



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Tuomo Tossavainen

# Talonrakennushankkeen ajanhallinnan kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

15.4.2019

Tekijä Otsikko	Tuomo Tossavainen Talonrakennushankkeen ajanhallinnan kehittäminen
Sivumäärä Aika	43 sivua + 3 liitettä 15.4.2019
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine	Projektinhallinta
Ohjaajat	Lehtori Kimmo Sani Laatu- ja ympäristöpäällikkö Oskari Peurakoski Työpäällikkö Kimmo Kärkkäinen
<p>Opinnäytetyö tehtiin NCC Suomi Oy:n talonrakentamisen toimialalle, joka toteuttaa uudisrakentamisen toimitilahankkeita. Rakennushankkeen valmistuminen sovitussa ajassa on tärkeimpiä tavoitteita projektin onnistumisen kannalta, sillä ajallisesti onnistunut hanke on usein myös taloudellisesti ja laadullisesti onnistunut. Työn taustatietoina olivat yrityksen sisäiset selvitykset, joista kävi ilmi puutteet aikataulutuksessa ja ajanhallinnan osaamisessa.</p> <p>Työn tavoitteena oli selvittää keskeisimmät syyt, joista rakennushankkeen viivästykset johtuvat. Toisena tavoitteena oli selvittää NCC:n nykyistä toimintakulttuuria aikataulujen suunnittelussa ja mikä on hankalaa aikataulujen tekemisessä. Tutkimus suoritettiin kirjallisuuskatsauksella, empiirisellä tutkimuksella ja yritysdatan tulkinnalla, sekä kyselytutkimuksella ja haastatteluilla. Kirjallisuuskatsaus sisältää teoriaosuuden, jossa käydään läpi aikataulujen merkitys rakentamisessa, ajallisen suunnittelun perusteet ja rakennushankkeen eri vaiheiden aikataulut ja niiden merkitykset.</p> <p>Kyselytutkimuksen vastausten perusteella suurimmat syyt aikatauluviivästyksiin ovat suunnitelmien heikko laatu, sekä suunnitelmien ja työpiirustusten myöhästymiset. Seuraavaksi suurimmat syyt ovat aikatauluihin sitoutumattomuus, osaamisen puute tuotannon ja ajanhallinnan ohjauksessa, sekä tilaajan liian kireät reunaehdot. Kyselytutkimuksesta nousi esille, että aikataulun laadinnan ohjeistus ei ole suurimmalle osalle helposti löydettävissä ja tämä on osasyynä siihen, miksi aikatauluja ei tehdä aina ohjeistuksen mukaisesti.</p> <p>Haastatteluilla pyrittiin varmistamaan kyselytutkimuksen tulosten luotettavuutta. Haastatteluiden perusteella suunnitelmien heikkoa laatua voidaan pitää vain osasyynä aikataulujen viivästyksiin ja suunnitelmapuutteiden johtuvan yleensä puutteellisesta suunnittelunohjauksesta.</p> <p>Tutkimuksen tuloksia voidaan käyttää jatkossa yrityksen toiminnan kehityskohteina ja tutkimusta voidaan jatkaa esimerkiksi suunnittelunohjauksen kehittämisellä.</p>	
Avainsanat	rakennushanke, aikataulu, tuotannonohjaus

Author Title	Tuomo Tossavainen Improving Construction projects time management
Number of Pages Date	43 pages + 3 appendices 15 April 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Project Management for Construction
Instructors	Kimmo Sani, Senior Lecturer Oskari Peurakoski, Quality and Environment Manager Kimmo Kärkkäinen, Project Manager
<p>The thesis was written for and in cooperation with NCC Construction Ltd. to improve Construction projects time management and schedule planning. One of the biggest marks of a successful project is if it is completed in the prearranged time because time and costs are dependent on each other. In other words, a project that is successful in schedule is most likely successful financially.</p> <p>The goal of the thesis was to survey which are the most typical cases that cause time delays in scheduling. Another goal was to research the current corporate culture in schedule planning. The study of the thesis was constructed in four parts: studying theory behind schedule planning and typical schedules, creating a survey about scheduling via email, personal interviews and statistical analysis of the corporate data bank.</p> <p>The results of the survey suggested that one of the most remarkable causes of time delays is poor quality of blueprints and delays of the blueprints. Other notable reasons were lacking attitude towards keeping the schedule by project participants, lacking skills in creating and understanding schedules and too tight initial schedule.</p> <p>Interviews were arranged after the survey to contest the results and examine results credibility. Those interviewed mostly agreed with the results of the survey, however, the interviews also suggested that problems with blueprints are an only partial reason for time delays.</p> <p>The results of the thesis can be used for developing the lacking parts of schedule planning and the research can be continued towards improving the management of designers in the future.</p>	
Keywords	Construction project, schedule planning, time management

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Työn taustaa	1
1.2	Tavoitteet ja rajaus	1
1.3	Työn toteutus	2
2	Rakennushankkeen aikataulusuunnittelu	4
2.1	Aikataulujen merkitys rakennushankkeessa	4
2.2	Aikataulu projektihallinnan ja tuotannon ohjaamisen työkaluna	4
2.3	Aikataulusuunnittelun perusteet	6
2.3.1	Kohteen osittelu ja työjärjestyksen valinta	7
2.3.2	Aikataulutehtävien muodostus ja mitoitus	8
2.4	Tyypilliset aikataulujen esitysmuodot	9
2.4.1	Jana-aikataulu	9
2.4.2	Paikka-aikakaavio	10
2.5	Rakennushankkeen eri vaiheiden aikataulut	11
2.5.1	Hankeaikataulu eli projekti aikataulu	12
2.5.2	Suunnitelma-aikataulu	13
2.5.3	Hankinta-aikataulu	15
2.5.4	Alustava yleisaikataulu ja sopimusyleisaikataulu	16
2.5.5	Työaikataulu	17
2.5.6	Rakentamisvaihe aikataulut	18
2.5.7	Työmaan viikko aikataulut	19
2.5.8	Talotekniikka- eli TATE-aikataulut	20
2.5.9	Viimeistelyvaiheen aikataulu	20
3	Tutkimusmenetelmät	22
3.1	Kirjallisuuskatsaus	22
3.2	Empiirinen ja tilastollinen tutkimus	22
3.3	Kyselytutkimus	24
3.4	Haastattelut	25
4	Tutkimustulokset	26
4.1	NCC:n nykyinen toimintamalli	26
4.1.1	Toimintaohjeet aikataulujen laatimiseen	27

4.1.2	Tuotannon edistymisen ja aikataulun raportointi	30
4.1.3	Koulutukset ja tuki	30
4.1.4	Schedule Planner aikatauluohjelman käyttö	31
4.2	Suurimmat syyt aikataulujen viivästyksiin	32
4.2.1	Suunnitelmien heikko laatu ja suunnitelmien viivästykset	33
4.2.2	Osaamisen puute tuotannon ohjauksessa ja suunnittelussa	36
4.2.3	Asenne ja sitoutuminen aikatauluja kohtaan	37
4.2.4	Tilaajan liian kireät reunaehdot	38
5	Johtopäätökset	39
6	Tulosten hyödyntäminen yrityksen toiminnan kehittämisessä	40
7	Yhteenveto	41
	Lähteet	42
	Liitteet	
	Liite 1. Haastattelut	
	Liite 2. Kyselytutkimus	
	Liite 3. Kyselytutkimuksen vastaukset (vain yrityksen käyttöön)	

## Lyhenteet

ESTImodel	NCC:n kehittämä luonnosvaiheen tilapohjainen arviointimenetelmä
NCC	NCC Suomi Oy
NCC PD	NCC Property Development, kiinteistökehitys ja rakennuttaminen
Pro3	NCC:n toimintajärjestelmä ja sisäinen projektidatapankki
Schedule Planner	Vico Schedule Planner -aikataulunlaadintaan käytettävä ohjelmisto Trimbleltä
T3-aika	tehollinen aika, joka ei sisällä yli tunnin kestäviä häiriöitä tai keskeytyksiä
T4-aika	kokonaisu aika, joka sisältää kaikki työhön käytetyt tunnit, myös tunnit mittaiset ja pidemmät työskentelyajan keskeytykset
TCM	NCC:n kehittämä projektin määriin perustuva kustannusarvio-ohjelma
TR	NCC Suomi Oy:n talonrakentamisen toimiala, joka toteuttaa uudisrakentamisen toimitilahankkeita
tth	työntekijäkohtainen työtunti
tth/yks	työmenekki. Kuvaa kuinka monta työtuntia vaaditaan yhden yksikön valmiiksi saattamiseen
tv	työvuoro, normaalin työvuoron pituus on 8 tuntia

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn taustaa

Opinnäytetyön ensimmäisenä lähtötietona on projektipäällikkö Ari Törrösen tekemä yrityksen sisäinen selvitys aikataulujen dokumentoinnista ja aikataulujen laadusta. Selvityksessä kävi ilmi, että aikataulujen dokumentoinnissa on puutteita, aikataulut eivät ole oikeissa paikoissa, niitä ei ole tehty oikein ja niitä ei seurata. Törrösen selvityksen taustalla oli NCC:n maajohtajan vaatimus, että hankkeiden aikataulutilannetta pitäisi raportoida paremmin [17].

Toinen lähtötieto on NCC:n talonrakentamisen toimialan vuonna 2009 tekemä tutkimus, jossa selvitettiin vuonna 2004-2008 valmistuneita työmaita, joissa kate oli pudonnut merkittävästi tavoitteesta. Tutkimuksesta selvisi, että lähes kaikissa tutkittavissa työmaissa aikataulussa oli ollut ongelmia johtuen aikataulusuunnittelun- ja ohjaamisen puutteista. Toisin sanoen puute on ollut aikataulujen laadinnan osaamisessa [16].

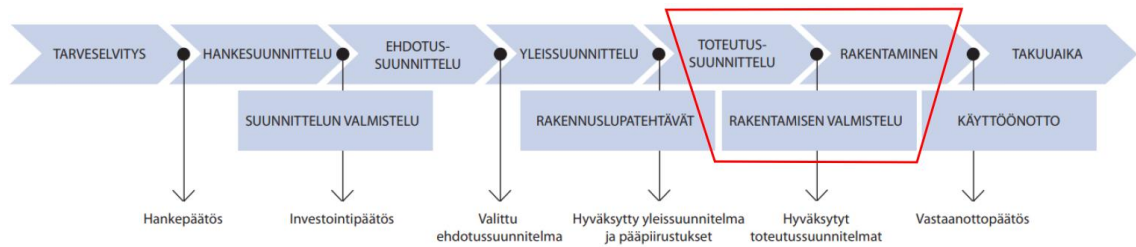
Ohjaajina lopputyössä toimivat NCC Suomi Oy:ltä laatu- ja ympäristöpäällikkö Oskari Peurakoski ja työpäällikkö Kimmo Kärkkäinen. Metropolia Ammattikorkeakoulun puolesta ohjaajana toimi lehtori Kimmo Sani.

## 1.2 Tavoitteet ja rajaus

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa selvitys NCC:n talonrakentamisen toimialan aikataulutuksen tämän hetkisestä tilanteesta ja aikatauluviivästyksien syistä. Tutkimusongelma on, että aikatauluja ei ole tehty oikeaoppisesti, aikatauluja ei seurata ja aikataulujen dokumentoinnissa ja raportoinnissa on puutteita. Tutkimusongelmat tulivat ilmi NCC:llä tehdyistä sisäisistä tutkimuksista. Tutkimuksella pyritään vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

- Mitkä ovat suurimmat syyt aikatauluviivästyksiin?
- Mikä on NCC:n nykyinen toimintakulttuuri aikataulutukseen?
- Miksi aikatauluja ei tehdä oikeaoppisesti tai kunnolla?

Opinnäytetyö keskittyy ensisijaisesti tuotannon aikataulusuunnitteluun ja tuotannon tärkeimpään aikatauluun työaikatauluun. Tutkimuksen näkökulma ja tulokset koskevat kyselytutkimusta lukuun ottamatta vain NCC:n talonrakentamisen toimialaa ja eivät näin ollen ota kantaa NCC:n muiden toimialojen toimintaan. Tutkimukseen sisällytetään tarkempaa tarkastelua varten ensisijaisesti NCC PD:n toimistokohteet ja kaupunkien koulukohteet.



Kuva 1. Rakennushankkeen vaiheet (muokattu) [13, s. 1]. Tutkimuksen pääpaino on tuotannossa, eli toteutussuunnittelun ja rakentamisen raameissa.

### 1.3 Työn toteutus

Opinnäytetyö toteutettiin neljällä eri tutkimusmenetelmällä. Ensimmäinen menetelmä oli kirjallisuuskatsaus, jossa aineistoa kerättiin aiheeseen liittyvästä kirjallisuudesta, sekä NCC:n sisäisistä toimintaohjeista. Kirjallisuuskatsauksen pohjalta luotiin opinnäytetyön teoriapainotteinen osuus (2. luku), jossa käydään läpi ajallisen suunnittelun merkitys rakentamisessa, aikataulusuunnittelun perusteet ja rakennushankkeen eri vaiheiden aikataulut ja niiden merkitykset. Kirjallisuuskatsaus antoi hyvät lähtökohdat ja teoreettisen ymmärryspohjan tutkimusongelmaan siirryttäessä.

Toinen menetelmä on tilastollinen / empiirinen tutkimus, jossa tietoa kerättiin kokemusperäisesti eri projekteista. Tiedonkeruulähteenä toimi NCC:n toimintajärjestelmä, joka sisältää NCC:n sisäisiä projektiraportteja, sekä projektien tiedostot, kuten aikataulut. Tämä tutkimusmenetelmä toimi myös teoriapainotteisen osuuden (2. luku) lähteenä.

Kolmas menetelmä on monivalintatyölinen kyselytutkimus, joka lähetettiin sähköpostilla NCC Suomi Oy:n asuntorakentamisen, toimitilarakentamisen ja korjausrakentamisen toimialojen työpäälliköille, työmaainsinööreille ja vastaaville työnjohtajille. Kyselytutkimuksella saatiin kokonaiskuva NCC:n tämänhetkisestä osaamisesta, ymmärryksestä ja



asenteesta aikatauluja ja ajanhallinnan suunnittelua kohtaan. Kyselyllä kartoitettiin myös suurimpia syitä aikataulujen viivästyksiin.

Neljäs menetelmä on henkilökohtaiset haastattelut, jotka toteutettiin, joko suullisesti tai sähköpostin välityksellä. Haastateltaville lähetettiin kysymykset ennen haastatteluja, jolloin he pystyivät valmistautua haastattelun teemoihin tai valmistella suorat vastaukset. Osa suullisista haastatteluista nauhoitettiin jälkianalyysiä varten.

## 2 Rakennushankkeen aikataulusuunnittelu

### 2.1 Aikataulujen merkitys rakennushankkeessa

Hankkeelle laadittavat aikataulut antavat kehyksen ja puitteet hankkeen toteutukselle. Aikataulut laaditaan, jotta tiedetään, mitä pitää tehdä, milloin tulee tehdä ja missä järjestyksessä asioita tehdään. Toisin sanoen aikataulu on kuin reittiohje, jota pitkin navigoidaan hankkeen läpi ja lopulta saavutaan määränpäähän. Rakennushankkeen aikataulua varten tulee määritellä hankkeen ja sen tehtävien kesto ja ajoitus, sekä sijoittaa tehtävät realistisesti kokonaisuuden hallintaa varten. Koska aikataulu on sama projektin kaikille osapuolille, toimii se myös hankkeen johtamisen ja sidosryhmien välisen kommunikoinnin apuvälineenä [1, s.1].

### 2.2 Aikataulu projektihallinnan ja tuotannon ohjaamisen työkaluna

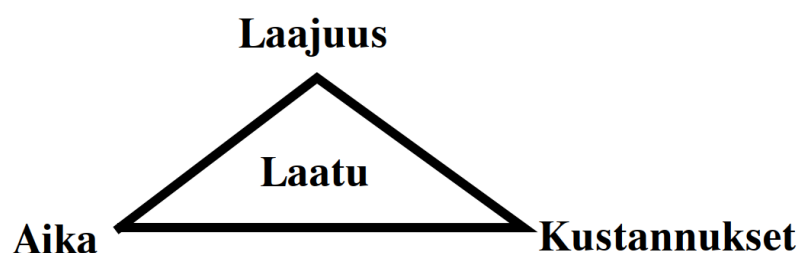
Rakennushanke on ainutkertainen projekti, jonka määrittelevät sen reunaehdot. Kuvassa 2 on esitetty reunaehdot ovat laajuus, kustannukset ja aika ja niiden yhteys ja riippuvuus toisiinsa projektikolmion avulla. Nämä reunaehdot pyritään sopimaan ennen tuotannon käynnistymistä ja pitämään sopimuksenmukaisina läpi tuotannon [2, s. 6]. Rakennushankkeen onnistumisen mittarina ajatellaan usein ensimmäisenä taloudellista onnistumista, eli täyttyikö katetavoite ja paljonko viivan alle jäi rahaa. Taloudellinen onnistuminen on kuitenkin erittäin riippuvainen aikataulun onnistumisesta, sillä myöhästynyt hanke tulee nopeasti kalliiksi. Laajuuskin voi muuttua kesken projektin esimerkiksi lisä- ja muutostöiden takia, mutta ellei laajuuden lisäys ole todella suuri ei aikataulun reunaehtoja, kuten rakennuksen käyttöönottopäivämäärää lähdetä muuttamaan. Sen sijaan reunaehtojes sisällä voi tapahtua muutoksia aikataulussa, kuten että työpäiviä pidennetään, resursseja lisätään ja työmaa pidetään auki myös viikonloppuisin. Kirikustannukset tulevat kalliiksi, mutta niihin on usein pakko ryhtyä, jotta rakennus valmistuu määräajassa. Kiirerakentaminen voi pahimmassa tapauksessa vaikuttaa myös laatuun, sillä laadunvalvonta jää voi jäädä taka-alalle keskityttäessä vain suorittamaan mahdollisimman nopeasti.

Rakennustuotanto on suhteellisen matalakatteista, jolloin tuotannon ohjauksella ja tehostamisella on erittäin suuri vaikutus taloudelliseen lopputulokseen. Huonolla tuotannonohjauksella, esimerkiksi heikolla aikataulutuksella, tulos voi painua nopeasti kateta-

voitteen alle. Sen sijaan onnistunut aikataulun laadinta ja neronleimaus esimerkiksi rungon pystytysjärjestyksen muuttamisessa voi säästää aikaa runsaasti. Toistettavuus ja prosessinomainen tuotanto lisäävät myös tehokkuutta ja tuloksien tasoa. Toistettavuudella voidaan saada suuri säästö jo ennen kuin tuotanto on alkanut, jos tuleva rakennus on samanlainen, joka on rakennettu aiemmin samalla projektitiimillä. Myös työmaan sisällä prosessinomaista työskentelyä pyritään hyödyntämään mahdollisimman laajasti ohjaamalla työmaata kuin tuotantotehdasta, jossa palikat loksahavat paikoilleen ilman häiriötekijöitä [2, s. 10]. Ideaalitalanteessa työtehtäviä ja työvaiheita päättäisiin ohjaamaan esimerkiksi puolen tunnin tarkkuudella.

Talonrakennustuotanto kulkee innovaatioissa ja tuotannon tehokkuudessa kuitenkin muiden alojen perässä, johtuen rakentamisen projektinomaisuudesta ja ennalta arvaamattomuudesta. Jokainen työmaa on oma ainutlaatuinen tehtaansa ja vaikka tämä on usein tehokkuutta heikentävä tekijä, mahdollistaa se ketteryyden verrattuna tehtaan, jossa tuotantolinjat pysyvät paikoillaan muuttumattomana vuodesta toiseen. Talonrakennustyömaan tuotannonohjaukseen voisi ottaa mallia vaikkapa telakoilta ja laivanrakentamisesta, joka on myös matalakatteista toimintaa ja vaatii erittäin tarkkaa tuotannonohjausta, mikäli tulosta halutaan tehdä.

Tosiasia kuitenkin on, että työmailla vallitsee ainakin jossain vaiheessa hektinen tila, johtuen milloin suunnitelmien puuttumisesta, resurssien puuttumisesta tai ennalta arvaamattomasta syystä, kuten esimerkiksi rakentamisen aikaisesta vesivahingosta. Hyvän aikataulun tulee olla kuitenkin hieman etupainotteinen sisältäen häiriövarat, jolloin pienet ongelmat saadaan kuitattua nopeasti pois [2, s. 62].



Kuva 2. Projektin reunaehdot aika, laajuus ja kustannukset. Laatu on esitetty kolmion keskellä.

### 2.3 Aikataulusuunnittelun perusteet

Rakennustyön aikataulusuunnittelua ja realistista tavoitteiden asettamista varten tarvitaan tietoja työsaavutuksista, työmenekeistä, resursseista ja työmääristä. Aikataulun tekemisen pohjalla täytyy olla arvio tai määrälaskentaan perustuva lukema työmääristä. Kun määrät ja työmenekit ovat tiedossa, saadaan mitoitettua aikataulutehtäviä. Aikataulutehtävien suunnittelussa käytetään joko T4-kokonaisaikaa tai T3-työvuoroaikaa. T4-aika sisältää tunnin ja mittaiset ja sitä pidemmät tuotannon häiriöt ja sitä käytetään alustavien aikataulujen suunnittelussa. T3-aikaa, joka ei sisällä yli tunnin kestäviä häiriöitä tai keskeytyksiä, käytetään siirryttäessä työaikataulussa ja sitä tarkemmissa suunnitelmissa [15, s. 9]. Hankkeen aikataulusuunnittelun vaiheet, vaiheiden sisältö ja keskinäinen järjestys ovat riippuvaisia hankkeen laajuudesta, teknisestä vaikeudesta ja kokonaiskeston kireydestä [3, s. 19].

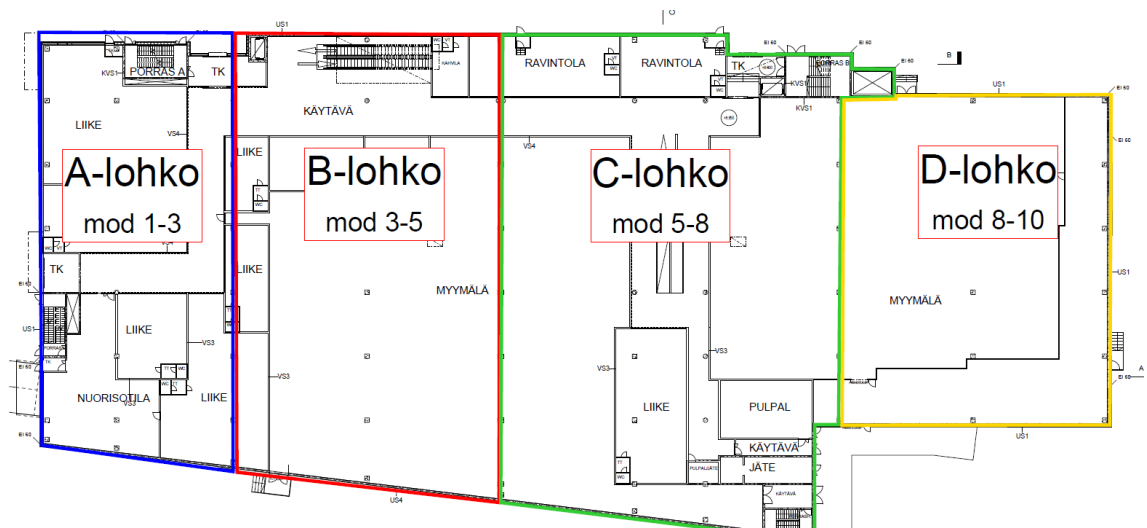
Ajallisen suunnittelun vaiheet:

- rakennusajan kireyden tarkistus ja tehollisen rakennusajan laskeminen
- kohteen osittelu ja työjärjestyksen valinta
- työmäärien laskenta
- aikataulutehtävien muodostus ja mitoitus
- tehtävien ajoitus ja resurssien tasaus eli tahdistus ja rytmitys [3, s. 20].

### 2.3.1 Kohteen osittelu ja työjärjestyksen valinta

Rakennus jaetaan tuotannon kannalta loogisiin lohkoihin ja lohkojaosta on eniten hyötyä suurissa rakennushankkeissa. Lohko on kohteen fyysinen osa, kuten erillinen rakennus tai rakennuksen osa, jossa työt tehdään valmiiksi yhtenä kokonaisuutena [3, s.24]. Rakennuksen jakaminen lohkoihin säästää aikaa, sillä perustukset ja runkotyöt tulee olla tehtynä ennen kuin voidaan alkaa tekemään vesikattoa. Vesikatton ja rakennusvaipan umpeen saanti on taas edellytys sisätyövaiheiden alkamiselle. Lohkojaolla saadaan siis limitettyä tahdistavia työvaiheita, siten että rakennusaikaa saadaan lyhennettyä. Lohkot rakennetaan peräkkäin valmiiksi kuin ne olisivat itsenäiset rakennuskohdeet. Hossin säännön mukaan rakentaminen pyritään aloittamaan lohkoista, jossa runkovaiheen kesto on lyhyin ja lopettamaan lohkoon, jossa sisävalmistusvaiheen kesto on jäljellä olevista lohkoista lyhyin. [3, s.24.]

Kuvassa 3 on esitetty referenssikohteen lohkojako. Rakentamisen etenemissuunta on A-lohkosta D-lohkoon. Lohkot on jaettu moduuleittain elementtiasennuksen helpottamiseksi ja B- ja C-lohkon välissä on rakennuksen liikuntasauva, jota käytetään usein lohkojen muodostukseen.



Kuva 3. Lohkojako referenssikohteesta.

### 2.3.2 Aikataulutehtävien muodostus ja mitoitus

Aikataulutehtävät pyritään muodostamaan selkeistä kokonaisuuksista, joiden tuotantoa voidaan ohjata ja tuotantoa valvoa. Tehtävät ovat esimerkiksi urakoitsijan suorittamia työvaiheita, kuten anturan teko [3, s. 25]. Kuvan 4 mukaisesti anturan teko voidaan jakaa osatehtäviin, kuten muottityö, raudoitus ja betonointi. Tehtävien suoritemäärät saadaan määräluettelosta, jota varten on tarvinnut suorittaa määrälaskentaa. Työmaan oma määrälaskentaa voi helpottaa, mikäli käytössä on tietomalli, joka on työpiirustusten tarkkuudessa. Työmenekit ja työsaavutukset saadaan Ratu-tiedostosta tai urakoitsijan omaan kokemukseen perustuvista työmenekeistä ja työsaavutuksista. Ratu-tiedostoissa työmenekit on ilmoitettu T3-aikoina ja ne saadaan muutettua T4-ajoiksi kertomalla TL3-lisäaikakertoimella. Jokaisella työvaiheella on oma TL3-kertoimensa ja sen suuruuteen vaikuttavat työmaan olosuhteet, toteutuksen vaikeus ja häiriöherkkyys. [15, s. 11.]

Kuvassa 4 on vasemmalla olevassa taulukossa kuvattu yksinkertaisesti aikataulutehtävän mitoituseriaate laskemalla tehtävän kesto paikallavalettavasta teräsbetonianturasta [12]. Oikealla on esitetty laskennassa käytetyt kaavat. Kokonaistyömenekki saadaan kertomalla määrät työmenekillä ja tehtävän kesto saadaan jakamalla työmenekki työryhmän koolla [3, s. 9].

Suorite	Menekki [tth/yks]	Määrä [yks]	Kokonaistyömenekki [tth]
Muotti	0,7	403 m <sup>2</sup>	282
Raudoitus	0,01	4200 kg	42
Betonointi	0,3	119 m <sup>3</sup>	36

Tehtävän kesto kolmella rakennusammattimiehellä:  
 $360 \text{ [tth]} / 8 \text{ [h/tv]} / 3 \text{ RAM} = 15 \text{ tv}$

$$\text{Kokonaistyömenekki [tth]} = \text{Määrä [yks]} \times \text{Työmenekki [tth/yks]}$$

$$\text{Työn kesto [h]} = \frac{\text{Kokonaistyömenekki [tth]}}{\text{Työryhmä}}$$

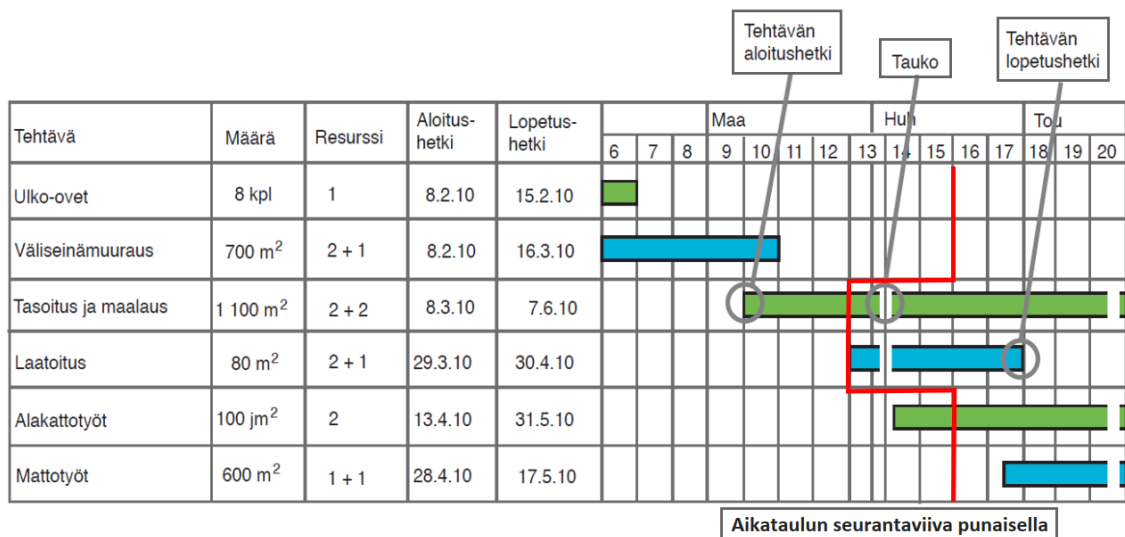
$$\text{Työn kesto [tv]} = \frac{\text{Kokonaistyömenekki [tth]}}{\text{Työryhmä} \times 8 \text{ [h/tv]}}$$

Kuva 4. Vasemmalla esimerkki aikataulutehtävän mitoitusperiaatteesta (muokattu) [12], sekä oikealla laskennassa käytetyt kaavat [3, s. 9].

## 2.4 Tyypilliset aikataulujen esitysmuodot

### 2.4.1 Jana-aikataulu

Jana-aikataulussa tehtävien kestot esitetään aikatauluun piirrettyinä janoina. Kuten kuvassa 5 esitetään: aikataulutettavat tehtävät luetellaan aikataulun vasemmassa reunassa, johon on merkattu tehtävän aloitus- ja lopetushetki. Tehtävän aloitus- ja lopetushetken välille piirretään jana, jolloin saadaan myös kesto näkyviin. Tautot, kuten häiriöt, lomapäivät ja keskeytykset voidaan huomioida jättämällä tyhjiä välejä janan sisälle. Tehtävien etenemistä on esitetty punaisella seurantaviivalla, joka kuvaa tehtävien valmiusastetta tarkasteluhetkellä. Jana-aikataulun hyvä puoli on sen selkeys kestojen hahmottamiseen, mutta huono puoli on, tehtävien havainnollistaminen ajan ja paikan suhteen on hankalaa. Jana-aikataulu ei myöskään ennakoivasti hyvin mahdollisia tulevia tuotannon häiriöitä. [2, s. 21]

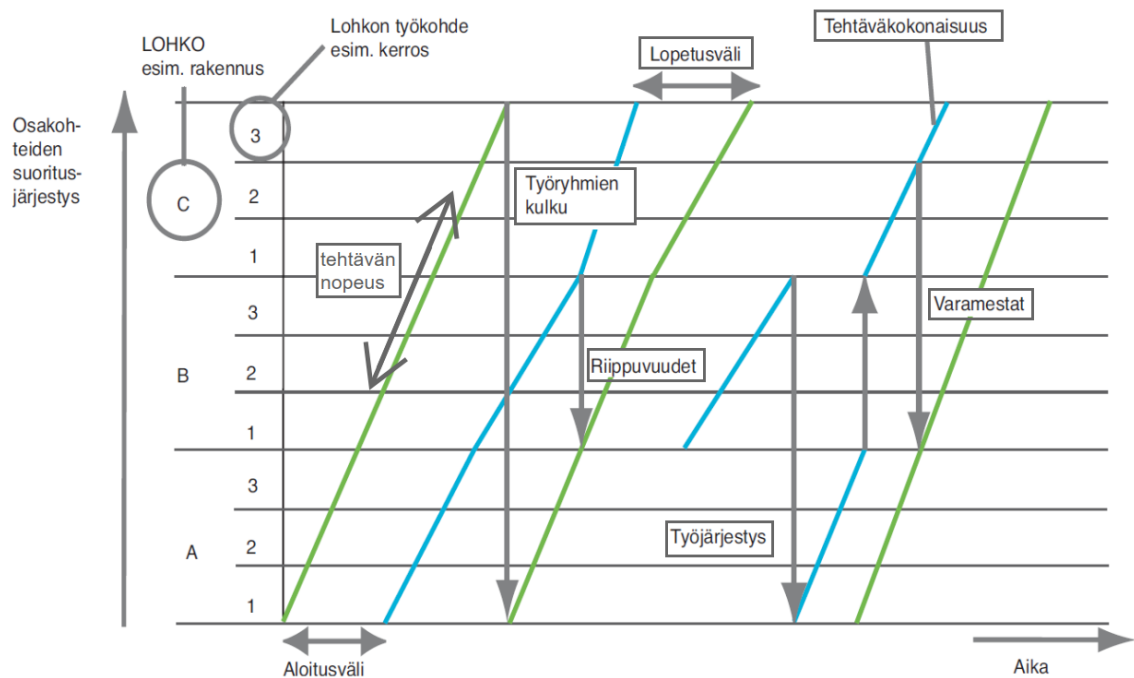


Kuva 5. Esimerkki jana-aikataulusta (muokattu) [2, s. 21].

## 2.4.2 Paikka-aikakaavio

Paikka-aikakaavio kuvaa tuotannon etenemistä ajan ja paikan suhteessa, ja sitä käytetään yleisimpänä esitysmuotona yleis- ja työaikatauluissa. Paikka-aikakaavio soveltuu hyvin tuotannon suunnitteluun, sillä siitä voidaan nähdä tehtävien nopeudet ja paikkatiedon avulla tehtävät voidaan tahdistaa ja ryhmittää keskenään eli yhteensovitettaa. Myös rakentamisjärjestys on nähtävillä paikka-aikakaaviosta ja mahdolliset häiriöt voidaan ennakoida. Paikka-aikakaaviolla voidaan seurata töiden etenemistä toteumaviivalla, kuten jana-aikataulussakin [2, s. 25].

Kuvassa 6 näkyy paikka-aikakaavion toimintaperiaate. Tehtäväviivan kulmakertoimen suuruus kuvaa tuotantonopeutta, eli mitä jyrkempi viiva on, sitä suurempi tuotantonopeus.



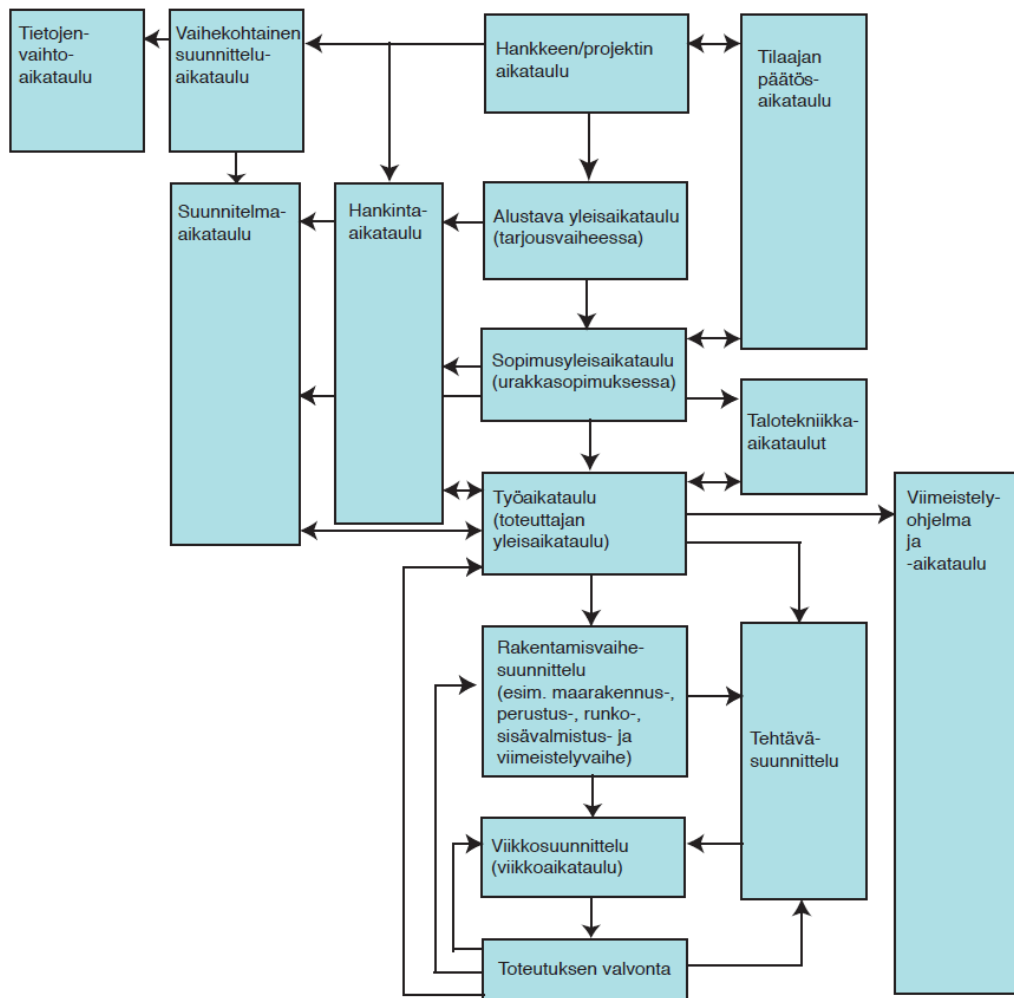
Kuva 6. Paikka-aikakaavion toimintaperiaate (muokattu) [2, s. 25].



## 2.5 Rakennushankkeen eri vaiheiden aikataulut

Aikataulusuunnittelun kannalta hankkeen tärkeimmät ratkaisut tehdään hankesuunnitteluvaiheessa, jolloin rakennuttaja määrittää hankkeen ajalliset reunaehdot, tavoitteet ja laatii hankeaikataulun. Rakennushankkeen ensimmäinen aikataulu syntyy, kun päätetään hankkeen alkamishetki ja valmistumishetki. Hankkeen edetessä aikataulut tarkentuvat tiettyihin ajankohtiin sidottuihin osatavoitteisiin ja määrätyn kestosiin tehtäviin [2, s. 40].

Kuvasta 7 hahmottaa, kuinka paljon eri aikatauluja rakennushankkeessa on. Kuvasta näkee myös aikataulujen väliset riippuvuussuhteet ja lähtötietoedellytykset.

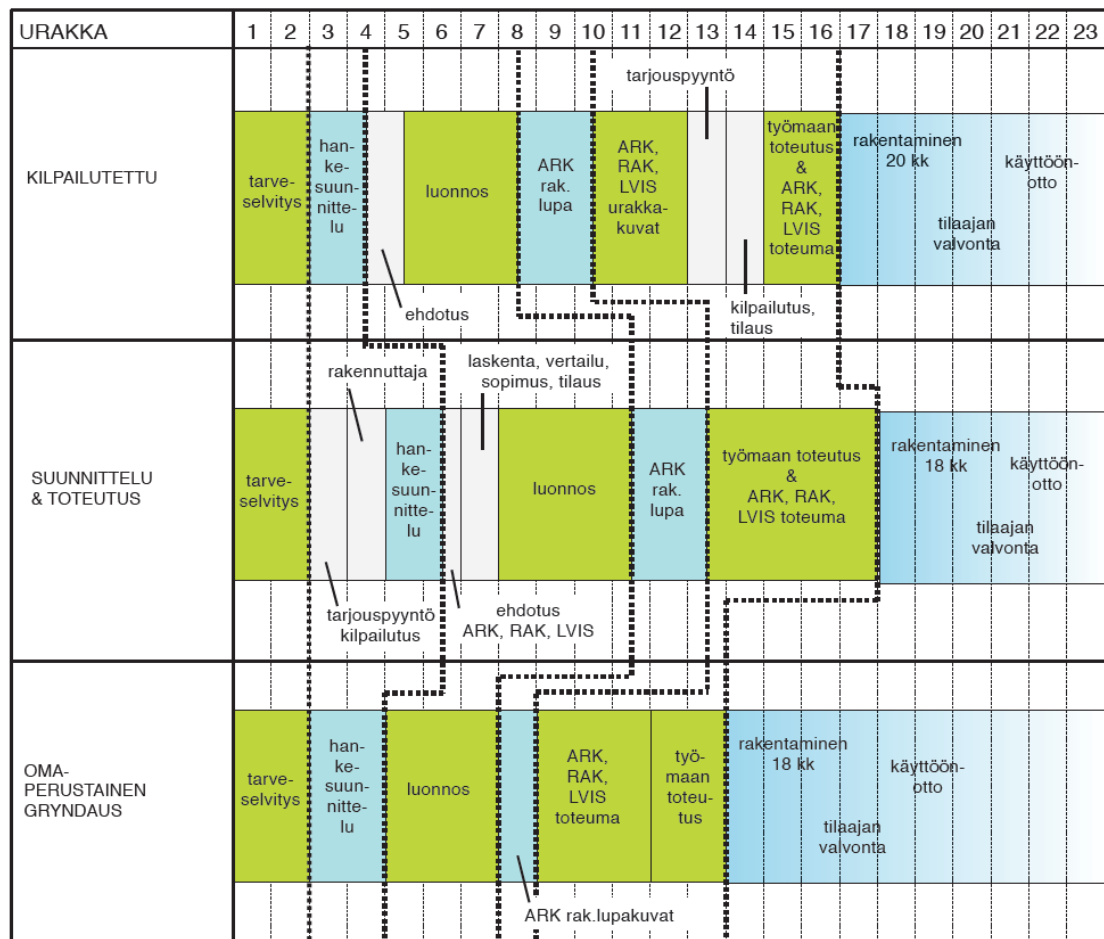


Kuva 7. Rakennushankkeen aikataulusuunnittelun eteneminen [2, s. 40].

### 2.5.1 Hankeaikataulu eli projekti aikataulu

Rakennushankkeen hankeaikataulun eli projekti aikataulun laatiminen ja seuraaminen on rakennuttajan vastuulla. Projekti aikataulu pitää sisällään kaikki rakennushankkeen vaiheet ja se luo perustan hankkeen muille aikatauluille. Hankinta-aikataulun rakentamiseen ja eri vaiheiden keskimääräisiin pituuksiin vaikuttaa valittu urakkamuoto [3, s. 18]. Rakennuttajan intresseissä on usein saada hankkeen aikataulu mahdollisimman lyhyeksi liittämällä suunnittelu-, hankinta- ja toteutusvaihetta. Projekti aikataulun tulisi olla kuitenkin realistinen, sillä epärealistisesti laadittu liian kireä aikataulu aiheuttaa ongelmia kustannuksiin ja mahdollisesti myös laatuun [2, s. 41].

Kuvassa 8 on esitetty, miten eri urakkatyytit voivat vaikuttaa hankkeen kokonaisaikaan ja kuinka hankkeen reunaehdot on löyty lukkoon jo ennen rakentamisen aloittamista.



Kuva 8. Esimerkki eri urakkatyyppien hankeaikatauluista [2, s. 41].

## 2.5.2 Suunnitelma-aikataulu

Suunnitelma-aikataulussa kuvataan rakennussuunnittelun sisältö ja ajoitus. Suunnitelma-aikataulu on kytköksissä koko projektiin, sillä osaa rakennustöistä tai hankinnoista ei voi tehdä ennen kuin suunnitelmat ovat olemassa. Suunnitelma-aikataulu sisältää eri rakentamisvaiheita varten toteutetut suunnitelmien toimittamisaikataulut eli piirustusai-  
kataulut [2, s. 48]. Täydentävän suunnittelun aikataulu sovitetaan yhteen työmaatoteu-  
tuksen kanssa urakoitsijan esittämien tarpeiden pohjalta [3, s. 18]. Toteutuskelpoisten  
suunnitelmien puuttuminen rakentamisvaiheessa aiheuttaa merkittävän riskin raken-  
nustöiden etenemiselle työaikataulun mukaisesti. Hankkeessa, jossa rakennetaan ja  
suunnitellaan samanaikaisesti, tarvitaan erityistä osaamista projektinhallinnasta ja  
suunnittelunohjauksesta [2, s. 50].

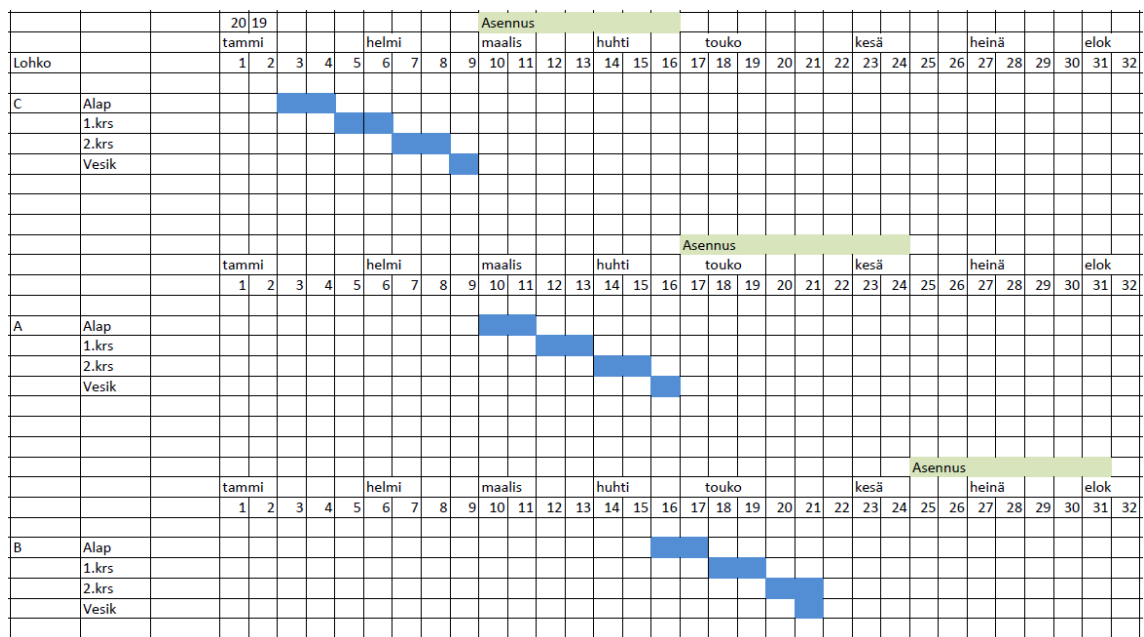
Kuvan 9 aikataulusta näkee, että suunnittelun kannalta olennaista on lähtötietojen saanti. Esimerkiksi ilman käyttäjän lähtötietoja, siitä minkälaiset ja kokoiset uunit heille tulevat ravintolan keittiönsä, ei suunnitelmia voida viedä loppuun. Suunnittelun oh-  
jauksen toimenpiteillä, kuten käyttäjäsuunnittelupalaverien pitämällä lähtötietoja pyri-  
tään onkimaan käyttäjiltä.

Hankevaihe	2010																				
	Tammikuu				Helmikuu				Maaliskuu					Huhtikuu				Toukokuu			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1. Ehdotussuunnittelu L1																					
1.1 aloituskokous ja lähtötietojen kokoaminen																					
1.2 kohteeseen tutustuminen																					
1.3 tilaratkaisut																					
1.4 L1-suunnitelmat jakeluun																					
1.5 L1-suunnitelmien hyväksyntä																					
2. Luonnossuunnittelu L2																					
2.1 käyttäjältä kalusteiden ja varusteiden tiedot																					
2.2 tiedot arkkitehdille																					
2.3 käyttäjälle kalustetut pohjapiirrokset																					
2.4 rakennustapaselostus																					
2.5 ARK-suunnitelmat kierto																					

Kuva 9. Esimerkki rakennuttajan ja suunnittelijoiden sopimuksen perusteena olevasta suunniteluaikataulusta [2, s. 48].

Kuvan 10 suunnitelmien toimitusaikataulun sinisellä maalatut viikot ovat määrätty ajan-  
kohdat, jolloin suunnitelmat pitäisi saada, jotta ne voidaan lähettää elementtitehtaalle

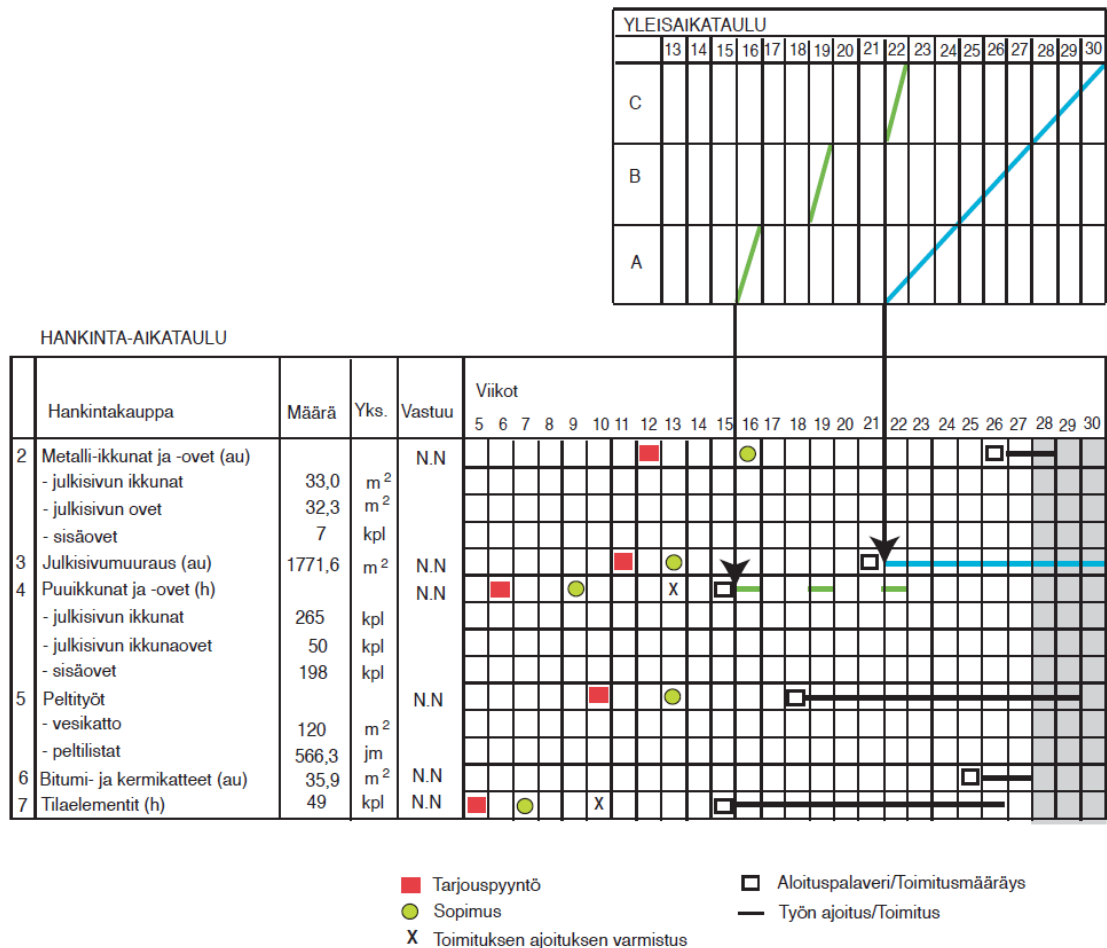
toteutettavaksi. Etenkin aikataulullisesti kriittisessä runkovaiheessa korostuu suunnitelmien toimitusaikataulun tärkeys. Työmaan seisahtuminen ilman elementtejä aiheuttaa aikatauluviiveen, joka täytyy kuroa myöhemmin umpeen. Kuvan aikataulu on tehty etupainotteiseksi: Suunnitelmien saapumisen ja asennuksen väliin on jätetty keskimäärin yli kuukausi aikaa, vaikka elementtitehtaan toimitusaika on kyseisessä tapauksessa noin kaksi viikkoa. Toteutuneessa tilanteessa ensimmäiset suunnitelmat olivat myöhästyneet kaksi viikkoa, mutta elementit valmistuivat silti ajoissa asennukseen aikataulun etupainotteisuuden ansiosta [18].



Kuva 10. Elementtisuunnitelmien toimitusaikataulu referenssikohteessa.

### 2.5.3 Hankinta-aikataulu

Rakennushankkeen käynnistyessä osa hankinnoista on tehtävä välittömästi, jotta rakentamisen aloitus ei viivästy. Kuitenkin hankinta-aikataulu luodaan vasta, kun yleis- tai työaikataulu on luotu, sillä hankinta-aikataululla sidotaan hankinnat työaikatauluun Kuvan 11 mukaisesti. Näin varmistetaan rakennusmateriaalien ja -osien oikea-aikainen saanti työmaalle. Hankinta-aikataulussa ajoitetaan hankintatapahtumat toimituksen aloituksesta taaksepäin siten, että tarjouspyynnölle, tarjouksen antamiselle ja käsittelylle, sekä päätöksenteolle jää riittävästi aikaa [2, s. 51]. Tämä tarkoittaa käytännössä, että tarjouspyynnöt kannattaa lähettää heti, kun lähtötiedot ovat tarpeeksi tarkat tarjouspyynnön tekemiseen. Rakentamisen tahdistuksen kannalta tärkeiden hankintojen viivästyemisellä voi olla katastrofaaliset seuraukset.



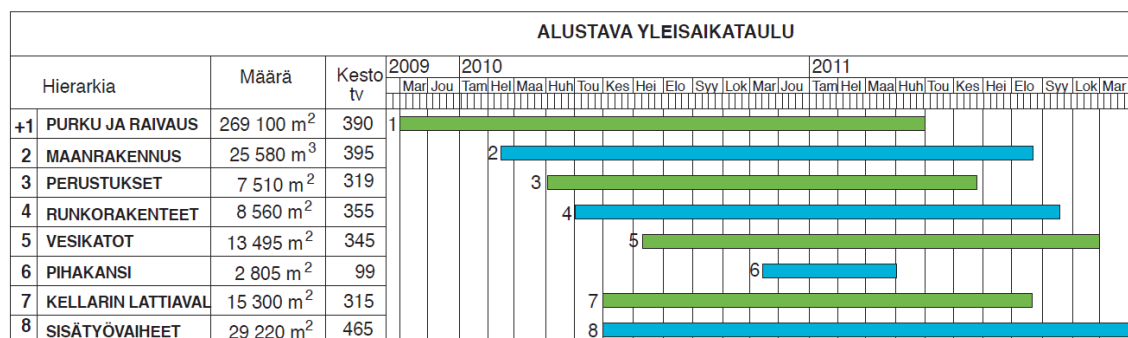
Kuva 11. Hankinta-aikataulun muodostuminen yleisaikataulusta [2, s. 51].

#### 2.5.4 Alustava yleisaikataulu ja sopimusyleisaikataulu

Pääurakoitsija tekee ennen rakentamispäätöstä tarjousvaiheessa alustavan yleisaikataulun hankkeelle. Alustavalla yleisaikataululla tarkistetaan, miten rakentamistyöt sopivat rakennuttajan hankeaikataulussa antamaan rakennusaikaan ja onko hanke toteutuskelpoinen hankeaikataulun rakennusajassa. Lähtötietoina alustavalle yleisaikataululle ovat tarjouspyyntöasiakirjat, joista selviää hankeaikataulun lisäksi rakennuksen laajuus ja käyttötarkoitus. Alustavan yleisaikataulu esitetään karkealla tasolla ja siinä kuvataan keskeisimmät rakentamisvaiheet arvioitune kestoineen [2, s. 45]. NCC:llä alustava yleisaikataulu voidaan luoda Estimodel-ohjelmalla, josta saadaan kustannus- ja aikatauluarvio hankkeesta syöttämällä laajuus- ja käyttötarkoitustiedot. Samanlaisia ohjelmia on käytössä myös muualla teollisuudessa. Tämä on nopea tapa tarkastaa rakennusajan kireys [4, s. 16].

Alustavasta yleisaikataulusta muuttuu sopimusyleisaikataulu, kun se liitetään sopimuksen liitteeksi sopimusosapuolten hyväksymänä. Mahdollisesti aikataulua tarkennetaan tässä vaiheessa. Sekä alustava yleisaikataulu, että sopimusaikataulu perustuvat T4-kokonaisaikoihin [2, s. 45].

Kuvan 12 alustava yleisaikataulu on jaettu rakentamisvaiheittain, jotka limittyvät voimakkaasti toistensa päälle lyhentäen kokonaisrakennusaikaa. Tästä voi tehdä johtopäätöksen, että rakentaminen on suunniteltu tehtäväksi lohkoittain.



Kuva 12. Alustava yleisaikataulu jana-aikataulumuodossa [2, s. 44].

### 2.5.5 Työaikataulu

Tuotantoa ja työmaata varten pääurakoitsija tarkentaa sopimusyleisaikataulun työaikatauluksi. Työaikataulu esitetään yleisimmin jana-aikataulu tai paikka-aikataulumuodossa. Työaikataulu ja työaikataulua tarkemmat aikataulut mitoitetaan tehollisilla T3-työvuoroajoilla. NCC:n toimintajärjestelmässä työaikataululle on käytetty myös nimitystä perusaikataulu [11]. Työaikataulua voidaan kutsua myös työmaan yleisaikatauluksi. Työaikataulun tarkkuuteen vaikuttajat tärkeimmät lähtötiedot:

- alustava yleisaikataulu tai sopimusyleisaikataulu
- tekniset suunnitelmat, esimerkiksi työselostukset ja piirustukset
- sopimusasiakirjat, erityisesti kiinteät päivämäärät
- määrälaskelma ja kustannusarvio
- tärkeimmät työmenetelmävalinnat
- työvoiman käytön periaatteet ja aliurakkana tehtävät työt
- tuotantotiedostot: yrityskohtaiset jälkilaskentatiedot ja Ratu-tiedostot
- käytettävissä olevat resurssit ja resurssirajoitukset
- rakennuspaikan olosuhdetiedot [3, s.30].

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 velvoittaa pääurakoitsijan tekemään työaikataulun. Myös muut urakoitsijat ovat sopimusvelvollisia osallistumaan työaikataulun laadintaan ja valmis työaikataulu hyväksytään kaikilla osapuolilla:

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.

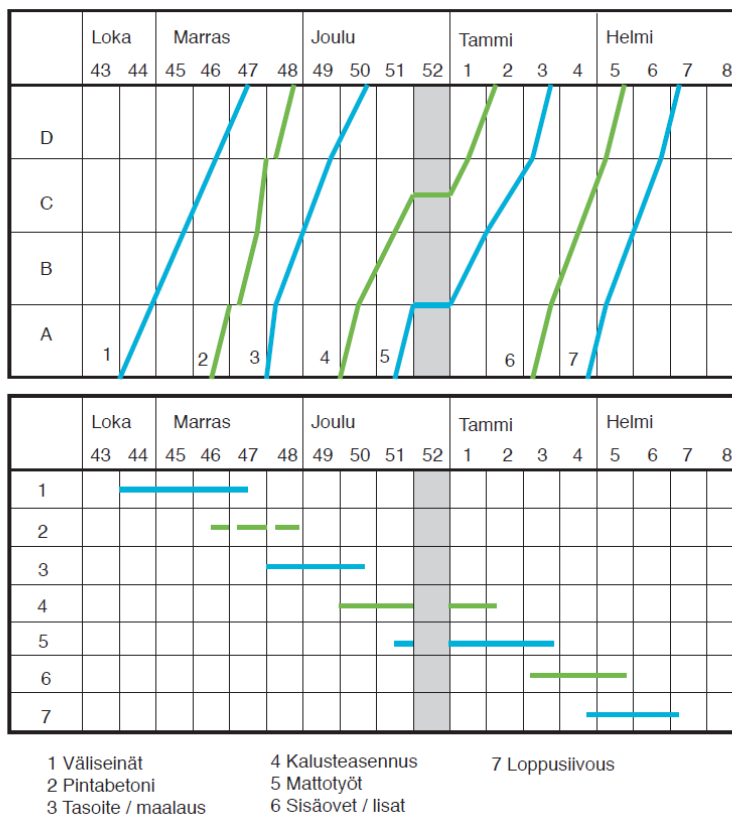
2. Urakoitsijan on osallistuttava tilaajan ja muiden urakoitsijoiden kanssa työaikataulun ja työsuunnitelman laatimiseen. Aikataulua laadittaessa on otettava huomioon toimintakokeiden ja koekäytön vaatima aika sekä urakoitsijan omien töiden järjestely. Työaikataulu hyväksytään yhteisesti noudatettavaksi ja aikataulun tarkentumista lukuunottamatta sitä voidaan muuttaa vain yhteisesti sopimalla [7, s.5].

## 2.5.6 Rakentamisvaiheaikataulut

Rakentamisvaiheaikataulu laaditaan tietylle rakentamisvaiheelle tai ajanjaksolle ja sen tarkoituksena on varmistaa työaikataulun saavuttaminen. Rakentamisvaiheaikataulujen lähtötietona on työaikataulu, mutta kun rakentamisvaiheaikataulut on laadittu, tarkentuu myös työaikataulu [3, s.31]. Rakentamisvaiheaikataulu laaditaan 2-6 kuukauden pituisille ajanjaksoille tai rakentamisvaiheille.

Yleisimpiä rakentamisvaiheen aikatauluja ovat:

- maanrakennusvaiheen aikataulu
- perustusvaiheen aikataulu
- runkovaiheen aikataulu
- vesikattovaiheen aikataulu
- sisävalmistusvaiheen aikataulu [2, s. 55].



Kuva 13. Sisävalmistusvaiheen rakennusteknisten töiden aikataulu esitetty paikka-aikakaaviona ja jana-aikatauluna [2, s. 55]



## 2.5.7 Työmaan viikkoaikataulut

Viikkoaikataulun tarkoituksena on varmistaa työn tavoitteiden toteutuminen lyhyellä aikajänteellä ja viikkoaikataulut laaditaan muutamaksi viikoksi eteenpäin. Viikkoaikataululla pyritään varmistamaan työn tekemisen edellytykset, kuten mestan riittävyys, suunnitelmat, koneet, kalusto, materiaalit, työntekijäresurssit tehokas käyttö ja riittävyys, sekä mestan riittävyys. Viikkoaikataulu toimii näin ollen ali- ja sivu-urakoitsijoiden toimintaohjeena [3, s. 34]. Viikkoaikataulu, jota esitetään kolmen viikon aikajänteellä, on tiedoiltaan kaikista tarkin ensimmäisen viikon osalta ja seuraaviin viikkoihin on tehty karkeampi arvio töiden etenemisestä. Viikkoaikataulun laatii yleensä työvaiheesta vastaava työnjohtaja [2, s. 58].

Kuvassa 14 on maanrakennusurakoitsijan viikkoaikataulu referenssikohteesta. Ylin taulukko seuraa edellisen viikon toteutumaa valvontavinjetin tavoin: vihreällä on merkattu toteutuneet työt ja punaisella toteuttamatta jääneet työt. Keskimäinen taulukko kuvaa kuluvan viikon työt ja alin taulukko on 3 viikon aikataulu.

Edellisen viikon toteuma (34)

Alue/Lohko	Tehtävä	Ma	Ti	Ke	To	Pe	La
A-lohko	Ulkoseinän vierustäytöt	x	x	x	x	x	
A-lohko	Ajorampin kaivuu				x	x	
A-lohko	Ajorampin anturat			x			
A-lohko	Sisäpuolen viemärit ja salaojat			x	x	x	
B-lohko	Anturoiden vierustäytöt				x	x	
C-lohko	Pumppaamon pohjalaatta ja asennus			x	x		
D-lohko	Anturapohjien teko	x	x				
D-lohko	Lastauslaiturin anturoiden kaivuu ja pohjien tasaus	x	x	x	x		

Kuluvan viikon työt (35)

Alue/Lohko	Tehtävä	Ma	Ti	Ke	To	Pe	La
A-lohko	Ulkoseinän vierustäytöt + TATE	x		x	x		
A-lohko	Ajorampin kaivuu			x	x		
A-lohko	Sisäpuolen viemärit ja salaojat	x	x	x	x	x	
A-lohko	Erottimien asennus	x					
C-lohko	Pumppaamon asennus				x		
D-lohko	Anturapohjien louhinta		x		x		
D-lohko	Lastauslaiturin anturapohjien teko					x	

3:n viikon aikataulu

Alue/Lohko	Tehtävä	vk36	vk37	vk38
A-lohko	Ulkoseinän vierustäytöt	x		
A-lohko	Sisäpuolen viemärit ja salaojat	x	x	x
A-lohko	Alapohjan täyttötöyt	x	x	x
A-lohko	Ajorampin kaivuu	x		
A-lohko	Ponttien poisto		x	
B-lohko	Anturoiden vierustäytöt	x		
D-lohko	Lastauslaiturin anturapohjat	x		

Kuva 14. Maanrakennusurakoitsijan viikkoaikataulu referenssikohteesta.

### 2.5.8 Talotekniikka- eli TATE-aikataulut

TATE-työt esitetään yleis- ja työaikataulussa, mutta on tärkeää esittää TATE-työt myös omana aikataulunaan [2, s. 53]. TATE-aikataulun laadinta ei eroa huomattavasti mistä tahansa tuotannon aikataulusta. TATE-aikataulun mitoituksessa käytetään enemmän alan asiantuntijaa ja urakoitsijaa apuna, jotta saadaan tieto aikataulutehtävien työsaavutuksista ja menekeistä. Oleellista TATE-aikataulun onnistumisessa on TATE-töiden yhteensovitus ja tahdistus rakennuspuolen töihin, sekä tarkistaa tehtävien kestojen realismus. Tässä tarvitaan aktiivista osallistumista urakoitsijoiden välillä [3, s. 41]. NCC:n toimintakulttuurissa jokaiselle hankkeelle on nimetty NCC:n TATE-asiantuntija, joka vastaa ensisijaisesti, että TATE-urakoitsijoiden aikataulut saadaan aikataulutuksesta vastaavan työmaainsinöörin tietoon ja näin ollen yhteensovitetuksi työaikatauluun.

Esimerkki töiden yhteensovittamisen tärkeydestä: sähkötöiden aikataulun mukaan pistorasioiden asennukset ja muut sähkön pinta-asennukset tulisi olla tehtynä tietynä ajankohtana, mutta väliseinät eivät ole vielä pystyssä. TATE-töiden aikataulutuksessa on se ongelma, että ne keskittyvät vahvasti rakentamisen viimeistelyvaiheeseen ja tätä ennen edeltävien työvaiheiden aikataulut ovat voineet muuttua ja viivästyä. Tällöin tulisi tunnistaa riittävän ajoissa, että TATE-aikataulua täytyy muuttaa esimerkiksi resursseja lisäämällä, jotta työt saadaan suoritetuksi määräajassa ja toimintakokeille jää riittävä määrä aikaa ennen kohteen luovutusta.

### 2.5.9 Viimeistelyvaiheen aikataulu

Viimeistelyvaihe on keskeisimpiä rakentamisvaiheita ja sen tarkalla suunnittelulla ja ohjauksella varmistetaan hankkeen valmistuminen sovittuun ajankohtaan [3, s. 43]. Viimeistelyvaiheen aikataulusta tulee johtaa tarkennetut tehtäväkohtaiset aikataulut tärkeimmille tehtäville. Näitä voivat olla mm. loppusiivous/pölyttömyysiivous aikataulu, eri osapuolten oman työn tarkastus- eli itselleluovutusaikataulut, sekä toimintakokeiden aikataulut. Aikataulut kannattaa laatia rakennuksen käyttötarkoituksen mukaisesti. Esimerkiksi kauppakeskusrakentamisessa itselleluovutusaikataulut kannattaa laatia liiketilakohtaisesti, kun taas asuntorakentamisessa asuntokohtaisesti [3, s. 44]. Toimintakoeaikataulut voidaan laatia esimerkiksi IV-koneen vaikutusaluekohtaisesti.

Viimeistelyvaiheen aikataulussa tulee huomioida, että:

- itselleluovutuksille tulee varata aikaa ja ne tulee olla tehtynä ennen kuin voidaan pitää urakan vastaanottotarkastukset:  
aliurakoitsija → pääurakoitsija → rakennuttaja → käyttäjä
- toimintakokeiden aloitus ja taloteknisten järjestelmien säätö voidaan aloittaa vasta, kun pölyävät työvaiheet on päätetty
- talotekniikan itselleluovutukset ja säädöt tulee olla tehtynä ennen toimintakokeita ja viranomaistarkastuksia
- rakennuksen järjestelmien käytönopastukset tulee pitää ennen rakennuksen käyttöönottoa ja urakoitsijat esittelevät omat järjestelmänsä
- urakoitsijat kokoavat ja luovuttavat sopimusasiakirjojen mukaiset dokumentit ja käyttö- ja huoltoaineiston kohteen luovutuksen yhteydessä [2, s. 57].

### 3 Tutkimusmenetelmät

#### 3.1 Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsauksessa aineistoa kerättiin aikataulutukseen liittyvästä kirjallisuudesta, sekä NCC:n sisäisistä toimintaohjeista aikataulutukseen liittyen. Kirjallisuuskatsauksen pohjalta luotiin lopputyön teoriapainotteinen osio (2. luku), jonka pohjalta sai perusteellisen käsityksen aikataulusuunnittelusta ja projektin eri vaiheiden aikatauluista. Kirjallisuuskatsaus antoi hyvät lähtökohdat tutkimusongelmaan siirryttäessä.

#### 3.2 Empiirinen ja tilastollinen tutkimus

Tilastollisessa/empiirisessä tutkimuksessa tiedonkeruulähteenä toimi NCC:n toimintajärjestelmä Pro3, josta sai ajettua ulos NCC:n sisäisiä projektiraportteja, sekä projektien dokumentoimat tiedostot, kuten aikataulut. Tärkeää tutkimustietoa oli myös, jos aikatauluja ei oltu dokumentoitu lainkaan projektipankkiin. Mikäli aikataulut oli dokumentoitu aikatauluohjelmamuodossa, pääsi niistä näkemään, miten aikataulu on tehty ja milloin sitä on viimeksi päivitetty tai seurattu. Toimintajärjestelmä Pro3:esta ja NCC:n pilvitallennuspalvelu Sharepointista tarkasteltiin myös NCC:n yleisiä ohjeita aikataulusuunnitteluun. TR:n hankkeiden loppuarvioinnin aikataulutiedot otettiin huomioon noin kymmenen vuoden ajalta päättyneistä hankkeista, joita oli yli 50 kappaletta (Kuva 15).

Empiiriseen tutkimukseen luetaan mukaan myös työmaavierailut referenssikohteissa ja siellä tapahtuneet epäviralliset haastattelut aikataulutukseen liittyen, sekä työmaiden aikatauihin tutustuminen. Referenssikohteina oli NCC TR:n käynnissä olevia kohteita, kuten ostoskeskus ja toimistorakennustyömaita.

Kuvassa 15 on koottu TR:n työmaiden aikataulun jälkianalyysijä. Koonnissa on mukana tarkoituksenmukaisesti erilaisia kommentteja aikataulun ongelmista ja koonti ei näin ollen esitä TR:n yleistä tasoa. Tietoja käytettiin määrittelemään kyselytutkimuksen aiheita.

1) Työmaan aikataulu (Kommentteja työmaan aikataulun realistisuudesta, pysyttiinkö aikataulussa, yms.)	
<b>A</b> [REDACTED]	Työmaan yleisaikataulun laadintaan osallistui koko alkuvaiheen tuotanto-organisaatio ja aikataulua tehtiin ja kommentoitiin useammassa erillispalaverissa. Aikataulu piti hyvin eikä viimeistelyn kanssa tullut kiire, ja tarvittaessa kohde olisi pystytty luovuttamaan ennen sopimuksen mukaista vastaanottopäivää. <u>Talotekniikan</u> viimeistelytyöissä tuli kiire, ainakin mittaus- ja säätötöiden osalta.
<b>B</b> [REDACTED]	Työmaan aikataulu kohtalaisen kireä, välitavoitteinen. Aikatauluun saatiin lisäaikaa 17 vrk johtuen tilaajan toimituksista mm. <u>sprinkler</u> pumpput, prosessin laitteet. Kohde valmistui täten aikataulun mukaisesti.
<b>C</b> [REDACTED]	Yleisaikataulu palveli tehtäväänsä Työvaihe aikataulut oikeista aiheista: o Viimeistelyaikataulu toteutui hyvin Poikkeamat: o B-porras myöhästyi
<b>D</b> [REDACTED]	- "Lentävä lähtö", kun työmaaorganisaatio vaihdettiin lähes kokonaan [REDACTED] ja [REDACTED]-talon välissä. - Rakennusaika riittävä, ei tosin ylimääräistäkään. - Muutama hankala aliurakoitsija, jotka eivät onnistuneet sitoutumaan aikatauluun - Pääosin aliurakoitsijat toimivat aikataulun mukaisesti, todennäköisesti osittain siksi, että heitä kuunneltiin aikataulun laadintavaiheessa.
[REDACTED] <b>E</b> [REDACTED]	Työmaan aikataulu oli tiukka. Aikataulussa pysyminen edellytti sen, että lopussa tuli ns ryntäyskustannuksia. Johtui suurimmaksi osaksi vesikattotöiden tökkimisestä.
[REDACTED] <b>F</b> [REDACTED]	Aikataulu oli realistinen. Aikataulussa pysymisessä, työnjärjestelyissä ja resurssien järjestelmissä oli toivomisen varaa.
<b>G</b> [REDACTED]	Aikataulu oli tiukka, mutta realistinen. Aikataulu toteutui pääpiirteissään hyvin. Aikataulun suurin epävarmuustekijä oli elementtien saanti. Elementit <u>myöhästyi</u> 2-3 viikkoa, joka vaikutti aikataulun kireyteen loppuvaiheessa. Rakennuttajan kattoristikkomuutoksen takia ristikoita odotettiin 2 viikkoa.
[REDACTED] <b>H</b> [REDACTED]	Aikataulu oli suht realistinen ts. luovutus tapahtui sen mukaisesti. Käyttäjälähtötiedot aiheuttivat pieniä mutta ei ylitsepääsemättömiä ongelmia.
[REDACTED] <b>I</b> [REDACTED]	Aikataulu oli realistinen. Aikataulussa pysyttiin hyvin.

Kuva 15. Esimerkkikohteiden koonti TR:n työmaiden aikataulun jälkianalyysista [12].

### 3.3 Kyselytutkimus

Kyselyllä kartoitettiin suurimpia syitä aikataulujen viivästyksiin ja NCC:n nykyistä toimintakulttuuria aikataulujen suunnittelussa ja seurannassa [Liite 2]. Aikataulukyselyn laatiminen lähti liikkeelle hypoteesin luomisella. Hypoteesilla pyrittiin arvioimaan etukäteen aikatauluongelmien syitä ja näin ollen saada kyselyn monivalintakohtiin aiheita, jotka suurella todennäköisyydellä olisivat suurimpia syitä aikatauluongelmiin. Hypoteesin luonti tapahtui empiirisen tutkimuksen kautta NCC:n toimihenkilöiltä saaduilta tiedoilta ja tutkimalla NCC:n toimintajärjestelmästä saatavaa dataa TR:n hankkeiden lopuarvioinnin aikatauluun liittyvästä osiosta.

Kysely lähetettiin sähköpostitse NCC:n asuntorakentamisen-, korjausrakentamisen- ja talonrakentamisen toimialojen työmaainsinööreille, vastaaville työnjohtajille ja työpäälliköille. Kyselyyn vastaaminen oli anonyymiä. Kyselyn lähetysajankohta oli maanantai 18.2.2019 klo 9 aamulla ja vastausaikaa oli kaksi viikkoa perjantaihin 1.3.2019 asti. Kysely lähetettiin yhteensä noin 150 henkilölle ja vastauksia tuli 31. Vastausprosentti oli näin ollen noin 20%. Kyselyn lähetysajankohta valittiin tarkoin, jotta vastausprosentti olisi mahdollisimman suuri. Vastaaajista 40 % vastasi kyselyyn tunnin sisällä sen lähettämistä ja 70 % ensimmäisen päivän aikana. Tämän jälkeen vastauksien määrä päivää kohden putosi lähes nolnaan, mutta kyselyn aukiolon viimeisenä päivänä tuli muutama vastaus lisää. Keskiarvo vastausaika kyselyyn oli 6 minuuttia.

Kyselytutkimuksen suorittamisesta ei lähetetty muistutussähköpostia, mitä voidaan pitää virheenä ja kyseisellä toimenpiteellä vastausprosentti olisi voitu saada lähelle 40 prosenttia. Arvio perustuu siihen, että osa on unohtanut vastata, osa kokee velvollisuudekseen vastata vasta sitten, kun asiasta tulee muistutus ja suurin osa vastaajista vastaa kyselyyn heti sähköpostin saatuaan. Kyselyn vastauksista ei voi muodostaa kovin luotettavaa tilastointia toimialojen välisistä eroista pienen otannan takia ja toimialojen välisiä tuloksia voidaankin pitää vain suuntaa antavina. Kyselyn positiivinen anti oli, että 60 % vastaajista oli vastannut viimeiseen vapaan sanan kysymykseen ”Miten aikataulutusta voitaisiin kehittää” ja vastaukset olivat tutkimuksen kannalta laadukkaita.

### 3.4 Haastattelut

Henkilökohtaiset haastattelut toteutettiin, joko suullisesti tai sähköpostin välityksellä. Osalle haastateltavista lähetettiin kysymykset ennen haastatteluja, jolloin he pystyivät valmistautua haastattelun teemoihin tai valmistella suorat vastaukset. Osa suullisista haastatteluista nauhoitettiin jälkianalyysiä varten.

Ensimmäisten haastatteluiden (1-2) ensisijainen tarkoitus oli saada tietoja projektin tutkimussuunnitelman laadintaa varten. Tutkimuksen kannalta keskeisten kysymysten löydyttyä päätettiin, miten tutkimus toteutetaan.

Kyselytutkimuksen jälkeisillä haastatteluilla (3-6) pyrittiin saamaan kommentteja kyselytutkimuksen tuloksille. Haastatteluilla pyrittiin myös kyseenalaistamaan kyselytutkimuksen tuloksia ja näin ollen saamaan parempi kuva kyselytutkimuksen luotettavuudesta.

Taulukossa 1 on kuvattu haastateltavat ja heidän tehtävänimikkeensä, sekä haastattelun paikka ja ajankohta. Taulukko on Liitteen 1 mukainen.

Taulukko 1. Haastateltavat [Liite 1]

Nro	Haastateltava	tehtävänimike	paikka ja pvm.
1	Kimmo Kärkkäinen	työpäällikkö	Laajasalo 19.12.2018
2	Ari Törrönen	projektipäällikkö	Konttori 28.1.2019
3	Aivo Tamberg	työmaainsinööri	Jakomäki 25.2.2018
4	Aku Kauppinen	projekti-insinööri	Konttori 1.3.2019
5	Jussi Hyttinen	projektipäällikkö	sähköpostitse 20.3.2019
6	Mika Ukonmaanaho	Suunnittelujohtaja	sähköpostitse 20.3.2019

## 4 Tutkimustulokset

### 4.1 NCC:n nykyinen toimintamalli

NCC:n toimintamalli ajalliseen suunnitteluun perustuu yrityksen toimintaohjeiden noudattamiseen ja projektihenkilöstön osaamiseen ajanhallinnassa ja tuotannon ohjauksessa. Aikataulutus on NCC:llä yleisesti ottaen hyvällä tasolla.

Taulukko 2. Kuinka hyvin väittämä vastaa NCC:n toimintakulttuuria (1 = ei vastaa toimintakulttuuria ja 5 = vastaa toimintakulttuuria) [Liite 2].



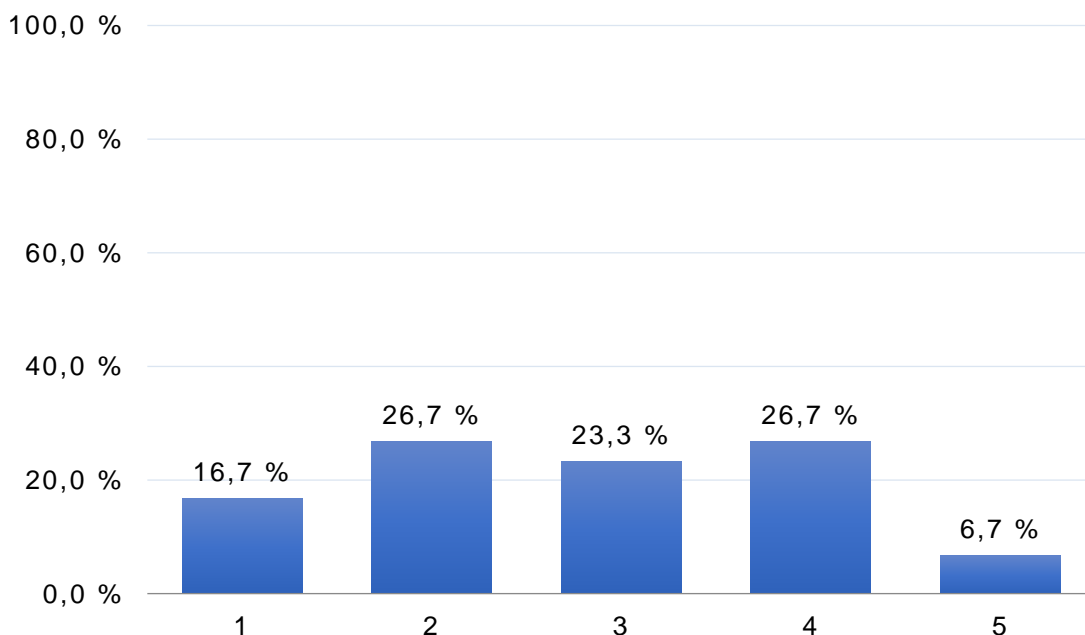
Taulukossa 2 on kyselytutkimuksen tulokset koskien NCC:n nykyistä toimintamallia ja toimintakulttuuria. Huonoimman arvosanan paikkansapitävyydestä on saanut väite: ”Suunnittelusopimuksissa on selkeät aikataulut, joihin suunnittelijat on sitoutettu”.



#### 4.1.1 Toimintaohjeet aikataulujen laatimiseen

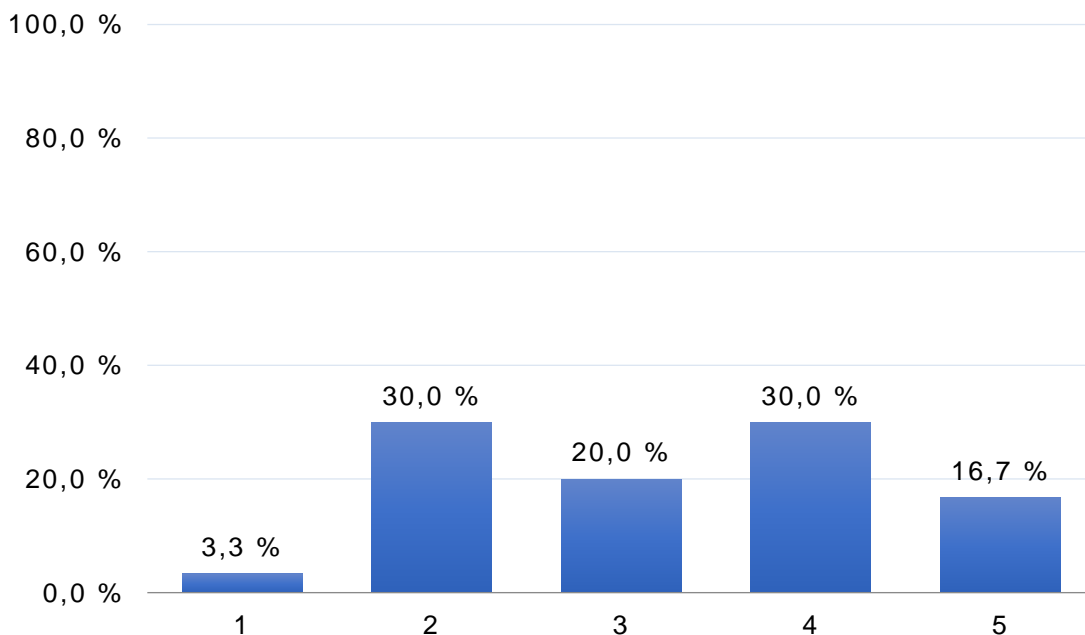
Kyselytutkimuksen perusteella heikon arvosanan sai toimintaohjeiden löydettävyys. Myös toimintaohjeiden selkeys sai keskiarvoltaan muita väitteitä alhaisemman arvosanan.

Taulukko 3. Väite: NCC:n toimintaohjeet aikataulujen tekemiseen ovat helposti löydettävissä 2,8/5 (1 = Eri mieltä, 5 = Samaa mieltä) [Liite 2]



Taulukon 3 perusteella voidaan tehdä varma johtopäätös, että aikataulunteko-ohjeet eivät yleisen mielipiteen perusteella helposti löydettävissä. NCC:llä on tällä hetkellä toimintajärjestelmä Pro3:ssa tiivis ohjeistus yleisellä tasolla aikataulun laatimiseen. Vaikka toimintajärjestelmän ohjeiden tulisi olla kaikilla tiedossa, on silti henkilöitä, jotka pitävät Pro3:sta vain dokumenttien hallintajärjestelmänä, vaikka sieltä tosiaan löytyy myös ohjeistuksia. Perusteellisia ohjeita ja oppaita aikataulutukseen on NCC:n Sharepoint-pilvipalvelussa, mutta niiden löytäminen ei ole helppoa. Kyseisiä dokumentteja voitaisiin siirtää myös Pro3:sen yleisiin ohjeisiin.

Taulukko 4. Väite: NCC:n toimintaohjeet aikataulujen tekemiseen ovat selkeät 3,27/5 (1 = Eri mieltä, 5 = Samaa mieltä) [Liite 2]



Taulukon 4 perusteella nähdään, että vastausten hajonta on osunut tasaisesti keskikastiin, mutta selvä enemmistö on täysin samaa mieltä verrattuna täysin eri mieltä oleviin, että toimintaohjeet ovat selkeät. Suhteellisen heikkoon arvosanaan on voinut vaikuttaa myös henkilöt, jotka ovat vastanneet olevansa eri mieltä, koska eivät ole tietoisia toimintaohjeista. Näin ollen vastauksen todellista arvosanaa voidaan pitää nimellisarvoa parempana ja tehdä johtopäätös, että toimintaohjeet ovat suhteellisen selkeät vastaajien mielestä.

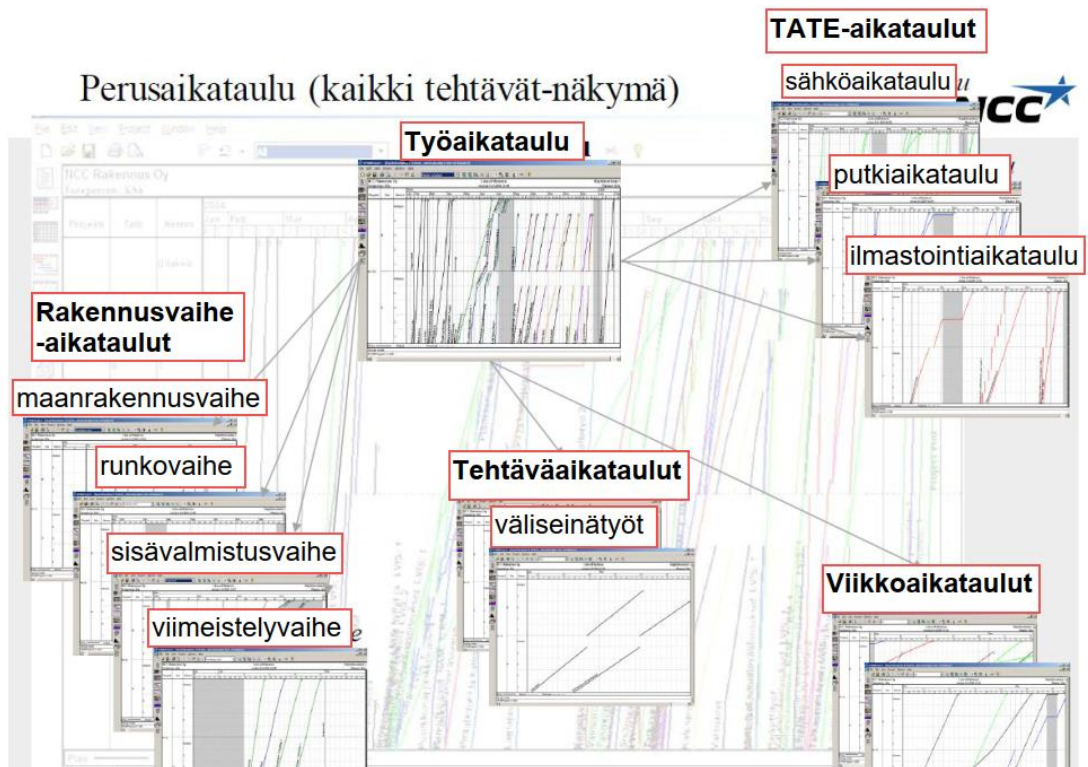
#### *Aikatauluohjeet toimintajärjestelmässä*

NCC:n toimintajärjestelmästä löytyy ohjeistus aikataulujen laadintaan. Ohjeistuksen mukaan perusaikataulu, eli työaikataulu laaditaan aina Schedule Plannerilla paikka-aikakaavioksi. Aikataulun perustana on TCM:stä tuotu kohteen määräluettelo, josta määrät siirretään Schedule Planner-aikatauluohjelmaan siirtotiedoston avulla. TCM on NCC:n kehittämä projektin määriin perustuva kustannusarvio-ohjelma. Mikäli TCM:n määräluettelossa on puutteita, tulee loput määrät laskea, jotta kaikki aikataulutehtävät saadaan mitoitettua. Jos TCM:n määrät on laskettu sijainneittain, siirtyy valmis TCM:n lohkojako myös aikatauluohjelmaan. Aikataulutehtävät sidotaan tavoitelitteroihin ja näin ollen samansisältöisten tehtävien ajan ja rahan käyttöä voidaan seurata [11]. Aikataulu-

tehtävien mitoitukseen ei NCC:llä ole omia yleisiä menekkitietojaan, vaan menekit otetaan Ratu-tiedostoista tai kokemuserusteisista lähteistä [19].

Projektien tulisi seurata ja tilastoida eri urakoitsijoiden tuottavuutta ja jakaa tietoa niin, että se olisi kaikkien projektien saatavilla. Näin olisi vertailukohtaa esim. Ratu-menekkeihin [Liite 2].

Kuvan 16 mukaisesti kaikkien työtehtävien ja työvaiheiden pitäisi sisältyä samaan tiedostoon, josta voidaan eritellä myöhemmin halutut erillisaikataulut omina aikataulunäkyminä. Aikataulu pidetään yhdessä tiedostossa, jotta työmaan tuotannon seuranta helpottuu ja, että tuotannon edistymistä voidaan raportoida automaattisesti jatkossa.



Kuva 16. Työaikataulun tarkoituksena on pitää sisällään kaikki aikataulutehtävät, joista voidaan sitten poimia omat aikataulunäkymänsä tarpeen mukaan. (muokattu NCC:n sisäisestä materiaalista)

#### 4.1.2 Tuotannon edistymisen ja aikataulun raportointi

NCC:llä ollaan ottamassa käyttöön aikataulujen keruuseen ja raportointiin toimintoa, jolla yrityksen toimintajärjestelmä Pro3:seen tallennetusta aikataulusta saadaan kerättyä tuotannon seuraamisen kannalta olennaiset tiedot automaattisesti graafiseen havainnollistavaan muotoon ilman ylimääräistä raportointia. Tästä on hyötyä sekä työmaalle, että johdon raportointiin ja aikatauluun tuleva viivästys on näin ollen kaikkien nähtävillä, jolloin korjaaviin toimenpiteisiin pystytään ryhtyä välittömästi. Raportointijärjestelmän toimivuus vaatii kuitenkin, että aikataulu olisi tehty NCC:n yleisten ohjeiden mukaisesti ja dokumentoitu oikeaoppisesti Pro3:seen. Tällä hetkellä NCC:llä on suurta vaihtelua työmaiden välillä aikataulun laadusta, eli siitä onko aikataulu tehty ohjeistuksen mukaisesti. Ohjeistusta aikataulutiedoston dokumentoimisesta ei ole myöskään toimintajärjestelmässä, sillä raportointijärjestelmän luonnissa ollaan vielä pilottivaiheessa [17].

#### 4.1.3 Koulutukset ja tuki

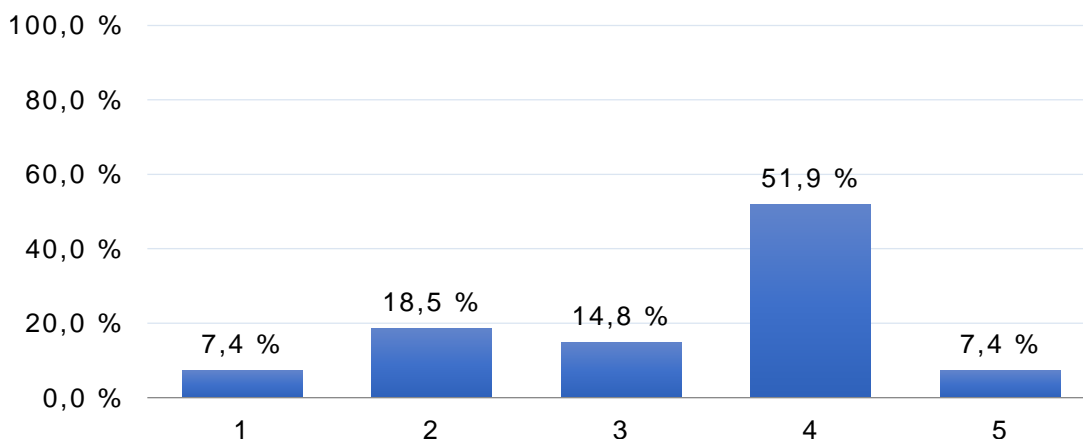
NCC järjestää työntekijöilleen koulutuksia ajanhallinnan suunnitteluun ja tuotannonohjaukseen. Lisäksi päivän mittaiseen Schedule Plannerin käyttökoulutukseen on mahdollista osallistua ja työmaainsinöörejä vaaditaan käymään kyseiset koulutukset, mikäli heidän vastuualueellaan on työmaan aikataulu. Myös kyselytutkimukseen vastanneiden mukaan koulutusta on tarpeellinen määrä. Tästä huolimatta osa piti koulutusta liian vähäisenä. NCC:llä ei ole erikseen nimitettyä aikataulutukihenkilöä, joka toimisi vain aikataulukoulutuksen ja kehityksen parissa yrityksessä.

Aikataulua varten tarvitaan yhteyshenkilö, jolta voi kysyä neuvoa ja jolta saa apua/ koulutusta. Tarvitsemme koulutusta sekä järjestelmän käyttöön liittyen, mutta etenkin ajanhallintaan liittyen [Liite 2].

#### 4.1.4 Schedule Planner aikatauluohjelman käyttö

Kyselyyn vastanneista 83% on käyttänyt Schedule Planneria ja heidän keskiarvoksi aikatauluohjelman osaamisesta tuli 3,3/5. Aikatauluohjelman käyttö on selvästi osalla hallinnassa ja osalla ei.

Taulukko 5. Kuinka hyvin osaat käyttää Schedule Planneria (1 = Eri mieltä, 5 = Samaa mieltä) [Liite 2]



Kyselyyn vastasi työmaainsinöörien ja työpäällikköjen lisäksi myös vastaavia työnjohtajia, joten voidaan olettaa, että kokonaisarvosana on paljon alhaisempi kuin pelkkien työmaainsinöörien arvosana. Haastatteluissa ja työmaakierroksilla yleinen mielipide oli, että aikatauluohjelma on kuitenkin vain työkalu ja tärkeämpää on ajanhallinnan kokonaisvaltainen osaaminen. Silmäänpistävää oli kuitenkin, että TR:n tulos Schedule Plannerin käytöstä oli vain 2,7/5 ja näin ollen vähemmän kuin muilla toimialoilla.

Suuri osa työmaatoimihenkilöistä ei juurikaan osaa käyttää Vico Schedule Planner ohjelmaa. Vika on siinä, että tarvitsemme työmaakäyttöön osa- ja erillisaikatauluja varten yksinkertaisen jana-aikatauluohjelman. Vico on hyvä rakentamisvaiheaikataulutuksessa ammattilaisen käsissä [Liite 2].

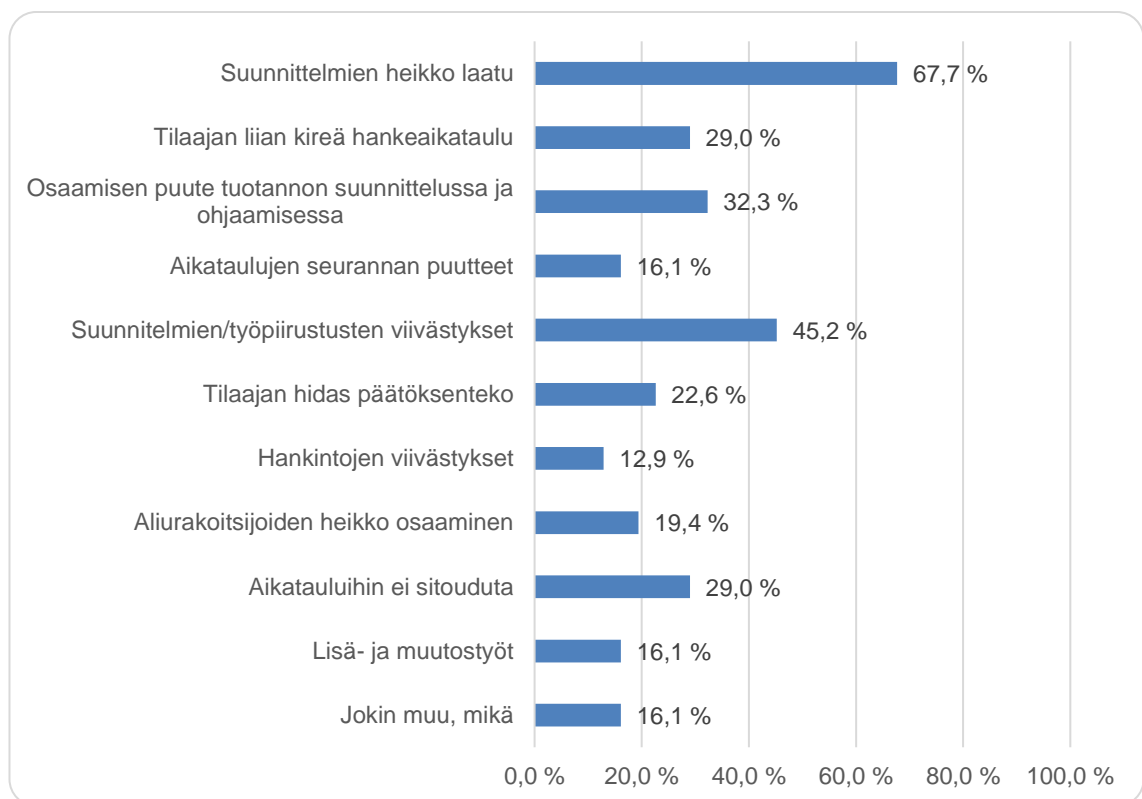
Määrien siirto määrälaskennasta aikatauluohjelmaan tulisi olla helpompaa ja paremmin ohjeistettu, samoin työmenekien käyttö aikatauluohjelmassa [Liite 2].

Schedule Planner on tarkoitettu juuri työmaainsinöörin käyttöön hallitsemaan suurta kokonaisuutta ja työnjohtajat voivat tehdä omista työvaiheistaan aikatauluja muilla ohjelmistoilla. NCC ei ole lähtenyt kuitenkaan yleisesti käyttöönottamaan työnjohtajille ja työntekijöille tarkoitettua aikatauluohjelmaa, joka voisi olla esimerkiksi Last Planner -tyylinen.

## 4.2 Suurimmat syyt aikataulujen viivästyksiin

Kyselyn tuloksista nousi esille, että suunnitelmien laatu ja työpiirustusten viivästykset aiheuttavat suurimmat ongelmat tuotannon aikatauluihin. Seuraavaksi suurin syy oli NCC:n oman osaamisen puute tuotannon suunnittelussa, eli aikataulujen laadinnassa. Suurimmiksi syiksi aikataulujen viivästyksiin nousivat myös tilaajan liian kireä hankeaikataulu, eli liian kireät reunaehdot ja aikatauluihin sitoutumattomuus, eli huono asenne aikatauluja kohtaan. Kaikki tulokset näkyvät alla olevasta taulukosta 6.

Taulukko 6. Suurimmat syyt aikataulujen viivästyksiin monivalintakysymys [Liite 2]



#### 4.2.1 Suunnitelmien heikko laatu ja suunnitelmien viivästykset

Suunnitelmien heikolla laadulla tarkoitetaan esimerkiksi, että työpiirustukset eivät ole toteuttamiskelpoisia tai ovat muuten puutteellisia. Tämä taas aiheuttaa viiveen tuotantoon, sillä ilman suunnitelmia ei ole tietoa mitä tai miten pitäisi rakentaa.

Tosiasiassa suunnitelmat eivät viivästy lähes koskaan pelkästään suunnittelijasta johtuvasta syystä, vaan taustalla on esimerkiksi puutteelliset lähtötiedot tilaajalta tai käyttäjältä, jolloin suunnitelmia ei voida tehdä ja ne toimitetaan tuotantoon puutteellisina. Suunnitelmien puutteellisuus taas voi aiheuttaa tunteen työmaalle suunnitelmien viivästyisestä. Suunnitelma-aikatauluun sisältyy siis vahvasti lähtötietoaikataulu, joka on laadittava ja siinä on pysyttävä.

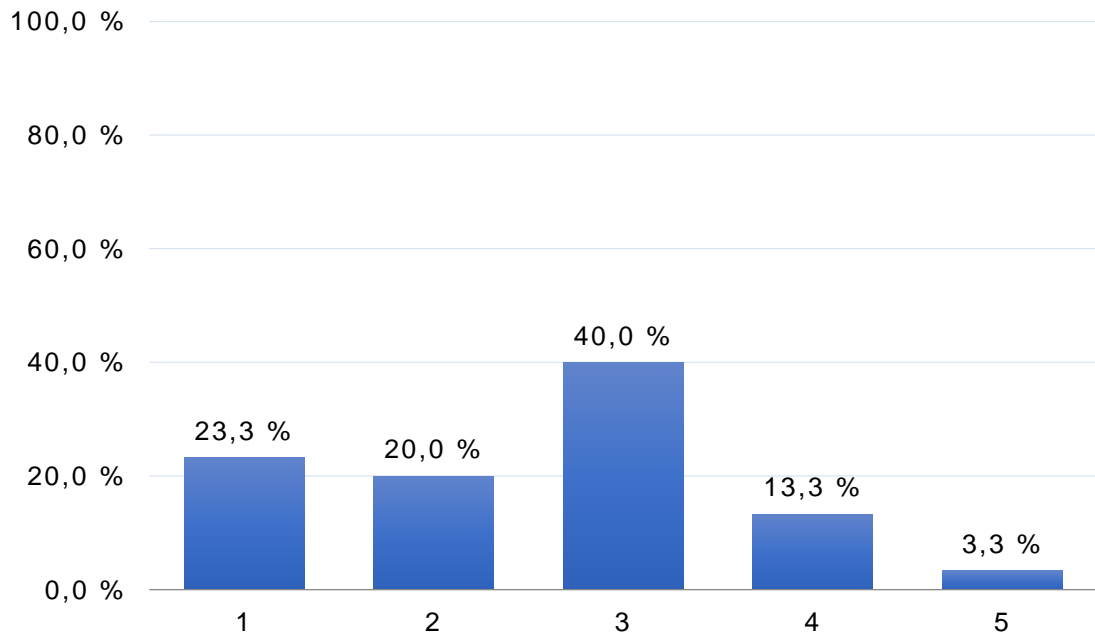
Suunnittelijan puutteelliset lähtötiedot saattavat aiheuttaa viivettä suunnitteluun ja siksi suunnitteluprosessiin alkaa tulla häiriötä, joka näkyy sitten ongelmina. Tämäkin pitäisi huomata ja siihen puuttua [20].

Voidaan tehdä siis johtopäätös, että vaikka suunnitelmien puutteet ja viivästykset nousivat ykkössijalle kyselytutkimuksessa, ei se tarkoita, että vika olisi välttämättä suunnittelijassa, vaan kenties puutteellisessa suunnittelunohjauksessa yhdistettynä hankalaan tilaajaan. Hyvällä suunnittelun ohjauksella voidaan lähtötiedot kaivaa jopa kokemattomalta tilaajalta tai suunnitelmien puutteet huomata suunnitelmakatselmuksissa ennen tuotantoa, jolloin päästään tekemään tarvittavat korjaukset ja päivitykset suunnitelmiin ajoissa.

Useasti tilaajan/rakennuttajan muutospainet tai työmaan tai alihankkijoiden halu toteuttaa asia eri tavalla kuin suunniteltu saattavat aiheuttaa tunteen suunnitelmien myöhästymisestä ja toki aiheuttavatkin ajoittain viiveitä, mikäli muun suunnittelun ohessa ruvetaan nopeasti tekemään uusia ratkaisuja [21].

Projektiin pitää määrittää LSHT-aikataulu (Lähtötiedot, suunnitelmat, hankinta, tuotanto), joka on toteutuskelpoinen, sekä yhdessä hyväksytty. LSHT-aikataulun toteutumista on valvottava ja pidettävä kiinni sovituista reunaehdoista [20].

Taulukko 7. Väite: Suunnittelusopimuksissa on selkeät aikataulut, joihin suunnittelijat on sitoutettu (1 = Eri mieltä, 5 = Samaa mieltä) 2,53/5 [Liite 2]



Taulukosta 7 näkee, että kyselytutkimukseen vastanneiden, eli tuotannon toimihenkilöiden kokemuksen mukaan suunnittelijoita ei ole sitoutettu aikatauluihin suunnittelusopimuksissa. Tulokset olivat yhtenäisiä riippumatta, oliko vastaaja asuntorakentamisen korjausrakentamisen tai talonrakentamisen toimialalta.

Suunnittelusopimuksista ei kyselytutkimuksen vastausten mukaan löydy riittävän usein suunnittelu-aikatauluja välitavoitteineen, jolloin suunnittelijoita ei saada sitoutettua hankkeen yleisaikatauluun tai tuotannon aikatauluihin. Myöskään suunnittelun ohjausta ei tehdä kunnolla tai sitä ei tehdä ollenkaan.

projekteihin pitää saada suunnittelusopimukseen kunnolliset suunnittelu-aikataulut, joihin suunnittelijat sitoutuvat. Ongelmana on, että suunnittelusopimukset on tehty usein ennen kuin toteutusporukka on mukana ja ehtinyt tehdä kunnollista yleisaikataulua, josta suunnittelu-aikataulu olisi pitänyt johtaa [Liite 2].

Suunnittelunohjauksen aikataulutuksessa, seurannassa ja kiinni pitämisessä tunnut olevan monessa kohteessa ongelmia, riippumatta myös siitä onko suunnittelu NCC:n tai tilaajan ohjauksessa ja vastuulla [Liite 2].

Suunnittelusopimuksissa ei ole kunnollisia välitavoitteita eikä valmistumisaikoja suunnitelmille [Liite 2].



Välitavoitteiden kirjaaminen suunnittelusopimukseen ei kuitenkaan yksinomaan poista suunnitelmaongelmia, sillä syyt ovat moninaiset. Tarvitaan siis kokonaisvaltaista suunnittelunohjausta ja kaikkien osapuolten pitäisi varmistaa suunnitelmien toteutuskelpoisuus ja valmistuminen ajoissa. Jokaisen työmaan ja projektin pitäisi nimetä selkeästi vastuhenkilö suunnittelunohjaukseen ja varmistamaan, että työpiirustukset tulevat ajallaan ja ovat toteutuskelpoiset.

Suunnittelusopimuksissa on välitavoitteet, mutta niitä on vain tärkeimmille suunnitelmille. Välitavoitteet ei ratkaise suunnitelmien viivettä eikä pelkkä välitavoitteen kirjaaminen sopimukseen ohjaa suunnittelua automaattisesti viiveettömäksi [20]

Heikkojen, toteutuskelvottomien tai myöhästyneiden suunnitelmien taustalla voi olla monta syytä. On kyse sitten sopimustekniikasta, suunnittelunohjauksesta, tilaajasta, rakennusliikkeestä tai suunnittelijasta on niidenkin taustalla jokin aiheuttaja. Onko esimerkiksi suunnittelijoilla liian vähäiset resurssit johtuen siitä, että suunnittelussa on koitettu säästää kustannuksista. Toisin sanoen sitä saa mitä tilaa, ja halvalla saa halpoja suunnitelmia. Yleistä on, että hankeaikataulu on pyritty limittämään mahdollisimman kireäksi kokonaisrakentamisajan lyhentämiseksi ja kustannusten pienentämiseksi. Tämä johtaa kuitenkin lähes aina siihen, että viiveet kertautuvat ja näkyvät lopulta tuotannossa, jossa joudutaan elämään kädestä suuhun, eli suunnittelemaan ja rakentamaan samanaikaisesti. Jos tilanne on tämä, on erittäin vaikeata reagoida aikataulun viiveisiin ajoissa.

Asiat voi lähteä kertaantumaan ja juurisyyt eivät usein ole siellä viimeisessä teki-jäportaassa. Liian kireä hankeaikataulu, ei ehditä suunnittelemaan tai aikaa ei käytetä tehokkaasti, hankinnat viivästyvät/tehdään vajailta tiedoilla. Aiheuttaa häiriötä ja lisätöitä muutenkin tiukkaan aikatauluun/työmaalle ja sitten näihin ehkä reagoidaan myöhässä useammalla tasolla ja tehdään liian kauan alimitoitetuilla resursseilla [Liite 2].

#### 4.2.2 Osaamisen puute tuotannon ohjauksessa ja suunnittelussa

Osaamisen puutteeksi tuotannon ohjaukseen voidaan laskea myös edellisessä kappaleessa käsitelty suunnittelunohjaus. Tässä käsitellään kuitenkin osaamisen puute työmaan aikataulujen laadinnassa ja seurannassa. Tärkeää aikataulutuksen onnistumisessa on riittävän kokenut työmaaorganisaatio, jolla on riittävä osaaminen ajanhallinnan suunnittelusta. Ongelma saadaan siis usein poistettua hyvällä johtamisella, eli nimittämällä projektiin oikeanlainen tiimi, sisältäen työmaainsinöörin, jolla on kyky laatia aikatauluja yhdessä muiden kanssa.

Aikataulu onnistuu kokeneella ja vastuuntuntoisella projektin työmaahenkilöstöllä [Liite 2]

Mikäli aikatauluissa on suuria arviointivirheitä johtuvat ne todennäköisimmin siitä, että kohteen erityispiirteitä ei ole otettu huomioon tarpeeksi tarkasti tai häiriötekijöiden vaikutus on aliarvioitu. Kriittinen polun tunnistaminen on eriarvoisen tärkeää, sillä kriittisen polun käsittävissä tehtävissä ei ole yhtään pelivaraa, jolloin tehtävän ajoituksen muutos vaikuttaa aina hankkeen keston.

Aikataulun laadinnassa ei aina oteta huomioon suunniteltavan kohteen toteutuksen edellytyksiä kyseisen kohteen erityispiirteisiin nähden. Kriittisen polun tunnistaminen tuotannon valmisteluvaiheessa on tärkeää [Liite 2].

Työmaan tehtäviin kuuluu määrien tarkastaminen ennen aikataulun kasausta, kohteen erityispiirteiden ja rakennuspaikan huomiointi. Häiriötekijöiden kuten talven ja lomien vaikutus mietittävä tarkemmin, sillä niiden vaikutus on yleisesti arvioitua suurempi. [Liite 2].

Tärkeää on myös työnjohtajan panos aikataulusuunnitteluun omassa vastuualueessaan. Työvaiheista tulisi tehdä tehtäväsuunnitelmat, joka sisältäisi aikataulun. Työmaalla työnjohtaja kerkeää kuitenkin liian harvoin tekemään työnsuunnittelua, sillä kaikki aika voi mennä työn laadun valvontaan tai työmaalla paikasta toiseen juoksemiseen keksimässä vaihtoehtoratkaisuja suunnitelmapuutteisiin. Toisin sanoen syynä liian pienet työnjohdon resurssit tai väärin mitoitettut resurssit.

työnjohtajilla ei ole aikaa tehdä tärkeintä työtään; todellista työvaihesuunnittelua sisältäen työvaiheen aikataulusuunnitelman tarvittavine valmisteluineen ja resursseineen riippuvat työvaiheet huomioiden [Liite 2].

Aikataulusta vastaavan työmaainsinöörin tulee laatia ja seurata aktiivisesti aikataulua ja ennakoita tarvittavien aikataulujen tarve, jotta ne keretään laatimaan ajoissa. Pelkäämään yleisaikataululla ei työmaita voi ohjata vaadittavalla tarkkuudella, vaan työmaan pitää laatia vähintään työvaihe aikataulut ja tärkeimmät tehtäväkohtaiset aikataulut.

Työvaihe aikataulujen laatiminen oma-aloitteisesti ja riittävän ajoissa. Työmaita ohjataan liian kauan pelkällä yleisaikataululla [Liite 2].

#### 4.2.3 Asenne ja sitoutuminen aikatauluja kohtaan

Tärkeää ajallisessa onnistumisessa on, että aikatauluista pidetään kiinni ja välitavoitteissa pysytään. Usein on tunnistettu aikataulun mahdollinen etupainotteisuus ja välitavoitteita ei ole kunnioitettu sen takia, että tiedetään myöhemminkin kerkeävän. Sakolliset välitavoitteet voidaan usein myös kumota keksimällä verukkeeksi edellisen työvaiheen myöhästyminen ja näin ollen omaa työvaihetta ei päästy aloittamaan sovituksessa ajassa. Aikataulujen johtamisen kulttuurin tulisi lähteä ensinnäkin NCC:n sisältä, jotta se voisi tarttua projektin muihin osapuoliin. Usein aikataulusta vastaava työmaainsinööri on ainoa, joka on sisällä aikataulusta ja muu esimerkiksi työnjohtajat eivät ymmärrä kokonaisuutta ja tärkeitä välitavoitteita. Huono motivaatio ja piittaamattomuus, eli aikataulut eivät vain kiinnosta, joten niihin ei perehdytä voi olla syynä joidenkin kohdalla.

Aikataulutus pitäisi saada enemmän yhteiseksi asiaksi. Jos aikataulun tekemiseen nimetään vain yksi henkilö, niin käytännössä kukaan muu ei oikein sitä seuraakaan tai noudata [Liite 2]

Pienet kokonaisuuteen vaikuttamattomat viivästymiset hyväksytään liian helposti. Nämä ns. korjaavat joustot ovat kuitenkin työmaahukkaa, jotka aiheuttavat ylimääräistä työtä [Liite 2]

Vaihtoehtona sakollisille välitavoitteille tulisi ensisijaisesti pitää vaihtoehtoa, että välitavoitteeseen päästään, joten sakon asettaminen on turha eripuraa aiheuttava toimenpide. Aikataulun tulisi olla yhteinen tavoite ja tavoitteiden sen saavuttamisen tulisi olla osapuolten intresseissä joka tapauksessa, oli sakkotavoitetta tai ei. Toisaalta hankalien tai aikataulullisesti kriittisten urakoitsijoiden kanssa ei ole muuta vaihtoehtoa kuin asettaa sakollisia välitavoitteita varmistamaan tuotannon etenemisen.

Aliurakoitsijoiden edustajat mukaan paremmin työmaan alussa aikataulutukseen, varmistetaan urakoitsijoilta kykenevätkö he toteuttamaan työn järkevästi vaadittuun aikatauluun. Rahallisen uhkaamisen (asettamalla kovat aikataulusanktion pelotteena) sijasta sovitaan kaikille osapuolille toimiva aikataulu [Liite 2]

#### 4.2.4 Tilaajan liian kireät reunaehdot

Tilaaaja voi vaikuttaa joustamattomuudellaan rakentamisen aikataulun kireyteen. Esimerkiksi ennen tuotannon käynnistymistä on lyöty jo lukkoon avajaispäivä, josta ei enää jousteta. Tilanteessa, jossa aikataulu on valmiiksi mitoitettu äärimmäisen kireäksi, ei tuotannossa ole varaa viivästyksiin ilman, että hankkeen luovutus myöhästyy. Tilaajan liian kireä hankeaikataulu tulisi huomata jo urakan tarjousvaiheessa ja ehdottaa vaihtoehtoista aikataulua tai hintalappua urakalle, jolloin töitä voitaisiin tehdä, vaikka kolmessa vuorossa kellon ympäri.

Usein tilaajan hankeaikataulu on epärealistisen tiukka ja yleisaikataulu tulee survoa puolimahdottomiin aikaraameihin. Näin ollen ei jää minkäänlaisia häiriövaroja [Liite 2]

## 5 Johtopäätökset

Empiirisellä ja tilastollisella tutkimuksella, kyselytutkimuksella ja haastatteluilla saatiin vastaukset tutkimuskysymyksiin. Eniten tietoa saatiin kyselytutkimuksella, jota voidaan pitää onnistuneena pienestä otannasta huolimatta ja tästä johtuen tulokset ovat vain suuntaa antavina.

Kyselytutkimuksen vastausten perusteella, eli työmaatoimihenkilöstön mukaan suurin syy aikatauluviivästyksiin johtuu puutteellisista suunnitelmista ja suunnitelmien viivästyksistä. Syynä tähän pidettiin heikkoa suunnittelun ohjausta ja välitavoitteettomia suunnittelusopimuksia. Suunnittelun ja suunnittelunohjauksen parissa työskenteleviä haastatellessa suunnitelmat myönnettiin yhtenä ongelmista, mutta ei koettu, että suunnitelmaongelmat ovat niin merkittävät kuin kyselytutkimus antaa ymmärtää. Johtopäätöksenä voidaan sanoa, että suunnitelmien heikon laadun taustalla on monta eri tekijää, mutta yhteinen nimittäjä on usein puutteellinen suunnittelunohjaus.

Ajallisen suunnittelun ja ohjauksen osaamisen puutteet selvisivät kartoittamalla yrityksen nykyistä toimintakulttuuria ja toimintamallia. Suurimpana syynä nousi esille yrityksen aikataulun laadinnan toimintaohjeiden vaikealöytöisyys ja osittainen epäselvyys siitä, kuinka yrityksessä halutaan toimittavan yleisellä tasolla. Tämän voi korjata lisäämällä ja päivittämällä tietoja toimintajärjestelmään, jolloin ne ovat yleisessä käytössä koko yrityksen sisällä.

Muita selkeästi erottuvia epäkohtia aikataulun laadinnan osaamisessa ei tullut esille. Esimerkiksi kyselytutkimuksen ja haastatteluiden perusteella ajanhallinnan koulutuksen riittävyys ja aikatauluohjelman käytön osaaminen oli osan mielestä hyvällä tasolla, kun taas osa näki näissä parantamisen varaa. Schedule Planner aikatauluohjelman käyttö on osalla heikkoa, mutta tätä ei pidetty suurena ongelmana, vaan korostettiin ajanhallinnan osaamisen tärkeyttä verrattuna aikatauluohjelman tekniseen käyttöosaamiseen.

Syy aikatauluosaamisen heikkouteen voi johtua huonosta asenteesta aikatauluja kohtaan ja siitä, että aikataulujen tärkeyden merkitystä ei ole sisäistetty. Huono aikataulukulttuuri voi tarttua eteenpäin projektin muihin osapuoliin ja aliurakoitsijoihin ja näin ollen ajallisten välitavoitteiden laiminlyöntien todennäköisyys kasvaa.

## 6 Tulosten hyödyntäminen yrityksen toiminnan kehittämisessä

Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää yrityksen toiminnan kehittämisessä poistamalla epäkohtia keskittämällä huomiota tuloksissa ilmenneisiin aikataulun viivästyksen riskeihin. Esimerkiksi suunnittelunohjaukseen ja aikataulun laadintaan tulisi kiinnittää enemmän huomiota. Välitavoitteet suunnittelusopimuksissa tulisi ottaa jatkossa aina käyttöön ja varmistaa sopimusteknisesti, että suunnittelijat saadaan sitoutumaan. Suunnitelma-aikataulun teko-ohjeet tulisi viedä toimintajärjestelmän yleisiin ohjeisiin ja mahdollisesti luoda myös suunnitelma-aikataulun mallipohja. Työpiirustusten ja suunnitelmien hallintaan kannattaisi työmaalta jatkossa nimetä selkeästi vastuuhenkilö, sillä jaettu vastuu kääntyy usein ei kenenkään vastuuksi.

Toimintajärjestelmässä ei ole ohjeistusta aikataulun dokumentointiin siten, että tuleva raportointijärjestelmä saataisiin adoptoitua yrityksen sisällä. Aikataulun raportointijärjestelmän käyttöönotosta tulee myös tiedottaa ja järjestää erillinen koulutus sen sisäistämiseksi. Aikataulun laadinnan tarkemmat ohjeet, esimerkiksi Schedule Plannerin laaja käyttöohje tulisi viedä Pro3:sen yleisiin ohjeisiin. Tällä hetkellä tiedosto on vaikeasti löydettävissä.

NCC:n tulisi harkita onko yrityksessä tarvetta aikatauluyhteyshenkilölle, joka toimisi aikataulujen laadinnan tukena eri työmailla ja pitäisi myös koulutuksia. Tällä hetkellä koulutus aikatauluohjelman käyttöön on ulkoistettu.

Työmaata ohjataan liian usein pelkällä yleisaikataululla, sillä täsmällistä ohjeistusta työmaan viikko- ja päivä-tason aikataulutukseen ei ole. Yhtenäinen ohjeistus esimerkiksi Last Planner -tyylisen aikataulun käyttöön työmaille voisi helpottaa työmaa-tason aikataulutusta. Tämä voi olla myös jatkotutkimuksen aihe, jossa keskityttäisiin pelkäämään työmaan viikko- ja päivä-tason aikataulutuksen kehittämiseen.

Aikataulun merkityksen painottaminen lähtee johtamisesta ja esimerkin näyttämisestä muille. Aikataulu tulisi saada kaikkien yhteiseksi asiaksi, eikä vain niin, että työmaainsinööri piirtää viivoja ruudun takana ja kukaan muu ei ymmärrä kokonaisuutta. Aikataulun laadinnassa tulee eri osapuolten olla aktiivisemmin mukana, jotta he sitoutuisivat paremmin yhdessä tehtyyn aikatauluun.

## 7 Yhteenveto

Tutkimuksen lähtötietoina toimivat yrityksen sisäiset selvitykset, joista ilmeni, että ajanhallinnan osaamisessa on kehittämisen varaa. Tutkimus lähti liikkeelle määrittelemällä tutkimuksen tavoitteet ja kysymykset, joihin haetaan vastausta. Tutkimuksen tavoitteeksi muodostui selvittää keskeisimmät syyt aikataulujen viivästyksiin ja ajanhallinnan heikkoon osaamiseen, sekä tutustua yrityksen toimintakulttuuriin aikataulutukseen liittyen.

Kirjallisuuskatsauksella ja opinnäytetyön teoriaosuuden luomisella saatiin perusteellinen näkemys aikataulun laadinnasta ja hankkeen eri vaiheiden aikatauluista ja niiden tehtävistä. Kirjallisuuskatsauksella oli näin ollen oleellinen osa ennen itse tutkimukseen siirtymistä.

Tutkimusmenetelminä käytettiin kirjallisuuskatsauksen jälkeen empiiristä ja tilastollista tutkimusta, jonka pohjalta luotiin sähköpostilla lähetetty kyselytutkimus NCC:n työmaainsinööreille, työpäälliköille ja vastaaville työnjohtajille. Kyselytutkimuksen tulokset kuvastavat työmaan näkökulmaa aikataulujen viivästyksiin. Kyselytutkimuksesta saatuihin tuloksiin haettiin kommentteja haastatteluilla ja arvioitiin tuloksien luotettavuutta.

Kyselytutkimuksen perusteella aikatauluviivästyksen suurimmaksi syyksi ilmeni suunnitelmien heikko laatu ja suunnitelmien viivästykset. Seuraavaksi suurimmat syyt olivat ajanhallinnan heikko osaaminen, heikko sitoutuminen ja asenne aikatauluja kohtaan, sekä tilaajan liian kireä hankeaikataulu.

Ajanhallinnan heikon osaamisen syynä nousi esille yrityksen aikataulun laadintaohjeiden vaikea löydettävyys ja lievä epäselkeys. Kaikki tutkimusmenetelmät puolsivat tätä tulosta. Muita syitä olivat esimerkiksi asenne ja sitoutuminen, mutta yksittäisiä selviä tekijöitä ei noussut esille.

Opinnäytetyössä saavutettiin asetetut tavoitteet. Alkuperäinen tutkimussuunnitelma muuttui matkan varrella tutkimuksen edetessä ja uusia tavoitteita syntyi, joihin ei kuitenkaan tämän opinnäytetyön raameissa pystytty vastaamaan. Tutkimusta voidaan jatkaa syventymällä tarkemmin osa-alueisiin, jotka nousivat esille suurimpina syinä aikataulujen viivästyksiin, esimerkiksi tekemällä tutkimus suunnittelunohjauksen kehittämisestä.

## Lähteet

- 1 RT 10-11225. 2016. Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen kesto ja aikataulut. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 2 Ratu KI-6031. 2017. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 3 Ratu KI-6028. 2015. Aikataulukirja 2016. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 4 Peltonen Elias. 2018. Hankkeen keston ja vahvuuden arviointi. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu
- 5 Aino Salmi. 2018. Ansaitun arvon menetelmän soveltaminen rakennusprojektissa. Diplomityö. Aalto-yliopisto.
- 6 Ratu S-1229. 2011. Rakennustyömaan projektisuunnitelma. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 7 RT 16-10660. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 8 RT 13-11143. Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot KSE 2013. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 9 Ratu KI-6029. 2016. Rakennustöiden laatu RTL 2017. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 10 Peltola Aki. 2015. Uudisrakentamisen ajoitusmalli. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto.
- 11 NCC Suomi Oy. Toimintajärjestelmä, yleiset ohjeet.
- 12 NCC Suomi Oy. Toimintajärjestelmä, projektidatapankki.
- 13 RT 10-11256. 2017. Talonrakennushankkeen kulku. Yleistä. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 14 J. Kankainen ja T. Sandvik. 1996. Rakennushankkeen ohjaus. Rakennustieto Oy.
- 15 Ratu KI-6026. Rakennustöiden menekit 2015. Helsinki: Rakennustieto Oy.



- 16 Haastattelu 1, Kärkkäinen.
- 17 Haastattelu 2, Törrönen.
- 18 Haastattelu 3, Tamberg.
- 19 Haastattelu 4, Kauppinen.
- 20 Haastattelu 5, Hyttinen.
- 21 Haastattelu 6, Ukonmaanaho.

**Haastattelut**

<b>Nro</b>	<b>Haastateltava</b>	<b>tehtävänimike</b>	<b>paikka ja pvm.</b>
1	Kimmo Kärkkäinen	työpäällikkö	Laajasalo 19.12.2018
2	Ari Törrönen	projektipäällikkö	Konttori 28.1.2019
3	Aivo Tamberg	työmaainsinööri	Jakomäki 25.2.2018
4	Aku Kauppinen	projekti-insinööri	Konttori 1.3.2019
5	Jussi Hyttinen	projektipäällikkö	sähköpostitse 20.3.2019
6	Mika Ukonmaanaho	Suunnittelujohtaja	sähköpostitse 20.3.2019



# Aikataulukysely

Osallistuminen tutkimukseen on luottamuksellista ja se suoritetaan anonyymisti. Tutkimuksen laadun vuoksi vastatkaa kysymyksiin rehellisesti.

Kyselyssä kartoitetaan:

- suurimpia syitä aikataulujen viivästyksiin
- NCC:n nykyistä toimintakulttuuria aikataulujen suunnitteluun ja seurantaan.

Valitse aluksi mihin yksikköön kuulut

- Asuntorakentaminen (AR)
- Talonrakentaminen (TR)
- Korjausrakentaminen (KR)

Valitse alla olevista vaihtoehdoista 3 kpl, jotka ovat mielestäsi suurimmat syyt aikataulujen viivästyksiin

- Suunnitelmien heikko laatu
- Tilaajan liian kireä hankeaikataulu
- Osaamisen puute tuotannon suunnittelussa ja ohjaamisessa
- Aikataulujen seurannan puutteet
- Suunnitelmien/työpiirustusten viivästykset
- Tilaajan hidas päätöksenteko
- Hankintojen viivästykset
- Aliurakoitsijoiden heikko osaaminen
- Aikatauluihin ei sitouduta
- Lisä- ja muutostyöt
- Jokin muu, mikä

Arvioi asteikolla 1-5 kuinka hyvin väittämät vastaavat todellisuutta

	Eri mieltä				Samaa mieltä
	1	2	3	4	5
NCC:n toimintaohjeet aikataulujen tekemiseen ovat helposti löydettävissä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
NCC:n toimintaohjeet aikataulujen tekemiseen ovat selkeät	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Control/ Vico Schedule Planner-aikatauluohjelman käyttö on vaivatonta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Työmaan yleisaikataulua seurataan viikoittain todellisiin työsuorituksiin vertaamalla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aikataulut dokumentoidaan Pro3:seen aikatauluohjelmiston tiedostomuodossa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Työmaan yleisaikataulun laadinnassa on aktiivisesti mukana kaikki tarvittavat osapuolet: työmaainsinööri, vastaava työnjohtaja, talotekniikka-asiantuntija sekä työpäällikkö	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
NCC tarjoaa riittävät koulutukset aikataulujen suunnitteluun	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Työmaan yleisaikataulu tehdään määrälaskentaan perustuen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suunnittelusopimuksissa on selkeät aikataulut, joihin suunnittelijat on sitoutettu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hankkeen kokonaisaika on mitoitettu oikein	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Oletko käyttänyt Vico Schedule Planner ohjelmistoa?

- Kyllä  
 En



Jos vastasit Kyllä, kuinka hyvin osaat käyttää Vico Schedule Planner ohjelmistoa?

	Huonosti					Hyvin
	1	2	3	4	5	
Osaan käyttää...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Miten aikataulutusta voitaisiin kehittää?

Kiitos vastauksista!

Lähetä vastaukset

## Kyselytutkimuksen vastaukset

Kyselytutkimuksen vastaukset on luovutettu NCC Suomi Oy:lle. Liitettä ei julkaista