötyihin. Lehtovaaran mukaan tahtituotannon käytöstä on raportoitu lyhyempiä tuotantoaikoja, parantunutta vakautta ja ennakoitavuutta, alhaisempia kustannuksia sekä vähentyneitä laaturvirheitä sekä myös työmaan turvallisuuden paranemista. Turvallisuuden paranemisen hyötyjä ei kyselytutkimuksen tuloksissa erikseen tullut ilmi, mutta teoreettiseen viitekehukseen poiketen tutkimuksessa tuotiin esille kilpailuedun näkökulma. Vastauksissa kerrottiin muun muassa tahtituotantoa käyttävien yritysten saavan selkeää kilpailuetua markkinoilla. Eräs vastaaja totesi ”tahtituotannon olevan pakkolanseeraus yrityksille volyyimirakentamisessa, mikäli haluavat tehostaa toimintaansa ja siten puolustaa paikkaansa kiristyvässä markkinassa.”

Tutkimuksen mukaan tahtituotanto toimii parhaiten projekteissa ja työvaiheissa, joissa on selkeästi toistuvia ja selkeästi määriteltäviä työvaiheita kuten asuntotuotannossa ja linjasaneerauksissa. Kuitenkin osa vastaajista totesi tahtituotannon soveltuvan lähes jokaiseen kohteeseen, kunhan sitä osataan soveltaa oikein. Myös teoria tukee tutkimuksen tuloksia tahtituotannon soveltuvuudesta rakennusalalla. Keskinivan ym. (2024, s. 2) mukaan tahtituotantoa on haastavinta soveltaa projekteihin, joissa on paljon ei- toistuvia työvaiheita tai paljon suuria muuttujia. Tutkimuksesta kävi ilmi, että

tahtituotantoa voi soveltaa hyvin esimerkiksi vain osaan työvaiheista. Jos projektissa käytetään tahtituotantoa, se ei tarkoita, että sitä pitäisi käyttää koko projektin kaikissa työvaiheissa, vaan sitä voi soveltaa esimerkiksi käyttöön ainoastaan sisävalmistusvaiheeseen sisältyviin työvaiheisiin.

Vaikka tahtituotanto tarjoaa useita etuja, liittyy sen käyttöön myös haasteita. Suurimmat haasteet ovat syntyneet aliurakoitsijoiden motivoinnista tahtituotannon vaatimuksiin sekä suunnitelmien saamisesta tahtiin (Mölsä, 2019). Myös tutkimuksesta ilmeni suurimmiksi haasteiksi osaamisen kartoittamisen sekä yleiset asenteet tahtituotantoon. Varsinkin aliurakoitsijakentän asenteet tahtituotantoon nähtiin negatiivisena.

Aliurakoitsijoiden rooli rakennushankkeissa on merkittävä, joten onnistunut tahtituotannolla toteutettava hanke vaatii kaikkien sitouttamista ja sitoutumista siihen. Tahtituotannon haasteina ovat myös yhtenäisen tahdin ylläpitäminen, sekä monimutkaisen rakennusprosessin tuomat riskit tiukkojen aikataulujen toteuttamiselle (Keskiniva ym., 2024, s. 2–4). Näihin seikkoihin vaikuttaa vastauksissa ilmenneet haasteet kuten kuivumisajat, logistiikka, heikko resurssien hyödyntäminen sekä vaativampi ajankäyttö. Tuloksien mukaan tahtituotanto vaatii huomattavasti enemmän aikaa, kuin perinteisen Gantt-kaavion käyttö.

Ongelmana tahtituotannon käytössä on myös muun muassa jatkuvasti muuttuvat olosuhteet sekä ammattikohtaiset suunnitteluvaatimukset (Keskiniva ym., 2024, s. 2–4), jotka lisäävät viiveitä suunnitteluun. Tämä tarkoittaa sitä, että valmisteluvaiheessa tahtituotannon suunnittelu ei pääse etenemään, jos työvaiheita ei voida tarkkaan suunnitella ja valmistella puuttuvien tai keskeneräisten suunnitelmien vuoksi. Ongelmat suunnitelmien valmiustasoista on suuri haaste perinteisenkin tuotannosuunnittelun projekteissa, mutta se korostuu entisestään, kun kyseessä on tahtituotantoa hyödyntävä projekti.

Peruseriaatteen valmisteluvaiheen tahtituotantoprosessissa ovat samat kuin perinteisessä tuotannosuunnittelussa, ensin kerätään tietoja sekä aloitetaan karkealla tasolla tuotannosuunnittelua (Sahlstedt ym., 2023, s. 37–38).

Kuitenkin näiden välillä on merkittäviä eroavaisuuksia varsinkin

valmisteluvaiheen edetessä. Tahtituotannon suunnittelu vaatii tarkkaa ennakkosuunnittelua sekä sen johtamista ja valvontaa (Sahlstedt ym., 2023, s. 36–38). Tämä todetaan myös tutkimustuloksissa, perinteisessä mallissa aikataulutuksissa käytetään enemmän arvioita, jotka eivät välttämättä perustu mihinkään ”tarkempaan” tutkimiseen. Suunnittelu tahtituotannossa tulee tehdä aiemmin ja asiat pitää selvittää tarkasti, niitä ei voida jättää myöhemmäksi.

Tahtituotannonsuunnittelu ohjaa automaattisesti systemaattiseen ja tarkkaan suunnitteluun, jossa aloitusvälit tiivistetään. Tuloksissa tuotiin vahvasti ilmi, että tahtituotantoprojektin aloittaminen vaatii huomattavasti enemmän työtä ja varsinkin aliurakoitsijoiden sitouttamista. Suunnitelmien ja hankintojen valmiustaso pitää olla huomattavasti korkeampi perinteiseen valmisteluvaiheeseen verrattuna ja mahdolliset riskiskenaariot pitää ristiin tarkastaa erittäin huolellisesti. Mahdollisesti työläs ja tarkka valmisteluvaihe tarjoaa kuitenkin vastineeksi tasaisemman työnkulun ja paremman ennustavuuden jatkossa.

6.5 Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin rakennusprojektien valmisteluvaiheen tuotannosuunnittelua ja sen johtamista. Pääpainona oli aikataulusuunnittelu, projektinhallinnan työkalut sekä tahtituotannon hyödyntäminen. Työn tavoitteena oli selvittää rakennusprojektin valmisteluvaiheen tuotannosuunnittelun kehittämistarpeita, kehittää tuotannosuunnittelun johtamista, pyrkiä löytämään sopivia käytännön ratkaisuja ja suosituksia, joilla voidaan tehostaa valmisteluvaiheen tehokkuutta. Alusta alkaen pyrkimyksenä oli löytää vastaukset tutkimuskysymyksiin. Muotoilen tutkimuskysymykset alaotsikoiksi, joihin esitän vastaukset ja konkreettiset kehitysehdotukset:

Tuotannosuunnittelun johtamisen tehostaminen rakennushankkeen valmisteluvaiheessa

Tutkimus osoitti, että tuotannosuunnittelun johtamista on mahdollista tehostaa, oikea aikaisilla resurssoinneilla sekä selkeillä vastuunjako- ja johtamismalleilla.

Varsinkin projektipäällikön / työpäällikön roolit ovat keskeisessä asemassa valmisteluvaiheen tuotannonsuunnittelun johtamisessa, ja heidän omat tehtävänsä kuten myös muiden projektitiimiläisten tehtävät tulisi olla selkeästi määriteltäviä. Tutkimuksessa selvisi, että usein säännöllisten seurantapalavereiden järjestäminen osana johtamista sekä viestintää koettiin tärkeinä. Lisäksi valmisteluvaiheen tehtävät tulisi aikatauluttaa selkeästi, jokaiselle tehtävälle pitää olla selkeä määräaika, jotta asiat etenevät oikea-aikaisesti oikeassa järjestyksessä.

Valmisteluvaiheen tuotannonsuunnittelun johtaminen

Valmisteluvaiheen tuotannonsuunnittelua johtaa pääasiassa työpäällikkö / projektipäällikkö yhteistyössä muiden sidosryhmien kanssa. Eri työvaiheet valmisteluvaiheessa ja niiden vastuuhenkilöt ovat kuitenkin määriteltäviä projektikohtaisesti. Esimerkiksi työmaapäällikkö vastaa usein yleisaikataulujen laadinnasta, joiden perusteella hankinnoista vastaava tekee hankinta-aikataulut työmaainsinöörin kanssa. Kehitysedotuksena valmisteluvaiheen tuotannonsuunnittelussa on selkeyttää johtamisrakenteita, ja varmistaa, että resurssointi sekä vastuut ja tehtävät määritellään mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Valmisteluvaiheessa tehtävä aikataulutus

Tilaaajan / rakennuttajan tehtävänä on laatia hankeaikataulu, josta selviää muun muassa se, että projekti on toteutettavissa normaalin rakennusajan puitteissa. Siinä näkyy myös mahdolliset välitavoitteet sekä sivu-urakat ja tilaaajan erillishankinnat. Hankeaikataulussa on aikataulutettu tehtäviä koko projektin osalta tarveselvitysvaiheesta takuuajaksi.

Pääurakoitsijan valmisteluvaiheen aikataulusuunnitteluun kuuluu yleisaikataulut ja sen eri muodot, joiden avulla toteutetaan suunnitelma-aikataulu ja hankinta-aikataulu sekä erillisiä työvaiheaikatauluja. Nämä aikataulut toimivat perustana tuotannon- ja resurssienhallinnan suunnittelussa sekä myös toteutuksessa. Suosituksena on panostaa aikataulujen huolelliseen laadintaan alusta asti sekä aikatauluttaa myös valmisteluvaiheessa tehtävien aikataulujen laadinnat.

Lisäksi aikatauluseurannan ja aikataulujohtamisen merkitystä ei tule unohtaa, sillä hyvinkin suunniteltu aikataulu on mahdollista vesittää, jos sitä ei seurata ja noudateta.

Aikataululaadinnan lähtötiedot

Aikataulut perustuvat teknisiin- ja kaupallisiin asiakirjoihin, joiden valmius ja ajantasaisuus on kuitenkin vaihtelevaa, mikä heikentää aikataulusuunnittelun tarkkuutta. Aikataulutehtävien kestot määritellään oman / organisaation kokemuksen, aiempien projektien ja muun muassa Rakennustiedon ohjeistuksien perusteella. Myös aliurakoitsijoiden tarjoamaa tietoa hyödynnetään varsinkin erikoisemmissa työvaiheissa. Kehitysehdotukset lähtötietojen valmiuden ja oikea-aikaisuuden parantamiseksi on erittäin monialainen asia ja on riippuvainen esimerkiksi urakkamuodosta. KVR-urakoissa sekä yhteistoiminnallisissa hankkeissa pääurakoitsijalla on paremmin työkaluja johtaa muun muassa suunnittelua siihen suuntaan, jotta ne valmistuisivat ajallaan oikean laajuisena. Kuitenkin hyvä yhteistyö ja viestintä sidosryhmien kanssa, hyvä suunnittelunohjaus sekä hyvin laadittu ja johdettu suunnitelma-aikataulu edistävät onnistunutta aikataulusuunnittelua.

Rakennusprojektin valmisteluvaiheen projektinhallintatyökalut

Perinteisimmät työkalut, kuten Gantt-kaaviot ja kriittisen polun menetelmät ovat laajasti käytössä rakentamisen valmisteluvaiheessa. Pääosa aikatauluista toteutetaan Gantt-kaaviolla, kriittisten työvaiheiden ja tehtävien ehdoilla. Edistyneempiä työkaluja, kuten Monte Carlo-simulaatiota ja PERT-analyysiä käytetään rakentamisessa todella harvoin, koska ne koetaan monimutkaisuuden ja raskaan toteuttamisen vuoksi hankaliksi.

Muita valmisteluvaiheessa käytettäviä projektinhallinnan työkaluja ovat muun muassa projektipankit ja eri viestintätyökalut, jotka ovat laajalti käytössä, vaikka fyysisten palaverien tärkeys korostui tutkimuksessa.

Projektinhallinnan työkaluja on paljon, ja niiden pilotointi valmisteluvaiheessa jää usein taka-alalle aikataulupaineiden vuoksi. Kehitysehdotuksena olisi lisätä

koulutusta näiden työkalujen tehokkaaseen hyödyntämiseen myös laajalla pilotoinnilla voisi saada hyviä kehitysehdotuksia työkalujen käyttöön ja toimintaan liittyen. Vaikka jokin työkalu ei suoraan toimisi rakennusalan valmisteluvaiheen käytössä, niin työkalua soveltamalla siitä saattaa saada kyseiseen tarpeeseen hyödyllisen apuvälineen.

Tahtituotannon laajempi hyödyntäminen rakennusalalla

Tahtituotanto on rakennusalalla kasvavassa roolissa varsinkin tuotannossa, jossa tehdään paljon toistuvia työvaiheita, kuten asuntotuotanto. Kuitenkin tahtituotantoa voidaan toteuttaa useissa erilaisissa kohteissa ja työvaiheissa. Menetelmän hyödyt, kuten tehokkuuden paraneminen, lyhyemmät läpimenoajat, alhaisemmat kustannukset ja parempi laatu tekee siitä houkuttelevan työkalun. Lisäksi tahtituotantoa hyödyntävän yrityksen kilpailuetu markkinoilla kasvattaa varmasti tahtituotannon käyttöä tulevaisuudessa.

Kuitenkin tahtituotannon laajempaan hyödyntämiseen liittyy kehitystarpeita, jotka liittyvät yhteistyöhön, suunnitteluun sekä asenteisiin ja osaamiseen. Oman organisaation sekä muiden sidosryhmien sitouttaminen tahtituotantoon on keskeinen kehityskohde. Kouluttamalla, motivoimalla ja sitouttamalla tahtituotannon periaatteisiin mahdollistavat varmasti menetelmän tehokkaamman käytön. Lisäksi ennakkosuunnittelun ja lähtötietotarpeiden oikea-aikaisen saamisen vahvistaminen on avainasemassa onnistuneeseen tahtituotannon valmisteluvaiheeseen. Puutteellisilla suunnitelmilla tahtituotannon valmistelu jää epätarkaksi, joka saattaa viivästyttää koko projektia.

Kokonaisuudessaan tahtituotannon laajempaa hyödyntämistä kasvattavia konkreettisia toimenpiteitä olisi lisätä koulutusta tahtituotannosta ja sen hyödyistä. Koulutukset auttavat kasvattamaan ymmärrystä ja hyväksyntää tahtituotannon käytölle. Lisäksi sen laajamittaisempi pilotointi organisaatioissa antaa mahdollisuuden havainnoida menetelmän hyötyjä ja haasteita konkreettisesti, joka taas mahdollistaa menetelmän kehittämisen ja soveltamisen entistä tehokkaammaksi organisaation käyttötarpeisiin.

6.6 Jatkotutkimusaiheet

Mieleen tulee useita mielenkiintoisia jatkotutkimusaiheita valmisteluvaiheen kehittämiseen. Yksi kiinnostavimmista jatkotutkimuksen kohteista olisi tämän tutkimuksen aikana merkittävästi esille noussut teema: lähtötietojen ja suunnitelmien merkitys rakennusprojektin valmisteluvaiheessa. Jatkotutkimus voisi keskittyä lähtötietojen saatavuuteen sekä suunnittelun ohjaukseen, ja siihen miten se tulisi mahdollisimman laadukkaasti toteuttaa. Myös erilaisten projektityökalujen hyödyntäminen rakennusprojektissa olisi mielenkiintoinen jatkotutkimusaihe. Esimerkiksi Monte Carlo-simulaation käytön mahdollisuudet rakennusalalla. Lisäksi tahtituotannon soveltaminen monimutkaisiin ja haastaviin tuotantolaitosprojekteihin voisi olla sopiva jatkotutkimusaihe.

Lähteet

Alasuutari, P. (2011). *Laadullinen tutkimus 2.0*. Vastapaino.

https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk_electronic.993032507205970

Anderson, B. (2024). *3-Points Estimating*.

<https://www.projectmanagement.com/wikis/368763/3-points-estimating>

Antill, J. M., & Woodhead, R. W. (1991). *Critical path methods in construction practice*. John Wiley & Sons.

Artto, K. A., Martinsuo, M., & Kujala, J. (2008). *Projekttiliiketoiminta* (2. painos). WSOY.

http://pbgroup.aalto.fi/en/the_book_and_the_glossary/project_business_2011.pdf,

Ashwini, R. (2024, elokuuta 6). *Latest PMBOK Guide 7th Edition & PMP Exam Changes in 2024*. <https://www.pmexperto.com/latest-pmp-exam-pmbok/>

Baldwin, A., Bordoli, D., & Magee, A. (2014). *A handbook for construction planning and scheduling* (1st ed). Wiley-Blackwell.

https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk_electronic.995574002005970

Bicheno, J. R., & Holweg, M. (2023). *The Lean toolbox : a sourcebook for process improvement* (Sixth edition). PICSIE Books.

https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk_electronic.995723789105970

Eskola, J., & Suoranta, J. (1998). *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Vastapaino.

https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk_electronic.995131137205970

Favari, E. (2023). *Project management : leading change in the age of complexity*. Springer.

https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk_electronic.995710491905970

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). *Operations management: sustainability and supply chain management* (12th p.). Pearson.

- Hirsjärvi, S., & Hurme, H. (2022). *Tutkimushaastattelu : teemahaastattelun teoria ja käytäntö* ([2. painos]). Gaudeamus.
https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk_electronic.995699991505970
- Kankainen, J., & Pekkanen, J. (2006). *Rakennusprojektin johtaminen*.
<https://tiedostot.rakennustieto.fi/rakentajain-kalenteri/RK060501.pdf>
- Keiski, R. L., Hämäläinen, K., Karhunen, M., Löfström, E., Näreaho, S., Varantola, K., Spoof, S. K., Tarkiainen, T., Kaila, E., Aittasalo, M., & Tutkimuseettinen, neuvottelukunta. (2023). *Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa : Tutkimuseettisen neuvottelukunnan HTK-ohje 2023* (R. L. toimittaja Keiski, K. toimittaja Hämäläinen, M. toimittaja Karhunen, E. toimittaja Löfström, S. toimittaja Näreaho, K. toimittaja Varantola, S. K. toimittaja Spoof, T. toimittaja Tarkiainen, E. toimittaja Kaila, & M. toimittaja Aittasalo, Toim.). Tutkimuseettinen neuvottelukunta.
- Kenley, R., & Seppänen, O. (2006). *Location-based management for construction: Planning, scheduling and control*. Routledge.
- Kerzner, H. (2013). *Project management : a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. John Wiley & Sons, Inc.
https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk_electronic.995693142205970?sid=4868213634
- Keskiniva, K., Saari, A., & Junnonen, J.-M. (2024). Indicators for Takt Production Performance Assessment—A Conceptual Study. *Buildings (Basel)*, 14(1), 50.
https://turkuamk.finna.fi/PrimoRecord/pci.cdi_doaj_primary_oai_doaj_org_article_5c8f8931256844e2a26026b57c6cb27f?sid=4867334910
- Kohonen, I., Kuula-Luumi, A., & Spoof, S. K. (2019). *Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi Suomessa : Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2019*.

https://tenk.fi/sites/default/files/2021-01/lhmistieteiden_eettisen_ennakkoarvioinnin_ohje_2020.pdf

Koskenvesa, A., & Sahlstedt, S. (2017). *Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus* (3. p.). Rakennustieto Oy.

https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk_electronic.995735591805970?sid=4864989658

Koskenvesa, A., & Soila, J.-P. (2018). *Rakennushankkeen kustannushallinta*. Rakennustieto Oy.

https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk_electronic.995182287205970?sid=4883180844

Kozlovská, M., & Klosova, D. (2022). Influence of Takt Time Planning on Construction Efficiency. *IOP Conference Series. Materials Science and Engineering*, 1252(1), 12044.

https://turkuamk.finna.fi/PrimoRecord/pci.cdi_iop_journals_10_1088_1757_899X_1252_1_012044?sid=4867338555

Kruus, M. (2008). *Suke : suunnittelun ohjausta tukevien menettelyjen kehittäminen projektinjohtorakentamisessa* [Rakennustieto].

<https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk.991380027205970>

Kumar, S. A., & Suresh, N. (2009). *Operations Management*. New Age International. <https://books.google.fi/books?id=LYtmIR8UwjUC>

Laiho, K. (2019). VANHA KUNNON GANTT-KAAVIO VISUALISOI PROJEKTIN AIKATAULUN. *Kirjoituksia digitaalisista palveluista ja käyttäjäkokemuksesta*, 23.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/226693/2019%20Kirjoituksia_digitaalisista_palveluista_ja_kayttajakokemuksesta_seppanen-linkit.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Larsen, J. K., Lindhard, S. M., Brunoe, T. D., & Jensen, K. N. (2018). The relation between pre-planning, commissioning and enhanced project performance. *Construction Economics and Building*, 18(2), 1–14.

https://turkuamk.finna.fi/PrimoRecord/pci.cdi_doaj_primary_oai_doaj_org_article_73055dfcc48d4d7792954daa7de20dbc?sid=4867338888

- Lehtovaara, J. (2023). *Takt production and decentralized decision-making: improving construction production flow with novel planning & control approaches* [Aalto University]. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-64-1180-4>,
- Mishra, R. C., & Soota, T. (2005). *Modern project management* (1st ed). New Age International (P) Ltd., Publishers.
https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk_electronic.995564761105970
- Mun, J. (2010). *Modeling risk : applying Monte Carlo simulation, real options analysis, forecasting, and optimization techniques* (2nd ed). Wiley.
https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk_electronic.995574125205970
- Mäntyneva, M. (2016). *Hallittu projekti : jäntevästä suunnittelusta menestykselliseen toteutukseen* (1. painos). Kauppakamari.
https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk_electronic.993080177205970
- Mölsä, S. (2019). *Onko tahtituotanto työmälle riski? – 25 mestarin kokemukset kertovat joustavuudesta ja laadun paranemisesta*.
<https://www.rakennuslehti.fi/2019/11/onko-tahtituotanto-joustamaton-riskikokeilu-building-2030-testasi-asian-pilottiprojekteissa/>
- Ojasalo, K., Moilanen, T., & Ritalahti, J. (2015). *Kehittämistyön menetelmät : uudenlaista osaamista liiketoimintaan* (3.-4. painos). Sanoma Pro Oy.
https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk_electronic.995069427205970
- Oksanen, A., Laine, V., & Kaskiaro, K. (2019). *Urakkasopimukset : rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998* (2. uud. painos). Kauppakamari.
https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk_electronic.995277227205970
- Project Management Institute (PMI). (2021). *The 12 Project Management Principles*. <https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/pmbok-standards/12-project-management-principles.pdf>

- ProjectManager.com. (2024). *Critical Path Method (CPM) in Project Management*. <https://www.projectmanager.com/guides/critical-path-method>
- Rakennustieto Oy. (2016). *RT 10-11222: Rakennushankeeseen ryhtyvän tehtävät*. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11222?page=5>
- Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 (RT 16-10660)*. (1998).
- Saaranen-Kauppinen, A., & Puusniekka, A. (2006). *Menetelmäopetuksen tietovaranto KvaliMOTV : kvalitatiivisten menetelmien verkko-oppikirja* (A. Puusniekka, Toim.). Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto Tampereen yliopisto. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/tietoarkisto/julkaisut/kvalimotv.pdf>
- Sahlstedt, S., Koskenvesa, A., Rakennustieto, Talonrakennusteollisuus, & Rakennustietosäätiö. (2023). *Aikataulukirja 2024* (14. p.). Rakennustieto Oy. https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk_electronic.995749490405970?sid=4863739573
- Sears, S. K., Sears, G. A., Clough, R. H., Rounds, J. L., & Segner, R. O. , Jr. (2015). *Construction project management : b a practical guide to field construction management* (Sixth edition). Wiley. https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk_electronic.995693159205970
- Siipi, H. (2017). *Tutkimusetiikka tieteen tukena*. <https://blogit.utu.fi/utu/2017/04/18/tutkimusetiikka-tieteen-tukena/>
- Sotille, M. (2016). *Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. Project Management Institute, Inc. <https://www.projectmanagement.com/wikis/234759/project-management-body-of-knowledge--pmbok-->
- Sweco. (2024). *Numeerisen mallintamisen menetelmä Monte Carlo -analyysi*. <https://www.sweco.fi/projektinjohto-ja-rakennuttaminen/monte-carlo/>
- Talja, T. (2024). *Aikataulujohtaminen*.

Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS. (2012). *RATU 7031*.
<https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%207031>

Tuomi, J., & Sarajärvi, A. (2018). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*
(Uudistettu laitos). Kustannusosakeyhtiö Tammi.

https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk_electronic.995131157205970

Viitala, R., & Jylhä, E. (2019). *Johtaminen : keskeiset käsitteet, teorit ja trendit*.
Edita.

https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk_electronic.995619498805970

Vilkkä, H. (2021). *Tutki ja kehitä* (5., painos). PS-kustannus.

https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk_electronic.995623386405970

Kyselyn saatekirje

Terve

Olen Kaapo Kulma-aho ja teen Turun Ammattikorkeakoulussa YAMK-opinnäytetyötä SRV Rakennus Oy:lle. Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää rakennusalan tuotannonsuunnittelun johtamisen käytäntöjä ja kehittämistarpeita aikataulutuksen näkökulmasta rakennusprojektin valmisteluvaiheessa.

Tämä tutkimus tehdään laadullisena tutkimuksena, jonka tavoitteena on ymmärtää konkreettisesti aikataulujohtamisen mahdollisuudet ja haasteet rakennusprojektin valmisteluvaiheessa. Kvalitatiivisen tutkimuksen lähestymistapa soveltuu tutkimukseen, sillä tarkoituksena on saada kokempohjaista tietoa alan asiantuntijoilta ja analysoida sitä teemojen avulla.

Aineistoa kerätään dokumenttianalyysillä sekä puolistrukturoidulla kyselytutkimuksella, jossa kysymykset ovat avoimia ja mahdollistavat vapaamuotoisen vastaamisen. Kyselytutkimuksen pääteemana toimii valmisteluvaiheen aikataulusuunnittelu ja sen johtaminen. Tutkimuksen kohderyhmänä ovat rakennusalan ammattilaiset, ja heidän vastauksensa käsitellään luottamuksellisesti ja anonyymisti. Opinnäytetyö tullaan julkaisemaan internetissä osoitteessa www.theseus.fi.

Tutkimus keskittyy rakennusprojektin valmisteluvaiheeseen, joka tarkoittaa ajanjaksoa rakennusprojektissa ennen varsinaisen rakentamisen eli tuotantovaiheen aloittamista. Valmisteluvaiheessa tehdään perustat koko tuotannon onnistumiselle. Tämä vaihe sisältää keskeisiä tuotannonsuunnittelun johtamisen osa-alueita kuten aikataulutus, resurssointi, hankinta sekä suunnittelun ohjausta. Tässä tutkimuksessa paneudutaan valmisteluvaiheen tuotannonsuunnittelun johtamiseen ja erityisesti aikataulutehtäviin sekä niiden johtamiseen.

Tämä kyselytutkimus keskittyy seuraaviin teemoihin:

- Tuotannonsuunnittelun johtamisen tehostaminen valmisteluvaiheessa

- Aikataulusuunnittelun johtaminen
- Aikataulutuksessa käytettävä tieto
- Projektijohtamisen työkalut
- Aikataulun arviointi
- Tahtituotannon kehittäminen valmisteluvaiheessa

Tutkimus rajataan käsittelemään ensisijaisesti Suomessa toteutettavia rakennusprojekteja, joka mahdollistaa keskittymisen suomalaisen rakentamisen erityispiirteisiin, säädöksiin sekä käytäntöihin. Eri urakkamuotoja ei rajata tutkimuksen ulkopuolelle, vaan tuotannonsuunnittelun johtamista tarkastellaan yleisesti ilman painotusta tiettyyn urakkamuotoon. Tämä tutkimus ei tarkastele tuotannonsuunnittelun historiaa, vaan keskittyy sen nykyisiin toimintamalleihin varmistaakseen, että tiedot ovat ajantasaisia sekä relevantteja tämän päivän tarpeisiin.

Toivon, että voisit osallistua kyselyyn ja jakaa näkemyksiäsi. Kyselyyn pääset seuraavasta

linkistä: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeGxSqWYnoAfXDzOq-jE1VI5vUp7EJv_k-6ljbHn2WB_YPqKg/viewform?usp=sf_link

Vastaathan kyselyyn 22.11.2024 mennessä, jotta tulokset voidaan ottaa huomioon tutkimuksessa. Jos sinulla on kysyttävää tutkimuksesta tai kyselyyn osallistumisesta, voit ottaa yhteyttä sähköpostitse tai puhelimitse.

PS. Kun avaat Google Forms -kyselyn ja saatat nähdä oman Google-tilisi kirjautuneena, se ei tarkoita, että vastauksista käyttäjätiedot tallentuisivat vastauksien mukana. Tilisi näkyy, koska olet kirjautuneena Googleen kyseisellä selaimella, mutta kysely kerää vastaukset anonymisti.

Ystävällisin terveisin,

Kaapo Kulma-aho

Turun Ammattikorkeakoulu

p. 040 480 2141

kaapo.kulma-aho@edu.turkuamk.fi

Kysely

Rakennusprojektin tuotannosuunnittelun kehittäminen: Aikataulutuksen ja aikataulujohdamisen haasteet valmisteluvaiheessa

* Pakollinen kysymys

1. Ammattinimike ja tehtävänkuvaus rakennusprojekteissa? *

2. Kokemusvuodet rakennusalan toimihenkilön tehtävistä? *

Merkitse vain yksi soikio.

- Alle 5 vuotta
- 5–10 vuotta
- 10–20 vuotta
- Yli 20 vuotta

3. Kokemus tahtituotannosta? *

Merkitse vain yksi soikio.

- Ei ole
- 1–5 projektia
- 5–10 projektia
- Yli 10 projektia

Tuotannonsuunnittelun johtamisen tehostaminen valmisteluvaiheessa

Tavoitteena on kartoittaa johtamiskäytäntöjä sekä keinoja, joilla tuotannonsuunnittelua voidaan tehostaa ennen varsinaisen rakentamisen alkua.

4. Mitkä ovat suurimmat haasteet, joita kohtaat valmisteluvaiheen tuotannonsuunnittelussa? *

5. Mitkä toimenpiteet voisivat mielestäsi parantaa tuotannonsuunnittelun * johtamista valmisteluvaiheessa?

Aikataulusuunnittelun johtaminen

Tämän teeman tarkoituksena on selvittää, millaisia aikatauluja valmisteluvaiheessa tarvitaan, kuinka niiden suunnittelua johdetaan ja miten viestintä toteutetaan.

6. Mitä eri aikatauluja tuotatte valmisteluvaiheessa? *

7. Miten aikataulusuunnittelun johtaminen valmisteluvaiheessa on järjestetty organisaatiossanne? *

8. Miten hoidatte viestintää valmisteluvaiheessa organisaationne sisällä sekä eri sidosryhmien välillä? *

9. Mitkä johtamisen työkalut tai toimintatavat ovat osoittautuneet tehokkaiksi aikataulusuunnittelun hallinnassa, ja voisiko muita menetelmiä tai työkaluja hyödyntää tehostamaan prosessia? *

Aikataulutuksessa käytettävä tieto

Tässä osiossa tutkitaan, mitä tietoja aikataulusuunnittelussa tarvitaan, minkä tiedon mukaan aikatauluja tehdään sekä mikä on rakennuttajan rooli aikataulusuunnittelussa.

10. Mitä lähtötietoja tarvitsette rakennusprojektin aikatauluttamiseen? *

11. Miten eri aikataulutehtävien kestot määritellään rakennusprojektin valmisteluvaiheessa (mistä saadaan tiedot tai arviot eri työvaiheiden kestoista)? *

12. Kerro, miten hyödynnätte valmisteluvaiheen aikataulusuunnittelussa yleisiä rakennusalan tietopankkeja ja ohjeistuksia, kuten Rakennustiedon tietokantaa ja ohjeistuksia? *

13. Miten hyvin nämä ohjeistukset mielestäsi toimivat käytännössä? *

14. Onko jokin osa-alue, jossa nämä ohjeistukset toimivat erityisen hyvin tai toisaalta heikosti? *

15. Mikä on mielestäsi rakennuttajan rooli onnistuneeseen valmisteluvaiheen aikataulusuunnitteluun (esim. tilaajalta tarvittavat tiedot)? *

Projektinjohtamisen työkalut

Tarkoituksena on selvittää, käytetäänkö rakennusalalla yleisiä projektinhallinnan työkaluja.

16. Käytetäänkö projekteissasi yleisiä projektijohtamisen työkaluja (esim. kriittisen polun menetelmä CPM, PERT-analyysi, Monte Carlo-simulaatiot)? Jos käytetään, niin mitä? *

17. Miten arvioisit näiden työkalujen toimivuutta ja soveltuvuutta rakennusalan aikataulusuunnitteluun? *

Aikataulun arviointi

Teeman tarkoitus on arvioida, miten aikataulujen realistisuus ja paikkansapitävyys arvioidaan sekä miten dataa kerätään aiempien projektien aikatauluista.

18. Miten arvioit aikataulutuksen onnistumista valmisteluvaiheen jälkeen?
(esim. onnistuu 80% projekteista, mutta haasteita on X asioissa) *

19. Mitkä tekijät ovat eniten vaikuttaneet aikataulutuksen onnistumiseen tai epäonnistumiseen? *

20. Miten keräätte dataa aiemmista aikatauluista? *

Tahtituotannon kehittäminen valmisteluvaiheessa

Tarkoitus on tutkia tahtituotannon haasteita ja mahdollisuuksia erilaisissa rakennusprojekteissa sekä selvittää valmisteluvaiheiden eroavaisuuksia projekteissa, joissa on tahtituotanto käytössä verrattuna perinteiseen malliin.

21. Miten olet kokenut tahtituotannon toimivuuden ja tehokkuuden rakennusalla?

22. Miten näet tahtituotannon toimivuuden erilaisissa rakennushankkeissa (asuintalot, hotellit, toimitilat, koulut, sairaalat yms.)?

23. Mitä mahdollisuuksia ja haasteita näet tahtituotannon laajemmalle käytölle rakennusalalla?

24. Miten valmisteluvaihe eroaa tahtituotantomallissa verrattuna perinteiseen malliin?

Lopuksi

Vapaata ajatuksenvirtaa aiheesta.

25. Mitä muuta haluaisit sanoa tuotannosuunnittelun aikataulujohtamisesta valmisteluvaiheessa?

Google ei ole luonut tai hyväksynyt tätä sisältöä.

Google Forms