



Rakennustyömaan aikataulu- johtamisen kehittäminen

Toni Laine

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2024

Rakentamisen ylempi tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakentamisen ylempi tutkinto-ohjelma
Insinööri (ylempi AMK), rakennustekniikka ja yhdyskuntatekniikka

LAINEN, TONI
Rakennustyömaan aikataulujohtaminen

Opinnäytetyö 62 sivua + liitteitä 3 sivua
Toukokuu 2024

Rakennustyömaiden tehokkuudessa ja aikataulujohtamisessa on kehitettävää. Tässä työssä selvitettiin rakennustyömaiden aikataulujohtamisen haasteita. Tavoitteena oli vastata tutkimuskysymyksiin miksi rakennustyömailla ei pysytä aikataulussa, mihin työvaiheisiin haasteet liittyvät ja mitä tulisi ensisijaisesti kehittää toiminnassa. Tutkimuskysymysten selvittämiseksi laadittiin kysely.

Kriittisimmät työvaiheet ovat runko- ja vesikattorakenteet sekä maanrakentaminen. Työvaiheittain korostuvat eri syyt, joita ovat suunnitelmien haasteet, olosuhteet, ennalta arvaamattomat tilanteet, töiden yhteensovittaminen, työkohteen valmius, asentajien saatavuus sekä talotekniikan ja rakennustöiden yhteensovittaminen.

Tehokkaan aikataulujohtamisen avaimia ovat Last Planner ja muut lean-johtamisen työkalut. Rakennushankkeissa tulee laatia kohdekohtaiset, tarkat työsuunnitelmat ja niiden varasuunnitelmat, jotka huomioivat projektin erityispiirteet. Etukäteissuunnittelu on erittäin tärkeässä osassa. Aikataulujohtamisen kehittäminen vaatii pitkäjänteistä työtä ja on keskeinen asia tehokkuuden parantamisessa. Uusiin menetelmiin kannattaa suhtautua innokkaasti.

Asiasanat: aikataulu, aikataulujohtaminen, LEAN, projektinhallinta

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Master's Degree Programme in Engineering
Construction Management

LAINE, TONI
Construction Site Schedule Management Development

Master's thesis 62 pages, appendices 3 pages
May 2024

The efficiency of construction sites and schedule management need to be improved. In this work, the challenges of schedule management at construction sites were investigated. The goal was to answer the research questions of why construction sites do not stay on schedule, what phases of work the challenges are related to, and what should primarily be developed in the operation. A survey was prepared to clarify the research questions.

The most critical work phases are the frame and water roof structures and earthworks. Different reasons are highlighted for each work phase, which are the challenges of the plans, conditions, unforeseen situations, coordination of work, readiness of the work site, availability of installers and coordination of HVAC and construction work.

The keys to effective schedule management are Last Planner system and other lean management tools. In construction projects, site-specific, precise work plans and their backup plans must be drawn up, which take into account the special features of the project. Lookahead planning is a very important part. Developing schedule management requires long-term work and is a key issue in improving efficiency. New methods should be approached with enthusiasm.

Key words: schedule, schedule management, LEAN, project management

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT.....	3
SISÄLLYS.....	4
1 JOHDANTO.....	6
1.1 Tausta.....	6
1.2 Tavoite, tutkimuskysymykset.....	6
1.3 Suoritus.....	6
1.4 Rajaukset.....	7
2 AIKATAULUSUUNNITTELUN PERUSTEITA.....	8
2.1 Hankkeen ajallinen suunnittelu.....	8
2.1.1 Ajallisen suunnittelun vaiheet ja periaatteet.....	8
2.1.2 Aikataulun kireyden tarkistaminen.....	9
2.1.3 Normaalikesto ja tehtävien limitys.....	10
2.1.4 Aikataulutehtävät ja niiden mitoitus.....	12
2.1.5 Työjärjestys, ajoitus ja resurssitasaus.....	13
2.1.6 Lohkojako ja osittelu.....	15
2.1.7 Rakentamisaikaa lyhentävät tekijät.....	16
2.1.8 Yleisaikataulu.....	17
2.1.9 Rakentamisvaiheaikataulu.....	20
2.1.10 Korjausrakentaminen.....	20
2.1.11 Talotekniikan aikataulut.....	21
2.2 Aikataulusuunnittelun lähtötiedot.....	21
2.2.1 Työsaavutuksen, työmenekin ja työn keston laskenta.....	21
2.2.2 Ratu-tutkimus.....	24
2.3 Aikataulujen heikkouksia.....	24
2.4 Tuotannon ohjaus.....	25
2.4.1 Viikkoaikataulu.....	25
2.4.2 Viikkosuunnittelu ja Last Planner.....	26
2.4.3 Tehtäväsuunnittelu.....	27
2.5 LEAN-periaatteita.....	28
2.5.1 Jatkuva parantaminen.....	28
2.5.2 Ihmisten kunnioitus (lean-johtaminen, tilannepalaveri).....	29
2.5.3 Toiminnan virtaus (virtaus, tahtituotanto, esivalmistus, JIT).....	30
2.5.4 Hukan eliminointi (Last Planner, visuaalisuus ja 5S).....	33
2.6 Olosuhdehallinta, kuivumisaika-arviot, kosteusmittaus.....	37
2.7 Aikataulun valvonta.....	38
2.8 Aikataulujohdamisessa onnistuminen.....	41

3	TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO	43
3.1	Kysely ja haastattelut	43
4	TULOKSET JA TARKASTELU	44
4.1	Kysely opiskelijaryhmällä, kohdeyritykselle ja muille kontakteille .	44
4.1.1	Vastaajien ja työmaiden taustatiedot	44
4.1.2	Kriittisimmät tuotantovaiheet	45
4.1.3	Rakennusvaiheittain esiintyvät aikatauluhaasteet	47
4.1.4	Olosuhteiden vaikutus	48
4.1.5	Koneet ja laitteet.....	49
4.1.6	Lisätyöt.....	49
4.1.7	Työntekijöiden ja työnjohdon osaaminen.....	50
4.1.8	Työn suunnitteluperusteet	51
4.1.9	Viikkoaikataulujen pitävyys.....	52
4.1.10	Työaikataulujen esitystavat ja lähtötiedot.....	53
4.1.11	Erytyisrakenteet	54
4.1.12	Aikataulutavoitteet.....	55
4.1.13	Aikataulujohtamisessa onnistuminen	55
4.1.14	Jatkotutkimus	56
4.2	Haastattelut.....	56
5	POHDINTA	57
6	YHTEENVETO	60
	LÄHTEET.....	61
	LIITTEET	63
	Liite 1. Kyselyn saate	63
	Liite 2. Microsoft Forms -kysely	64

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Rakennustyömaalla on yleisesti kiire, ja aikatauluista ollaan enemmän tai vähemmän jäljessä. Rakennusalalla on arkisessa keskustelussa tunnusomaista aikataulujen pitämättömyys. Työvaiheet venyvät ja erilaisia kiireellisiä välihommia joudutaan tekemään suunniteltujen työvaiheiden sijaan, mikä edelleen aiheuttavat viivästyksiä. Usein toiminnan parantamisesta puhutaan, ja joitain toimenpiteitä tehdään, mutta ne eivät johda riittäviin lopputuloksiin. Kiristynyt kilpailu ja rakentamisen suhdanteiden lasku aiheuttaa entisestään tarvetta laadukkaalle ja tavoitteelliselle aikataulujohtamiselle. Aika on rahaa.

1.2 Tavoite, tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää vastaukset tutkimuskysymyksiin.

- Miksi rakennustyömailla ei pysytä aikataulussa? (päättötutkimuskysymys)
- Mihin työvaiheisiin aikataulun haasteet kulmineituvat ja miksi?
- Mihin aikataulujohtamisen kehittämistä tulisi ensisijaisesti painottaa?

1.3 Suoritus

Työn tuloksena laaditaan selvitys viivettä aiheuttavista syistä. Lisäksi tehdään luettelo asioista, joita pitäisi ensisijaisesti painottaa aikataulujohtamisen kehittämisessä. Työ toimii taustaselvityksenä kohdeyrityksen aikataulujohtamisen kehitysohjelman laadintaa varten. Työ tehdään Rakennusliike J. Malm Oy:lle.

1.4 Rajaukset

Tässä työssä käsitellään aikataulujohtamista ensisijaisesti rakentamisen eli rakennustyömaan johtamisen näkökulmasta. Muita rakennushankkeen vaiheita tarveselvityksestä käyttöönottoon ja takuu-aikaan käsitellään vain, mikäli esimerkiksi kyselyn vastauksissa tai haastatteluissa selviää poikkeuksellisia asioita, jotka tulisi ottaa jo näissä vaiheissa huomioon.

2 AIKATAULUSUUNNITTELUN PERUSTEITA

2.1 Hankkeen ajallinen suunnittelu

Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus -kirjassa kerrotaan rakennushankkeen ajallisen suunnittelun sekä ohjaamisen edellyttävän projektinjohdollista osaamista. Tietojen, taitojen ja välineiden sekä tekniikoiden hallitseminen on avain asemassa tavoitteiden ja vaatimusten saavuttamisessa. Rakennushankkeessa se tarkoittaa osaprosesseina olevien hankkeiden eri vaiheiden hyvää hallintaa. (Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. (2011, takakansi). Vankka ajallisen suunnittelun perusosaaminen ja jatkuva parantaminen tulisi olla työnjohtajien tärkeitä.

2.1.1 Ajallisen suunnittelun vaiheet ja periaatteet

Yksinkertaistetusti aikataulun laadinta sisältää seuraavat vaiheet:

- laaditaan tehtäväluettelot
- arvioidaan tehtävien työmäärät ja kestot
- selvitetään tehtävien riippuvuudet toisistaan ja päätetään työjärjestys
- suunnitellaan käytettävät resurssit
- piirretään havainnollistava aikataulu
- analysoidaan aikataulu ja käytettävät resurssit
- hyväksytetään aikataulu osapuolilla, sitoutetaan toimimaan sen mukaan (Pelin, R. 2011, 114)

Rakennustuotannon aikataulukirja jakaa ajallisen suunnittelun hieman erilaiseen kulkukaavioon ja vielä tarkemmin rakentamisen näkökulmasta.

1. Tarkistetaan rakentamisaikataulun kireys
2. Lasketaan tehollinen rakentamisaika
3. Ositellaan kohde
4. Suunnitellaan ja valitaan työjärjestys
5. Muodostetaan aikataulutehtävät
6. Ajoitetaan nämä tehtävät ja tasataan resurssit

7. Tehdään aikataulu

(Aikataulukirja 2016, 20)

Aikataulusuunnitteluun ja tavoitteiden asettamiseen tarvitaan oikeanlaista tietoa työsaavutuksista, työmenekeistä ja kapasiteeteista eri työryhmillä. Näitä tietoja saadaan tavoitearvioista, yrityksien tiedostoista ja kokemuspohjaisesta tiedosta. (Aikataulukirja 2016, 19) Tuotannon näkökulmasta hyvä aikataulu palvelee ohjausta, on sidottu tuotokseen ja konkreettinen. Aikataulun tulee osoittaa toteuman poikkeamat. (Aikataulukirja 2016, 19)

Rakennustuotannon talonrakennushankkeen laatimalla ajoitusmallilla, voidaan arvioida hankkeiden kireys, normaalikesto ja työvaiheiden limitys.

2.1.2 Aikataulun kireyden tarkistaminen

Aikataulun kireys voidaan tarkistaa tutkimuksiin perustuvalla talonrakennuksen ajoitusmallilla. Kireyttä tutkitaan vertaamalla hankkeen toteuttamiseen varattua aikaa hankkeen normaalikeston, joka tarkoittaa hankkeen suunnitelmien ja tavanomaisen kireystason mukaista rakennusaikaa, josta vähennetään kesäloma-kuukaudet sekä ennalta tiedetyt keskeytykset. Laskennassa käytetään hankkeen kokonaistyöpanosta, joka sisältää kaikki hankkeen työntekijätunnit. (Aikataulukirja 2016, 20) Erikokoisille kohteille on oma kaava. Isoille kohteille normaalikesto (T_N , jossa yksikkö kk) lasketaan kaavalla 1. Pienissä hankkeissa käytetään kaavaa 2. \ln tarkoittaa luonnollista logaritmiä. Isoiksi hankkeiksi määritellään hankkeet, joissa kokonaistyöpanos on yli 10 000 tth. Tth tarkoittaa työntekijätuntia. Mikäli kaavan tulos on suurempi kuin 20 %, rakennushankkeen aikataulu on kireä, ja lisäkustannuksiin tulee varautua.

$$T_N = 4,6 * \ln(\text{hankkeen kokonaistyötuntimäärä}) - 35,0$$

$$T_N = 1,8 * \ln(\text{hankkeen kokonaistyötuntimäärä}) - 9,3$$

(Peltola, A. & Koskenvesa, A. 2015)

2.1.3 Normaalikesto ja tehtävien limitys

Normaalikestolla tarkoitetaan suunnitelmien ja tavanomaisen kireystason mukaista rakennusaikaa. Tästä on vähennetty kesälomat ja muut sovitut työn keskeytykset. (Aikataulukirja 2016, 51) Normaalikeston laskentaan on ajoitusmalli, jonka vaiheet ovat maanrakennus-, perustus-, runko-, sisävalmistus- ja luovutusvaihe. Vaiheiden normaalikestot riippuvat kokonaistyöpanoksista. Rakennusvaiheiden normaalikestot lasketaan taulukon 1 kaavoilla.

Taulukko 1. Normaalikestojen laskenta eri rakennusvaiheille. (Aikataulukirja 2016, 22, muokattu)

<u>Vaihe</u>	<u>Normaalikeston laskentakaava, kk</u>
Maanrakennusvaihe	$1,3 * \ln(T_M) - 7,3$
Perustusvaihe	$0,7 * \ln(T_P) - 3,4$
Runkovaihe	$3,5 * \ln(T_R) - 27,0$
Sisävalmistusvaihe	$2,9 * \ln(T_S) - 21,8$
Luovutusvaihe	$1,8 * \ln(T_L) - 10,4$

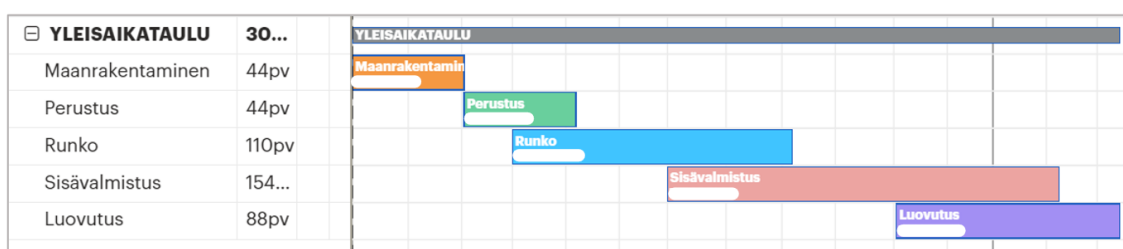
Merkinnät T_M ja niin edelleen tarkoittavat kunkin vaiheen kokonaistuntimäärää. Vaiheiden limittymisien laskentaan käytetään taulukon 2 kaavoja.

Taulukko 2. Limityksien laskenta. (Aikataulukirja 2016, 22, muokattu)

<u>Limitys</u>	<u>Laskentakaavat, %</u>
Maanrakennus – perustus	$25 + \left(\frac{T_M}{200}\right)$
Perustus – runko	$25 + \frac{T_P}{290}$
Runko – sisävalmistus	$25 + \frac{T_R}{530}$

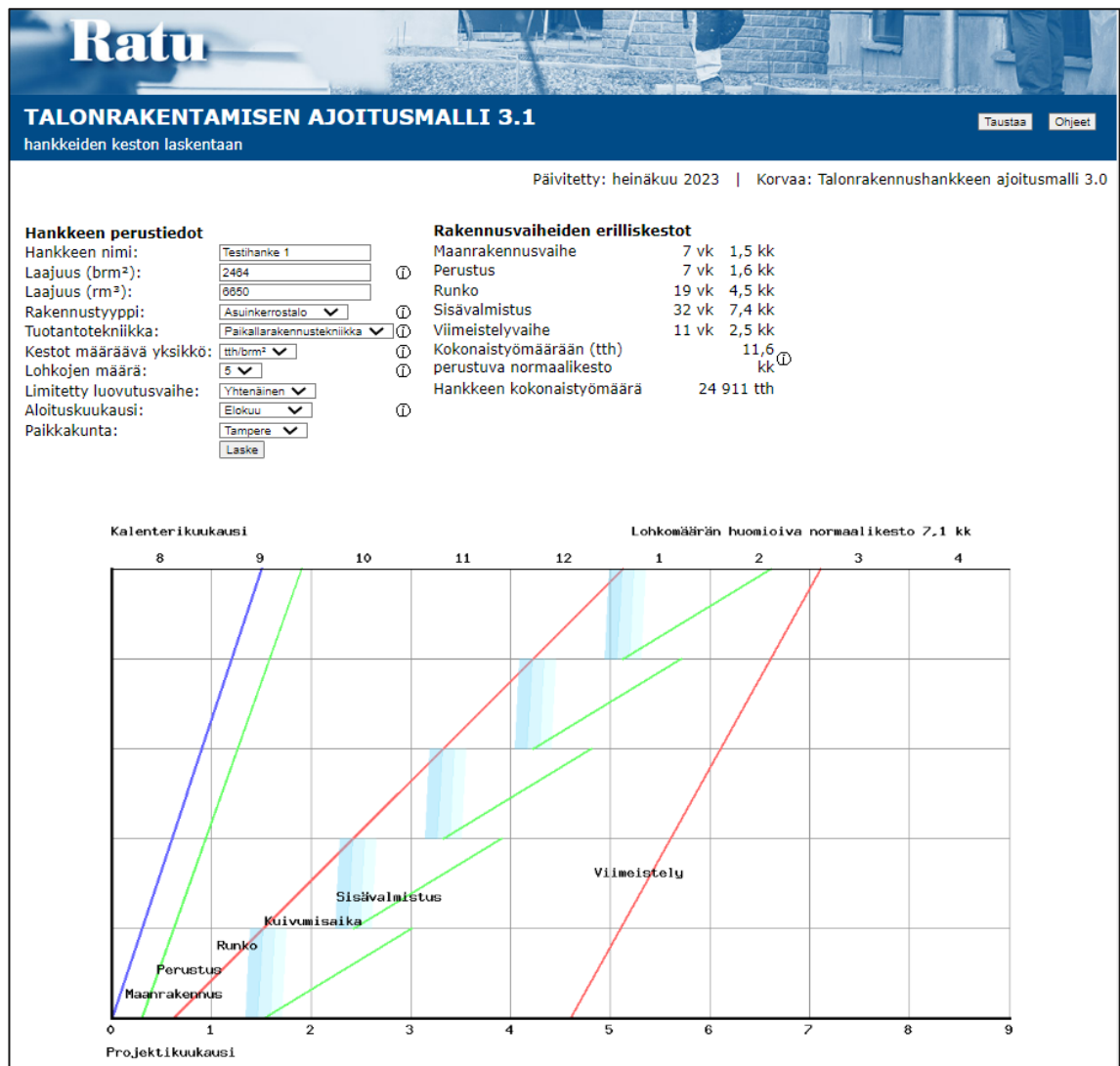
Kohteelle lasketaan siis ensin pääryhmätasoiset työpanokset. Seuraavaksi lasketaan ajoitusmallin rakennusvaiheiden kokonaistyöpanokset. Rakennusajan ja

rakennusvaiheiden normaalikestot lasketaan rakennusvaiheiden kokonaistyöpä-noksien ja normaalikestojen laskentakaavojen avulla. Tarkkuutena käytetään kuukausitarkkuutta, joka pyöristetään ylöspäin kokonaisluvuksi. (Aikataulukirja 2016, 23). Limitykset määritellään niin ikään laskentakaavoilla. Aloituskuukaudet määrätään rakennusvaiheiden keskilimityksien avulla. Tarkkuutena on kuukausi-tarkkuus, joka pyöristetään ylöspäin. (Aikataulukirja 2016, 23) Normaalikestojen ja aloituskuukausien laskennan jälkeen piirretään yleisaikataulu jana-aikatau-luna. Kuvassa 1 on hahmoteltu tällainen aikataulu, jossa on laskettu rakennus-vaiheiden kokonaistyöpanokset ja limitetty ne vaiheittain ajoitusmallin mukaan.



Kuva 1. Esimerkki laskentakaavojen pohjalta tehtävästä aikataulurungosta. (Ai-kataulukirja 2016, 24, muokattu Sitedrivella)

Normaalikestojen arviointia varten on kehitetty myös selainpohjainen ohjelma. Teknisen toteutuksen on tehnyt Mittaviiva Oy. Kuvassa 2 on kokeiltu laskuria syöttämällä hankkeen perustiedoiksi mielivaltaiset arvot. Tämä ajoitusmalli 3.1 korvaa talonrakennushankkeen ajoitusmallin 3.0, mutta esimerkiksi Rakennus-tuotannon aikataulukirjaa ei ole vielä päivitetty ajoitusmallin osalta. Ajoitusmallin taustoihin voi perehtyä esimerkiksi Aki Peltolan diplomityön avulla (Peltola A. Uu-disrakentamisen ajoitusmalli. Diplomityö Tampere: Tampereen teknillinen yli-opisto, 2015, 136)



Kuva 2. Ajoitusmalli 3.1 verkkosivupohjainen ohjelma. <https://ajoitusmalli.mittaviiva.fi/index.php>

2.1.4 Aikataulutehtävät ja niiden mitoitus

Aikataulutehtävät ovat aikaa ja resursseja vaativia tehtäviä. Tehtäviä suunniteltaessa otetaan huomioon koko työmaan eteneminen tavoitteiden mukaisesti. Tehtävien on oltava kokonaisuuksia, joita voidaan valvoa ja ohjata. (Aikataulukirja 2016, 25) Tehtävät tekee pääurakoitsijan omat tai aliorakoitsijoiden työntekijät. Tehtäviä ovat esimerkiksi maanvaraisen laatan teko tai perustusten valuvoittien rakentaminen ja elementtiasennus. Tehtävän suunnittelussa otetaan huomioon itse tehtävä, mutta myös tehtävän edellyttämät aloittavat, lopettavat ja sen suorittamista ylläpitävät suoritteet. Esimerkkeinä tästä ovat erilaiset kaluston

siirrot, suojaustyöt, työaikaiset rakenteet ja siivous. (Aikataulukirja 2016, 25) Tehtäviä voidaan lohkoa osatehtäviksi, joita voidaan suorittaa eriaikaisesti, eri sijainnissa ja eri luonteisesti. Tehtävistä kootaan työluettelo tuotannon ohjaamiseksi. Tehtävien vaatimat suoritemäärät voidaan laskea kuvista tai ottaa valmiista määräluetteloista. Tehtävuluetteloon etsitään esimerkiksi Ratu-aineistosta oikeanlainen työmenekki ja työpanos. Tämän perusteella lasketaan kesto ja valitaan työryhmän koko. (Aikataulukirja 2016, 25)

Työsaavutuksen ja – menekin laskennassa otetaan huomioon erilaisia siihen vaikuttavia tekijöitä. Näitä ovat mm.

- Työryhmän oppiminen, eli työn edetessä työn toteuttaminen nopeutuu
- Työryhmän koko, kokemus ja ammattitaito sekä kohteen koko ja vaativuus
- Erilaiset rakenneratkaisut ja rakennustekniikka voi vaikuttaa työn suunnitteluun
- Koneet ja niiden kapasiteetti sekä kuntotaso
- Kohteen olosuhteet
- Työntekijöiden palkkaustapa
- Oikeanlainen työnsuunnittelu
- Työmaajärjestelyt

(Aikataulukirja 2016, 26)

2.1.5 Työjärjestys, ajoitus ja resurssitasaus

Työjärjestys määräytyy kohteen perusteella. Kohde kannattaa ositella esimerkiksi liikuntasaumojen, kerrosten tai muiden alueiden mukaan. (Aikataulukirja 2016, 26) Tämän lisäksi huomioidaan tehtävien riippuvuudet ja laaditaan kulukaavio työn etenemiselle. Lopulta yhden yksittäisen työvaiheen tekeminen riippuu kaikista muista töistä. Riippuvuuksia ovat loogiset riippuvuudet, olosuhderiippuvuudet, tekniset riippuvuudet ja resurssiriippuvuudet. Riippuvuuden kuvaavat tehtävien välisiä rajoituksia. (Aikataulukirja 2016, 26)

Resurssiriippuvuus tarkoittaa, että työryhmä tai työkone ei voi olla kahdessa tai useammassa paikassa yhtä aikaa. Samaa resurssia tarvitsevia töitä ei voida

tehdä samaan aikaan. (Aikataulukirja 2016, 26) Rakennushankkeessa riippuvuudet ovat yleisesti loppu-alku riippuvuuksia, mikä tarkoittaa että seuraava tehtävä ei voi alkaa ennen kuin edellinen on kokonaan valmis. Alku-alku riippuvuudesta esimerkkinä on holvilaudoituksen ja raudoituksen välinen tekninen riippuvuus. Laidoituksen on oltava valmis ennen raudoitusta, mutta laudoitus voi olla vielä osittain kesken. Loppu-loppu riippuvuus kuvaa esimerkiksi LVIS-töiden ja väliseinätöiden yhteensovittamista. Toisin sanoen, väliseinän toista puolta ei voida sulkea ennen kuin kaikki seinän sisään tuleva tekniikka on asennettu. Alku-loppu riippuvuudet ovat kyseessä silloin kun toisella tehtävällä luodaan edellytykset jollekin toiselle työlle. Esimerkkinä toimii olosuhteiden vaikutus talvibetonointiin. Lämmitys mahdollistaa työn etenemisen. Riippuvuuksia voidaan selvittää rakenejärjestelmistä, liittymädetaljeista, aikatauluista, resurssikaavioista ja muista suunnitelmista. (Aikataulukirja 2016, 27)

Tehtävien ottamiseksi aikatauluun tulee ottaa huomioon tahdistus. Tahdistuksessa tulee suunnitella, miten erilaiset tehtävät saadaan kestoiltaan yhtä pitkiksi ja saman tahtiseksi siten, että rakennusajan käyttö on tehokasta ja tehtäviä voidaan ohjata. Tahdistuksen laskemiseksi aikataulutehtäville lasketaan tahdistava kesto. Aloitusväli määrätään tehollisen rakennusajan, tahdistavien tehtävien määrän ja valitun aloitusvälin avulla. Tehtävien kestoa voidaan lyhentää työryhmää kasvattamalla tiettyyn pisteeseen saakka. Jokaiselle työlle on olemassa kuitenkin optimaalinen työryhmä, jolla pystytään tehokkaaseen työhön. Työryhmän muutokset vaikuttavat työmenekkiin, sillä ammatti- ja aputyön työnjako muuttuu. (Aikataulukirja 2016, 27)

Yleensä tahdistus tehdään tehtävien työsisältöä muuttamalla ja käyttämällä muutamissa tehtävissä useampaa työryhmää. Työryhmien työskentelyedellytykset on kuitenkin varmistettava. Koneiden ja kaluston tulee pystyä palvelemaan koko työryhmää. Tahdistuksessa haasteina ovat myös palkkaus. Työkaupat ja -urakat tulee suunnitella. Tahdistus vaikuttaa myös rakennusteknisten töiden aliurakoiden sisältöön ja sopimukseen. Yleisin tahdistushaaste on runko- ja sisävaiheen välillä. Rungon tuotantonopeus on varsin hidas verrattuna sisävaiheen tehtäviin. Usein myös pistekerrostalot voivat olla haastavia, kun rinnakkaista varakohdetta ei voida järjestää. (Aikataulukirja 2016, 28)

Toinen tärkeä asia on rytmitys. Rytmityksessä on tärkeää ratkaista, miten tehtävät saadaan jatkuviksi. Haasteita tuo suoritämäärien vaihtelu. (Aikataulukirja 2016, 27) Rytmityksen avulla eri kestoiset tehtävät saadaan jatkumaan ilman keskeytyksiä. (Aikataulukirja 2016, 28) Rytmityksessä huomioidaan

- aloitus
- erikokoiset työryhmät
- ei-kriittinen varatyö
- työjärjestysten vaihtelu
- tekniset rakenneratkaisut

(Aikataulukirja 2016, 28)

Kolmantena on huomioitava työryhmien käytön jatkuvuus. Tässä pitää tutkia, miten ryhmät saadaan jatkuvasti työllistettyä. Myös työkoneiden ja työkaluston riittävyys tulee varmistaa. (Aikataulukirja 2016, 27) Työryhmien käyttöä kannattaa tutkia lisäksi jana-aikataulun ja paikka-aikakaavion avulla. Työurakat tehdään aikataulutehtävien mukaisesti. Työurakoista sovittaessa on siis jo tunnettava aikataulutehtävien työsisältö, työryhmien koko sekä ammatti- ja aputyön suhde. (Aikataulukirja 2016, 28)

2.1.6 Lohkojako ja osittelu

Kohteet jaetaan yleensä lohkoihin, jotka voidaan edelleen pilkkoa osa- tai työkohteisiin. Lohkolla tarkoitetaan fyysistä osaa rakennuksessa. Lohkolla työ tehdään yhtenä kokonaisuutena. Työkohte puolestaan on lohkon osa, jossa tehdään yksittäistä kriittistä tehtävää. (Aikataulukirja 2016, 24) Lohkojen rajoina voivat toimia moduulilinjat, liikuntasaumamat tai työsaumat. Lohko on kokonaisuus rakennuksen pystysuunnassa. Sopiva koko lohkolle voi olla esim. 3000 – 5000brm². Pienissä ja monikerroksisissa taloissa lohkojaon muodostaminen on haastavaa. Lohkomi- sessä on etuna, että yhden lohkon runko voidaan tehdä valmiiksi, jolloin sisävaihe voi niin ikään edetä valmiiden lohkojen mukaan. Tämä voi säästää rakennusai- kaa. (Aikataulukirja 2016, 24)

Lohkojen suunnittelussa käytetään Hossin sääntöä. Se tarkoittaa, että työt aloitetaan lohkoista, jossa perustus- ja runkovaiheen kesto on kaikkein lyhin. Viimeiseksi valitaan lohko, jossa sisävalmistusvaiheen kesto on jäljellä olevista lohkoista lyhyin. (Aikataulukirja 2016, 24)

2.1.7 Rakentamisaikaa lyhentävät tekijät

Ajallisessa suunnittelussa tulee huomioida rakennusaikaa lyhentävät tekijät. Nämä tekijät voivat olla lakiin tai muihin sopimukseen perustuvia tai johtua esim. säätiloista. Kolme tärkeintä huomioitavaa asiaa ovat vuosilomat, sopimusperusteiset vapaapäivät ja sään vaikutus. (Aikataulukirja 2016, 46)

Rakennusalan vuosilomasopimuksen mukainen kesäloma ja talviloma vähentää kokonaistyöaikaa. (Aikataulukirja 2016, 46) ”Työntekijän oikeus vuosilomaan määräytyy vuosilomalain mukaan. Vuosilomapäivien kertymä lasketaan lomamääräytymisvuodelta, joka on 1.4.–31.3. Jos työsuhde on 31.3. kestänyt alle vuoden, työntekijällä on oikeus saada lomaa kaksi arkipäivää kultakin täydeltä lomamääräytymiskuukaudelta. Jos työsuhde on 31.3. mennessä jatkunut keskeytyttä vuoden, on työntekijällä oikeus saada lomaa kaksi ja puoli päivää kultakin täydeltä lomamääräytymiskuukaudelta.” (www.rakennusliitto.fi.)

Sopimusperusteisia vapaapäiviä ovat (talonrakennusala). Alleviivatut ovat kalenteripäivämäärään sidottuja, ja niiden vaikutus työaikaan vaihtelee vuosittain.

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| - <u>uudenvuodenpäivä</u> | - juhannusaatto |
| - <u>loppiainen</u> | - <u>itsenäisyyspäivä</u> |
| - pitkäperjantai | - <u>jouluaatto</u> |
| - toinen pääsiäispäivä | - <u>1. joulupäivä</u> |
| - <u>vapunpäivä</u> | - <u>tapaninpäivä</u> |
| - helatorstai | (Aikataulukirja 2016, 46) |

Esimerkiksi vuonna 2024 on kahdeksan arkipyhää

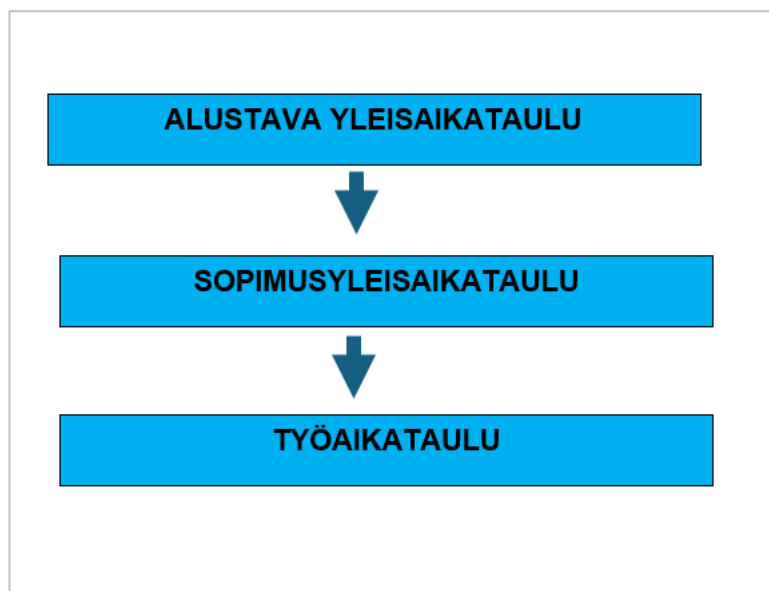
- 1.1.2024 Uudenvuodenpäivä (ma)
- 29.3.2024 Pitkäperjantai (pe)
- 1.4.2024 Toinen pääsiäispäivä (ma)
- 1.5.2024 Vappupäivä (ke)
- 9.5.2024 Helatorstai (to)
- 6.12.2024 Suomen itsenäisyyspäivä (pe)
- 24.12.2024 Jouluaatto (ti)
- 25.12.2024 Joulupäivä (ke)
- 26.12.2024 Tapaninpäivä eli toinen joulupäivä (to)

Säänvaikutus otetaan huomioon yleisaikatauluissa pakkaspäivien tilastollisten keskiarvojen mukaan. Viikkosuunnittelussa ennakoidaan sään kehittymistä päivän tai viikon aikajänteellä. Yleiset ja paikalliset sääennusteet toimivat apuvälineinä.

2.1.8 Yleisaikataulu

Yleisaikataulu kuvaa hankkeen suunnitellun työn kulun. ”Päätoteuttajan laatima yleisaikataulu on työmaatoteutuksen ja ajoituksen malli” (Aikataulukirja 2016, 30) Yleisaikataulu on lähtötietona resurssisuunnitelmille, työvoima-, hankinta ja kalustosuunnitelmille, rakentamisvaihe-, ja viikkoaikatauluille sekä tehtäväsuunnittelulle. (Aikataulukirja 2016, 30)

Yleisaikataululla on kolme laadinnan ajankohdalta, sisällöltä, tarkkuustasolta ja käyttötarkoitukseltaan erilaista muotoa (kaavio 1).



Kuva 3. Yleisaikataulun vaiheet (Aikataulukirja 2016, 30, muokattu tekstin pohjalta)

Tarjousvaiheessa laaditaan karkea yleisaikataulu, jossa kuvataan tärkeimmät työvaiheet ja -menetelmät, hankkeen kesto ja resurssien kuormitus. Suunnittelussa käytetään T4-aikoja. (Aikataulukirja 2016, 30)

Sopimusyleisaikataulu esitetään sopimusneuvotteluissa. Aikataulua muokataan ja tarkennetaan tarvittaessa. Osapuolen hyväksymä aikataulu liitetään sopimukseen. Sopimusaikataulu perustuu T4-aikoihin. (Aikataulukirja 2016, 30)

Työmaan pääurakoitsija laatii muiden urakoitsijoiden ja tilaajan kanssa työaikataulun. Siinä esitetään työvaiheiden eteneminen hankintoihin. Tavoitteena on, että kaikki urakoitsijat voivat tehdä työnsä työaikataulun mukaisesti. Työaikataulu kuvaa koko rakennustyön ajallisen toteutuksen ja toimii perustana tarkemmille aikatauluille. Se informoi tilaajaa ja muita urakoitsijoita ja toimii valvonnan apuvälineenä. (Junnonen & Kankainen 2020. 105)

Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen (YSE1998) mukaan työaikataulusta on käytävä ilmi työvaiheet ja niiden edellyttämien hankintojen keskinäinen suoritusjärjestys sekä eteneminen. Eri osapuolet voivat tahdistaa omat työnsä aikataulun perusteella. Aikataulussa on otettava huomioon toimintakokeet ja koeikäyttö sekä näiden vaatima aika. (Junnonen & Kankainen 2020. 105)

Työaikataulu hyväksytään yhteisesti ja sitä noudatetaan. Kaikkien osapuolten tulee toimia siten, että aikataulu voidaan toteuttaa. Tärkeintä on, että työaikataulun mukaisen toiminnan edellytykset ovat kunnossa. Tilaajan tulee hoitaa vastuullaan olevat asiat ja urakoitsijan niin ikään. (Junnonen & Kankainen 2020. 105)

Työaikataulu laaditaan sopimusyleisaikataulun pohjalta työmaan työaikatauluksi. Työaikataulun perusteella eri työvaiheita sovitetaan yhteen. Työaikataulu on rakentamisen toteuttamisen tärkeä työväline. Työaikatauluun mitoitetaan myös talotekniikka. Laskentaperusteena käytetään T3-aikoja. (Aikataulukirja 2016, 30)

Työaikataulun laadinnassa huomioidaan

- muut aikaisemmat yleisaikatauluversiot
- tekniset suunnitelmat
- sopimusasiakirjat
- määrälaskelma, kustannusarvio
- valitut työmenetelmät
- työvoiman käyttö, aliurakat
- jälkilaskentatieto tai Ratu-aineisto
- rakennuspaikan olosuhteet
- lomat ja vapaapäivät

(Aikataulukirja 2016, 30)

Yleisaikataulu esitetään jana-aikatauluna tai paikka-aikakaaviona. Tarkkuusvaatimuksena tehtävien kestoille on puoli viikkoa ja tehtävän ajankohdan yksi viikko. Yleisaikataulussa esitetään seuraavat asiat

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

(Aikataulukirja 2016, 31)

2.1.9 Rakentamisvaiheaikataulu

Rakentamisvaiheaikataulu on työaikataulusta tarkennettu versio. Rakentamisvaiheaikataulu laaditaan noin 2 – 6 kuukauden pituisille jaksoille. (Aikataulukirja 2016, 31) Rakentamisvaiheaikataulun tarkoituksena on varmistaa työaikataulun saavuttaminen. Suunnittelussa käytetään T3-aikoja ja lähtötietona toimii työaikataulu. (Aikataulukirja 2016, 31). Yleensä rakentamisvaiheaikataulu laaditaan maanrakennus-, perustus-, runko- ja vesikatto-, sisävalmistus-, viimeistely- ja luovutusvaiheelle. (Aikataulukirja 2016, 32) Tarkkuustasona kestolle on yksi päivä ja ajankohdalle puoli viikkoa. (Aikataulukirja 2016, 33)

Lähtötietoina aikataulusuunnittelulle toimivat

- sopimusasiakirjat, välitavoitteet
- työaikataulu ja muut työmaasuunnitelmat
- tarkistettu määrälaskelma
- tekniset suunnitelmat
- työmenetelmä- ja kalustovalinnat
- käytettävät resurssit jne.
- T3-ajat tai muu menekkitieto

(Aikataulukirja 2016, 31)

2.1.10 Korjausrakentaminen

Korjauskohteessa on erityispiirteitä, jotka liittyvät purkamiseen, kunnostukseen ja uuden rakentamiseen. Kohde voi olla käytössä korjausaikana ja olemassa olevat rakenteet joudutaan myös huomioimaan. Korjaustyön aikana tulee usein eteen muutoksia korjaustöiden laajuuden, ajan ja kustannusten muuttuessa. Korjausrakentaminen edellyttää asiantuntemusta ja tarkkaa etukäteissuunnittelua. Korjausasteet vaihtelevat ja erilaisia korjauskohteita ovat kokonaistilajärjestely, toistuva tilakorjaus, käyttäjän ajoittama tilakorjaus ja pieni korjauskohde. Kokonaistilajärjestelyssä kohde ei ole työaikana käytettävissä. Toistuvassa tilakorjauksessa kohde voi olla käytössä töiden aikana. Käyttäjän ajoittama tarkoittaa, että

käyttäjää suunnittelee korjattavat alueet ja niiden korjauksen ajankohdan. (Aikataulukirja 2016, 45)

2.1.11 Talotekniikan aikataulut

Tuotannon ohjaamiseksi myös talotekniikan aikataulusuunnittelun tulee olla riittävän tarkkaa. Talotekniikan aikataulut esitetään yleisaikataulussa, mutta niistä laaditaan myös omat erilliset aikataulunsa. Aikataulut määräytyvät kohdekohteisesti. On tärkeää, että aikataulu perustuu todellisiin resursseihin ja paikka- ja lohkojako toimii taloteknisten töiden kanssa. (Aikataulukirja 2016, 41) Työmenekkitiedot talotekniikka-aikatauluun tulee saada tekniikkaurakoitsijalta.

Taloteknisen aikataulun pitää olla realistinen, yksiselitteinen ja yhteisesti hyväksytty. Resurssisuunnittelu ja lohko- / aluejako tulee miettiä aikataulun laadinnassa. Talotekniikka-aikataulun pitää perustua kyseiseen kohteeseen, eikä se voi näin ollen olla kopio toisesta hankkeesta. Talotekniikan ja rakennusteknisten töiden riippuvuus toisistaan on huomioitava. Tärkeitä tapahtumia tai tavoitteita, kuten "lämpö päälle" tulee merkitä aikatauluun. Myös logistiikka pitää huomioida aikataulutuksessa. Ulkopuolisten liittymien kuten vesi- ja viemäri liittymien käyttöönotto esitetään aikataulussa. Toimintakokeet, mittaukset ja säädöt vaativat niin ikään oman aikansa. Viranomaisten ja rakennuttajan tarkastuksiakaan ei tule unohtaa.

2.2 Aikataulusuunnittelun lähtötiedot

2.2.1 Työsaavutuksen, työmenekin ja työn keston laskenta

Rakennustuotannon aikataulukirjassa on esitetty aikataulun suunnittelemiseksi erilaisia työmenekkejä. Yleisaikataulun suunnittelussa käsitellään T4-aikoja, jotka ovat kokonaisaikoja. T4-aika sisältää tunnin pituiset ja tuntia pidemmät työn keskeytykset. Rakentamisvaihe aikataulussa käytetyt työmenekit ovat T3-aikoja. T3-aika tarkoittaa tehollista aikaa, ja se ei sisällä tunnin pituisia tai tuntia pidempiä

työn keskeytyksiä. T3-ajasta voidaan laskea T4-aika käyttämällä TL3-kerrointa, joka on työvaiheen lisäaikakerroin. (Aikataulukirja 2016, 8)

Luotettava työmääräarviointi perustuu oikeisiin työmääränarvioihin. Tässä arvioinnissa huomioidaan tehtävän koko, kustannukset, resurssit ja kesto. Työmäärää voidaan arvioida monella tavalla, mutta parhaimmillaan arviointimenetelmä on kehitelty tiettyyn työvaiheeseen ja siinä käytetään apuna aikaisemmista projekteista saatuja kokemuksia. Työmääräarviot voivat olla virheellisiä ja Pelin esittää projektihallinnan käsikirjassa muutamia syitä virheellisyyteen. Niitä ovat

- projektin sisältö laajenee
- projektin tavoite ja sisältö on heikosti määritetty
- ympäristötekijöissä tapahtuu muutoksia, joita ovat mm. organisaatio, lait, työmaajärjestelyt jne.
- kokemattomuus arvion tekijällä
- arvioidaan liian suuria kokonaisuuksia
- aikaisempien projektien kokemuksia ei hyödynnetä
- henkilöstö vaihtelee
- arviot sanellaan ylhäältä
- projektia johdetaan lepsusti

(Pelin, R. 2011, 120)

Lisäksi tehtävien kestoihin ei saa sisällyttää pelivaroja. Pelivarat ovat erilaisten häiriöiden varalle sijoitettuja kohtia aikataulussa. Pelivaraa ei saa käyttää työtehtävässä lisäaikana. (Pelin, R. 2011, 120)

Työmäärien arviointiin on erilaisia menetelmiä, joita ovat mm.

- Takaperoinen ajoitus
- Parkinsonin menetelmä
- ”Mutu”, ”Rahi” ja ”Metu”
- Paloittelu
- Projektin jakaminen vaiheisiin
- Laskentakaavat
- Taulukot ja tilastot

- Analogian menetelmä
- Matemaattiset mallit

Takaperoisessa ajoituksessa katsotaan projektin valmistumispäivä. Aloitus ja valmistumispäivän väliin jaetaan projektin tehtävät. Tällaiset aikataulut ovat tiukoja ja ne eivät yleensä ole realistisia. Parkinsonin menetelmässä ajatellaan, että työ vie aikaa sille varatun ajan. Tässä projektin toimitusaika kerrotaan resurssimäärällä. Esim. jos projektiin on aikaa 10 kk ja käytettävissä on 6 henkilö, saadaan

$$\text{työmäärä} = 10 \text{ työkk} * 8 \text{ hlö} = 80 \text{ hlötyökk}$$

Näin voidaan laskea alaraja, mutta kesto voi olla enemmänkin.

Intuitiivisiä menetelmiä ovat ”musta tuntuu”, ”ravistetaan hihasta” jne. Nämä ovat nopeasti sovellettavissa. Arvion oikeellisuuteen vaikuttaa tekijän kokemus. Paloittelun menetelmässä projekti ja sen tehtävät pilkotaan tarkasti ja arvioidaan jokaisen pienen osan työmäärä. Tämä antaa yleensä melko tarkkoja arvioita, mutta laatiminen vie aikaa (Pelin, R. 2011, 114). Projektinjako osiin tarkoittaa, että kokemuspohjaisesti arvioidaan projektin eri vaiheiden prosentit. Kokonaisuus on 100 % ja pohditaan tehtävän valmiusasteita. Esim. muotti raudoitettu 20 %, betoni valettu 75 % jne. Taulukot ja tilastot, kuten Ratun aikataulutieto voidaan hakea esimerkiksi RT-korteuista tai aikataulukirjoista. (Pelin, R. 2011, 123) Analogian menetelmässä verrataan projektia edelliseen ja erilaisilla kertoimilla muunnellaan työmääriä. Matemaattiset mallit puolestaan pohjautuvat kerättyihin tilastoihin.

Pelinin mukaan arviointia voidaan parantaa keräämällä kokemustietoa toteutuksista, käyttämällä useaa eri arviointimenetelmää samaan aikaan, jättämällä pelivarat pois tehtävistä, selvittämällä virheiden syyt ja seuraamalla arvioiden toteutumista. Matemaattisia malleja käyttäessä on pidettävä mukana myös maalaisjärki.

2.2.2 Ratu-tutkimus

Töiden kestojen laskemiseksi tarvitaan yrityskohtaista dataa tai Ratu-tutkimuksen pohjalta laadittuja työmenekkitietoja. Ratu-tutkimuksen tuloksina on tuotettu 1970 luvulta saakka hyvän rakentamistavan mukaisia tietoja työmenetelmistä ja työmenekeistä. (Rakennustöiden menekit 2020, 16) Standardijärjestelmä ottaa huomioon työkohteiden erilaisuuden. Työmenekkitiedoista voidaan näin ollen valita parhaiten kohdetta kuvaava menekkitieto. (Rakennustöiden menekit 2020,16). Työmenekin yksikkö on tth/m². Työmenekkiin vaikuttavat mm olosuhteet, materiaalit ja kalusto, suunnittelu, työkohde ja työryhmä. (Rakennustöiden menekit 2020,16).

2.3 Aikataulujen heikkouksia

Aikataulusuunnittelussa tulee ottaa mukaan myös seuraavat asiat ja niihin varattava aika:

- viranomaisluvut
- hyväksyntää vaativat asiat
- laitetoimitusten ajat
- materiaalikuljetukset
- mahdolliset seisona-ajat ja työn keskeytykset
- päätöstenteon vaatima aika

(Pelin, R. 2011, 114)

Aikatauluissa voi olla monenlaisia heikkouksia. Pelin esittää projektihallinnan käsikirjassa yksitoista erilaista aikataulun heikkoa piirrettä.

- Tehtävänjaot ovat liian karkeita
- Tehtävien välillä ei ole merkittynä riippuvuuksia
- Ei ole tunnistettu aikataulullisia pelivaroja
- Tehtävään sisältyy liikaa pelivaraa, jolloin aikataulu ei kuvaa todellisuutta
- Aikatauluun ei ole merkitty resursseja, mikä johtaa siihen, ettei resurssitarvetta tunneta ja niitä ei ole saavilla ajallaan
- Jos aikataulut sanellaan ylhäältä osapuolten yhteistyö ei toimi

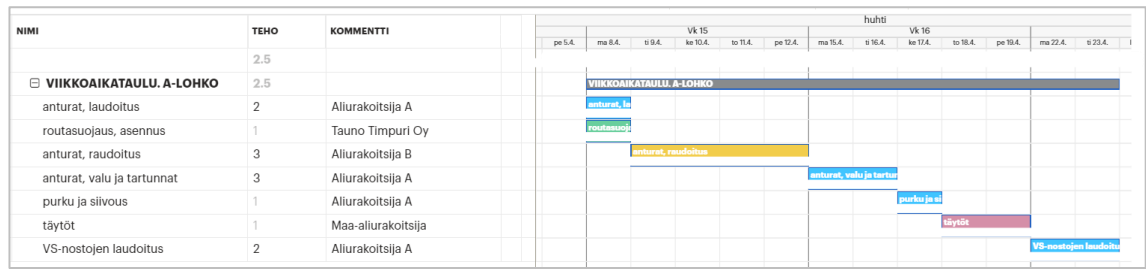
- Aikataulun ylläpito on puutteellista ja työmaalla toimitaan väärän aikataulun mukaan
- Aikataulun esitystapa ei ole sopiva
- Kokonaisia tehtäviä puuttuu aikataulusta
- Aikataulusta ei pidetä kiinni, jolloin motivaatio aikataulussa pysymiseen heikkenee
- Todellisia työaikoja ja taukoja ei huomioida
(Pelin, R. 2011, 114)

2.4 Tuotannon ohjaus

2.4.1 Viikkoaikataulu

Viikkoaikataulun avulla varmistetaan työn tavoitteiden saavuttaminen ja tehokas resurssien käyttö. Resurssit arvioidaan aikatavoitteiden ja määrätavoitteiden pohjalta. Viikkoaikataulun tietoja hyödyntävät myös sivu- ja aliurakoitsijat sekä työryhmien vetäjät. (Aikataulukirja 2016, 34) Viikkoaikatauluissa tarkastellaan aina 1 - 3 viikkoa asioita eteenpäin. Eri työnjohtajien aikataulut yhdistetään vastaavan työnjohtajan johdolla yhdeksi viikkoaikatauluksi. Seuraavaksi alkava viikko tulee suunnitella aina kaikkein tarkimmin ja tehtävien teon edellytyksen tulee varmistaa (kuva 4). (Aikataulukirja 2016, 34)

Viikkoaikataulujen lähtötietoina toimivat muut aikataulut, tehtäväsuunnitelmat, työkaupat, työvoiman käytettävyys, materiaalien ja kaluston toimitukset, työtehtävien valmiusaste. Työmenekit lasketaan menekkitiedoista. (Aikataulukirja 2016, 34) Hyvä viikkoaikataulun esitystapa on yleensä jana-aikataulu. Tarkkuusvaatimuksena tehtävien kestolle pidetään 2 – 4 tuntia ja tehtävien ajankohdalle 4 -8 tuntia. Esimerkki viikkoaikataulusta on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Viikkoaikataulu. (Aikataulukirja 2016, 34, muokattu Sitedrive-sovelluksella)

2.4.2 Viikkosuunnittelu ja Last Planner

Hyvä suunnitelma on toteutuskelpoinen. Last Planner menetelmä on lyhyen aikavälin suunnitteluun ja ohjaukseen perustuva menetelmä. Menetelmässä korostetaan viikkosuunnitelman laatua ja pyritään tehtävien häiriöttömään läpivientiin. Jokainen tehtävä tulee olla määritelty ja työjärjestyksen järkevä. Työmäärä tulee arvioida oikein ja tehtävä tulee olla todellisuudessa toteutettavissa ottamalla huomioon yksittäisen tehtävän edellytykset (kuva 5). Tehtävää ei saa ottaa viikkosuunnitelmaan, mikäli ei ole varmuutta sen edellytyksistä. (Aikataulukirja 2016, 35)



Kuva 5. Rakentamistehtävän edellytykset. (Koskela, Koskenvesa. 2015 Aikataulukirja 2016, 35, muokattu)

Viikkosuunnitelmat tehdään palaverissa kerran viikossa. Läsnä tulee olla kaikkien työnjohtajien sekä työryhmien vetäjien. Tehtäviä otetaan viikkosuunnitelmaan vain, jos on varmuus, että tehtävä voidaan suorittaa. Tarvittaessa tehtävien suuruutta voidaan muokata. Viikkosuunnitelmien toteutumista seurataan PPC-luvulla

(Percent Plan Complete), joka tarkoittaa miten suuri osa koko viikkosuunnitelmaan otetuista tehtävistä toteutui viikon aikana. (Aikataulukirja 2016, 35) Jos viikkosuunnitelman tehtävää ei saada valmiiksi suunnitelman mukaisesti, tulee tehtävän vastuuhenkilön kanssa selvittää syy asiaan. Syytä kirjataan ylös ja niistä pidetään tilastoa. Kun näitä syitä seurataan useamman viikon ajan, voidaan saada tarkkaa tietoa tuotannon ongelmista. Toimintaa kehitetään havaintojen pohjalta niin, että luotettavuutta ja tuottavuutta saadaan parannettua. On oleellista, että tehtäviä otetaan viikkosuunnitelmaan vain silloin kun sen suorittamisen edellytykset ovat olemassa. Jotta näin voidaan toimia, tulee tehtävien eteen tehdä etukäteisvalmistelua. (Aikataulukirja 2016, 35) Tällainen valmisteleva suunnittelu (lookahead planning) pyrkii huomioimaan asioita 4 – 6 viikon päähän. Sen tavoitteena on edistää tehtävien aloitusedellytyksiä (Aikataulukirja 2016, 36). Tässä yhteydessä puhutaan myös imuohjauksesta, joka tarkoittaa, että kuvassa 5 esitetyt tehtävien edellytykset varmistetaan. Yleisaikataulu puolestaan antaa huomata, että tehtävä pitäisi suorittaa (Aikataulukirja 2016, 35). Last Planner -menetelmästä on kerrottu tarkemmin kohdassa 2.5.4.

2.4.3 Tehtäväsuunnittelu

Tehtäväsuunnittelun tarkoituksena on, että yksittäisen tehtävän tavoitteet voidaan saavuttaa. Tavoitteita ovat ajalliset-, taloudelliset- ja laatuavoitteet. Tehtäväsuunnitelman on tarkoitus tarkentaa suunnitelmat toteutuskelpoisiksi, valvottaviksi, johdettaviksi ja ohjattaviksi kokonaisuuksiksi. Tehtäväsuunnitelman tekoon voidaan ottaa toteuttavat työntekijät mukaan. Tehtäväsuunnitelma käydään läpi esimerkiksi aloituspäivästä. Tehtävien laatuvaatimukset saadaan työmaan laadunvarmistusmatriisista tai laatusuunnitelmasta tai työmaan tulee määrittellä tehtäväsuunniteltavat työt. Tehtäväsuunnitelma tulee laatia erityisesti silloin kun, sillä on merkittävä ajallinen, taloudellinen tai laadullinen vaikutus. Lisäksi uudet ja tuntemattomat tehtävät tai takuukorjauksissa toistuvat tehtävät kannattaa suunnitella tehtäväsuunnitelmalle. (Aikataulukirja 2016, 37).

2.5 LEAN-periaatteita

Lean-rakentamisen filosofia on ”Pitkällä tähtäimellä kohti täydellisyyttä”. (Salminen, J. & Talaskivi, P. (2021). Oleellisia periaatteita ovat esimerkiksi jatkuva parantaminen, toiminnan virtaus ja hukkan eliminointi. Menetelmiä periaatteiden saavuttamiseksi ovat mm. tahtituotanto ja Last-Planner System. Tärkeimpiä työkaluja ovat esivalmistus, visuaalinen johtaminen, juurisyyanalyysit ja 5S-menetelmä, joitakin mainittaessa.

2.5.1 Jatkuva parantaminen

Juurisyyanalyysi

Systemaattisella ongelmanratkaisulla on tarkoituksena selvittää ongelmien juurisyyt. Korjaavat toimenpiteet kohdistetaan juurisyyhyn. Tavoitteena on ongelman toistumisen estäminen. Tällainen ongelmien esiin nosto ja ratkaisu on Lean-ajattelulle tyypillistä. Jos ongelmia ei ole, on todennäköistä, että niitä ei vain havaita, mikä voidaan ajatella myös epäonnistumisena. Lopputuloksen juurisyyanalyysistä voi olla esimerkiksi tehdä ratkaisu, joka tosissaan estää ongelman toistumisen. Esimerkiksi jossain laitteessa voi olla mekaaninen osa, jota ei voi teknisesti asentaa väärinpäin. Myös erilaiset värikoodaukset ovat yksi tällainen ratkaisu. (Salminen, J. & Talaskivi, P. (2021)

Juurisyyanalyysissä yhtenä hyvänä työkaluna on 5W, joka tarkoittaa viisi kertaa miksi. Tarkoituksena on, että kysymystä toistetaan ainakin viisi kertaa, jotta päästään todelliseen ongelmaan kiinni. Viisi on ohjeellinen määrä, mutta todellisuudessa määrä voi vaihdella. Taustalla on ajattelu, jossa ongelma halutaan löytää prosessista, koska lähtökohtaisesti ihmiset eivät tee virheitä tahallaan. Työkalu vaatii kurinalaista toimintaa ja käyttötarkoituksen ymmärtämistä. Selvittelyssä tulee olla mukana osaava ryhmä. Lopputulokset dokumentoidaan. Analyysi vaatii usein myös taustatyötä ja tiedonkeruuta. (Salminen, J. & Talaskivi, P. (2021)

PDCA-sykli

Tämä menetelmä on ympyrä, ikään kuin johtamisen kehä, jossa ei ole selkeää alku ja loppukohtaa. Ympyrän ajatellaan liikkuvan koko ajan. Se koostuu neljästä osasta, jotka ovat toteuta, suunnittele, tee ja tarkasta. (Salminen, J. & Talaskivi, P. (2021)

- Toteuta: jotakin otetaan käyttöön ja sen toimivuutta seurataan
- Suunnittele: selvitetään, onko prosessissa jokin ongelma, kirjataan ylös nykytila ja se tavoite mitä kohti tulisi mennä.
- Tee: annetaan tehtävät, organisoidaan ja johdetaan aikataulua
- Tarkasta: varmistetaan, että asiat toteutuvat, selvitetään lopputulokset. Siirrytään kohtaan toteuta.

2.5.2 Ihmisten kunnioitus (lean-johtaminen, tilannepalaveri)

Lean johtaminen

Ihmisten kunnioittaminen eli ihmisten kehittäminen on ollut alusta alkaen leanin suuri periaate. Tämä on tärkeä periaate, kun tiedetään rakennusprojektin olevan vuorovaikutusta ja yhteistyötä eri sidosryhmien kanssa. (Salminen, J. & Talaskivi, P. (2021)

Tilannepalaverit

Työntekijät ovat arvon tuottajia. He tekevät sen, mistä tilaaja maksaa. Esimerkiksi tilannepalaverissa tekijöitä voidaan osallistaa, mutta toki tapoja on monia muitakin. Tilannepalaveri voi kestää esimerkiksi vartin. Oleellisessa osassa ovat visuaalisen johtamisen opit. Palaverille varsinaisen puitteen luo tilanneseinä, joka on tauluryhmä, jossa on oleellista tietoa. Tilanneseinässä on pohjakuva, jonka päällä näytetään, miten tuotanto etenee. Tarvittaessa tehdään merkintöjä tauluun. Seinätaulun vieressä on viikkoaikataulu, sekä esteloki. Ongelmat ja rajoitteet listataan.

Palaverissa voidaan selvittää esimerkiksi

- Saatiinko aikaisemmat työvaiheet valmiiksi ajallaan? Jollei, niin mistä johdettiin?
- Käydään läpi päivän tai viikon tavoite ja kokonaistilanne
- Jokaisen henkilökohtaiset tavoitteet
- Esille tulevat esteet
- Turvallisuushavainnot ja uudet ideat

2.5.3 Toiminnan virtaus (virtaus, tahtituotanto, esivalmistus, JIT)

Virtautettu tuotanto

Hukka vähenee paremmin, kun tuotannon virtaus on sujuvaa. Virtauksella tarkoitetaan imuohjattua prosessia, jossa maksimoidaan asiakkaan arvovirta ja minimoidaan kaiken turhan tekemistä. Kun tuotanto etenee virtauksen omaisesti tasaisena virtana, nähdään myös ongelmat tuotannossa paremmin. Virtautetussa tuotannossa on tavoitteena, että tuotanto etenee liukuhihnamaisesti. (Salminen, J. & Talaskivi, P. (2021), 137) Salminen, J. & Talaskivi, P. kuvaa kirjassaan, Lean rakentamisessa, periaatetta jäniksestä ja kilpikonnassa, joilla on juoksukilpailu. Kilpikonna matkaa tasaisesti ja hitaasti maaliin. Jänis juoksee edelle ja pitää välillä taukoja, minkä jälkeen taas ottaa juoksuun. Jänis kuvaa perinteistä rakennustuotantoa ja kilpikonna lean-rakentamista. Kilpikonnalla on tasainen ja luotettava tahti, minkä etuja ovat ennustettavuus ja lopulta nopeus. Virtautettu tuotanto vaatii myös muiden lean-periaatteiden sisäistämistä. (Salminen, J. & Talaskivi, P. (2021), 137) Perinteisessä rakentamisessa pyritään varmistamaan yksittäisten tehtävien eteneminen. Lean-tuotannossa tärkeintä on, että työt etenevät ilman katkoksia tai hukkaa työvaiheiden välillä. ((Salminen, J. & Talaskivi, P. (2021), 138). Virtautettua tuotantoa on tahdistettu tuotanto, joka käsittää yleensä työaikataulun, joka on laadittu paikka-aikakaaviolla eli vinoviiva-aikatauluna.

Tahtituotanto

Kun virtausta viedään edelleen, puhutaan tahtituotannosta, jossa tärkein suunnitteluperuste on työkohde, joka pidetään mahdollisimman vähän aikaa tyhjänä. Edellisen työvaiheen päätyttyä alkaa heti uusi. Työpaketit suunnitellaan samankestoisiksi. Tahtituotannon käyttäminen on mahdollista, kun hanke sisältää toistoa.

Tahtituotannossa tuotanto tahdistetaan ja pilkotaan yksittäisiin pieniin tehtäviin, jotka etenevät tasaisesti. Tahtiaikataulu voidaan kuvata esimerkiksi Excelissä. Tahtituotannossa ei käytetä erillisiä puskureita vaan työt tehdään aikataulussa. On erittäin oleellista, että poikkeamia aikataulusta ei hyväksytä. (Salminen, J. & Talaskivi, P. (2021), 149)

Tahtituotannon käyttöönottamiseksi tarvitaan ensin tahto, valmius ja osaamista tahtituotannosta. Osa edellytyksistä liittyy sopimustekniikkaan ja ajallisiin puitteisiin. Alustava tahtiaikataulusuunnitelma tulisi olla valmiina jo tarjousvaiheessa. Tärkeää on määrittää selkeä ja luotettava työaika, jossa tahtialue saadaan valmiiksi. Kokonaisaika määräytyy tahtialueeseen kuluvan ajan ja tahtialueiden tulon mukaan. Myös tilaaja ja suunnittelijat tulisi saada mukaan tahtituotantoajatukseen. (Salminen, J. & Talaskivi, P. (2021), 149)

Tahtituotannossa on erona tavanomaiseen suunnittelu ja valmistelu, joka vaatii enemmän aikaa. Lisäksi työjärjestykset ja -tavat muuttuvat. Tahtituotannon suunnittelussa on kolme päävaihetta, jotka ovat tahtituotannon suunnittelu, tuotannon valmistelu ja käynnistäminen sekä ylläpito ja parantaminen. (Salminen, J. & Talaskivi, P. (2021), 149)

Lisäksi tahtituotannon suunnittelu voidaan jakaa osa-alueisiin, joita ovat

- tahtialueet
- alueiden tehtävien listaaminen
- tahtiaikataulun laadinta
- työmaan toimitusten ja työmaalogistiikan suunnittelu
- resurssisuunnittelu
- tahtituotantoa ei yleensä suunnitella runkovaiheelle, lattioiden pintavaluille ja purkutöille. Lisäksi reikien tekeminen ja talotekniikan runkoputket eivät tule yleensä tahtiaikatauluun.
- Logistiikka erotetaan omaksi toiminnaksi
(Salminen, J. & Talaskivi, P. (2021),149)

Tahtituotantoa kuvataan tahtijunalla. Juna pysyy raiteillaan päivittäisjohtamisen avulla. On tiedettävä aina missä työt etenevät ja mahdollisiin poikkeamiin on reagoitava välittömästi. Tällöin voidaan vaikuttaa toteutukseen tai muuttaa suunnitelmaa. Aamuisin pidetään työjohtopalaveri, jossa työryhmittäin käydään läpi päivän tavoitteet. (Salminen, J. & Talaskivi, P. (2021), 155) Työnjohdon on oltava jatkuvasti kartalla ja tiedettävä töiden eteneminen. Tämä edellyttää yhteisen tilannekuvan, mikä edellyttää tietotekniikkaa.

Esivalmistus

Esivalmistusta voidaan toteuttaa eri laajuuksissa. Pienimuotoisia esivalmisteita voidaan tehdä ihan työmaallakin, mutta pitkälle viety esivalmistusprosessi, joka ottaa kaiken hyödyn menetelmästä tulee suunnitella jo hankesuunnittelussa. Rakennus tulee suunnitella esivalmistettavaksi. On arvioitu, että esivalmistaminen tulee mullistamaan rakennusalan, ja näin ollen esivalmistamisessa mukana oleminen on kannattavaa jo nyt. (Salminen, J. & Talaskivi, P. (2021), 171)

JIT-ajattelu ja täsmätoimitukset

JIT on tullut tunnetuksi jo ennen Lean-ajattelua. Näistä kahdesta asiasta puhutaan usein rintarinnan ja ne liittyvät vahvasti toisiinsa. JIT on englannin kielinen termi ja tarkoittaa Just-in-time -menetelmää. Suomeksi käytetään myös termiä JOT, joka tarkoittaa juuri oikeaan tarpeeseen. Materiaaleja tulisi valmistaa, siirtää ja kuljettaa vain todellisen tarpeen mukaan. Tähän ajatteluun kuuluva tavoite on ns. nollavarasto, eli materiaalia ei varastoida yhtään ylimääräistä. Lisäksi tavoitteena ovat nopea läpäisy aika, virheettömyys, virtautettu ja joustava tuotanto ja kaikenlaisen tuhlauksen poistaminen.

JIT toimintaan liittyy kaksi tärkeää termiä, jotka ovat imuohjaus ja työntöohjaus. Rakennushankkeessa puhutaan täsmätoimituksista, mikä siis tarkoittaa sitä, että rakennustyömaalle saapuva materiaali ja rakenneosat asennetaan välittömästi sen toimituksen yhteydessä tai esimerkiksi seuraavien päivien aikana. Toimitukset tehdään tällöin huonejaon tai muun lohkojaon mukaisesti.

2.5.4 Hukan eliminointi (Last Planner, visuaalisuus ja 5S)

Last Planner System (LPS)

Last Planner System on suunnittelu- ja ohjausmenetelmä, jolla parannetaan tuotannon aikataulujen sujuvuutta ja vähennetään aikatauluhukkaa. Menetelmässä on oleellista, että suunnittelu tehdään yhdessä ja viikkotehtäviin sitoudutaan. Menetelmän käyttö keskittyy hetkeen, jolloin aikataulutehtävien toteuttaminen on lähellä ja tehtävien aikatauluttamiseen on mahdollisimman paljon tietoa käytettävissä. Ensisijaisesti Last Planneria käytetään rakentamisvaihe ja viikkosuunnittelussa. (Salminen, J. & Talaskivi, P. (2021). 111)

Suunnittelun pohjalla toimii aina yleisaikataulu ja muut tavoiteaikataulut. Näiden reunaehtojen puitteissa tehdään menetelmän mukainen tarkempi suunnittelu.

Menetelmän tarkkuus on viikko- ja päivätaso, jolloin suunnittelua tehdään yleensä 2 – 4 kuukautta eteenpäin. Last Planner sopii esimerkiksi sellaisiin kohteisiin, joissa tahtituotanto ei ole kaikkein soveltuvin tekniikka. (Salminen, J. & Talaskivi, P. (2021). 112)

Suunnittelu aloitetaan vaihesuunnittelutilaisuudessa, jossa paikalla on työnjohtajat ja työntekijöiden edustajat. Mukaan voi osallistua suunnittelijoita ja tilaaja. Suunnittelutilaisuuteen pitää tulla valmistautuneena, mikä tarkoittaa, että pitää olla perehtynyt kohteeseen ja sen suunnitelmiin. Aikataulua ei tarvitse olla kuitenkaan suunniteltu etukäteen, koska se suunnitellaan tässä tilaisuudessa. Kun työsuunnitelmia ei tarvitse käydä läpi tässä tilaisuudessa, päästään suoraan asiaan. Jos Last Planner on uusi menetelmä osallistujille, käydään aluksi läpi tapahtuman ohjeistus. (Salminen, J. & Talaskivi, P. (2021). 113)

Ensimmäiseksi jokainen listaa omat työtehtävänsä toteutusjärjestyksessä aika-vaatimuksineen. Tehtävät kirjoitetaan lapulle. Tarkkuusvaatimus on yleensä päivä. Laput asetetaan erilliselle Last Planner -taulukkopohjalle. Yleensä suunnittelu aloitetaan lopusta kohti aikataulun alkua. Näin kiire saadaan siirrettyä pois loppuvaiheesta. Menetelmästä käytetään myös nimeä ”käännetty vaiheaikataulu” (Salminen, J. & Talaskivi, P. (2021). 114) Lopuksi aikataulu käydään läpi vielä yhdessä ja se siirretään sähköiseen aikatauluohjelmaan. (Salminen, J. & Talaskivi, P. (2021). 115)

Last Planner -menetelmän ohella tehdään valmistelevaa suunnittelua, jolla pyritään varmistamaan viikkotehtävien aloitusedellytykset 4-6 viikon eteenpäin. Tavoitteena on ylläpitää listaa aloituskelpoisia viikkotehtäviä.

Visuaalinen johtaminen

Visuaalinen johtaminen tarkoittaa, että esimerkiksi aikataulut ovat helposti kaikkien nähtävissä ja sisäistettävissä. Työntekijä voi hyödyntää tietoa työssään. Näin työntekoon saadaan tilannetietoa ja tehokkuutta. Building 2030 –konsortion tekemän tutkimuksen mukaan työntekijät haluavat tietoa tekemisensä tehostamiseksi. Tekijät osallistuvat mielellään visuaalisten työkalujen kehittämiseen ja

käyttöönottoon. Tutkimuksessa selvitettiin, että visuaalisen johtamisen kautta työt etenivät nopeammin kuin niillä alueilla, joissa visuaalinen ohjaus ei ollut käytössä. Tutkimuksessa kuitenkin painotetaan, että otantana oli vain yksi työmaa. (Building 2030: Visuaalinen johtaminen ja tilannekuvan käyttö)

Lean-filosofian 5S

5S on Lean- filosofian käsite ja Japanissa kehitetty menetelmä, jonka tavoitteena on nimenomaan kasvattaa tuottavuutta. 5S on kehitetty näkyviä oireita, kuten ahtautta, liian suuria varastoja, epäjärjestyä, pitkiä selvittelyaikoja ja liian pitkää läpimenoaikaa ja tehtävien hoitoa varten (sixsigma.fi) Osa-alueet ovat yksinkertaiset, ja ne lisäävät tehokkuuden lisäksi myös työturvallisuutta. Englanninkielisiä termejä ei kannata pelästyä. Suomeksi osa-alueet ovat "sorteeraus", systematisointi, siivous, standardisointi ja seuranta. 5S on kehitystyökalu, jolla työpiste organisoidaan toimivaksi. Se auttaa pääsemään eroon turhasta ja pitämään paikat järjestyksessä, kunnossa ja siistinä. (sixsigma.fi) 5S on toimintamalli jokapäiväiseen toimintaan, ja se soveltuu käytettäväksi yrityksissä, joissa on tarve poistaa hukkaa, lyhentää läpimenoaikaa ja parantaa tuottavuutta ja tuotannon virtausta. 5S on yksi Leanin perustyökaluista ja sillä on merkittävä Lean-ajattelun vakiinnuttamisessa (sixsigma.fi).

Lajittelu (Sort)

Lajittelu eli "sorteeraus" tarkoittaa tarpeettomista tavaroista luopumista. Esimerkiksi rikkoontuneet työvälineet poistetaan, koska ne eivät vie työmaata millään tavalla eteenpäin vaan aiheuttavat enemmänkin turvallisuuspuutteita. Käytettävät laitteet ja työkalut lajitellaan työkalukonttiin siten, että kaikelle löytyy oma paikka. Rakennustyömaalla törmätään usein hukkuneiden työkalujen ongelmaan, mikä johtuu juuri siitä, että kukin käyttäjä jättää yhteiset työkalut niille kulumattomille paikoille. Poistettava asia voi olla materiaali, työkalu, laite väline tai tiedosto. Oleellista on järjestää kaikelle paikka ja kaikki näille paikoille. Asiattulee olla tunnistettavissa asianmukaisesti ja merkitä. (sixsigma.fi)

Systematisointi / järjestäminen (Set in order, store)

Systematisointi tarkoittaa toimintamallien selkeyttämistä. Tehtaissa on esimerkiksi rajattu tietyt alueita vain tietyille toiminnoille. Tämä tehdään käytännössä maalaamalla ja teippaamalla huomioteipeillä alueiden paikat lattiaan. Rakennustyömaalla tähän osa-alueeseen liittyviä asioita pyritään huomioimaan enemminkin aluesuunnitelmassa. Tähän kategoriaan kuuluvat säilytysjärjestelmät, ilmoitustaulut ja roska-astiat. Erityisestä huomioita kiinnitetään siirtoon ja kuljetukseen työkohteelle. Rakennusmateriaalit ovat esimerkki suuresta materiaalivirrasta, joka pitää jakaa osatoimituksiin ja siirtää järkevästi työkohteeseen kuitenkin ylimääräisiä siirtoja välttäen. Lisäksi valmiit pinnat tulee suojata muun rakennustyön aiheuttamasta vaarasta materiaaleille.

Siivous / puhdistaminen (Shine)

Työalue pidetään siistinä. Koneet ja välineet puhdistetaan. Työvaatteet puhdistetaan. Toimistoissa tietokoneen työpöytä puhdistetaan päivittäin. Toiminta tulee järjestää siten, että puhdistaminen on yksinkertaista ja asiat pysyvät puhtaina.

Standardisointi (Standardize)

Tämä liittyy kolmeen edelliseen, mutta oleellisimmin puhdistamiseen ja järjestyksen pitämiseen. Siisteystaso pitää luoda. Työmaalle tulee laatia visuaalisia ohjeita, jotka helpottavat pitämään asiat järjestyksessä. Käytetään värikoodeja, kylttejä ja rajataan alueita.

Seuranta / sitoutuminen (Sustain)

Seurannan avulla tarkastellaan sovittujen ja järjestettyjen asioiden toimivuutta ja pyritään tekemään toiminnasta rutiininomaista. Tämä osa-alue on viiden ässän tärkein, mutta myös vaikein kohta. Kun seurannassa huomataan toiminnassa ongelmia, puututaan niihin ja pyritään kehittämään parempi toimintamalli tai kehittämään olemassa olevaa mallia. Tulee ottaa tavaksi tehdä asioita 5S:n mukaan.

Turvallisuus (Safety)

Turvallisuus on kuudes asiaa, joka tulee myös huomioida. Edelliset kohdat tuovat myös turvallisuutta jo itsessään. 5S tekee mahdolliset ongelmat näkyviksi.

2.6 Olosuhdehallinta, kuivumisaika-arviot, kosteusmittaus

Uudet rakenteet sisältävät rakennekosteutta, joka tulee poistaa rakenteista. Kosteuslähteitä ovat materiaalin sisältämä ylimääräinen vesi, valmistamiseen käytetty vesi ja rakennusaikana rakenteisiin satanut vesi ja työmaavedet. (Åström, G. & Nousiainen, A.) Usein rakenteiden pitää kuivua ennen seuraavaan työvaiheeseen etenemistä. Esimerkkeinä tästä ovat betonilattiat ja -seinät, joiden päälle asennetaan kosteusherkkä materiaali. Esimerkiksi useat lattiapäällysteet edellyttävät, että sen alla olevan betonin on oltava kuivunut riittävästi, eli kriittisen kosteusarvon alapuolelle. (Åström, G. & Nousiainen, A. 168)

Työmaan kosteudenhallintasuunnitelmassa esitetään kuivumisaika-arviot betonirakenteille. Kun tavoitekosteus tiedetään, pinnoitusrakennusratkaisujen kautta määritetään kuivumisaika-arvio. Erilaisia betonilaatuja ja kuivumisolosuhteita voidaan vertailla. Eniten kuivumiseen vaikuttaa betonin vesi-sementtisuhte sekä lisäaineet. Merkittävimmät työmaa-aikaiset haasteet ovat kastuminen, lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus, jotka tulisi pitää optimaalisina kuivumisen varmistamiseksi (Åström, G. & Nousiainen, A. 168). Kosteudenhallintasuunnitelman kuivumisaika-arvioon määritetään rakenne, sen sijainti, tuleva päällystemateriaali, tavoitekosteus. Lisäksi huomioidaan optimaaliset olosuhteet, joissa kuivuminen voi tapahtua. Kuivumisaika-arviot ovat aina suuntaa antavia. Riittävä kuivuus varmistetaan mittaamalla, olosuhdeseurannalla ja kuivumisaika-arviolla yhdessä. Aikataulullisesti kriittisiin kohteisiin kannattaa laatia erillinen olosuhdehallintasuunnitelma (Åström, G. & Nousiainen, A. 169). Työmaalla on oleellista huomioida kastumisen estäminen ja sääsuojaus ja rakenteiden kuivatusolosuhteet. Ulkoilman kosteus ja lämpötila vaikuttaa sisätilojen vastaaviin (Åström, G. & Nousiainen, A. 173)

Kuivumisaika-arvioita voidaan laatia esimerkiksi Tarja Merikallion Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi -kirjassa (2002) esitetyillä käsinlaskumenetelmillä tai BY2020 Betonin kuivumisaika-arvio -ohjelmalla.

Merikallion kirjassa on erilaisille rakenteille peruskuivumiskäyriä. Peruskuivumisaika luetaan käyrältä halutun suhteellisen kosteuspitoisuuden kohdalta. Lisäksi on taulukoita, joista löytyy kertoimia erilaisiin tilanteisiin. Kertoimet ottavat kantaa mm. vesi-sementtisuhteeseen, rakenteen paksuuteen, rakenteen alustaan, työmaa-aikaiseen kastumiseen ja kuivumisolosuhteisiin. Näiden pohjalta on helppo laatia esimerkiksi Excel-laskuri, jolla kertoimia muuttamalla voidaan arvioida rakenteen kuivumista. Kuvassa 6 on rakennettu Excel-laskuri, joka arvioi kuivumisaikaa Merikallion kirjan kertoimien kautta.

Betonirakenteen kuivumisen arviointi. Maanvastainen rakenne.			
PERUSKUIVUMISAIKA	10	VIKKOA	
VESISIDEAINESUHDE	0,5	kerroin taulukosta	
RAKENTEEN PAKSUUS	1,6	kerroin taulukosta	
ALUSTAN KOSTEUS	1	kerroin taulukosta	
KASTUMISAIKA	1	kerroin taulukosta	
KUIVUMISOLOSUHTEET	1,2	kerroin taulukosta	
	9,6	viikkoa	2,4 kk

Kuva 6. Kuivumisaika-arviointiin tehty Excel-laskuri.

2.7 Aikataulun valvonta

Suunnitelmilla on tapana muuttua ja projekteissa tulee vastaan yllättäviä tilanteita. Resursseista voi olla pulaa ja tehtävien kestot eivät toteudu suunnitellusti. Projektin edistymistä tulee seurata säännöllisesti. (Pelin, R. 2011, 114). Ajallisen valvonnan tarkoituksena on tunnistaa ongelmat ennen niiden muodostumista. Tällöin tulee selvittää muutosten vaikutukset ja korjaavat toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi. Ajallisella myöhästymisellä on vaikutuksia myös kustannuksiin. (Pelin, R. 2011, 114) Aikataulun tulee yhtyä tavoitearvioon ja resurssisuunnitteluun. Aikataulussa kuvataan aikaa suhteessa tuotokseen ja suoritemäärään. (Anon 2015 Aikataulukirja 2016, 19)

Aikataulun valvonta edellyttää, että työnjohto on jatkuvasti ajan tasalla kokonaisuudesta sekä yksittäisten tehtävien tilanteista. Näitä verrataan aikatauluun. (Aikataulukirja 2016, 19)

Tuotannonohjaukseen hyvin soveltuva aikataulu täyttää seuraavat kriteerit.

- Mukana kaikki keskeiset tehtävät toteutuksen kannalta
- Kaikki tehtävät on mitoitettu
- Varattu riittävä toteutusaika – mutta ei tehdä myöskään liian nopeasti, jolloin jouduttaisiin odottamaan
- Työrauha on varattu kohteisiin. Kaikkia vaiheita ei voi olla käynnissä samassa tilassa tai paikassa.
- Aikataulutehtävät on valittu riittävän suuriksi kokonaisuuksiksi
- Riippuvuudet on hallittu ja mahdolliset ongelmat kartoitettu jo etukäteen. Vapaita mesteja on riittävästi ja resurssit ovat hallinnassa
- Aikataulun esitystavan pitää mahdollistaa valvonta

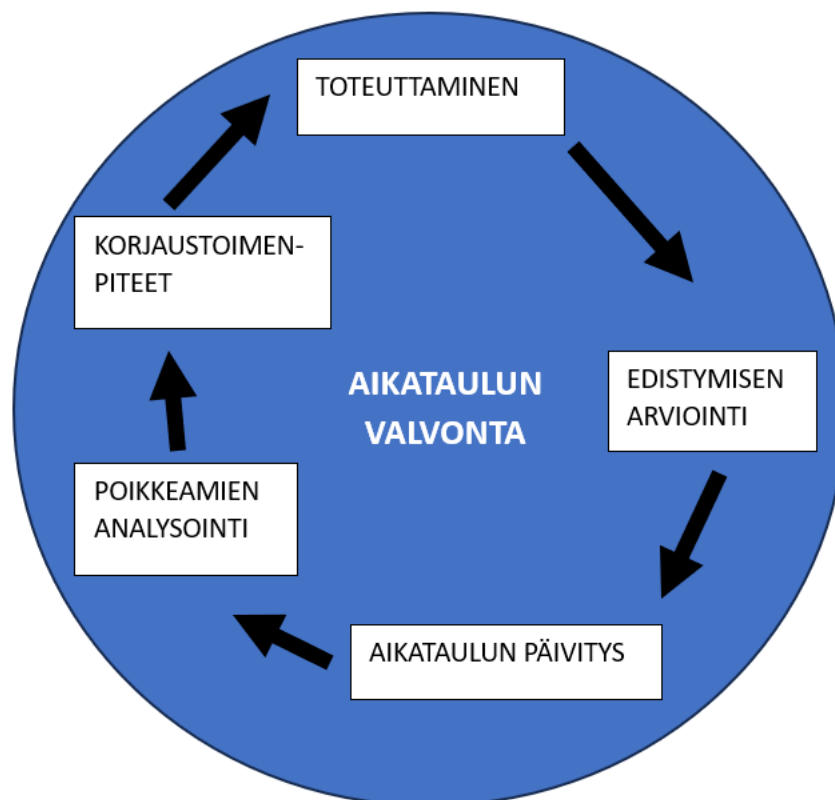
(Aikataulukirja 2016, 19)

Aikataulun valvontaan kuuluu edistymistietojen keräys tehtävittäin, aikataulun päivittäminen, poikkeamien tunnistaminen ja päätöksenteko korjaavine toimenpiteineen. (Pelin, R. 2011, 141) Edistymistietojen keräämiseen on erilaisia menetelmiä, mutta parhaan tiedon saa tarkistamalla tilanteen paikan päällä. Arvioinnissa helpottaa, kun työ on paloitteltu riittävän pieniksi ja selkeiksi tehtäviksi. Tällöin voidaan helposti todeta, onko työ valmis vai kesken. (Pelin, R. 2011, 142). Tarkistamisen hoitaa esimerkiksi työvaiheen työnjohtaja tai vastaavatyönjohtaja riippuen projektin koosta. Aina projektin ylin johto ei voi tarkistaa asiaa henkilökohtaisesti. Tällöin virheellisen välitetyn tiedon määrä voi kasvaa tai joitakin ongelmia voidaan peitellä. Näiden ehkäisemiseksi voidaan tehdä pistotarkastuksia tiettyihin työkohteisiin. (Pelin, R. 2011, 142)

Erilaisia tietojen keruutapoja ovat paikan päällä käyminen henkilökohtaisesti, toisen käden tieto, kirjalliset tilanneraportit ja valvontakokoukset. (Pelin, R. 2011, 143). Valvonnan ja sen pohjalta tehtävän ohjauksen perustana on projektin huolellinen paloittelu ja selkeiden edistymismittareiden tekeminen. Mittareita voivat olla esimerkiksi käytetty työaika, syntyneet kustannukset, saavutetut määrät. Samalla tulee arvioida resurssien riittävyys, saavutetut välitavoitteet ja ilmaantuneet muutokset. (Pelin, R. 2011, 144, kuva 7.20) Projektin johtaja ei voi kontrolloida sitä, mitä ei voi mitata. (Pelin, R. 2011, 144, vapaa suomennos)

Aikatauluohjelmissa käytetään seurantaviivaa, joka havainnollistaa aikataulutilannetta visuaalisessa aikataulussa. Seurantaviivaa tarkasteltaessa selvitetään, onko tehtävissä muutoksia, mahdollisia uusia töitä, muuttuneita riippuvuuksia ja voidaanko kestoja tarkentaa tässä kohtaa. (Pelin, R. 2011, 144) ”Suuressa projektissa aikataulutietojen ylläpito aloitetaan alimman tason aikatauluista.” ”Kun ylläpitotiedot on kerätty, projektin tilanne arvioidaan.” (Pelin, R. 2011, 144)

Aikataulun valvonta on jatkuva kehä ja työ ei missään vaiheessa pääty vaan vaiheiden edetessä kehä jatkaa kulkemistaan. Kuvassa 7 on havainnollistettu aikataulun jatkuvan valvonnan etenemistä. Edistymistietojen keräämisessä tulisi selvittää myös mikä on jäljellä olevan työn kesto aika. (Pelin, R. 2011, 142)



Kuva 7. Aikataulun valvonta. (Pelin, R. 2011, 141, kuva muokattu)

Edistymisen mittareita ovat lisäksi:

- Työaika, jossa arvioidaan $\frac{\text{käytetty työaika}}{\text{työkustannus}}$ tai $\frac{\text{toteutunut työaika}}{\text{arvioitu työaika}}$
- Kustannukset (käytetty materiaali, ostolaskut, syntyneet kustannukset)
- Määrät (saavutetut neliöt tai kuutiot, yksiköt, alueet, dokumenttien lukumäärä)
- Resurssien käytettävyys
- Saavutetut välitavoitteet, katselmukset
- Ilmaantuneet muutokset
(Pelin, R. 2020, 133, muokattu)

2.8 Aikataulujohtamisessa onnistuminen

Kun seuraa aikataulujen hallintaan ja tuotantotehokkuuteen liittyvää keskustelua, huomaa, että samat aiheet ja kehitysalueet toistuvat. Esimerkiksi erilaisissa webinaareissa on korostunut seuraava aihe, jotka opinnäytetyön tekijä on koonnut ajatuskartaksi opinnäytetyön edetessä

- Läpinäkyvyyttä hankkeissa tulisi parantaa
- Luottamus on tärkeää, ja se tulee luoda molemmin puoleisesti
- On tärkeää, että nähdään mitä muut tekevät ja ottaa oppia toisista. Asia on lopulta kaikkien yhteinen asia
- Ongelma on kaikkien henkilökohtaiset ja yrityskohtaiset tavoitteet, joiden pohjalta yhteisen tavoitteen laatiminen on haastavaa
- Mestojen eli työtilojen käyttöastetta tulee nostaa
- Liian usein unohdetaan, että aikataulun pitäisi olla hankkeen johtamisvälineistä kaikkein tärkein
- Suunta on kohti teollista rakentamista ja tahtituotantoa kannattaa harkita kohteissa, joissa samat työpaketit toistuvat
- Etukäteissuunnittelu on tärkeää. Tahtituotannossa tämä korostuu, mutta tämä ei ole kuitenkaan ainoa tuotantotapa
- Rakennusalalla on kehitettävää kommunikoinnissa ja koordinoitavuudessa
- Töiden yhteensovittaminen on tärkeää

- Myös talotekniikka tulee avata tehtäviksi aikatauluun
- Yhteinen tilannekuva tulee olla kaikkien saatavilla ja sen tulee päivittyä. Työmaata on johdettava tilannekuvasta saadun tiedon pohjalta.
- Erityisen tärkeää on paikka- ja aikatieto
- Työmaat ovat keskenään liian erilaisia. Asioita tulisi standardisoida enemmän
- Puskureita ei saa laatia työtehtävien sisälle.
- Kehittämisessä on haasteita. Jos hankkeen alku ja loppu on aikataulussa, ei tämä tarkoita, että työt tehtiin ajallaan. Todellisuudessa tällä välillä olisi paljon kehitettävää, mutta asiaa ei tiedosteta, vaan työn todetaan valmistuneen ajallaan
- Aikataulun on oltava uskottava ja yhteisesti hyväksytty
- Tulisi tehdä alusta alkaen "yhdessä"
- Työn esteiden poistamiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota
- Työmailla reagoidaan liian myöhään. Todellisuudessa tulisi reagoida jo ennen kuin joku poikkeama tapahtuu

3 TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO

3.1 Kysely ja haastattelut

Kirjallisuusselvityksen pohjalta laadittiin kysely tutkimuskysymysten selvittämiseksi. Kysely toteutettiin Microsoft Officen Forms – sovelluksella. Siltä varalta, että kyselyn vastausten perusteella halutaan tehdä lisäselvityksiä, pyydettiin halukkaita antamaan yhteystiedot mahdollisia haastatteluja varten. Aineiston perusteella pohditaan, mihin aikataulujohtamisen kehittämistä tulisi ensisijaisesti painottaa. Kysymysten asettelua tuki kirjallisuusselvitys aiheesta.

Kyselyä testattiin muutamalla opiskelijaryhmän jäsenellä sekä aikaisemman parin työtoverin kanssa. Ennen lopullista versiota, saatiin hyvää palautetta kyselyn laatimiseksi. Tavoitteena oli saada kyselyyn vähintään 20 vastausta, ja että kaikki vastaajat vastaisivat rehellisesti kaikkiin kysymyksiin.

4 TULOKSET JA TARKASTELU

Kysely suunnattiin kahdelle ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opiskelijaryhmälle, opinnäytetyön tekijän yrityksen toimihenkilöille sekä rakennusmestariopintojen aikaiselle perustutkinnon opiskeluryhmälle, jonka opiskelijat ovat olleet muutaman vuoden työelämässä sekä noin 12:lle muulle rakennusalan toimijalle opinnäytetyön tekijän verkostossa. Näin ollen kyselyyn pyydettiin vastauksia arviolta noin 100 henkilöltä. Vastauksia saatiin kaikkiaan 29 kpl, joten vastausprosentti oli arviolta 29 %. Alkuperäisenä tavoitteena oli saada noin 20 vastausta, joten vastausprosentin osalta ylitettiin tavoite.

Tulosten analysoinnissa tulee huomioida, että kysely on suurelta osin mielipidekysely. Vastaukset eivät perustu vastaajien työmaa-aikana luotettavalla tavalla mitattuun tai dokumentoituun tietoon, ja vaikka näin olisi opinnäytetyön tekijä ei pysty varmentamaan tätä tietoa. Opinnäytetyön tekijä oli arvioinut kyselyyn vastaamisen kestoksi alle kymmenen minuuttia, mutta keskimääräinen vastausaika oli 18 minuuttia. Näin ollen vastaajat miettivät vastauksia, eikä joukossa todennäköisesti ole montaa vastaajaa, jotka olisivat vastanneet pakotetusti tai piittaamatta vastausvaihtoehdoista tai vastausten oikeellisuudesta. Toisaalta pitkä vastausaika voi kertoa myös kyselyn täyttämisen aikana tapahtuneista häiriötekijöistä. Opinnäytetyön tekijä pitää vastauksia luotettavina.

4.1 Kysely opiskelijaryhmällä, kohdeyritykselle ja muille kontakteille

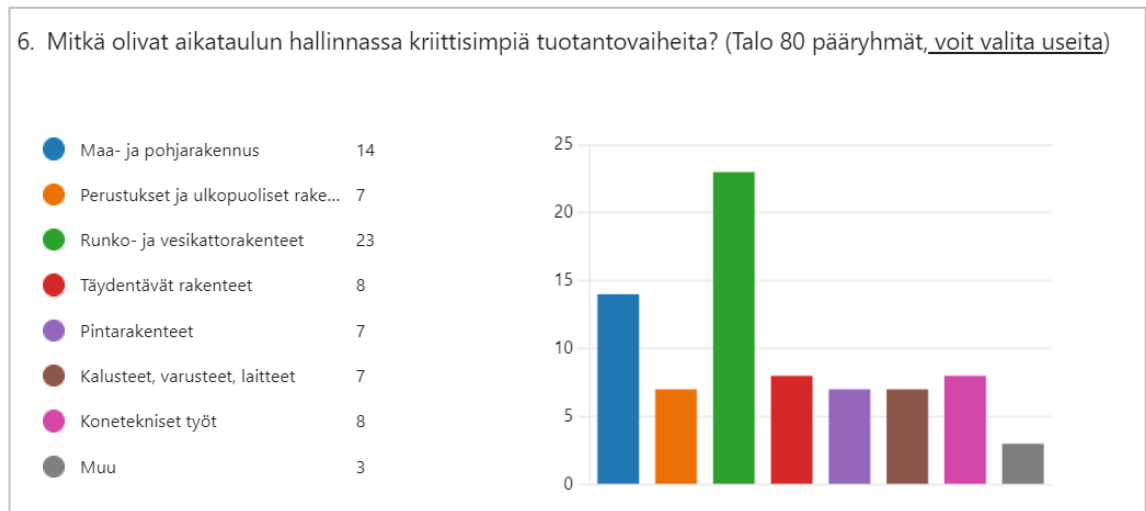
4.1.1 Vastaajien ja työmaiden taustatiedot

Vastaajat olivat kokeneita rakennusalan ammattilaisia. 34 % vastaajista olivat olleet alalla yli 20 vuotta. Toinen 34 % olivat olleet alalla 5 – 10 vuotta. Muut asettuivat tälle välille (24 %) tai alle (7 %). Joukossa oli työnjohtajia, vastaavia työnjohtajia, yritysten johtoa, projektipäälliköitä, asiantuntijoita, hankepäälliköitä ja rakennustöiden valvojia. Vastaajista tai hankkeista, joiden pohjalta vastattiin, 26 henkilöä oli Pirkanmaalta, kaksi Uudeltamaalta ja yksi muualta.

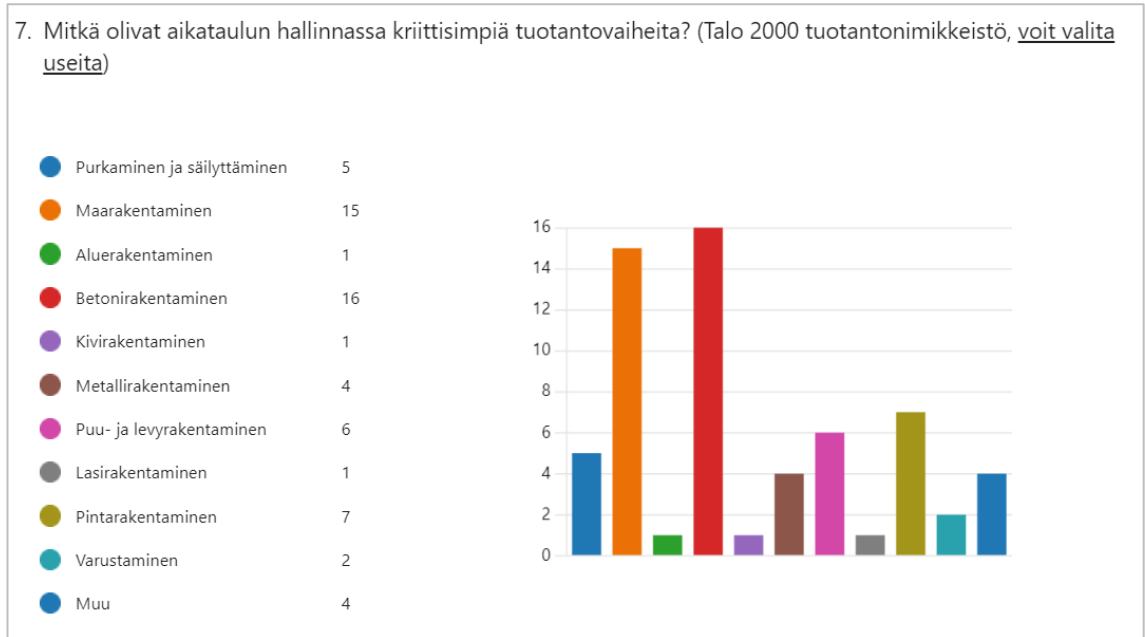
Vastaajille annettiin ohjeeksi vastata kyselyyn edellisen tai nykyisen työkohteen pohjalta. Suurin osa vastasi jaetun urakan pohjalta (41 %). Toiseksi suurin ryhmä olivat kokonaisurakan osalta vastaavat (34 %). Projektinjohtourakan pohjalta vastaajia oli 17 % ja yksi vastaaja oli tai oli ollut mukana suunnittelun sisältävässä urakassa. Yksi vastasi muu ja tarkensi vastauksen sanallisesti allianssihankkeeksi. Näissä urakoissa maksuperusteena oli kokonaishinta (26 kpl) ja kolmessa tapauksessa tavoitehintaurakka.

4.1.2 Kriittisimmät tuotantovaiheet

Vastaajilta kysyttiin, mitkä ovat Talo 80 -pääryhmien ja Talo 2000 -tuotantonimikkeistöjen kriittisimmät työvaiheet. Vastaukset jakaantuivat kuvien 8 ja 9 mukaisesti.



Kuva 8. Kriittisimmät työvaiheet Talo 80 -pääryhmissä.



Kuva 9. Kriittisimmät tuotantovaiheet Talo 2000 -tuotantonimikkeistössä.

Vastaajat saivat vastata sanallisesti kysymykseen, millaisia näissä esiintyvät haasteet olivat. Tiivistettynä haasteet liittyivät

- maaperään (louhinta, pilaantuneet maa-ainekset)
- toimitusvaikeuksiin
- sääolosuhteisiin
- olosuhdehallintaan
- töiden yhteensovittamiseen
- rakennuksen rungon valmistumiseen suunnitellusti
- betonirakenteiden kuivumisaikoihin (erityisesti betonilattiat)
- aliurakoitsijoiden suorituskykyyn
- talotekniikan ja muiden töiden yhteensovitukseen
- saneerauskohteissa löytyviin yllättäviin asioihin
- urakoitsijoiden resurssihaasteisiin
- aikatauluihin sitoutumiseen

4.1.3 Rakennusvaiheittain esiintyvät aikatauluhaasteet

Eri rakennusvaiheiden osalta pyrittiin selvittämään mihin syihin aikatauluhaasteet liittyivät yleensä. Vastausvaihtoehdot on esitetty kuvassa 10.

10. **Perustusvaiheessa** aikatauluhaasteet liittyvät yleensä. (voit valita useita)

- Suunnitelmiin
- Materiaaleihin
- Asentajien saatavuuteen tai osaamiseen
- Työkaluihin ja välineisiin
- Mestän valmiuteen
- Olosuhteisiin (sää, lämpö, kosteus ym)
- Johonkin lupaprosessiin
- Töiden yhteensovituksen haasteisiin
- Työtekniikkaan tai työjärjestyksen haasteisiin
- Ennalta arvaamattomaan tilanteeseen
- Logistiikkaan työmaan sisällä
- Työmaan kuljetuksiin
- Talotekniikkaan
- Muu

Kuva 10. Eri rakennusvaiheissa esiintyvät haasteet.

Eri rakennusvaiheissa neljä suurinta haastetta olivat

Maanrakennusvaiheessa

- suunnitelmat
- olosuhteet (sää, lämpö, kosteus ym.)
- ennalta arvaamaton tilanne
- töiden yhteensovittaminen

Perustusvaiheessa

- suunnitelmat
- olosuhteet (sää, lämpö, kosteus ym.)
- ”mestan” valmius
- töiden yhteensovittaminen

Runkovaiheessa

- suunnitelmat
- olosuhteet (sää, lämpö, kosteus ym.)
- ennalta arvaamaton tilanne
- asentajien saatavuus tai osaaminen

Sisävaiheessa

- ”mestan” valmius
- töiden yhteensovituksen haasteet
- asentajien saatavuus tai osaaminen
- talotekniikka

Luovutusvaiheessa

- talotekniikka
- töiden yhteensovituksen haasteet
- ”mestan” valmius
- asentajien saatavuus tai osaaminen

4.1.4 Olosuhteiden vaikutus

Olosuhteiden osalta kysyttiin talvitöihin, muihin säätiloihin ja työmaan olosuhdhallintaan liittyen näiden aikatauluvaikutusta. Eniten vastattuja vaihtoehtoja olivat talvitöiden osalta oli 1 – 5 työpäivää vuodessa (8 hlö) ja 6 – 10 työpäivää vuodessa (7 hlö). Muut säätilat (helle, tuuli, liian kuuma jne.) vaikuttavat kyselyn perusteella myös 1 – 5 työpäivää vuodessa (15 vastausta). Työmaan olosuhdhallinnan haasteiden osalta eniten vastattu vaihtoehto oli 6 – 10 työpäivää viivettä vuodessa (9 vastausta).

4.1.5 Koneet ja laitteet

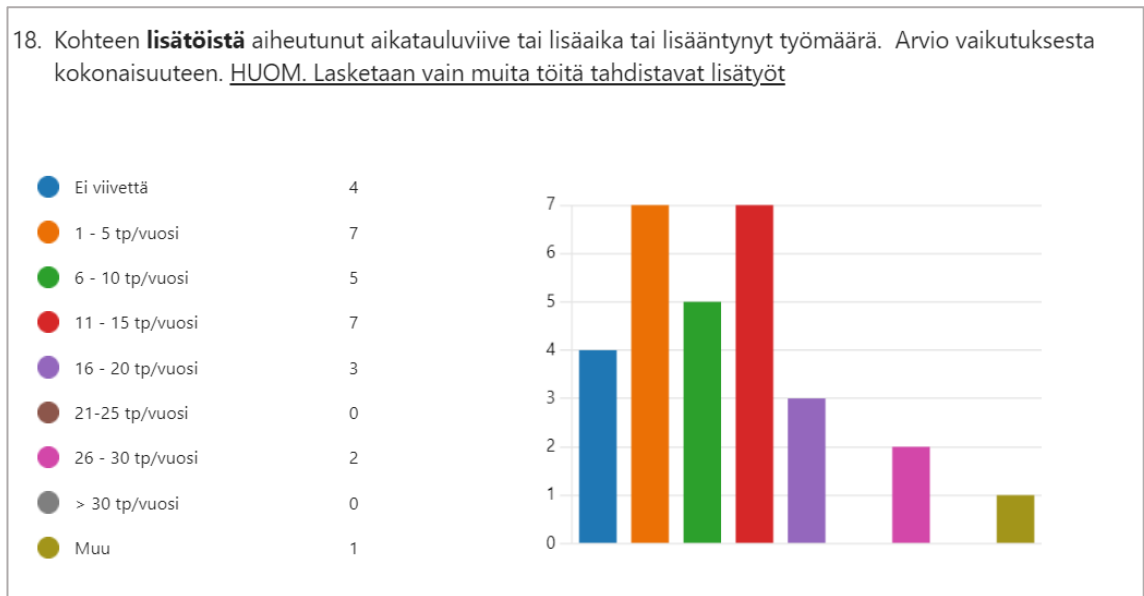
Työkoneiden ja laitteiden vikojen vaikutus aikatauluun ei ole merkittävä (kuva 11).



Kuva 11. Työkoneiden ja laitteiden vioista johtuva aikatauluviivästys.

4.1.6 Lisätyöt

Lisätyöt vaikuttavat kokonaisaikatauluun kuvan 12 jakauman mukaisesti. Vastusten perusteella ei voida päätellä myöhästykö rakentamisen valmistuminen vastausvaihtoehdon verran vai saatiinko lisääntynyt työ tehtyä suunnitellun aikataulun sisällä lisäämällä työmäärää ja kustannuksia.



Kuva 12. Lisätöiden vaikutus aikatauluihin.

4.1.7 Työntekijöiden ja työnjohdon osaaminen

Saatavilla olleiden rakennusammattihenkilöiden (RAM) osaamiseksi asteikolla 1 - 5 arvioitiin keskimäärin 3.62, rakennusapulaisten (RM) 3.17 ja työnjohdon osaamiseksi 3.83. Vastaajien omalle henkilökohtaiselle aikataulujohtamiselle antama arvosana on keskimäärin 3.48. Arvosana kolme tarkoittaa koulumaailmassa tyydyttävää, neljä hyvää ja viisi kiitettävää. Jos vastaukset pyöristettäisiin kokonaisluvuksi, saataisiin seuraavat tulokset

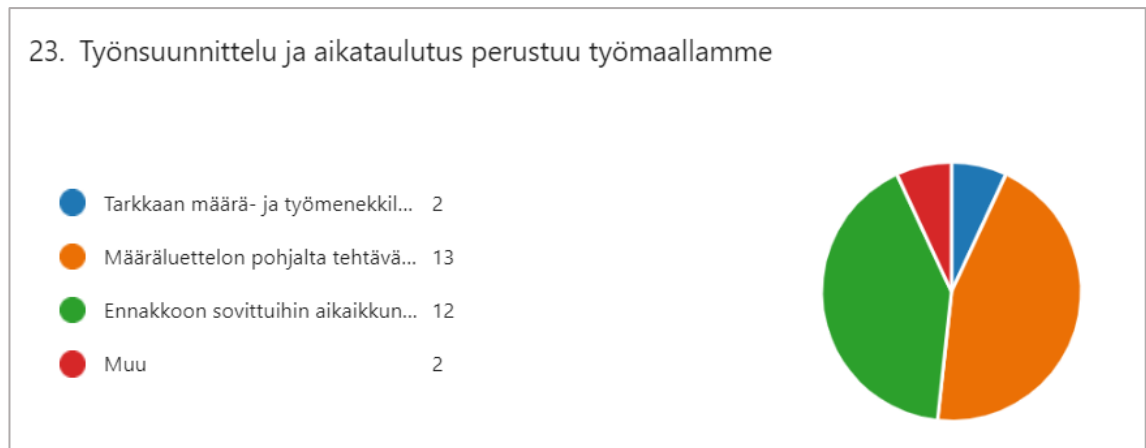
- RAM 4
- RM 3
- työnjohto 4
- henkilökohtainen osaaminen 3

Vastausten perusteella ei voida tehdä tarkkoja tulkintoja, miten osaaminen vaikuttaa aikataulussa pysymiseen. Toisaalta tilanne ei näytä huonoltakaan. Näiden osapuolten osaamistason keskiarvo on yhteensä 3.5.

4.1.8 Työn suunnitteluperusteet

Kyselyssä haluttiin selvittää, millaiseen laskentatapaan aikataulutus työmailla perustuu. Vastauksissa oli yllättävää, että vain kaksi vastaajaa (7 %) perustaa aikataulusuunnittelun tarkkaan määrä- ja työmenekkilaskentaan (kuva 13). Muut arvioivat kestoja kokemuspohjalta tai tuotanto on ahdistettu tehtäväksi tietyssä ajassa.

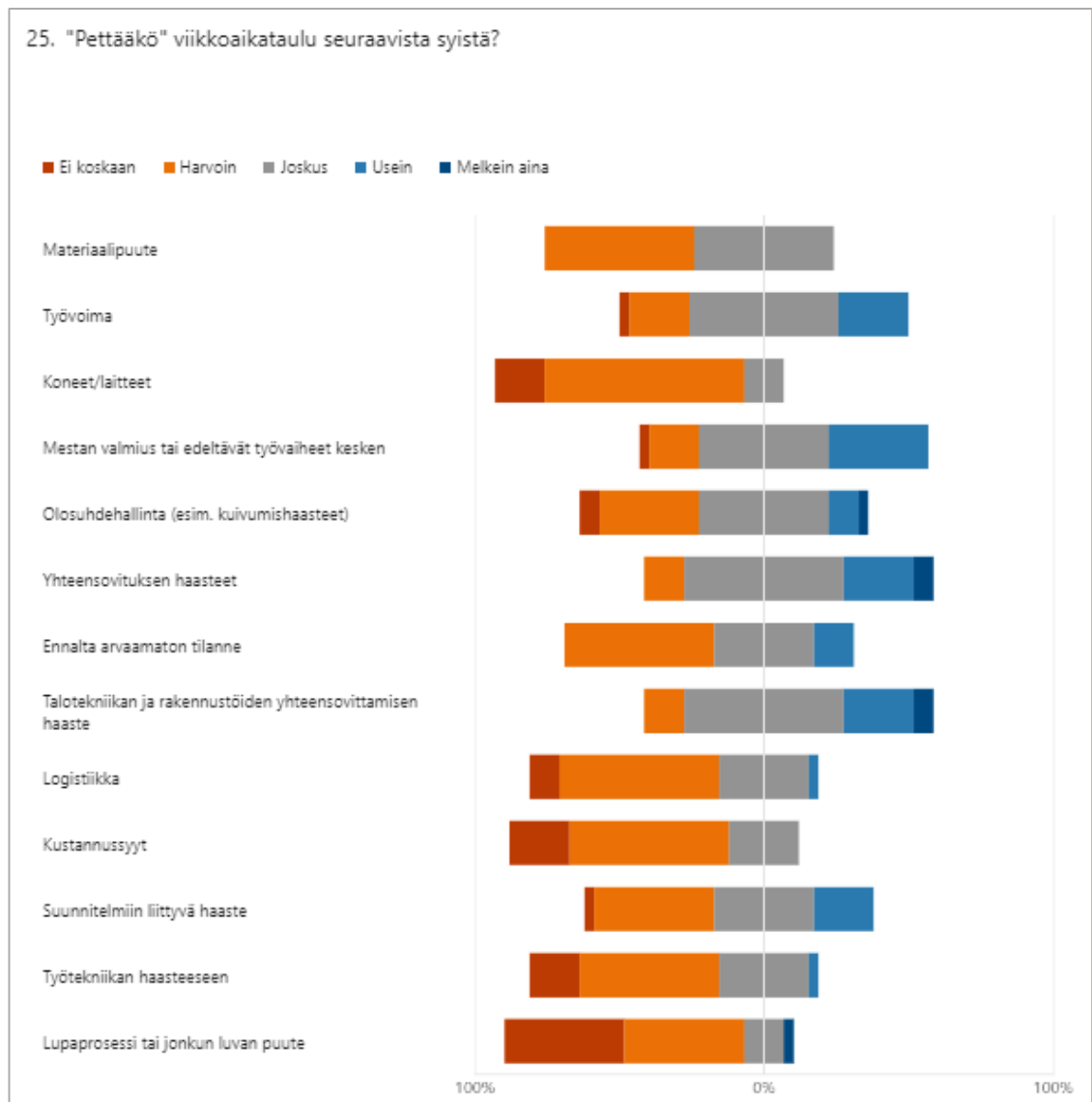
- Tarkkaan määrä ja työmenekkilaskentaan, 7 %
- Määräluettelon pohjalta tehtävään kokemuspohjaiseen arvioon, 43 %
- Ennakkoon sovittuihin aikaikkunoihin, 43 %
- Muu, 7 %



Kuva 13. Työnsuunnittelu. Vastausvaihtoehdot: tarkkaan määrä- ja työmenekkilaskentaan, määräluettelon pohjalta tehtävään kokemuspohjaiseen arvioon, ennakkoon sovittuihin aikaikkunoihin, muu.

4.1.9 Viikkoaikataulujen pitävyys

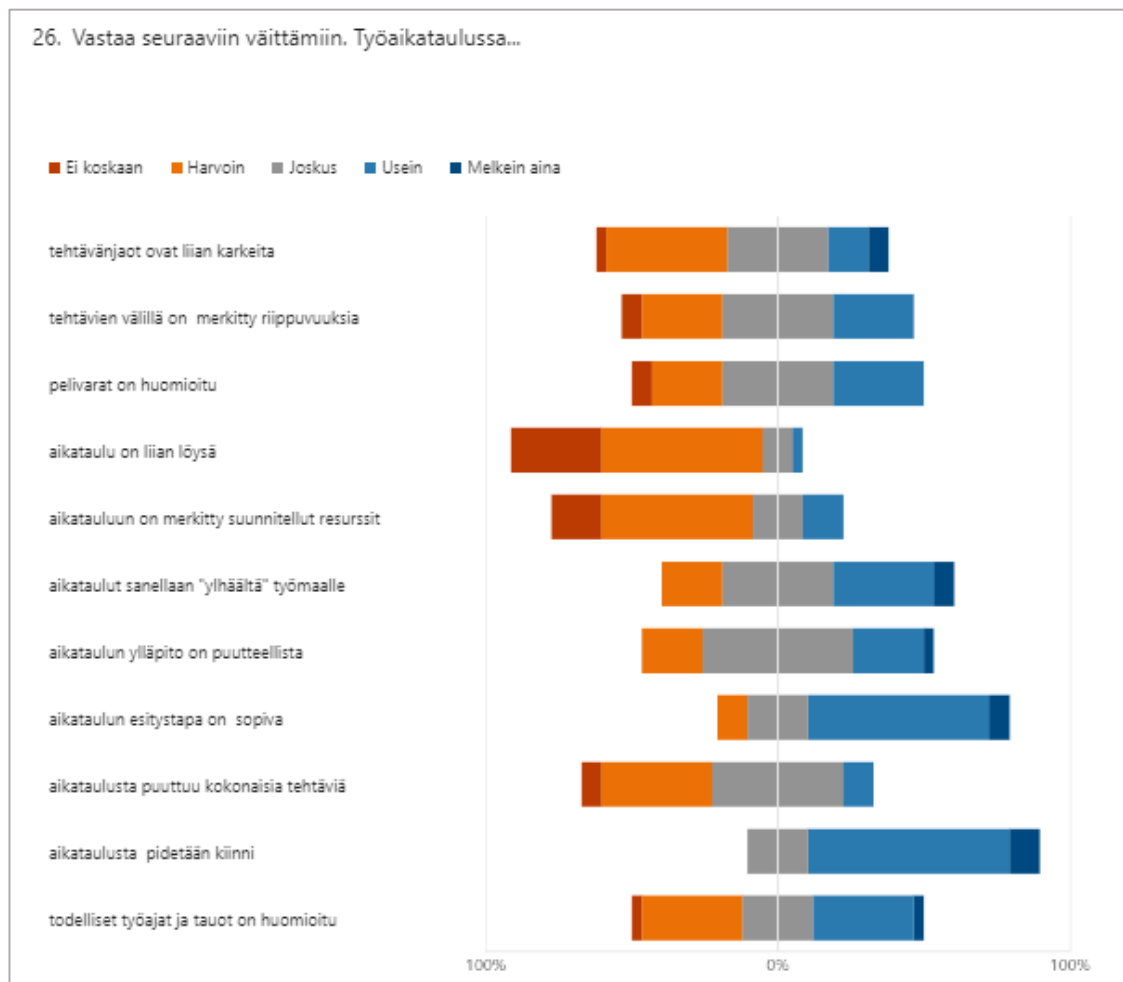
Viikkoaikataulujen toteumaprosentin keskiarvoksi saatiin 74 %. Vaihteluväli on 45 – 99 %. Viikkoaikatauluihin tuo haasteita eniten yhteensovituksen haasteet, talotekniikan ja rakennustöiden yhteensovittamisen haasteet sekä mestan valmius tai edellisen työvaiheen keskeneräisyys (kuva 14). Myös työvoiman saatavuus ja suunnitelmiin liittyvät haasteet heikentävät viikkoaikataulun toteumaprosenttia.



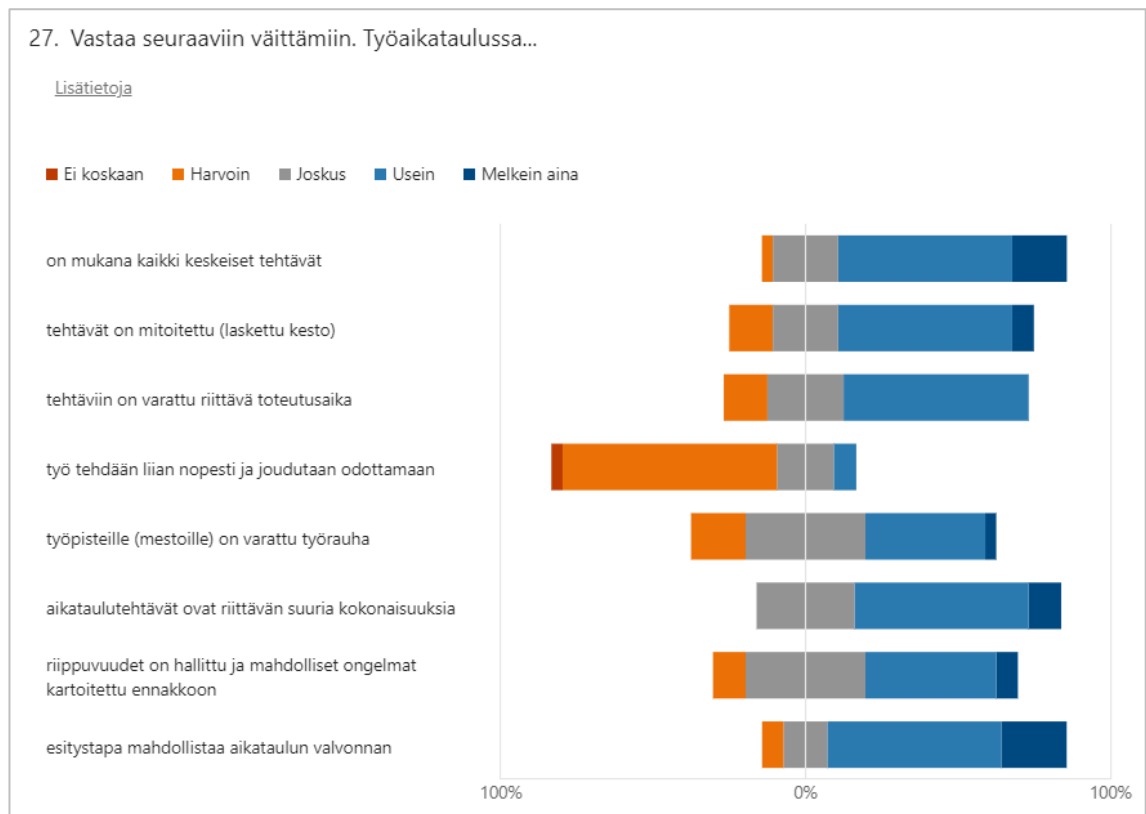
Kuva 14. Viikkoaikatauihin vaikuttavia asioita.

4.1.10 Työaikataulujen esitystavat ja lähtötiedot

Kahdessa kysymyksessä kysyttiin työaikatauluun perustuvia väitteitä. Väitteet perustuivat aikataulukirjassa 2016 sekä Pelinin projektihallinnan käsikirjassa esitettyihin huomioihin, jotka työaikataulussa tulisi huomioida. Aikataulujen heikkouksista (Pelin, R. 2011, 113) kysyttiin kysymyksessä 26 (kuva 15). Kysymyksessä 27 kysyttiin toimivan aikataulun piirteistä (Aikataulukirja 2016, 19), (kuva 15). Saatujen vastausten perusteella näyttäisi, että asiat on huomioitu työaikatauluissa. Toisaalta tehtävänjaot ovat ehkä liian karkeita ja liian usein aikataulu sanellaan työmaalle. Aikataulun ylläpidoissa on jonkin verran puutteita.



Kuva 15. Työaikataulussa huomioitavia asioita, osa 1.



Kuva 16. Työaikatauluun vaikuttavia asioita, osa 2.

4.1.11 Erityisrakenteet

Lisäksi kysyttiin, oliko hankkeessa tavanomaisesta poikkeavia rakenteita, joiden osalta työn keston arvioiminen oli haastavaa. 32 % vastasi kyllä ja 68 % ei. Vastajat saivat kommentoida myös kirjallisesti, millaisia nämä rakenteet olivat. Vastauksissa lueteltiin seuraavia huomioita

- korjaushankkeessa vanhat rakennuspiirustukset eivät täsmää todellisuuden kanssa
- talvibetonointi
- purkutyöt
- tilaajan hankintoihin liittyvät urakkarajojen epäselvyydet
- yleisistä perusratkaisuista poikkeavat rakenteet sekä muut erityisrakenteet
- kivilevytyöt
- teräsrakenteet

4.1.12 Aikataulutavoitteet

Aikataulutavoitteiden määrittelyn osalta selvitettiin, oliko aikataulutavoitteet määriteltä projektissa selkeästi. Asteikolla 1 – 5, saatiin vastausten keskiarvoksi 4. Kysymykseen siitä ymmärsikö toteutusorganisaatio vaatimukset tai edellytykset, joilla aikataulutavoitteisiin päästään, saatiin keskiarvoksi 3.8.

4.1.13 Aikataulujohtamisessa onnistuminen

Vastaajilta kysyttiin, miten aikataulujohtamisessa onnistutaan, ja millä kolmella sanalla vastaajat kuvailisivat onnistunutta aikataulujohtamista. Vastauksissa korostui seuraavat huomioitavat asiat. Listan vastauksia on muokattu lyhentämällä.

- ennakkosuunnittelu
- keskustelu työryhmän kanssa
- aikataulu ei saa olla liian kireä
- aktiivisyys
- aikataulun ja toteutuksen seuranta
- koordinointi
- ennakkosuunnittelu
- ”pelisilmä”
- ongelmanratkaisukyky
- henkilöjohtaminen
- realismi
- valvonta
- valmistelu, toteutus, seuranta
- lisätöiden vaikutuksen huomioiminen
- aikataulun tulee perustua todellisiin määriin
- aikataulu ei saa olla ”ylhäältä annettu”
- viikkotason seuranta
- aikataulun päivittäminen muutoksilla
- ennakkovalmistelu
- ennakointi
- aikataulun seuranta

- aloituspalaverien pitäminen erityisesti kriittisten työvaiheiden osalta
- kaikki asiat tulee olla huomioitu
- yhteistyö
- tavoitteellisuus
- varmistaminen
- välitavoitteet
- resurssien täsmällisyys
- kustannusten hallinta
- työaika, ja sen sisäistäminen

4.1.14 Jatkotutkimus

Siltä varalta, että vastausten perusteella tulee tehdä lisäselvityksiä, pyydettiin hakukkaita vastaajia antamaan yhteystiedot mahdollista haastattelua varten. Haastateltavaksi lupautui viisi vastaajaa.

Tässä yhteydessä oli myös mahdollista kommentoida mahdollisia lisätietoja vastauksiin liittyen tai antaa muuta palautetta. Yhdessä vastauksessa kerrottiin vastausten perustuvan korjausrakentamisen näkökulmaan. Yksi vastaaja mainitsi mahdollisesti pilaantuneen maaperän huomioimisen sekä EU-taksonomian, BREEAM-ympäristösertifioinnin ja tuotehyväksynnät huomion arvoisina asioina. Osa vastasi, että heillä ei ole lisää annettavaa haastattelun kautta ja jotkin vastaajat toivottivat ”tsemppiä” opinnäytetyön tekemiseen.

4.2 Haastattelut

Haastatteluja ei järjestetty, sillä kyselyn perusteella saatiin riittävä otanta ja hajonta tutkimuskysymysten pohtimiseksi. Vastauksien pohjalta voidaan jo riittävästi pohtia aikataulujohtamisen haasteita ja ensisijaisia kehityskohtia. Haastatteluja voidaan mahdollisesti tehdä aikataulujohtamisen kehittämisohjelman laatimiseksi jatkossa.

5 POHDINTA

Kyselyn vastausten perusteella suurimmat haasteet viikkoaikataulujen hallinnassa liittyvät ”mestari” valmiuteen, yhteensovituksen haasteisiin ja olosuhdehallintaan sekä talotekniikan ja rakennustöiden yhteensovittamiseen. Kriittisimmät työvaiheet Talo 80 -pääryhmistä ovat runko- ja vesikattorakenteet ja maanrakentaminen. Talo 2000 -tuotantonimikkeistöistä betonirakentaminen ja maanrakentaminen ovat kriittisimmät.

Vastausten perusteella opinnäytetyön tekijän mielestä ratkaisuihin aikataulujohdattamisen haasteisiin ovat töiden tarkka ennakkosuunnittelu, yhteistyö ja toiminnan jatkuva kehittäminen. Hyviä työkaluja on jo olemassa sisäviikkoaikatauluun, esimerkiksi tahtituotanto ja Last Planner – menetelmän käyttäminen. Toisaalta kaikenlainen tarkempi ja eteenpäin tähtäävä suunnittelu vie aina parempaan suuntaan. Muiden työvaiheiden osalta tulisi laatia tarkat työsuunnitelmat, joissa otetaan huomioon erityisesti kohdassa 4.1.13 mainittuja huomioita. Tarkkaa suunnittelua vaaditaan erityisesti runko- ja vesikattotyössä ja maanrakentamisessa. Last Plannerin etukäteissuunnittelu ja esteloki vastaisi moneen haasteeseen. Lean-johdattamista ei voi ottaa yhtäkkiä käyttöön vain päättämällä ottaa. Jatkuva kehittäminen vaatii pitkäjänteistä työtä ja koko yrityksen sitoutumisen. Yksittäisten menetelmien ja työkalujen käyttö on toki jo eteenpäin, mutta se ei vielä yksinään vie pitkälle.

Erityisesti seuraavien työsuunnitelmien laadintaa olisi harkittava kohteen koosta riippuen. Työsuunnitelmat eivät saa olla liian yleisluonteisia vaan niiden pitää perustua työkohteen suunnitelmiin ja olosuhteisiin sekä toteutusajankohtaan. Suunnittelun tarkoitus on orientoida työvaiheen vastuuhenkilö työtehtävään ja toimia työtehtävän perehdytyksen apuna. Suunnitelmalla tarkistetaan, että kaikki on varmasti huomioitu. Seuraavat teemat tulisi erityisesti huomioida myös kohde yrityksen aikataulujohdattamisen kehitysohjelman laadinnassa.

- maanrakennustyön suunnitelma
- runkotyön suunnitelma
- vesikattotyön suunnitelma
- sisävaiheen tahtituotannon aikataulu tai sisävaiheaikataulun läpikäyminen kaikkien urakoitsijoiden kanssa
- Last Planner – toimintamalli sisä- ja luovutusvaiheessa
- eri työvaiheiden olosuhdehallintasuunnitelma (vaadittavat olosuhteet, miten niihin päästään ja miten olosuhteet saadaan säilytettyä koko työvaiheen ajan, mittaaminen jne.)
- kriittisen aikataulupolun kuvaaminen kaaviona

Erytishuomiota tulee kiinnittää työvaiheittain seuraavasti

Maanrakennusvaiheessa

- suunnitelmat
- olosuhteet
- ennalta arvaamattomien tilanteiden varasuunnitelma
- töiden yhteensovittaminen

Perustusvaiheessa

- suunnitelmat
- olosuhteet
- ”mestan” valmius
- töiden yhteensovittaminen
- asentajien saatavuus
- ennalta arvaamattomien tilanteiden varasuunnitelma

Runkovaiheessa

- suunnitelmat
- olosuhteet
- asentajien saatavuus
- ”mestan” valmius
- ennalta arvaamattoman tilanteen varasuunnitelma
- työtekniikka ja työjärjestys
- materiaalien saatavuus

Sisävaiheessa

- töiden yhteensovittaminen
- ”mestan” valmius
- asentajien saatavuus ja osaaminen
- talotekniikka
- suunnitelmat
- materiaalit
- olosuhteet
- työjärjestyskoko

Luovutusvaiheessa

- talotekniikka
- töiden yhteensovittaminen
- ”mestan” valmius

6 YHTEENVETO

Aikataulujohtamisen kehittämiseen liittyy monia osa-alueita ja työ on pitkäjänteistä jatkuvaa toimintaa. Kehitys edellyttää, että sitä viedään aktiivisesti eteenpäin. Vain tarpeen toteaminen ei auta. Alalla tulisi suhtautua innokkaasti uusiin toimintamalleihin. Asiasta kiinnostuneille löytyy paljon seikkaperäistä tietoa eri tahoilta. Netti on täynnä tuotannon tehostamista käsitteleviä webinaareja, videoita ja ohjeita. Erityisesti tahtituotantoa käsiteltäessä puhutaan kokonaisesta kulttuurimuutoksesta. Avainsanoja ovat koulutus ja aito tahto kehittää toimintaa. Esivalmistet lyhentävät rakentamista ja poistavat välivaiheita työmaatuotannosta. Rakenteiden kuivuminen pitkällä aikavälillä, mutta myös päivittäistuotteita käytettäessä on varmistettava.

Kyselyn pohjalta saatu tieto vahvistaa oikeastaan olemassa olevaa käsitystä rakentamisen tehokkuudesta. Suuri osa ajasta on odottelua, ja tuottavaa työtä on vähemmän. Kriittisimmät työvaiheet ovat runko- ja vesikattorakenteet sekä maanrakentaminen. Työvaiheittain korostuvat eri syyt, joita ovat suunnitelmien haasteet, olosuhteet, ennalta arvaamattomat tilanteet, töiden yhteensovittaminen, työkohteen valmius, asentajien saatavuus sekä talotekniikan ja rakennustöiden yhteensovittaminen.

Aikataulujohtamisen kehittäminen rakennusalalla edellyttää pitkäjänteistä kehittämistä. Tähän liittyy mm. ennakkosuunnittelu, yhteistyö, lean-johtamisen periaatteet, kulttuurin muutos ja jatkuva oppiminen. On tärkeää tunnistaa ja ratkaista erityisesti kriittiset työvaiheet ja huolehtia jatkuvasta kehityksestä koko organisaation tasolla. Vaikka haasteita on monia, systemaattinen lähestymistapa ja kaikkien osapuolten sitoutuminen voivat merkittävästi parantaa rakennusprojektien tehokkuutta ja lopputuloksen laatua.

LÄHTEET

Koskenvesa, Anssi. & Sahlstedt, Satu. (2011) Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: Rakennustieto.

Wind, N. (2019) Rakennustöiden menekit 2020. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Pelin, Risto. (2009) Projektihallinnan käsikirja. 6. uud. p. Helsinki: Projektijohtaminen Risto Pelin.

Anon (2015) Aikataulukirja 2016. 13. uud. p. Tampere: Rakennustieto

Peltola A. Uudisrakentamisen ajoitusmalli. Diplomityö Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto, 2015, 136

<https://rakennusliitto.fi/tyoelamatietoa/tyosuhde/lomat-ja-vapaat/#vuosiloma>. Luettu 29.4.2024

Junnonen, J.-M. & Kankainen, J. (2020) Rakennuttaminen. 6. päivitetty painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Salminen, J. & Talaskivi, P. (2021) Lean rakentamisessa : arvoa luovan rakentamisen periaatteet, menetelmät ja työkalut. Helsinki: RIL ry.

Olli Seppänen, Eelon Lappalainen, Joonas Lehtovaara, Ana Reinbold, Antti Aikala, Yuan Zheng, Jami Kajander, Emma Maliniemi, Aku Hänninen. Building 2030: Visuaalinen johtaminen ja tilannekuvan käyttö. Loppuraportti 283.2022

https://sixsigma.fi/5s-kehitystyokalu/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwztOw-BhD7ARIsAPDKnkAmN-9BxEKYY2OiyDHJkiRyHsghgLie8KDQgeWsWs1HVJ-bHR0J7JEaAq-4EALw_wcB. Luettu 2.4.2024

Åström, G. & Nousiainen, A. (2020) Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Merikallio, Tarja. (2002) Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Helsinki: Suomen betonitieto.

LIITTEET

Liite 1. Kyselyn saate

Hei,

Teen opinnäytetyötä rakennustyömaan aikatauluista. Tarkoituksena on selvittää, mihin työvaiheisiin ja syihin aikataulun haasteet useimmiten liittyvät. Vastausten otannan perusteella halutaan selvittää mm. hajonta eri myöhästymisiä aiheuttavien syiden suhteen.

Vastausten tietoja käytetään analysointiin. Vastajat saavat halutessaan koosteen vastauksista kiitokseksi myös itselleen.

Vastaajiksi pyydetään pääurakoitsijan toimihenkilöinä, rakennuttajina, tilaajina ja valvojina toimivia henkilöitä.

Kaikki vastaukset käsitellään anonyymisti siten, että yksittäistä vastaajaa tai yritystä ei voida tunnistaa vastauksista.

Yksittäiset vastaukset ovat luottamuksellisia ja tulokset esitetään yhdistelmänä.

Opinnäytetyön tekijä

Toni Laine

toni.laine@tuni.fi

050

Vastaukset ovat tärkeitä. Kaikki vastanneet voivat hyödyntää tuloksia aikataulujohtamisessa.

Opinnäytetyön tutkimuskysymyksenä on selvittää:

- Miksi rakennustyömailla ei pysytä aikataulussa?
- Mihin työvaiheisiin aikataulun haasteet kulmineituvat?
- Mihin aikataulujohtamisen kehittämistä tulisi ensisijaisesti painottaa?

Kyselyn löydät tästä:

<https://forms.office.com/e/UT2cQQeVCv>

Pyytäisin vastaamaan kyselyyn 29.maaliskuuta mennessä.

Vastaaminen kestää noin yhdeksän minuuttia.

Kiitos jo etukäteen vastauksistanne!

Liite 2. Microsoft Forms -kysely

1. Mikä on rakennusalan kokemuksenne vuosina
2. Mikä on työtehtävänne?
3. Maakunta
4. Pääurakkamuoto
5. Urakan maksuperuste
6. Mitkä olivat aikataulun hallinnassa kriittisimpiä tuotantovaiheita? (Talo 80 pääryhmät, voit valita useita)
7. Mitkä olivat aikataulun hallinnassa kriittisimpiä tuotantovaiheita? (Talo 2000 tuotantonimikkeistö, voit valita useita)
8. Kommentoi edelliseen kysymykseen. Millaisia näissä vaiheissa esiintyvät haasteet ovat?
9. Maanrakennusvaiheessa aikatauluhaasteet liittyvät yleensä. (voit valita useita)
10. Perustusvaiheessa aikatauluhaasteet liittyvät yleensä. (voit valita useita)
11. Runkovaiheessa aikatauluhaasteet liittyvät yleensä. (voit valita useita)
12. Sisävaiheessa aikatauluhaasteet liittyvät yleensä. (voit valita useita)
13. Luovutusvaiheessa aikatauluhaasteet liittyvät yleensä. (voit valita useita)
14. Kohteen talvitöistä aiheutuva viive tai lisääntynyt työmäärä. Arvio vaikutuksesta kokonaisuuteen (tp=työpäivä)
15. Muista säätiloista (helle, tuuli, liian kuuma sää jne.) aiheutuva viive tai lisääntynyt työmäärä. Arvio vaikutuksesta kokonaisuuteen (tp=työpäivä)
16. Muista säätiloista (helle, tuuli, liian kuuma sää jne.) aiheutuva viive tai lisääntynyt työmäärä. Arvio vaikutuksesta kokonaisuuteen (tp=työpäivä)
17. Työkoneiden ja -laitteiden vioista aiheutunut aikatauluviivästys tai lisääntynyt työmäärä. Arvio vaikutuksesta kokonaisuuteen (tp=työpäivä)
18. Kohteen lisätöistä aiheutunut aikatauluviive tai lisääntynyt työmäärä. Arvio vaikutuksesta kokonaisuuteen. HUOM. Lasketaan vain muita töitä tahdistavat lisätyöt
19. Saatavilla olleiden rakennusammattihenkilöiden (RAM) osaamistaso (keskiarvo, kouluarvosana, 1. heikko 2. välttävä 3. hyvä 4. kiitettävä 5.erinomainen)
20. Saatavilla olleiden rakennusapulaisten (RM) osaamistaso (keskiarvo, kouluarvosana, 1. heikko 2. välttävä 3. hyvä 4. kiitettävä 5.erinomainen)
21. Saatavilla olleen työnjohdon osaamistaso (keskiarvo, kouluarvosana, 1. heikko 2. välttävä 3. hyvä 4. kiitettävä 5.erinomainen)
22. Arvosana omalle henkilökohtaiselle aikataulujohtamisen osaamiselle (keskiarvo, kouluarvosana, 1. heikko 2. välttävä 3. hyvä 4. kiitettävä 5.erinomainen)
23. Työnsuunnittelu ja aikataulut perustuu työmaallamme
24. Arvioi kuinka monta prosenttia viikkosuunnitelman suunnitelluista tehtävistä toteutuu yleensä SISÄVAIHEESSA?
25. "Pettääkö" viikkoaikataulu seuraavista syistä?
26. Vastaa seuraaviin väittämiin. Työaikataulussa...
27. Vastaa seuraaviin väittämiin. Työaikataulussa...
28. Oliko hankkeessa tavanomaisesta poikkeavia rakenteita, joille ei voinut arvioida tarkasti työn kestoa?
29. Millaisia nämä rakenteet olivat?
30. Aikataulutavoitteet oli määritelty projektissa selkeästi

31. Toteutusorganisaatio ymmärsi vaatimukset/edellytykset, joilla aikataulutavoitteeseen päästään
32. Millä kolmella sanalla kuvailisit onnistunutta aikataulujohtamista? Millä aikataulujohtamisessa onnistutaan?
33. Suostuisitko haastateltavaksi opinnäytetyötä varten? Anna sähköpostiosoite ja puhelinnumero, jos haluat antaa lisätietoja. Tässä kohtaa voit myös kertoa palautetta kyselystä tai muuta tarkentavaa tietoa.