



TATE-työvaiheaikataulujen yhteensovittaminen runkorakentamisen kanssa

Elina Huhtala

OPINNÄYTETYÖ
Joulukuu 2023

Rakentamisen ylempi tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakentamisen ylempi tutkinto-ohjelma

ELINA HUHTALA

TATE-työvaiheaikataulujen yhteensovittaminen runkorakentamisen kanssa

Opinnäytetyö 55 sivua + liitteitä 7 sivua
Joulukuu 2023

Opinnäytetyön taustalla oli SRV Rakennus Oy:n halu kehittää runkorakentamisen ja talotekniikka-asennusten aikataulutusta ja luoda työmaille projektiorganisaatioita auttava työsuunnitelma, jonka avulla olisi helpompi luoda tarkentavia aikatauluja. Opinnäytetyö oli luonteeltaan kvalitatiivinen tutkimus, joka jakautui teoriaosuuteen ja puolistrukturoituun haastatteluosuuteen.

Opinnäytetyössä käytiin läpi aikataulusuunnittelun perusteita, aikataulusuunnittelun historiaa sekä syvennyttiin todellisten kohteiden aikatauluongelmiin runkorakentamisen ja talotekniikka-asennusten osalta.

Opinnäytetyön yhtenä osana pidetyn haastattelututkimusten tulosten perusteella ilmeni, että varsinaista tarkentavaa asennusaikataulua ei ollut tarpeellista luoda. Asennusaikataulun tilalle koottiin listaus eri talotekniikan nimikkeitä, joista projektiorganisaatio voi poimia kohteen aikatauluun tarpeelliset nimikkeet.

Tutkimuksessa esiin nousseet merkittävimmät aikataulutukseen liittyvät kehitystarpeet kohdistuivat aikataulujen koostamisen yhtenäistämiseen, valmistuneiden kohteiden ongelmien ja onnistumisien kertaamiseen ja tämän tiedon jakamiseen, pienkoulutuksiin sekä aikataulunimikkeistön koostamiseen.

ABSTRACT

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

ELINA HUHTALA
Integration of HVAC to Frame Work Schedule

Bachelor's thesis 55 pages, appendices 7 pages
December 2023

The background of this development project was the desire of SRV Rakennus Oy to improve scheduling in frame construction and building services installations and to create a work plan that would assist project organizations on construction sites in creating detailed schedules more easily. The development work was a qualitative research divided into a theoretical part and a semi-structured interview part. The basics of scheduling, the history of scheduling, and the specific schedule issues in frame construction and building services installations were examined in the development work.

Based on the results of the interviews conducted as part of the development work, it was found that creating a detailed installation schedule was not necessary. Instead, a list of different building services labels was compiled, from which project organizations can select the necessary labels to be included in the schedule of a specific project.

The most significant development needs related to scheduling that emerged from the research were focused on standardizing the composition of schedules, reviewing and sharing information about problems and successes in completed projects, providing small-scale trainings, and compiling a schedule label list.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT.....	3
SISÄLLYS.....	4
LYHENTEET JA TERMIT	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Opinnäytetyön tausta	7
1.2 Tavoite ja tutkimuskysymykset.....	7
1.3 Suoritus.....	8
1.4 Rajaukset.....	8
2 AIKATAULUSUUNNITTELU.....	10
2.1 Aikataulusuunnittelun perusteet	10
2.2 Hankkeen aikataulut.....	12
2.2.1 Hankeaikataulu.....	12
2.2.2 Yleisaikataulu	13
2.2.3 Rakentamisvaiheaikataulu.....	14
2.2.4 Viikkoaikataulu.....	16
2.3 Taloteknisten töiden aikataulutus	17
2.3.1 Talotekniikka-aikataulun tarkastus.....	19
2.4 Case-kohteiden esittely ja aikataulut.....	20
2.4.1 Case-kohteiden aikataulujen tarkastelu.....	24
2.4.2 Case-kohteiden aikataulutuksessa ilmenneet ongelmat.....	25
2.4.3 Case-kohteiden yhteenveto	27
3 TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO	29
3.1 Tutkimusmenetelmä.....	31
3.2 Haastattelun tulokset.....	31
3.2.1 Aikataulusuunnittelu	32
3.2.2 Rakentamisaikainen valvonta	36
3.3 Haastattelun tulosten yhteenveto ja analysointi	39
4 TULOKSET	42
4.1 Aikataulussa pysymisen edellytykset	42
4.2 Kehitettävät asiat.....	43
4.3 Kehitysideat	45
5 TULOSTEN TARKASTELU, POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	47
6 YHTEENVETO	50
6.1 Yhteenveto tuloksista	50
6.2 Suositukset	51
6.3 Jatkotutkimusehdotukset.....	52

LÄHTEET	54
LIITTEET	56
Liite 1. Haastattelukysymykset.....	56
Liite 2. Sähkötöiden aikataulunimikkeistö	57
Liite 3. LVV-töiden aikataulunimikkeistö.....	59
Liite 4. IV-töiden aikataulunimikkeistö	61
Liite 5. RAU-aikataulunimikkeet	62

LYHENTEET JA TERMIT

TATE	talotekniikka
HVAC	heating, ventilation and air-conditioning
LV	lämpö, vesi
IV	ilmanvaihto
S	sähkö
Sprinkleri	automaattinen palonsammutusjärjestelmä
Toimintakoe	kohteen toimintakyvyn koetus sen käytön aikana
Toimintakoevalmius	valmius suorittaa talotekniikan toimintakokeet
3D-mallinnus	todellisuuden osan, esimerkiksi tietyn systeemin esittämistä muulla tavalla kuin sillä itsellään
Congrid	rakennusalalla yleisesti käytössä oleva mobiilipohjainen laadunhallintajärjestelmä
Pääurakoitsija	rakennuttajan sopimussuhteessa oleva urakoitsija (YSE1998)
Sivu-urakoitsija	sopimussuhteessa rakennuttajan kanssa, pääurakkaan kuulumatonta työtä suorittava urakoitsija (YSE1998)
Aliurakoitsija	urakoitsijan tilauksesta työtä suorittava toinen urakoitsija (YSE1998)
Rakennuttaja	luonnollinen tai juridinen henkilö, jonka lukuun rakennustyö tehdään ja joka viime kädessä vastaanottaa työntuloksen (YSE1998)
Valvoja	rakennuttajan puolesta työsuoritusta valvoja henkilö
Mesta	paikka työn suorittamiseen
RTC	reasonable construction time, kohtuullinen rakennusaika

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta

Opinnäytetyön tavoitteena oli ollut löytää menetelmä työmaiden talotekniikka-asennusten sekä muun rakentamisen aikataulujen yhteensovittamisesta asuntorakentamisen projekteilla ja luoda SRV Rakennus Oy:n työmaita auttava työsuunnitelma. Aikataulut luovat vankan perustan hankkeelle sekä raamit hankkeen toteutukselle. Aikataulujen yhteensovittamisella saadaan aikaan sekä ajallista että taloudellista säästöä, mutta myös laadukkaampaa rakentamista ja vaadittavan työturvallisuustason ylläpitoa. Rakentamisesta saadaan myös kustannustehokkaampaa, kun eri työvaiheet päästään suorittamaan loogisessa järjestyksessä.

1.2 Tavoite ja tutkimuskysymykset

Taloteknisten asennusten sekä runkorakentamisen aikataulujen yhteensovittaminen on useimmiten haasteellista, johtuen kireästä ja osittain jopa joustamattomasta runkoaikataulusta ja sen muutoksista, jotka eivät välttämättä mahdollista taloteknisille asennuksille tarvittavaa asennusaikaa. Aikatauluista voi puuttua myös tärkeitä aikataulunimikkeitä, jotka aiheuttavat ongelmia kohteen rakennusvaiheessa. Tämän opinnäytetyön tulosten avulla voitaisiin helpottaa työmaiden taloteknisten asennusten- ja runkoaikataulujen yhteensovittamista ja pyrittäisiin ratkaisemaan yleiset sekä ennakoitavissa olevat ongelmakohdat.

Opinnäytetyön tilaajan SRV Rakennuksen kehitystavoitteena on ollut luoda asuntorakentamisen työmailla tarkemmat taloteknistentyövaiheiden asennusaikataulut, joten opinnäytetyö on ajallisesti opinnäytetyön tekijälle sekä yhtiön jatkuvan laadun kehittämisen kannalta ajankohtainen. Työssä käydään läpi aikataulujen yhteensovittamiseen liittyvät ongelmakohdat sekä pyritään ratkaisemaan niitä. Opinnäytetyö pyrkii ottamaan huomioon aikataulujen realistisuuden, esimerkiksi holvibetonoinnin riittävän lujuudenkehityksen, purkulujuuden saavuttamisen sekä taloteknisten asennusten vaatimat aikataulumääreet. Tavoitteena on kehittää

käytännön toimintamalli aikataulusuunnittelun ja aikataulujen yhdistämisen tehostamiseksi, jolla saadaan laadullisia vaikutuksia rakentamiseen. Tämän opin- näytetyön avulla kehitetään myös työmaiden toimintaa ja helpotetaan työmaiden aikataulusuunnittelua.

Työn tutkimuskysymyksiä ovat:

- Mistä rakennushankkeen runkotyön aikaiset aikataulumuutokset johtuvat?
- Kuinka rakennushankkeen runkotöiden aikaista aikataulusuunnittelua voi- daan parantaa?

1.3 Suoritus

Opinnäytetyö on luonteeltaan kvalitatiivinen tutkimus, joka jakautuu teoriaosuuteen ja puolistrukturoituun haastatteluun. Teoriaosuudessa käydään läpi aikataulusuunnittelun historiaa, aikataulusuunnittelun perusteita sekä erikseen talotekniikka-aikataulun kokoamista sekä aikataulun tarkastamista. Opinnäytetyössä tutkitaan neljän eri case-kohteen runko- sekä talotekniikka-aikatauluja ja paneudutaan syihin, jotka aiheuttivat muutoksia aikatauluissa. Haastatteluosuudessa haastatellaan työnjohtajia, työmaapäälliköitä sekä talotekniikan asiantuntijoita. Projektihenkilöstön haastatteluiden avulla saadaan työmaiden ajatukset asiasta selville.

1.4 Rajaukset

Opinnäytetyössä käydään läpi kokonaisvaltaisesti taloteknisten työvaiheiden yhteensovittaminen muiden rakennusvaiheiden kanssa, mutta tarkempi tutkimus tullaan rajaamaan taloteknisten työvaiheiden sekä runkorakentamisen aikataulujen yhteensovittamiseen. Opinnäytetyössä keskitytään asuntorakentamisen kohteisiin, joissa käytetään paikallavaluholveja. Opinnäytetyössä on tarkastelu useamman työmaan runko- sekä taloteknistenasennusten runkoaikatauluja. SRV Rakennus käyttää kohteissaan pääosin paikallavaluholveja ontelolaattaholvien sijaan, jonka vuoksi ne on rajattu opinnäytetyöstä ulkopuolelle. Opinnäytetyöstä

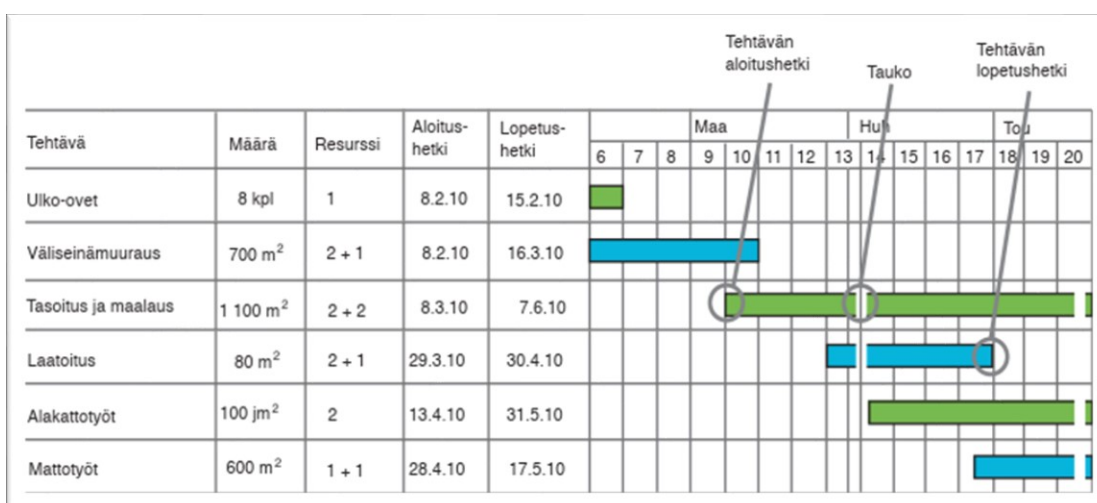
on rajattu pois myös aikataulumuutoksista aiheutuvat kustannukset. Häiriötekijöiden kustannusvaikutuksia on tutkittu jonkun verran jo aiemmin, joten niitä ei tarpeellista läpikäydä tässä opinnäytetyössä.

2 AIKATAULUSUUNNITTELU

2.1 Aikataulusuunnittelun perusteet

Aikatauluja voidaan tehdä erilaisin laadinta- ja piirrostekniikoin (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, 21). Työn Case-kohteiden aikataulut on esitelty joko jana-aikatauluna tai paikka-aikakaaviona.

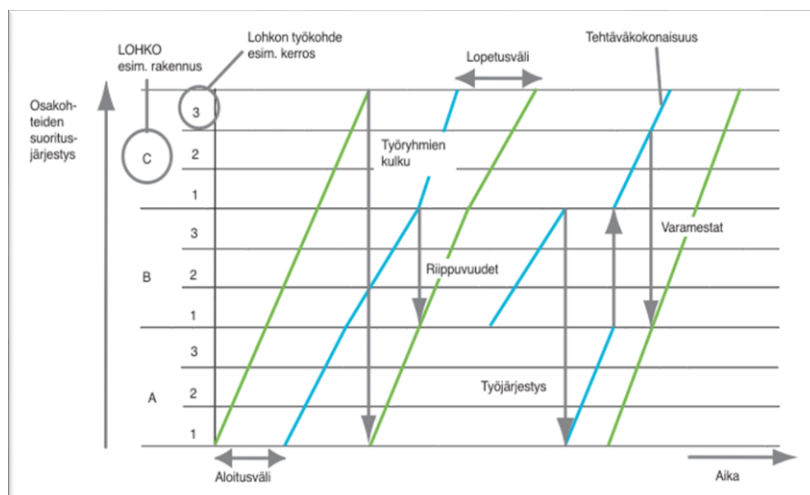
Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus (2017) kirjassa kerrotaan, että Suomessa käytettävä jana-aikataulu on saanut vaikutteita Gantt-kaaviosta sekä Harmonogramista. Tehtävien kierrot esitetään aikatauluun piirrettyinä janoina, jossa yläreunassa kulkee aika ja vasemmassa reunassa luetellaan aikataulun sisältämät tehtävät. Jana-aikataulun jokaisen viivan tulee perustua tietoon työnkestosta, kuten kokemusperäiseen tai laskennalliseen työmenekkiin. Jokaiselle tehtävälle arvioidaan alkamis- ja lopettamishetki ja jana-aikataulun muodostamista varten projekti tulee pilkkoa sopiviin tehtäväkokonaisuuksiin.



KUVA 1. Jana-aikataulu esitettynä Rakennustiedon julkaisussa ”rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017”.

Kun halutaan käyttää paikka-aikakaaviota, Koskenvesan ja Sahlstedin (2017,25) mukaan se tarkoittaa automaattisesti tuotannon sitomista aikaan tai paikkaan, jotta voidaan muodostaa aikataulu. Kohde tulee myös jakaa osakohteisiin ja osakohteille täytyy valita oma suoritusjärjestys. Paikka-aikakaavioon merkitään kohteen toteutuksen kannalta kriittiset, työkohteita sitovat aikataulutehtävät. Paikka-

aikakaaviota luetaan niin, että vasemmassa reunassa, pystyakselilla ilmoitetaan rakennuksen eri paikkoja, esimerkiksi kerros tai portaat. Aika kulkee vaakasuuntaisesti ja aika esitetään joko viikkoina tai työpäivinä.



KUVA 2. Jana-aikataulun toimintaperiaate esitettyä Rakennustiedon julkaisussa ”rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017”.

Ratu-asiantuntijaryhmän sekä Mittaviiva Oy:n asiantuntijoiden kirjoittamassa teoksessa nimeltä Aikataulukirja 2016 (2015) kerrotaan, että hankesuunnittelu vaiheessa aloitetaan aikataulusuunnittelun prosessi. Aikataulusuunnittelun prosessi alkaa projektiaikataulun laatimisella ja tarkentuu hankkeen edetessä sekä ajallisesti että työsisällöllisesti. Mitä pidemmälle prosessi etenee, sen tarkemmin saadaan määriteltä tehtäväkohtaiset aikataulut.

Aikataulusuunnittelussa karkeamman tason suunnitelmat määrittelevät tarkemman tason tavoitteen. Hankkeen tavoitteiden saavuttaminen varmistetaan tarkentuvalla aikataulusuunnittelulla. Hanketta varten suunnitellut aikataulut toimivat työmaan ohjauksen sekä valvonnan välineinä ja hankkeen aikataulujen tarkoitus on kuvata rakennustyömaan tuotantoa (Hartikainen ym. 2015, 8).

Jotta rakennustyön aikataulusuunnittelussa voidaan asettaa realistisia tavoitteita, tarvitaan tietoja työsaavutuksista, työmenekeistä sekä työryhmien koosta ja kapasiteetista. Edellä mainitut tiedot saadaan kasattua tavoitearviosta, tiedostoista, mutta myös kokemuksen perusteella. Suunnittelun onnistumisen avain on ajallinen suunnittelu sekä sen ohjaus. Näiden avulla voidaan löytää myös mahdolliset

poikkeamat ja epäkohdat suunnitelmissa tehokkaasti (Koskenvesa ym. 2015, 19).

2.2 Hankkeen aikataulut

Sahlstedin ja Koskenvesan (2017,40) mukaan koko hankkeen keskeisimmät ratkaisut aikataulusuunnittelun kannalta tehdään jo hankesuunnitteluvaiheessa, jolloin laaditaan hankkeen hankeaikataulu sekä hankkeen ajalliset reunaehdot ja tavoitteet. Hankkeen onnistumisen kannalta edellytetään hankkeen toiminnan ohjaamista sen kaikissa vaiheissa ja erinomaisesti valmisteltu aikataulu on vasta hyvä alku hankkeelle. Merkittävimmissä rooleissa rakennustyömaalla on toteutuksen ohjaus sekä tuotannon johtaminen. Tässä kohdassa korostuu työnjohdon rooli rakennustyömaalla. Mikäli työnjohto aliarvioi oman merkityksensä hankkeen aikataulun ohjaamisessa ja tuotannon johtamisessa, hyvälläkään aikataulusuunnittelulla ei saada kohdetta rakennettua tavoiteajassa valmiiksi.

Hankeaikataulua laatiessa olisi hyvä pystyä katsomaan aikataulua useammasta perspektiivistä. Bielefeldin (2023, 63) mukaan aikatauluja olisi tarkasteltava omistajan, suunnittelijan sekä rakennusurakoitsijan kannalta. Omistaja antaa aikataululle raamit, suunnittelija koordinoi osia ja urakoitsija valmistele työt ja suunnittelee resurssit aikataulun mukaan.

2.2.1 Hankeaikataulu

Hankeaikataulu kuvaa koko rakennushankkeen etenemistä ja rakennuttajan vastuulla on laatia siitä sellainen, että hankeaikataulu on toteutettavissa tavanomaisessa rakentamisajassa. Aikatauluun liittyvät päätökset, joita rakennuttaja tekee hankeaikataulua varten, voidaan jaotella kuuteen erilaiseen kategoriaan. Hankkeen kokonaiskeston, välitavoitteisiin, vuodenaikoihin, suoritusjärjestykseen, suunnitelmien valmistusajankohtaan sekä suunnitelmien ja rakentamisen limittämiseen. Suoritusjärjestys voidaan jaotella vielä rakennuttajan hankintoihin, välitavoitteisiin sekä sivu-urakoitsijoiden maksuposteihin (Koskenvesa & Sahlstedt, 2016, 41).

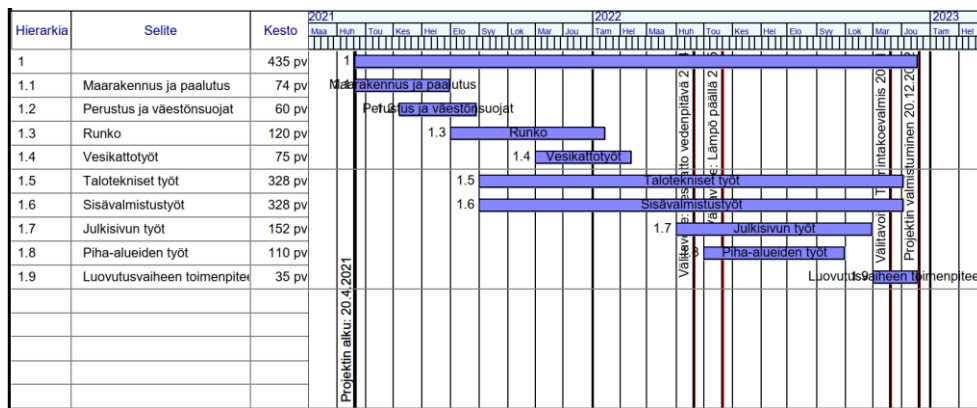
2.2.2 Yleisaikataulu

Yleisaikataulu laaditaan yleisesti ottaen jana-aikataulumuodossa. Jana-aikataulu on muodoltaan selkeä ja helppolukuinen. Yleisaikataululla on kolme erilaista muotoa, alustava yleisaikataulu (Kuva 3), sopimusedylyleisaikataulu ja työaikataulu. Ne eroavat toisistaan käyttötarkoitukseltaan, laadinnan ajankohdaltaan ja sisällön tarkkuustasoltaan (Koskenvesa & Sahlstedt, 2016, 43).

Asioita, joita alustavalla yleisaikataululla voidaan arvioida

- kuinka kireä rakentamisaikataulu tulee olemaan
- vaadittavien välitavoitteiden saavuttaminen
- kuinka rakennustyöt ajoittuvat eri vuodenaikoihin (talvilisätyöt)
- työmaan käyttö- ja yhteiskustannukset, jotka ovat aikaan sidottuja
- sellaisten alihankintojen sekä materiaalien toimitusajat, joita pidetään rakentamista ajatellen tärkeänä

(Koskenvesa & Sahlstedt, 2016, 43).



KUVA 3. Case 3 alustava yleisaikataulu

Sopimusaikataulu syntyy siten, että sopimusneuvotteluiden yhteydessä käydään sopijapuolten kanssa läpi alustava yleisaikataulu. Yleisaikatauluun tehdyt tarkennukset sopimusneuvotteluiden yhteydessä liitetään syntyvät sopimuksen liitteeksi. Sopimusaikataulun päätarkoitus on löytää rakennuttajan sekä päätoteuttajan kannalta tärkeät ajankohdat, esimerkiksi rakennuttajan hankinnat tai toimin-

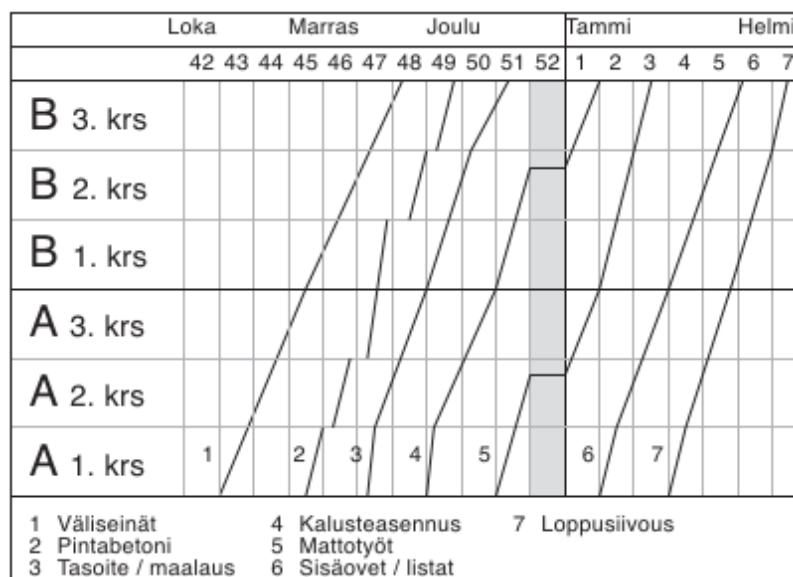
takokeiden käynnistäminen ja merkitä ne sopimukseen liitettävään sopimusaikatauluun. Sopimusaikatauluun täytyy merkitä selkeästi urakan aloitus- ja valmistuspäivämäärät sekä välitavoitteet.

Sopimusaikataulu tarkennetaan päätoteuttajan puolelta työaikatauluksi, jolloin saadaan myös yhteen sovitettua eri urakoitsijoiden ja työmaan työt (Koskenvesa & Sahlstedt, 2016, 45)

2.2.3 Rakentamisvaiheikataulu

Rakentamisvaiheikataulu laaditaan aina yleisaikataulun pohjalta ja se on pituudeltaan 2-6 kuukautta. Rakentamisvaiheikataulun laadinta on aina työmaan vastuulla. Rakentamisvaiheikataulua käytetään esimerkiksi runko-, sisävalmistus- ja luovutusvaiheessa. Aikataulun laadinnan tärkeimmät lähtötiedot rakentamisvaiheikataulua suunniteltaessa ovat sopimusasiakirjat ja sieltä erityisesti kiinteät päivämäärät, työaikataulu sekä vanhat rakentamisvaiheikataulut, edellä mainittujen lisäksi myös tarkemman tason tuotantosunnitelmat, tarkistettu määrälaskenta, tekniset suunnitelmat sekä työmenetelmä- ja kalustovalinnat.

Rakentamisvaiheikataulu esitetään yleisimmin jana-aikataulun tai paikka-aikakaaviomuodossa.



KUVA 4. Esimerkki sisävalmistusvaiheen rakentamisvaiheikataulusta paikka-aikakaaviona (Aikataulukirja 2016, 2015, 33)

Työmaan yleisaikataulua tai työaikataulua käytetään pohjana suunniteltaessa rakentamisvaihe aikataulua. Rakentamisvaihe aikatauluun olisi hyvä merkitä ainakin aikataulutehtävä, nimikkeistötunnus, tehtävän kesto sekä ajoitus ja riippuvuudet (Koskenvesa ym. 2015, 33). Rakentamisvaihe aikataulussa on tärkeää esittää tärkeimmät sivu- ja aliurakoitsijoiden tehtävät, jotka on mitoitettu ja tahdistettu sekä tarkistettu riippuvuuksien osalta rakennusteknisten töiden kanssa. Sivu- ja aliurakoitsijat olisi hyvä osallistuttaa rakentamisvaihe aikataulun suunnitteluun. Tällöin varmistetaan, että he ovat valmiita sitoutumaan aikataulutavoitteisiin. Rakentamisvaihe aikataulun tarkoituksena on varmistaa, että jokaiselle työlle on suunniteltua mestaa (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, 56).

Riippuvuuksilla tarkoitetaan tehtävien välisien, työjärjestyksen määräävien, valittuja tai ehdottomia rajoituksia. Kun suunnitellaan töiden työjärjestystä sekä limitämistä, voidaan tehtävien väliset riippuvuudet jaotella alla olevan taulukon mukaan (Taulukko 1) eri kategorioihin. Kategoriat ovat loogiset-, olosuhde-, tekniset- sekä resurssiriippuvuudet. Loogiset riippuvuudet ovat ehdottomia, teknisesti mahdollista suoritusjärjestystä kuvaavia. Olosuhderiippuvuus määräytyy sopimusten, sääolosuhteiden, työmaajärjestelyjen tai muiden tekijöiden perusteella. Tekniset riippuvuudet aiheutuvat toteutusteknisistä seikoista, kun taas resurssiriippuvuus kuvaa resurssien siirtymistä tehtävästä toiseen (Koskenvesa ym. 2015, 26).

TAULUKKO 1. Riippuvuuksien selitykset

Looginen riippuvuus

Raudoitustyöt on suoritettava ennen betonointia ja muotit voidaan purkaa vasta sen jälkeen, kun betoni on saavuttanut riittävän lujuuden.

Olosuhderiippuvuus

Voidaan sopia, että sisävalmistusvaiheen työt aloitetaan ylimmästä kerroksesta.

Tekninen riippuvuus

Julkisivumuuraus suoritetaan kahdessa erässä liikuntasauaman vuoksi.

Resurssiriippuvuus

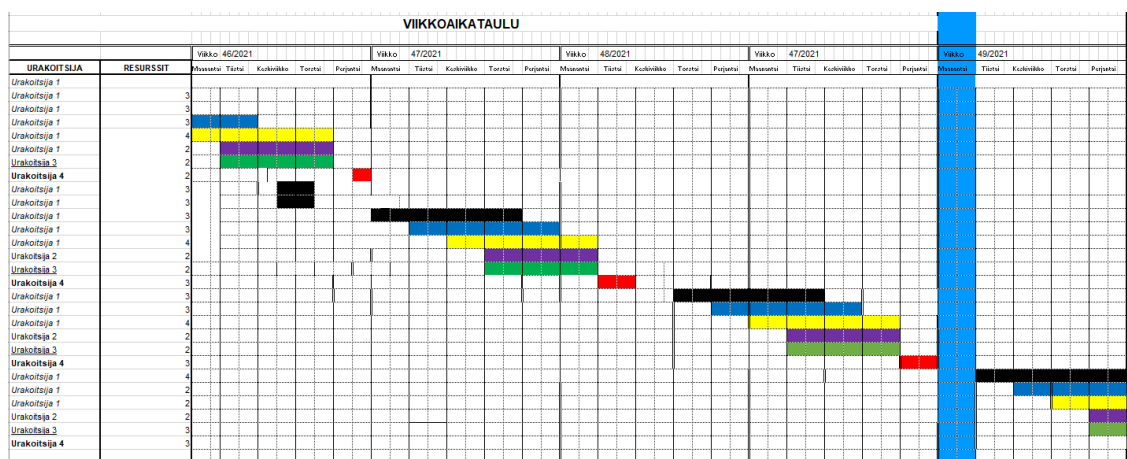
Vesikatolla työskennellyt kirvesmies siirtyy vesikaton valmistuttua rakentamaan kevyitä väliseiniä.

(Aikataulukirja 2016, 2015, 26)

2.2.4 Viikkoaikataulu

Yleisaikataulun sekä rakentamisvaihe aikataulun perusteella laaditaan viikkoaikataulu. Viikkoaikataulun tarkoituksena on varmistaa eri töiden tavoitteiden toteutuminen.

Rakennustiedon julkaisussa ”Aikataulukirja 2016” kerrotaan, että tyypillisesti viikkoaikataulu esitetään jana-aikataulumuodossa (Kuva 5), jolloin aika kulkee ylhäällä ja vasemmassa reunassa luetellaan työtehtävät. Viikkoaikataulussa tehtävien tarkkuus on 2-4 tuntia. Tehtäväkohtaisesti merkitään ainakin tehtävän nimi, sovittu työsaavutustavoite, tarvittavat resurssit sekä tehtävän kesto. Lisäksi viikkoaikataulun luomiseen tarvitaan lähtötiedoiksi ainakin työ- ja rakentamisvaihe aikataulu, edellinen viikkoaikataulu ja sen toteuma sekä toteutuneet työmenekki- ja saavutustiedot. Muita tarpeelliseksi luokiteltuja asioita viikkoaikataulun luontiin ovat erityissuunnitelmat ja tehtäväsuunnitelmat, käytettävissä olevat resurssit, materiaalien tilaukset ja toimitusajankohdat sekä työtehtävien valmiusaste ja työmaan tilanne (Koskenvesa, Kivimäki, Mäki & Sahlstedt, 2015, 30).



KUVA 5. Case kohteiden 1 ja 2 viikkoaikataulu runkovaiheessa.

2.3 Taloteknisten töiden aikataulutus

Rakennustiedon julkaisun ”rakennushankkeen suunnittelu ja ohjaus” mukaan talotekniset eli TATE-työt olisi syytä esittää omana aikataulunaan, vaikka ne olisi esitetty jo kohteen yleisaikataulussa. Talotekniikka-aikataulun nimikkeiden käytön ratkaisee kohteen vaatimukset ja ne perustuvat käytössä oleviin resursseihin. Ensiarvoisen tärkeää on tehdä saumatonta yhteistyötä kohteelle valitun talotekniikkaurakoitsijan kanssa. Tällöin edesautetaan taloteknisen aikataulutuksen onnistumista. Taloteknisen aikataulun onnistumisen kannalta olisi hyvä noudattaa seuraavia periaatteita, jotka ovat Rakennustiedon julkaisun ”rakennushankkeen suunnittelu ja ohjaus” mukaan seuraavat:

- kohdekohtaisesti valitut aikataulunimikkeet, jotka on jaoteltu hankintajaon mukaan
- aikataulutuksen kannalta kriittiset työt selvitetään etukäteen, näitä ovat esimerkiksi IV-koneet sekä sähkökeskukset
- otetaan huomioon kohteen rakenneratkaisujen vaikutukset
- otetaan huomioon lohko- ja työkohejako
- mietitään ja mitoitetaan aikataulutehtävät resursseihin perustuen
- rakennustekniikan ja talotekniikan keskinäiset riippuvuudet viedään aikatauluun
- aikatauluun merkitään tärkeät tapahtumat (lämpö päälle) sekä teknisten tilojen valmistuminen
- otetaan huomioon haalaukset ja nostot suurille ja raskaille laitteille

- liittyminen teko ja käyttöönotto merkitään aikatauluun (lämpö, vesi, viemäri, sähkö, tele, hälytys)
- varataan riittävästi aikaa kokeille, mittauksille, säädöille sekä viranomaisien sekä rakennuttajan tekemille tarkastuksille
- aikataulusta luodaan realistinen ja se on osapuolten yhteisesti hyväksymä. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, 54)

Rakennustekniikan aikataulusuunnitteluun käytetään hankkeessa valtavasti aikaa ja talotekniikan aikataulusuunnittelun pitäisi käyttää vähintään yhtä paljon, jotta aikataulut olisivat toisiaan vastaavalla tasolla. Yleisesti ottaen, niin kutsut ”pitkät viivat” eivät riitä, jos tuotantoa halutaan pystyä ohjaamaan.

Vaikka talotekniset työvaiheet tulee esittää jo yleisaikataulussa, tulee ne esittää myös omana aikataulunaan. Kuten ylempänä jo mainittiin, niin aikataulunimikkeiden valinta on aina kohdekohtaista ja aikataulunimikkeet sekä niiden jaon tulee perustua realistisiin resursseihin, jotta paikka- ja aluejako toimii myös talotekniikan osalta (Koskenvesa ym. 2015, 41). Aiemmin listattiin, mitä taloteknisen aikataulun tulee sisältää, jotta se olisi koostettu hyvin. Taloteknisen aikataulun laadinnassa olisi kuitenkin hyvä noudattaa alla olevassa taulukossa (Taulukko 2) listattuja periaatteita. Taulukossa listatut periaatteet helpottavat työmaan kulkua ja tekevät hankkeen ohjattavuudesta paremman. Taloteknisen aikataulun tulisi olla realistinen, sen tulisi aina perustua olemassa oleviin resursseihin ja olla kohdekohtainen (Hartikainen ym. 2015).

TAULUKKO 2. Millainen taloteknisen aikataulun tulee olla?

- olla realistinen ja yhteisesti hyväksytty
- perustua resursseihin
- olla kohdekohtainen
- ottaa huomioon rakennustekniikan ja talotekniikan keskinäiset riippuvuudet
- sisältää teknistentilojen valmistumisen
- sisältää tärkeät tapahtumat, kuten lämpö päälle
- ottaa huomioon suurien ja raskaiden laitteiden nostot
- osoittaa ulkopuolisten liittymien teon ja käyttöönoton
- riittävästi aikaa kokeisiin, mittauksiin ja säätöihin
- riittävästi aikaa rakennuttajan sekä viranomaisten tarkastuksille

(Aikataulukirja 2016, 2015, 41)

2.3.1 Talotekniikka-aikataulun tarkastus

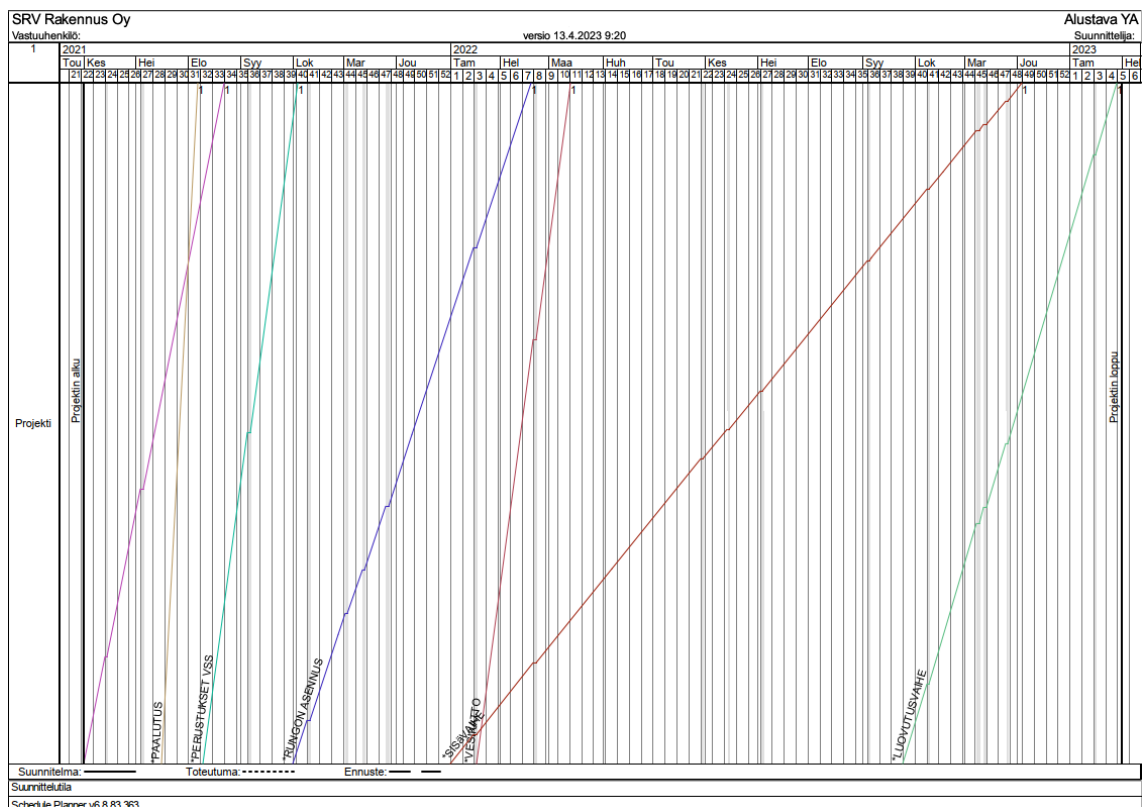
Talotekniikka-aikataulusta varmistetaan tehtävien tahdistuminen yleisaikataulun kanssa sekä tehtävien kestojen realismi. Talotekniikkatöitä voidaan verrata rakennusteknisten töiden kanssa, niin, että yhdistetään kriittiset rakennustekniset ja talotekniset työt samaan paikka-aikakaavioon. Aikataulujen vertaamisen voi suorittaa myös siten, että taloteknisistä töistä tehdään järjestelmittain (LV, IV, S ja sprinkler) omat paikka-aikakaavionsa ja verrataan sitä samassa mittakaavassa laadittuun rakennusteknisten töiden paikka-aikakaavioon (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, 51). Näissä vertailutilanteissa pystytään hahmottamaan mahdolliset epäkohdat aikataulujen kanssa ja tekemään korjaukset jo ennen kyseisten töiden aloittamista.

Mikäli rakennusteknisiä aikatauluja ja taloteknisiä aikatauluja ei yhteen soviteta hankkeen missään vaiheessa, on hankkeen ohjattavuus hyvin heikko. Etuna siinä, että taloteknisten töiden ja rakennustöiden aikataulut yhdistetään samaan aikatauluun, on että yhdellä silmäyksellä voidaan todeta olemassa olevat riippu-

vuudet. On erittäin tärkeää olla tietoinen, että ”milloin ja millä resursseilla aikataulutehtävät on mitoitettu ja milloin ne on vain pakkotahdistettu” (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, 54).

2.4 Case-kohteiden esittely ja aikataulut

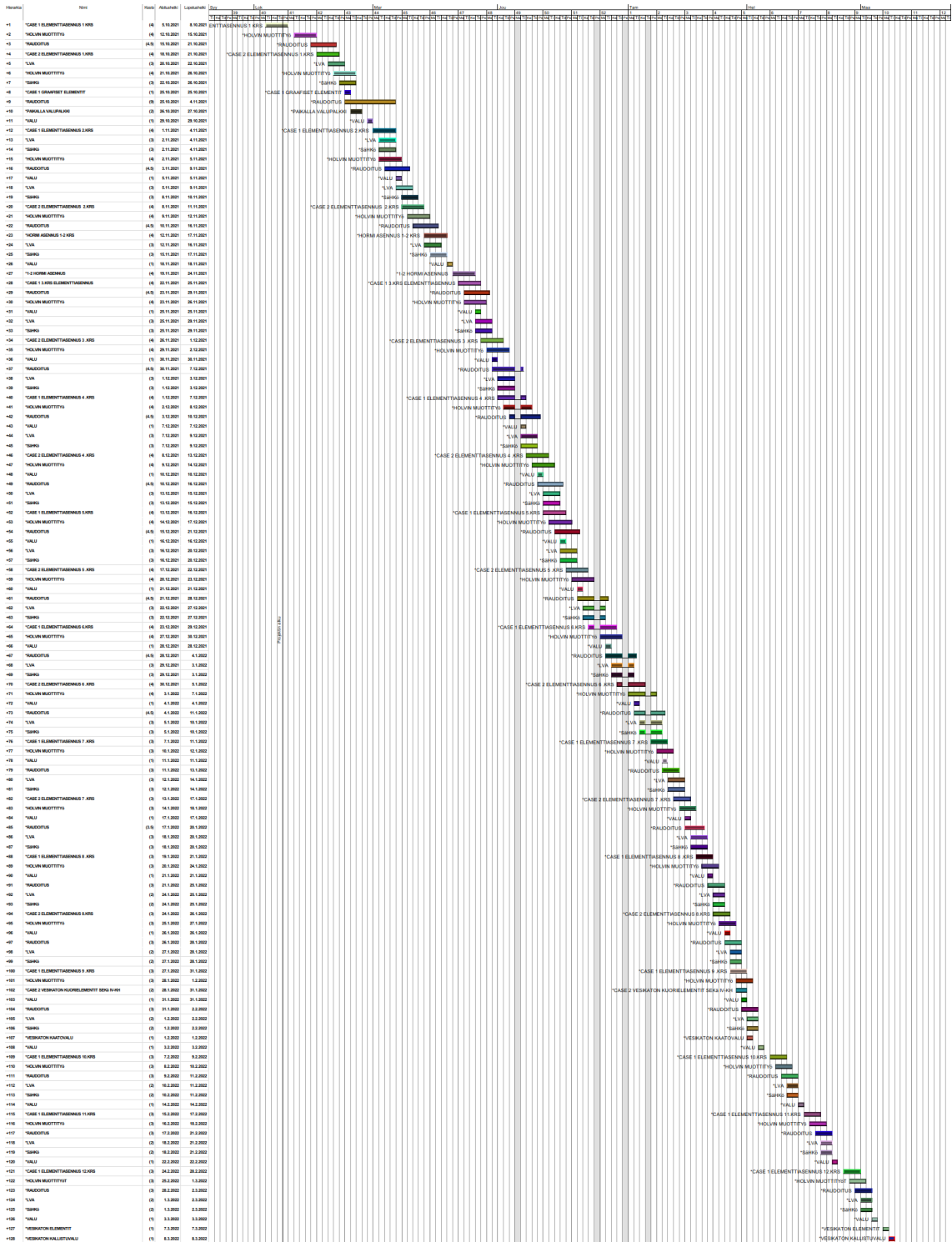
Opinnäytetyössä vertaillaan neljän todellisen asuntorakentamisen kohteen runko- sekä taloteknisten asennusten aikatauluja ja käydään läpi runkorakentamisen aikana ilmenneitä todellisia ongelmia. Esimerkkikohteiden case 1 ja case 2 (Kuva 6) sekä case 3 ja case 4 käsitellään pääosin yhdistetyillä aikatauluilla, kuten rakentaminenkin on todellisuudessa tapahtunut. Case 1 ja case 3, sekä case 2 ja case 4 ovat kohteina lähes identtisiä. Case kohteet 1 ja 2 rakennettiin samanaikaisesti, kuten myös kohteet 3 ja 4.



KUVA 6. Case kohteiden 1 ja 2 alustava yleisaikataulu

Case 1 on yksirappuinen 12 –kerroksinen asuinkerrostalo Tampereen kaupungin Kalevanrinteen kaupunginosassa. Asuntoja 93kpl (yksiö 55, kaksio 19 ja kolmio 19kpl), kerrosala 5418,5m², tilavuus 16800m³, huoneistoala 3707m², VSS 113m² ja 141hlö, pp-paikat 115kpl, liiketilat 3kpl. Alimmassa kerroksessa sijaitsee teknisiä tiloja sekä liiketiloja. Kerroksissa 2-6 asuntoja 11 kappaletta kerroksessa, kerroksissa 7-8 7 asuntoa ja kerroksissa 9-12 asuntoja 6 kappaletta kerroksessa.

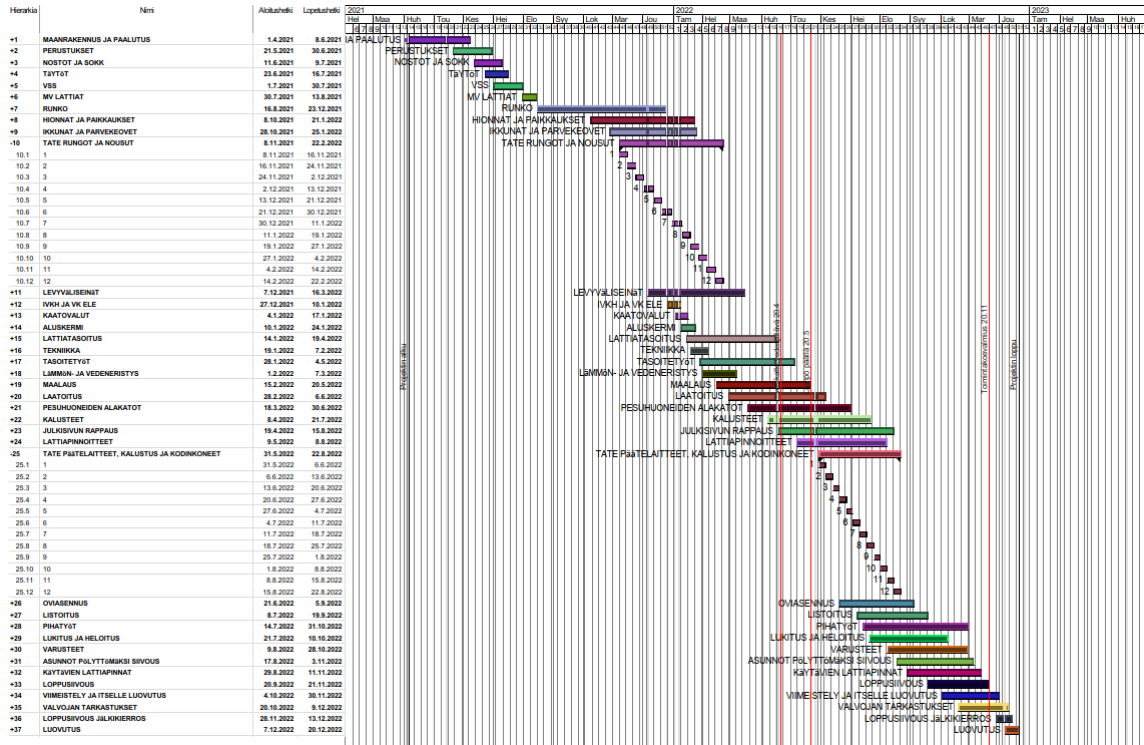
Case 2 on yksirappuinen 8 –kerroksinen asuinkerrostalo Tampereen kaupungin Kalevanrinteen kaupunginosassa. Asuntoja 56kpl (yksiö 18, kaksio 26 ja kolmio 12kpl), kerrosala 3613,5m², tilavuus 10900m³, huoneistoala 2495,5m², VSS 73,5m² ja 91hlö, pp-paikat 77kpl, liiketilat 3kpl. Alimmassa kerroksessa sijaitsee teknisiä tiloja sekä liiketiloja. Kerroksessa 2, asuntoja 8 kappaletta, 3-6. kerroksessa 9 asuntoa ja 7.-8. kerroksessa 6 asuntoa.



KUVA 7. Case kohteiden 1 ja 2. runkoaikataulu jana-aikataulumuodossa.

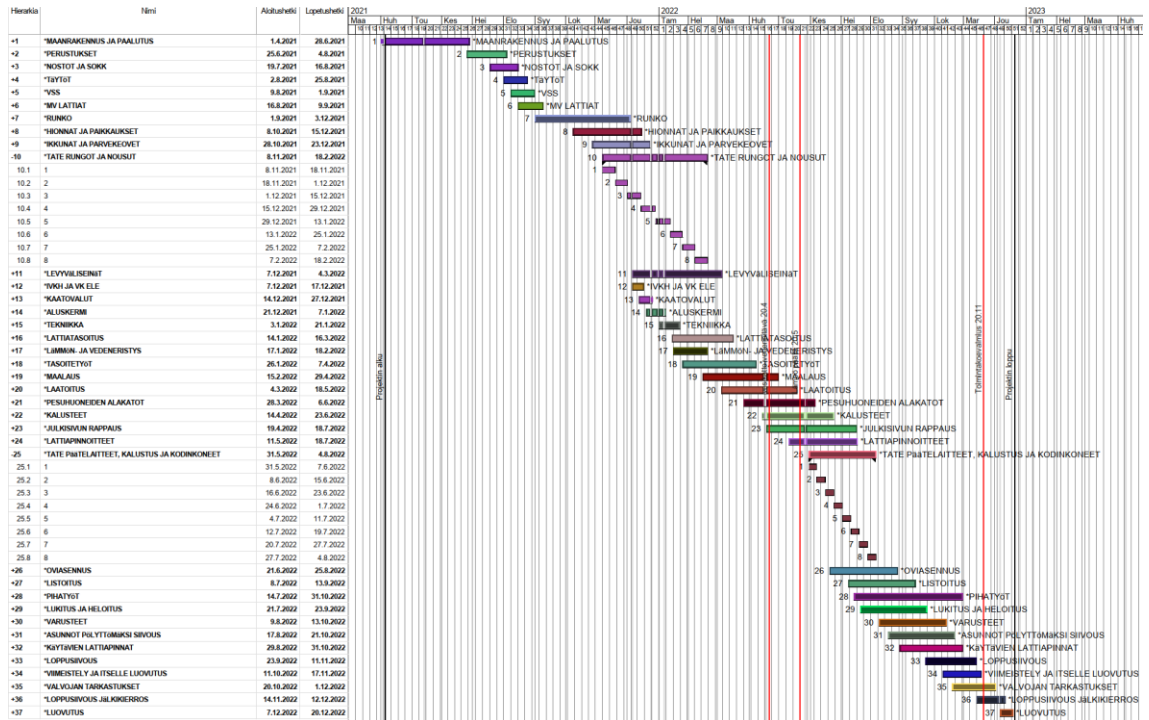
Case 3 yksirappuinen 12 –kerroksinen asuinkerrostalo Tampereen kaupungin Kalevanrinteen kaupunginosassa. Asuntoja 84kpl (yksiö 51, kaksio 18 ja kolmio 15kpl), kerrosala 4563,5m², tilavuus 14200m³, huoneistoala 2931m², VSS 89,5m²

ja 112hlö, pp-paikat 98kpl. Katutasossa on liiketila sekä teknisiä tiloja. Kerroksissa 2-8 asuntoja 8 kappaletta kerroksessa ja kerroksissa 9-12 asuntoja 6-7 kappaletta kerroksessa.



KUVA 8. Case 3 alkuperäinen yleisaikataulu esitettynä janakaaviona.

Case 4 on yksirappuinen 8 –kerroksinen asuinkerrostalo Tampereen kaupungin Kalevanrinteen kaupunginosassa. Asuntoja 65kpl (yksiö 34, kaksio 19 ja kolmio 12kpl), kerrosala 3623,5m², tilavuus 11300m³, huoneistoala 2458m², VSS 73m² ja 90hlö, pp-paikat 75kpl. Alimmassa kerroksessa sijaitsee teknisiä tiloja sekä liiketiloja. Kerroksissa 2-8 asuntoja 9 kappaletta kerroksessa.



KUVA 9. Case 4 alkuperäinen yleisaikataulu esitettyä janakaaviona.

2.4.1 Case-kohteiden aikataulujen tarkastelu

Tarkastellessa case kohteiden 1 ja 2 yhteistä runkoaikataulua (Kuva 7), voidaan todeta, että joka kerrokseen on erikseen merkitty talotekniikkaan liittyvät aikataulunimikkeistöt ”LVA” ja ”Sähköt”. Molemmille työvaiheille ollaan laskettu 3 työpäivää. Aikataulun luettavuuden, aikataulujen seurannan ja visuaalisen ilmeen kannalta, jokainen kerros olisi voitu merkitä omalle janalleen ja kerrosta koskevat runkorakentamiseen ja talotekniikkaan liittyvät nimikkeistöt limittäin janan alle. Aikataulun kerroskohtainen aikatauluseuranta olisi näin helpompaa. Aikatauluista löytyy myös välitavoitteena sekä tahdistavana tekijänä ”vesikatto vedenpitävä”, ”lämpö päälle” sekä ”toimintakoevalmius”. Nämä kaikki tahdistavat talotekniikka-asennuksia sisävaiheen alkaessa.

Aikatauluseurantaa on tehty vastaavan mestarin toimesta päivittäisillä työmaakerroksilla, sekä työvaiheista vastaavien työnjohtajien toimesta. Aikatauluseurantaa on tehty myös viikoittaisissa urakoitsijapalaverissa, eli viikkopalaverissa. Viikkopalaveri on tehokkain tapa johtaa työmaan kokonaisuutta kohti yhteisiä tavoitteita. Viikkopalaverissa tieto leviää tehokkaasti koko työporukalle (Anttonen, 16.) Aikatauluseurantaa suoritettiin myös rakennuttajan ja urakoitsijan

välisissä aikatauluseurantapalavereissa, joita oli pidetty tarpeen mukaan. Aikataulun koostaminen perustuu aikataulun tekijän kokemukseen aikataulutuksesta ja rakentamisesta, eikä aikataulussa ole käytetty työmäärään perustuvaa aikataulutusta.

Tarkastellessa kohteiden 3 (Kuva 8) ja 4 (Kuva 9) yleisaikatauluja, voidaan todeta, että case kohteissa 3 ja 4 yleisaikatauluun on merkitty talotekniikka-asennusten osalta kaksi tahdistavaa tekijää *”tate rungot ja nousut”* sekä *”tate pääte-laitteet, kodinkoneet ja kalustus”*. Talotekniikan nimikkeistöt on jaoteltu yleisaikatauluun kerroskohtaisesti, mutta toisistaan riippuvaisina, peräkkäin suoritettavina janoina. Samoin, kuin kohteilla 1 ja 2, aikatauluseurantaa on suoritettu kohteiden osalta joka viikko pidettävissä urakoitsijapalavereissa sekä työnjohtopalavereissa.

Aikatauluseurantaa on tehty myös erikseen urakoitsijoiden kanssa sovituisissa aikataulupalavereissa. Näitä aikataulupalavereita oli pidetty tarpeen mukaan. Samoin kuin, case kohteissa 1 ja 2, myös case kohteissa 3 ja 4 aikataulun koostaminen perustuu aikataulun tekijän kokemukseen aikataulutuksesta ja rakentamisesta, eikä aikataulussa ole käytetty työmäärään perustuvaa aikataulutusta.

2.4.2 Case-kohteiden aikataulutuksessa ilmenneet ongelmat

Opinnäytetyössä käydään case-kohteiden aikatauluhaasteet yleisesti läpi. Aikataulujen havainnoissa kohteet case 1 ja case 2 käsitellään yhdessä ja case 3 ja case 4 käsitellään yhdessä. Huomioidaan myös, että kaikkien kohteiden runkorakentaminen tapahtui talviaikaan, joka loi omat haasteensa rakentamiselle. Palomäen (2010) mukaan työskentelyä voivat hidastaa myrskyt, pakkaset sekä vesi- ja lumisateet. Toisinaan nämä aiheuttavat myös keskeytyksiä rakennustöissä. Talvirakentamiseen oltiin osattu varautua kaikkien kohteiden kohdalla.

Rakennustuotannon häiriöt voidaan jaotella kahteen eri kategoriaan, sisäisiin ja ulkoisiin. Kun häiriöt johtuvat pääurakoitsijasta tai hänen hallinnassaan olevista toimenpiteistä, voidaan puhua sisäisistä häiriöistä. Kun taas häiriöt, jotka johtuvat

pääurakoitsijan hallinnan ulkopuolella olevista asioista, puhutaan sisäisistä häiriöistä. Näitä voivat olla esimerkiksi suunnitelma-, toimitus-, tuotanto- tai laatuhäiriö.

Case kohteessa 1 elementtiasennus oli aluksi suunniteltu alkavan viikolla 40. Elementtitoimitusten viivästyksistä johtuen kerrosten 1. ja 2 graafiset elementit toimitettiin kohteelle 4 viikkoa myöhässä, viikolla 44. Case kohteiden 1 ja 2 hormitoimitukset viivästyivät elementtien toimitusongelmien vuoksi myös 4 viikkoa. Case 2 toisen kerroksen parvekelaattaelementtien toimitus viivästyi elementtitehtaan ongelmien vuoksi 3 viikkoa. Nämä edellä luetellut ulkoiset häiriötekijät aiheuttivat sen, että talotekniikkaurakoitsijat eivät päässeet aloittamaan urakkaansa sovituksessa aikataulussa. Elementtien asennusjärjestystä jouduttiin myös muuttamaan parvekelaattaelementtien toimitusten myöhästymisen vuoksi. Parvekelaattaelementit asennettiin välittömästi niiden saavuttua työmaalle, joka aiheutti muun runkoasentamisen aikataulun muuttamista. Runkoaikataulun muuttaminen aiheutti luonnollisesti muutoksia myös taloteknistenurakoitsijoiden asennusaikatauluihin. Runkorakentamisen aikataulua jouduttiin seuramaan päivittäin mahdollisten muutosten vuoksi.

Case 1:ssä alkuperäinen ja yleisaikatauluun merkitty runkokierto oli suunniteltu 7 päivän mittaiseksi mutta todellisuudessa runkokierto venyi 1-7 kerroksen kohdalla 10 päivän mittaiseksi. Yhteensä 8 kerroksen osalta tämä tarkoitti viivästystä aikataulussa 24 työpäivää, eli lähes viisi viikkoa. Case 1: sen kerrosten 9-12 runkokierto oli 5 päivää ja nämä elementtiasennukset saatiin toteutettua suunnitellussa aikataulussa. Myöhästyminen aikataulussa tapahtui siis kerrosten 1-8 aikana.

Yleisaikataulua ei lähdetty muuttamaan ulkoisten häiriötekijöiden vuoksi. Aikataulua seurattiin viikkoaikatauluina sisävaiheenaikataulun valmistumiseen asti, jonka jälkeen siirryttiin seuraamaan sisävaiheenaikataulua. Ulkoisista häiriöistä johtuvaa aikataulumuutosta oli mahdotonta kiertää runkovaiheessa, joten aikataulua alettiin kuroa kiinni vasta sisävaiheen alkaessa. Aikataulun mahdollista kiristämistä runkovaiheessa rajoitti myös eri kohteiden kesken jaettu torninosturin käyttö sekä kustannukset. Runkoaikatauluun syntyneiden viivästysten vuoksi taloteknisten

asennusten aikatauluja jouduttiin sisävaiheessa seuraamaan entistä tarkemmin ja paikoin asennusjärjestyksiä muutettiin, jotta työt pystyivät etenemään verkkaisesti. Tilaajan sekä talotekniikkaurakoitsijan täytyi tehdä saumatonta yhteistyötä. Lisäksi hormielementtien toimitusvaikeudet aiheuttivat muutoksia sisävaiheen aikataulutukseen. Yleisaikataulu oli kiritty kiinni ennen suunniteltua luovutusvaiheen alkua.

Case-kohteiden 3 ja 4 koettiin hyvin pitkälti samoja ongelmia, kuin case-kohteissa 1 ja 2. Elementtitoimitukset viivästyivät 1. kerroksen osalta muutamalla viikolla, jonka seurauksena yleisaikataulua jouduttiin muokkaamaan niin, että se vastasi toteutunutta. Yleisaikataulua muokattiin lopun viimein 2 kertaa, ilman, että valmistumispäivää siirrettiin. Tämä aiheutti omat haasteensa sisävaiheaikataulutukselle. Tässäkin tilanteessa voidaan puhua ulkoisesta häiriötekijästä, koska runkourakoitsijalla ei ollut riittävästi resursseja useaan samaan aikaiseen kohteeseen.

Omat ongelmansa case kohteille 3 ja 4 aiheutti epäsuotuista maailmantilanne, joka aiheutti huonoja hankintoja. Runkourakoitsijaa ei saatu kiinnitettyä kohteelle urakkahinnalla, vaan työt suoritettiin tuntihinnalla, joka jo itsessään aiheutti ongelmia aikataulutukseen. Korjausliikkeet aikataulujen suhteen olisi pitänyt tehdä jo runkovaiheessa, mutta työmaaorganisaatio havahtui ongelmaan hieman liian myöhään. Tämä johtui osittain siitä, että osa työmaaorganisaatiosta oli kiinni vielä edellisillä kohteilla, joten se aiheutti keskittymisvaikeuksia nykyisen kohteen kanssa. Alkuperäiseen runkoaikatauluun oli laskettu kerroskierros 6 päivää per kerros, mutta pian rakentamisen alkamisen jälkeen siihen jouduttiin lisäämään kaksi päivää. 8 päivän kerroskierrolla kohde saatiin rakennettua loppuun asti.

2.4.3 Case-kohteiden yhteenveto

Kaikissa neljässä erimerkki kohteessa oli isoja ulkoisia häiriötekijöitä, joihin ei olisi voinut ennakoita varautua.

Maailmantilanne ei ollut rakentamisen kannalta paras mahdollinen. COVID-19 pandemia oli pahimmillaan kaikkien esimerkkikohteiden runkorakentamisen ai-

kana. Pandemia aiheutti paljon sairaspöissaoloja, sekä urakoitsijoilla, että rakennuttajan omalla organisaatiolla. Työnjohto joutui karanteenin vuoksi ohjaamaan työvaiheita etätöistä kotoa käsin, joka osaltaan vaikeutti töiden etenemistä.

Venäjän hyökkäyssota Ukrainaan aiheutti myös omat haasteensa. Materiaaleissa oli pahoja toimitusvaikeuksia, hinnat kohosivat joidenkin tuotteiden, esimerkiksi rauditusraudan kohdalla korkeaksi. Kodinkoneiden toimituksissa ilmeni viiveitä komponenttipulan sekä logististen ongelmien vuoksi.

Haastatteluista selvisi, että kaikkien neljän case-kohteen aikataulusuunnittelu perustui enemmän kokemuseräiseen menekkiin työnkestosta, kuin laskennalliseen työmenekkiin. Case-kohteiden työmaapäälliköt omaavat vuosien kokemuksen aikataulusuunnittelusta ja molemmilla on takana myös esimerkkikohteita haastavampia kohteita. Kummassakaan kokonaisuudessa ei oltu tehty LVIS-aikataulua erikseen, vaan talotekniikan tahdistavimmat työvaiheet oli limitetty yleis-aikataulun sekaan.

Case kohteet rakennettiin samaan kortteliin, osittain limittäinen aikataulutettuna ja kaikissa neljässä kohteessa käytettiin samaa torninosturia sekä joissain työvaiheissa samoja urakoitsijoita. Sama runko- sekä talotekniikkaurakoitsija oli case kohteissa 1 ja 2 sekä 3 ja 4. Tällaisella järjestelyllä saatiin joissain määrin vaikeutettua aikataulusuunnittelua. Yhdelläkään kohteella aikatauluhäiriöt eivät aiheuttaneet ylivoimaista estettä, jolloin voitaisiin puhua myös Force Majeure tilanteesta. Force majeure tarkoittaa suomeksi ylivoimaista estettä ja se on osapuolista riippumaton, odottamaton tapahtuma, joka voi käytännössä estää sovitun työsuorituksen tekemisen (Docuen juristit, 2023). Edellä mainituista, sekä ulkoisista, että sisäisistä häiriötekijöistä huolimatta, kohteet luovutettiin onnistuneesti tilaajalle sovitussa aikataulussa.

3 TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO

Opinnäytetyö on luonteeltaan kvalitatiivinen tutkimus, joka jakautuu kirjallisuustutkimukseen sekä haastattelututkimukseen. Kirjallisuustutkimuksessa tarkastellaan rakennushankkeen aikataulujen suunnittelua sekä kehitysmahdollisuuksia. Haastattelututkimuksessa selvitetään epäkohtia opinnäytetyön kohdeyrityksen työmaiden talotekniikka-asennusten sekä runkorakentamisen aikataulujen yhteensovittamisessa asuntorakentamisen projekteilla.

Opinnäytetyön yhtenä osana on haastattelututkimuksen tekeminen. Haastattelututkimus on muodoltaan puolistrukturoitu haastattelu, jossa haastattelukysymykset ovat valmiiksi mietittyjä, eli kysymykset ovat kaikille haastateltaville samoja, mutta valmiit vastausvaihtoehdot puuttuvat. Kyseinen haastattelumuoto etenee siten, että haastateltavilta kysytään joko samat tai lähestulkoon samat kysymykset, täysin samassa järjestyksessä (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, 2006).

Hirsjärven ja Hurmeen (2022, 21-22) mukaan haastattelututkimuksessa on omia haittojaan, joita voi olla muuan muassa se, että haastateltavien etsiminen voi viedä paljon aikaa, kuten myös haastatteluiden sopiminen ja itse haastatteleminen. Haastattelututkimuksen mahdolliseksi haitaksi he listaavat myös sen, että vapaamuotoisen haastatteluaineiston analysoiminen sekä raportointi voi olla ongelmallista, koska ei ole olemassa valmista pohjaa, kuinka haastatteluja tulisi tulkita.

Haastattelua ei myöskään tulisi valita aineistonkeruumenetelmäksi vain sen vuoksi että se tuntuisi mukavalta tai helpolta. Tutkimusmenetelmän valinnan tulisi sopia yhteen muiden valintojen kanssa ja palvella niitä päämääriä, joita tutkimuksella on. Opinnäytetyön kannalta haastattelu oli erinomainen tapa kerätä ajankohtaista tietoa työmaiden aikataulusuunnittelun tilanteesta.

Haastattelututkimuksen yhtenä osana haastateltiin SRV Rakennus Oy:n työpäälliköitä, runkotyönjohtajia sekä TATE-asiantuntijoita. Haastattelukysymykset (liite 1) lähetettiin haastateltaville etukäteen tutustuttavaksi sähköpostitse. Seitsemän haastattelua suoritettiin kasvokkain ja kaksi sähköpostitse.

Haastattelututkimuksen haastattelut nauhoitettiin muistin tueksi sekä litteroinnin helpottamiseksi.

Hyvärisen, Nikanderin ja Ruusuvuoren (2017) mukaan kyselyhaastattelut yleistyivät voimakkaasti 1950- ja 1960-luvuilla, heti toisen maailmansodan jälkeen. Kyselyhaastattelua alettiin käyttää akateemisessa tutkimuksessa sekä kaupallisessa markkinatutkimuksessa. Koska samoihin aikoihin myös tekniikka kehittyi, se mahdollisti entistä suurempien aineistojen vaivattoman käsittelyn, joten aineiston keruun painopiste siirtyi yleisesti käytössä olleista avokysymyksistä myös vastausvaihtoehdoiltaan strukturoituihin lomakkeisiin. Heidän mukaansa kyselyhaastattelun ero muihin haastattelumuotoihin on se, että tutkija on kiinnostunut haastateltavien vastauksista osana isompaa aineistoa, joka jaotellaan eri kategorioihin, eikä niinkään yksittäisen haastateltavan vastauksista (Hyvärinen ym. 2017).

Opinnäytetyön yhtenä osana oli myös kirjallisuustutkimus. Kirjallisuustutkimus on tutkimustyyppi, jossa tutkimus suoritetaan analysoimalla lähdekirjallisuutta. Opinnäytetyön lähdekirjallisuutena on käytetty pääasiallisesti Rakennustieto Oy:n ylläpitämää kortistoa. Kyseinen kortisto on rakennusalan monipuolisin ja jatkuvasti päivittyvä tietopalvelu, joka on tehty eri ammattilaisten tarpeisiin. Opinnäytetyössä käytetty kirjallisuustutkimuksen aineisto on luotettavaa, koska sitä käyttävät alalla toimivat ammattilaiset ja aineistoa käytetään myös oppilaitoksissa opetustarkoitukseen. Aineistoa analysoiminen on helppoa sen selkeyden vuoksi. Opinnäytetyön kirjallisuustutkimukseen löytyi aineistoa helposti, mikä edesauttoi työn etenemistä. Kirjallisuustutkimuksen yhdistäminen haastattelututkimuksen kanssa palveli sitä tarkoitusta, mikä oli opinnäytetyön taustalla. Opinnäytetyön taustalla oli saada selville aikataulutuksen ongelmakohtia työmaalla. Kirjallisuustutkimuksesta saatu tieto tuki työmaaorganisaatioiden haastattelemista saatua tietoa aikataulusuunnittelun ja sen ongelmakohtien osalta.

3.1 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyössä haastateltiin yhteensä 9 henkilöä. Haastateltavien kokemus rakennusalalla oli keskimäärin 13-vuotta ja haastateltavista lähes puolet oli toiminut rakennusalalla yli 16 vuotta tai enemmän (Taulukko 3). Vastanneista 7 työskenteli Pirkanmaan alueella ja 2 pääkaupunkiseudulla. Vastauksien käsittelemisen selkeyttämiseksi, haastattelu oli jaettu kahteen pääaiheeseen, aikataulusuunnitteluun ja rakentamisaikaiseen valvontaan. Haastatteluista seitsemän toteutettiin kasvokkain ja kaksi sähköpostin välityksellä. Kasvokkain suoritettavat haastattelut nauhoitettiin muistin tueksi sekä litteroinnin helpottamiseksi. Neljä haastatteluun osallistunutta oli osana case-kohteiden työmaaorganisaatiota.

TAULUKKO 3. Haastateltavat.

Nro.	Tehtävänimike	Kokemus vuosina
1	Runkotyönjohtaja	10 vuotta
2	Työmaapäällikkö	13 vuotta
3	Työnjohtaja	7 vuotta
4	Työmaapäällikkö	25 vuotta
5	Työjohtaja	5 vuotta
6	Työnjohtaja	4,5 vuotta
7	Työmaapäällikkö	17 vuotta
8	Työmaapäällikkö	17 vuotta
9	Työmaapäällikkö	19 vuotta

3.2 Haastattelun tulokset

Haastattelun tulokset käydään läpi samoilla aihealueilla, kuin haastattelulomakkeella (LIITE 1), jotka ovat aikataulusuunnittelu sekä rakentamisaikainvalvonta. Aikataulusuunnittelun osuudessa avataan haastateltavien esiin nostamia aikataulusuunnittelun haasteita sekä mahdollisia kehityskohteita. Rakentamisaikaisen valvonnan osuudessa avataan haastateltavien kokemuksia rakentamisaikaisen valvonnan haasteista sekä työmaiden käytännöistä toteuttaa valvontaa ja aikatauluseurantaa.

3.2.1 Aikataulusuunnittelu

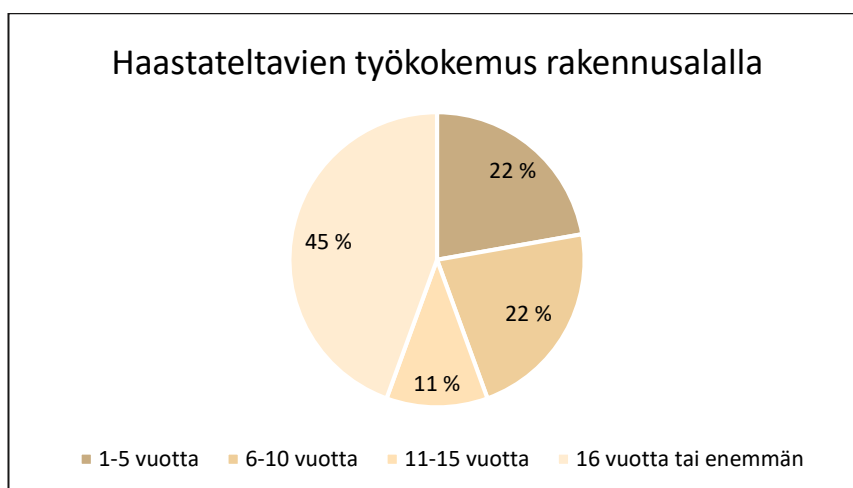
Tutkimushaastattelun ensimmäisenä pääteemana oli aikataulusuunnittelu. Osion kysymysten tarkoituksena oli selvittää, paljonko aikaa käytetään aikataulusuunnitteluun sekä mahdolliset aikataulumuutokset ja syyt, joiden vuoksi aikataulua on jouduttu muokkaamaan. Aikataulusuunnitteluosiossa selvittiin myös taloteknisten-asiantuntijoiden roolin tärkeyttä rakennushankkeiden aikataulusuunnittelussa.

Luonnollisesti yleisaikataulun tekemiseen käytettiin kaikista eniten työaika. Keskiarvollisesti yleisaikataulun tekemiseen käytettiin työaika kohdekohtaisesti 31 tuntia. Yksi haastateltavista ei osannut arvioida käyttämänsä työaika. Yleisaikataulun teki useimmiten työmaapäällikkö, mutta joillain työmailla yleisaikataulun tekemiseen oli osallistunut koko työmaaorganisaatio. Yleisaikataulusuunnittelua on helpottanut se, että on ollut käytössä vastaavan kohteen yleisaikataulu, johon on ollut helppo sovittaa uuden työmaan nimikkeet sekä menekit, jotta aikataulusta saadaan helppolukuinen.

Viikkotaulujen tekemiseen käytettiin työviikossa keskimäärin 3,7 työtuntia. Yksi haastateltava henkilö ei ollut tehnyt lainkaan viikkoaikatauluja. Viikkoaikataulujen teosta vastasi useimmiten kohteen työmaapäällikkö.

Työvaiheaikatauluihin käytettiin keskimäärin 13 tuntia viikossa. Käytetyt tunnit riippuivat työvaiheen suuruudesta ja kestosta. Työvaiheaikataulun teki useimmiten työvaiheesta vastaava työnjohtaja.

TAULUKKO 4. Haastateltavien työkokemus vuosina



Hyvästä aikataulusuunnittelusta huolimatta, joissa toisinaan työmailla tulee eteen sellaisia häiriötekijöitä- tai tilanteita, (Taulukko 5) joissa aikataulua joudutaan muokkaamaan syystä tai toisesta. Tutkimushaastatteluun haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että yleisaikataulua ei muokata, ilman erittäin painavaa syytä. Erittäin painavia syitä oli esimerkiksi, erittäin pitkät, jopa useamman viikon viivästykset materiaalityömaissa tai erittäin suuret suunnitelmavirheet, jotka aiheuttavat suunnitelmamuutoksia.

TAULUKKO 5. Haastattelussa esiin tulleita häiriötekijöitä- ja tilanteita.

Haastattelussa esiin tulleita häiriötekijöitä- ja tilanteita:

- resurssien vähäisyys
- urakoitsijoiden ammattitaito
- materiaali pula
- materiaalin toimitusviivästys
- sääolosuhteet
- suunnitelmamuutokset
- suunnitelmavirheet
- laatu virheet, esimerkiksi elementeissä
- määräm muutokset

Edellä mainitun lisäksi häiriötekijöitä- ja tilanteita voi olla esimerkiksi resurssien vähäisyys, urakoitsijoiden ammattitaidon puute, materiaali pula, sääolosuhteet,

suunnitelmamuutokset- tai virheet sekä määrämuutokset. Näistä häiriötekijöistä- tai tilanteista syntyneistä aikatauluviiveistä oltiin selvitty joko muokkaamalla viik-koaikataulua tai työvaiheaikataulua.

Koska opinnäytetyön tavoitteena oli löytää menetelmä työmaiden talotekniikka-asennusten sekä muun rakentamisen aikataulujen yhteensovittamisesta asun-
rakentamisen projekteilla, oli tärkeä selvittää myös talotekniikka-asiantuntijoiden roolit ja heidän merkitys aikataulusuunnittelussa. Haastatteluiden perusteella ilmeni, että talotekniikka-asiantuntijat ovat suurimman osan mielestä tärkeässä roolissa aikataulusuunnittelussa. Vähemmistö haastateltavista taas koki, että peruserrostalorakentaminen on jo niin tuttua, ettei talotekniikan asiantuntijoille ole jatkuvaa tarvetta. Koettiin myös, että talotekniikka-asiantuntijoilta saa apua pyydettyäessä. Asiantuntijat osaavat antaa ajallisia määreitä LVIS-työvaiheiden kestosta ja heiltä löytyy paras tietotaito talotekniikan ja runkorakentamisen yhteensovittamiseen. Talotekniikka-asiantuntijat osaavat huomioida myös taloteknisten-töiden oikea-aikaisuuden.

Esiin nousi myös sellaisia huomioita, että runkomestareilla ja työnjohdolla olisi hyvä olla syvempää osaamista talotekniikan osalta. Kaikilla projekteilla ei ole ko-koaikaista talotekniikka-asiantuntijaa käytettävissä, joten toisinaan avun saami-nen voi olla haastavaa tai ongelma on ehditty ratkaisemaan toisella tavoin, ennen asiantuntijan avun saamista. Mikäli työnjohdolla olisi talotekniikasta parempi tie-tämys, se sujuvoittaisi ongelmaratkaisua joissain tilanteissa huomattavasti.

Rakentamisen laadunvalvonnan kannalta olisi merkittävää, jos jokaisella projek-tilla olisi oma talotekniikka-asiantuntija, joka suorittaisi samalla laatutarkastuksia runkorakentamisen aikana. Talotekniikka-asiantuntijoilla on parhain tieto siitä, mitä asioita olisi syytä tarkastella, esimerkiksi ennen holvin betonointia. Urakoit-sijoiden omien tehtävien, kuten myös aliurakoitsijoiden tehtävät määritellään laa-tumatriisissa, joka on laadittu tilaajan toimesta (Davidsson ym. 2017, 12). Haas-tatteluiden perusteella näin ei kuitenkaan ole ja koska aikataulut voivat elää, tar-kastuksia ei aina voida suorittaa talotekniikka-asiantuntijan toimesta. Tällaisissa tilanteissa työnjohdon syvempi osaaminen olisi myös hyödyksi. LVIS-tekniikka, kuten myös rakennustekniikka, kehittyy koko ajan ja rakennusalan pitäisi pystyä kehittymään sen mukana.

Talotekniikan asennusjärjestys on isossa roolissa runkorakentamisen ja taloteknisten työvaiheiden yhteensovittamisessa. Oikealla asennusjärjestyksellä työ nojuvampaa, urakoitsijoille löytyy vaadittavaa mestaa ja aikataulujen seuraaminen ja aikataulussa pysyminen helpottuvat. Haastateltavat kokivat, että runkorakentamisen aikana talotekniikan asennusjärjestys huomioidaan hyvin. Taloteknisten työvaiheiden on mahdollista edetä oikeassa asennusjärjestyksessä runko-aikataulun mukana, kun otetaan huomioon muutama tärkeä asia, esimerkiksi tahdistavat työvaiheet.

Aikataulusuunnittelun tärkeys nousee esille merkityksellisesti. Runko-aikataulu on pyritty laatimaan siten, että myös taloteknisille asennuksille on jäänyt riittävä aika. Ennakoinnilla ja hyvällä aikataulusuunnittelulla parannetaan huomattavasti runko-aikataulun ja taloteknisten asennusten yhteensovitusta. Hankinnan osallistuminen nousi myös esille. Rakennuttajan oman hankintatiimin on täytynyt olla hereillä, että ollaan saatu talotekniikkaurakoitsijat oikeaan aikaan työmaalle, jotta myös talotekniikkaurakoitsijat ehtivät tilaamaan materiaalit oikea-aikaisesti työmaalle. Hyvällä ja sujuvalla yhteistyöllä ollaan saatu aikaan hyviä tuloksia, pysytty aikataulussa, eikä työmailla olla koettu, että talotekniikka olisi jäänyt huomattavasti runko-aikataulusta jälkeen tai, että talotekniset asennukset olisivat aiheuttaneet rungon viivästyksiä, vaikka se isossa roolissa kokonaisuuteen nähden onkin.

Rakennustekniikka ja LVIS-tekniikka kehittyvät koko ajan, sen vuoksi olisikin hyvä, että työmaiden aikatauluasuunnittelua tai sen osa-alueita kehitettäisiin samassa suhteessa. Yksi haastateltavista kertoi, että mallinnuksen hyödyntäminen aikataulusuunnittelussa on yleistymässä. Mallinnuksen kehittymisestä on koettu saavan suurta apua, koska mallinnukset ja työvaiheiden eteneminen nähdään visuaalisessa muodossa. Haastateltavat olivat huomanneet myös sen, että talotekniikka ei nähdä enää aikataulussa pelkkänä viivana ja sen on ymmärretty olevan tahdistava tekijä. Resurssien riittävyydellä ja sitä myöten aikataulujen yhteensovittamisella on merkityksensä aikataulusuunnittelun kehittämisessä. Aikataulusuunnittelua ei voida kehittää, ellei siihen varata aikaa ja vaadittavia resursseja.

Yleisaikataulu on nimensä mukaisesti yleisaikataulu, eikä siinä tarvitse esittää asioita niin tarkasti, kuin viikko- tai työvaihe aikataulussa. Haastateltavien keskuudessa aikataulun aikataulunimikkeistä löytyi eroja. Toiset halusivat esittää yleisaikataulussa vain suurimmat tahdistavat tekijät, kun toiset halusivat esittää siinä mahdollisimman paljon eri nimikkeitä, kuitenkin siten, että visuaalinen ilme pysyy siistinä ja luettavuus säilyy. Tämän eron huomaa myös tarkastellessa opinnäytetyön case-kohteiden aikataulujen ulkoasua.

Opinnäytetyön haastateltavista 7 työskenteli Pirkanmaalla ja kaksi pääkaupunkisudulla, eikä haastatteluiden vastauksissa ollut havaittavissa maantieteellistä eroa.

3.2.2 Rakentamisaikainen valvonta

Tutkimushaastattelun toisena pääteemana oli rakennusaikainen valvonta. Teeman kysymysten tarkoituksena oli selvittää, mistä mahdolliset aikatauluviiveet johtuvat, kuinka mahdolliset aikatauluviiveet korjataan sekä kuinka mahdollisiin laatu poikkeamiin reagoidaan ja, että onko niitä huomioitu työmaiden aikataulusuunnittelussa millään tavalla.

Haastattelussa selvisi, että urakoitsijan puolelta tapahtuva valvonta on usein urakoitsijasta riippuvaista ja vaihtelevuus urakoitsijoiden aikatauluseurannassa on suurta. Osalla työmaista runkourakoitsija ei ollut suorittanut omalta osaltaan aikatauluvalvontaa lainkaan, vaan aikatauluseuranta sekä rakentamisaikainen valvonta olivat jääneet kokonaan rakennuttajan työnjohdon suoritettavaksi.

Työmaaorganisaatio valvoo suunnitellun työn toteutumista työmaan viikkopalaverissa, esimerkiksi merkitsemällä toteumat viikoittain aikatauluun. Työmaan viikko palaverissa ja urakoitsijapalaverissa käydään läpi työmaan tilanne sekä suunnitellaan jatko vähintään tuleviin kokouksiin saakka (Sahlstedt S. 2011, 9)

Haastateltavien osalta koettiin, että urakoitsijan puolelta ei välttämättä löydy tarpeeksi vaadittua osaamista aikataulun seuraamiseen tai kokonaisuuden hallintaan, tehdään vain oma työsuorite. Aikataulussa pysymistä valvotaan päivittäin

työmaalla ja joka viikko pidettävissä urakoitsijapalavereissa. Urakoitsijoiden osallistuminen urakoitsijapalaveriin vaihteli suuresti, joka osaltaan voi vaikeuttaa aikatauluseurantaa.

Hyvällä aikataulusuunnittelulla on vaikutusta myös rakentamisaikaiseen valvontaan. Haastateltavien vastauksista selvisi, että nimenomaan taloteknisiä nimikkeitä voi jäädä aikataulusuunnittelussa huomiotta, johtuen siitä, että kaikkea ei koeta tarpeelliseksi merkitä aikataulusuunnitelmiin. Aikataulujen pitäisi kuitenkin pysyä selkeinä ja helppolukuisina, mutta koettiin myös, että kaikki työmaalla tapahtuvat asiat olisi hyvä olla edes jossain ylhäällä. Esimerkiksi erillistä nimikeluetteloa pidettiin hyvänä asiana, josta voitaisiin tarkistaa, että mitä nimikkeitä oman kohteen aikataulusuunnitteluun olisi hyvä ottaa mukaan. Erillisellä nimikeluettelolla varmistettaisiin se, että kaikki asiat muistettaisiin tehdä oikea-aikaisesti, jolloin rakentamisen laatu säilyisi. Tällaisella tavalla myös rakentamisen valvonta saataisiin helpotettua.

Rakentamisaikaisen valvonnan merkitys korostuu myös siinä, että urakoiden läpivientiaikoja kiristetään ja rakentaminen on muuttunut monimuotoisemmaksi. Rakentamisaikaisen valvonnan pitäisi kehittyä samassa suhteessa rakentamisen kanssa. Joidenkin haastateltavien kohdalla tilanne rakentamisen aikaisen valvonnan kohdalla koettiin huonoksi, sekä rakennuttajan, että urakoitsijan puolelta. Urakoitsijoihin voidaan luottaa liikaa tai heidän työnjohtonsa ei kykeneen hallitsemaan aikataulun seurantaan eikä rakentamisaikaista valvontaa.

Runkorakentamisen ja taloteknisten asennusten aikana syntyy toisinaan myös viiveitä. Viiveet voivat johtua rakennuttajasta, urakoitsijasta tai muusta ulkoisesta tai sisäisestä tekijästä. Haastateltavien vastausten perusteella viivästyksiin pyritään reagoimaan välittömästi, riippuen siitä, minkä vuoksi viivästys johtuu. Riippuen myös siitä, onko viivästys johtunut runkourakoitsijasta vai talotekniikkaurakoitsijasta, viiveet pyritään kirkimään samoilla toimintatavoilla. Pienen viiveen korjaaminen tapahtuu työpäivää venyttämällä, hieman suuremman viiveen korjaaminen tapahtuu viikonlopputöillä tai aikataulumuutoksilla sekä resurssien lisäämisellä. Toisinaan on jouduttu siirtämään työvaiheita, esimerkiksi märkähölvän betonointia, että kaikki tarvittava saadaan asennettua ennen betonointia. Tämä tarkoittaa automaattisesti pieniä muutoksia aikatauluihin.

Laatutarkastuksilla valvotaan, että rakentaminen tehdään määräysten mukaisesti. Haastateltavien mukaan laatutarkastuksia suoritetaan runkorakentamisen aikana päivittäin. Jokaiselle osakohteelle suoritetaan aina malli- ja asennustapa-tarkastus, jossa on mukana osakohteesta riippuen kohteen työnjohto, kohteen työmaapäällikkö, LVI-valvoja, KVV-työjohto sekä talotekniikan asiantuntija tai urakoitsijan työnjohto.

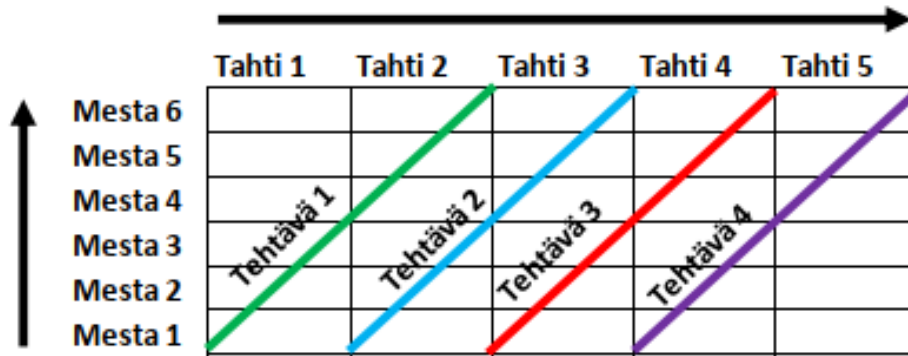
Mälkösen (2018, 2) mukaan malliasennuksella tarkoitetaan yhden tai useamman urakkasuorituksen yhteiseen toteutustapaan kohdistuva katselmus. Katselmuksen lopputuloksena syntyy yhteisesti sovittu sekä dokumentoitu tapa toteuttaa muut vastaavat rakenteet tai järjestelmäosat. Malliasennuksen avulla huomataan, onko tarkastettavassa kohteessa virhettä, jonka toteutus täytyy suunnitella uudelleen, ennen seuraavaan työvaiheeseen tai osakohteeseen siirtymistä. Toisinaan virhe on sellainen, että se mahdollisesti kertautuisi tulevissa työkohteissa. Tällöin selvitetään virheen syy ja tehdään korjaavat toimenpiteet virheen poistamiseksi. Toimenpide voi esimerkiksi olla sellainen, jossa muutetaan työmenetelmää tai kalustoa (Mälkönen, 2016, 28).

Mallikatselmuksesta tehdään mallityöntarkastus Gongrid-järjestelmään, joka on yleisesti rakennusalalla käytössä oleva mobiilipohjainen laadunvalvontajärjestelmä.

Laatutarkastusten yhteydessä löytyy toisinaan laatupoikkeamia. Haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että laatupoikkeamat tulisi korjata välittömästi. Tällä tavalla korjaamisesta tulee kustannustehokkaampaa ja aikatauluystävällisempää.

Osa haastateltavista koki, että laatupoikkeamiin oltiin varauduttu aikataulusuunnittelussa niin kutsutulla häiriövaralla. Näissä tilanteissa aikataulut oli suunniteltu lähtökohtaisesti siten, että työvaiheiden suoritusjärjestystä voitiin muuttaa kerroksen sisällä siten, että se ei vaikuttanut olevassa olevaan aikatauluun negatiivisella tavalla. Kohteen aikataulusuunnittelussa oli otettu vaikutteita tahtituotannon aikataulusuunnittelusta.

Tahtituotannolla tarkoitetaan tuotannon tahdistamista. Tällöin tehtävien kestot mitoitetaan yhtä pitkiksi ja jolloin jokainen tehtävä etenee samalla vauhdilla (Saari & Keskiniva, 2019, 7)



KUVA 10. Tahtiaikaa kuvaava taulukko (Saari ym. 2019, 7).

Tahtiaika (Kuva 10) on yhtä kuin vakiokestoinen ajanjakso, jota jokainen tahtituotannon työpaketti noudattaa. Käytetään rytmittämään tuotannon kulku tasaiseksi ja ennustettavaksi (Saari ym. 2019, 7).

Joissain tilanteissa laatupoikkeamat voivat syntyä virheellisen suunnittelun vuoksi, jolloin laatupoikkeama voidaan huomata tilanteeseen nähden liian myöhään. Tällaiset laatupoikkeamat aiheuttavat useimmiten aikataulupoikkeamia, johtuen siitä, että korjaaminen on haastavampaa tai se joudutaan suorittamaan jälkikäteen. Jälkikäteen suoritettavista korjauksista koituu useimmiten myös ennakoinnista kustannusnousua työmaalle.

3.3 Haastattelun tulosten yhteenveto ja analysointi

Haastattelujen yhteenvetona voidaan todeta, että tilanne työmailla runkorakentamisen ja taloteknisten työvaiheiden yhteensovittamisen kannalta ei vaikuta ollenkaan heikolta, toisin kuin olettamus työn alussa oli. Kokonaisuudessaan aikataulujen yhteensovittaminen on kokonaisvaltaista ja laadukasta. Haastateltavien vastaukset noudattivat pitkälti samaa kaavaa ja vastauksista kaikkien osalta, löytyi paljon yhteneväisyyksiä, riippuen siitä, oliko haastateltava työjohtaja vai työmaapäällikkö (Taulukko 6). Haastateltavien rakennusalan kokemusvuosilla ei myöskään ollut vaikutusta vastauksiin (Taulukko 4).

Haastateltavien vastausten perusteella voidaan todeta, että runkorakentamisen ja taloteknisten asennusten aikataulujen yhteensovittamisessa löytyy muutamia kehitettäviä asioita, joilla aikataulusuunnittelua saataisiin hiottua vielä tarkem-

maksi ja ennakoivammaksi. Haastateltavien joukosta kaksi osasi nimetä konkreettisia tapoja parantaa aikataulusuunnittelua, loput haastateltavista antoivat ehdotuksia aikataulusuunnittelun parantamiseksi.

Suunnittelemisen ja suunnitelmien tarkastamista korostettiin haastateltavien vastauksissa. Aikataulusuunnittelu työmaalla on haastavaa, mikäli suunnitelmat eivät vastaa toteutusta. Vaikka aikataulusuunnittelussa huomioitaisiin häiriövaroja mahdollisten poikkeamien varalta, on silti tilanteita, joihin ei hyvälläkään aikataulusuunnittelulla voi vaikuttaa. Kukaan meistä ei voi vaikuttaa sääoloihin, joka luo omat haasteensa etenkin talvirunkojen rakentamisessa. On olemassa muitakin ulkoisia häiriötekijöitä, kuten materiaalien saatavuus- tai toimitushäiriöt, jotka voivat vaikuttaa aikatauluun. Tällaisissa tilanteissa aikataulujen muokkaaminen on vääjäämätöntä.

TAULUKKO 6. Haastatteluiden vastusten yhteenveto

Haastatteluiden tulokset

- Aikataulujen yhteensovittaminen on kokonaisvaltaista ja laadukasta
- Työmaiden aikataulusuunnittelu on haastavaa, mikäli suunnitelmat eivät vastaa toteutusta
- Talotekniikka-asiantuntijan tarjoama apu olisi hyvä arkipäiväistä työmaalle, näin rakentamisesta saadaan kustannustehokkaampaa ja ennakoitavampaa.
- Työmaaorganisaatio ja talotekniikka-asiantuntijoiden ymmärtämättömyys toistensa rooleista ja tarpeellisuudesta.

Pääosin haastateltavat kokivat saavansa tarvitsemansa tuen talotekniikan asiantuntijoilta, vaikka he eivät työmaalla joka päivä olisikaan. Jokainen ei kuitenkaan ole vastaanottanut tukea, jota olisi ollut saatavilla kohteen aikataulusuunnittelun ja rakentamisen aikana. Ongelmana voidaan pitää osapuolten ymmärtämättömyyttä toistensa rooleista ja tarpeellisuudesta. Projektiorganisaatiossa voidaan

edelleen olla siellä "hihavakioiden" tasolla vaikka kohde vaatisi projektiorganisaation ja talotekniikka-asiantuntijoiden saumattoman yhteistyön, kohteen ohjattavuuden ja onnistumisen kannalta.

Kokonaistilanne työmailla runkorakentamisen ja taloteknisten työvaiheiden yhteensovittamisen kannalta ei vaikuta ollenkaan huonolta. Tarjolla olevan avun vastaanottaminen olisi hyvä arkipäiväistä työmaille, jolloin työmaan arjesta saataisiin sujuvampaa. Tällä rakentamisesta saataisiin kustannustehokkaampaa, ennakoitavampaa ja välttyttäisiin turhanpäiväisiltä virheiltä.

4 TULOKSET

Opinnäytetyö oli luonteeltaan kvalitatiivinen tutkimus, joka jakautuu kirjallisuustutkimukseen sekä haastattelututkimukseen. Kirjallisuustutkimuksessa selvitettiin yleisellä tasolla aikataulusuunnittelua, sen historiaa sekä tapoja tarkastella aikataulun pitävyyttä. Tämän kautta saatiin yleiskäsitys siitä, kuinka aikataulut koostettaisiin oikeaoppisesti. Haastattelututkimuksen avulla saatiin muodostettua todellinen kuva työmaiden menetelmistä runkorakentamisen ja taloteknisten asennusten aikataulujen yhteensovittamisesta sekä löydettiin vastaukset tutkimuskysymyksiin.

4.1 Aikataulussa pysymisen edellytykset

Opinnäytetyössä pyrittiin löytämään vastauksia todellisista tilanteista työmaalla aikataulussa pysymisen haasteissa. Haastateltavien vastausten perusteella voidaan todeta, että aikataulussa pysymisen edellytyksiä (Taulukko 7) ovat hyvä valmistautuminen, suunnitelmien saatavuus ja niiden oikeellisuus sekä ennakoiva aikataulusuunnittelu, jossa on huomioitu myös mahdolliset häiriövarat. Myös rakennuttajan ja urakoitsijoiden yhteistyöllä on suuri merkitys aikataulussa pysymisen kannalta. Urakoitsijalta olisi hyvä kysyä oma näkemys heidän töiden aikataulutuksesta, joka voidaan yhteen sovittaa työmaan kokoaman aikataulun kanssa. On koettu, että sitouttamalla urakoitsijoita, sillä saadaan aikaan positiivisia vaikutuksia aikataulutuksen suhteen.

TAULUKKO 7. Aikataulussa pysymisen edellytykset

Aikataulussa pysymisen edellytykset:

- valmistautuminen
- suunnitelmien saatavuus ja oikeellisuus
- ennakoiva aikataulusuunnittelu, jossa huomioitu mahdolliset häiriövarat
- yhteistyö urakoitsijoiden kanssa

Työn yhtenä tutkimuskysymyksenä esitettiin, että mistä aikataulumuutokset johtuvat. Aikataulumuutokset voivat johtua sekä ulkoisista että sisäisistä häiriötekijöistä, joihin työmaaorganisaatio ei voi toiminnallaan vaikuttaa. Bielefeldin (2023, 65) mukaan häiriöitä voivat aiheuttaa myös kolmannet osapuolet. Kolmannen osapuolen häiriöitä voivat olla viranomaisten asettamat rajoitukset ja ehdot, lakot tai urakoitsijoiden omaisuuteen kohdistuva varkaus. Näissä tilanteissa puhutaan Force majeure tilanteesta. Esimerkkikohteiden aikatauluhäiriöt eivät olleet missään kohtaan niin massiivisia, jotta olisi vedottu ylivoimaiseen esteeseen.

4.2 Kehitettävät asiat

Tutkimustyössä haluttiin selvittää, kuinka aikataulusuunnittelua voidaan parantaa. Tutkimuksessa esiin nousseet merkittävimmät aikataulutukseen liittyvät kehitystarpeet (Taulukko 8) kohdistuivat aikataulujen koostamisen yhtenäistämiseen, valmistuneiden kohteiden läpikäymiseen jälkikäteen, pienkoulutuksiin sekä aikataulunimikkeistön koostamiseen.

TAULUKKO 8. Kehitettäviä asioita.

Kehitettävät asiat:

- aikataulujen koostamisen yhtenäistäminen
- kohteiden onnistumiset / epäonnistumiset yhdessä läpikäytynä
- lyhyt kurssuja, esimerkiksi LVIS-kuvien lukemisesta
- aikataulunimikkeistön laajentaminen

Monesti vanhat uskomukset ja toimintatavat istuvat vanhempien rakennusalalla toimijoiden päässä tiukasti. Rakennusalalla tilanne on alkanut muuttua niin, että alalle tulee jatkuvasti nuorempia työntekijöitä, joilla tietotaito rakentamisesta on vielä vähäisellä tasolla. Vanhojen sukupolvien opit ovat osittain jääneet elämään rakennusalalla, mutta pitäisi muistaa, että ala kehittyy koko ajan ja rakennusalalla

toimivien täytyisi kehittyä sen mukana. Rakennusalalla on paljon myös hiljaista tietoa, joka pitäisi saada eteenpäin nuoremmalle sukupolvelle. Myöskään talotekniikka ei ole enää samanlaista, kuin 10-vuotta sitten. LVIS-tekniikan sekä rakennustekniikan jatkuvaan kehittymiseen on alettava kiinnittämään huomiota jo suunnitteluvaiheessa. Mallinnuksia ollaan tuomassa hyvin työmaalle päin, jolloin uskoisin tämän tuovan pelkkää positiivista aikataulusuunnittelua ajatellen.

Tekniikan jatkuvan päivittymisen myötä myös suunnitelmien lukeminen vaikeutuu. Projektihenkilöstölle voitaisiin suunnitella, esimerkiksi mahdollisuutta saada opetusta LVIS-suunnitelmien tulkitsemiseen liittyen, esimerkiksi lyhytkoulutusten avulla. Tällä olisi myös vaikutusta aikataulusuunnitteluun, kun suunnitelmista osataan tulkita, mitä tahdistavia työvaiheita aikataulun olisi hyvä sisällyttää.

Pitkään rakennusalalla työskenneille on kehittynyt omat tyyliinsä luoda kohteelle runko- sekä talotekniikka-aikataulut. Haastatteluiden perusteella aikataulut luodaan ennemmin "hihavakioiden" perusteella, kuin todellisiin määriin perustuen. Tekniikan kehittymiseen viitaten, aikataulujen tekeminen ei kaikilla ole tässä päivässä ja tämä voi aiheuttaa sitä, että työvaiheita voidaan suorittaa, joko väärässä järjestyksessä tai myöhässä ihanteellisesta aikataulusta. Opinnäytetyön esimerkkikohteiden aikatauluissa oli eroja, sekä visuaalisuudessa, että luettavuudessa. Aikataulujen koostamiseen on olemassa hyviä ohjeita, joilla luodaan aikataulun runko, mutta jokaiselle aikatauluja koostavalle henkilölle on kehittynyt omanlaisensa tyyli koostaa niitä.

Pienillä esitysteknisillä muokkauksilla saataisiin isoa muutosta aikaan, eikä pienetkään talotekniset nimikkeet jäisi huomiotta. Opinnäytetyön aikataulunimikkeistöllä pyritään korjaamaan tämä ongelma ja saamaan aikatauluista kohteesta huolimatta yhtenäisempiä. Runkorakentamisessa pätee hyvin pitkälle sama kaava, kuin aikataulujen koostamisen kanssa. Jokaiselle runkomestarille on kehittynyt omanlaisensa tapa ohjata runkourakoitsijaa. On olemassa peruskaava, mitä noudatetaan, mutta jokainen runkomestarina toiminut tekee asiat omalla tavallaan. Juuri alalle tulleelle, mestari-kisälli asetelma voisi olla oppimisen kannalta paras ja vanhat toimivat työtavat sataisiin pysymään alalla.

4.3 Kehitysideat

Tarkastelemalla opinnäytetyössä läpikäytyjen esimerkki-kohteiden aikataulutuksen lopputulemaa, olisi hyvä, jos työmaaorganisaatio kokoontuisi kohteen luovuttamisen jälkeen vielä kerran yhteen ja käytäisiin yhdessä läpi kohteen onnistumiset sekä parantamisen paikat. Tieto voitaisiin jakaa organisaation sisäisesti vielä eteenpäin, jotta alkavat tai käynnissä olevat työmaat, aikataulujen puitteissa, voisivat ottaa oppia edellisten työmaiden epäonnistumisista. Tällä toimintamenetelmällä saataisiin kitkettä pois selkeitä paikkoja, joissa virheitä syntyy ja työmaiden aikataulutus ja läpivienti paranisi.

Vaikka talotekniikka-asiantuntijoiden rooli on projektiorganisaatiossa koettu merkittäväksi asiaksi, ei projektiorganisaation ja talotekniikka-asiantuntijoiden yhteistyö ole saumatonta. Ongelmana voidaan pitää osapuolten riittävää ymmärrystä toistensa rooleista ja tarpeellisuudesta. Projektiorganisaatiossa voidaan edelleen olla siellä "hihavakioiden" tasolla vaikka kohde vaatisi määriin perustuvan aikataulun, sen ohjattavuuden ja onnistumisen kannalta. Talotekniikan yhteensovituspalavereiden tulisi enemmän olla sääntö, kuin poikkeus. Mielellään jo ennen kohteen rakennustöiden alkamista, jotta jo maanrakennusvaiheessa saataisiin kaikki tekniikka oikea-aikaisesti asennukseen ja aikatauluja päästäisiin suunnittelemaan hyvissä ajoin. Yhteistyön pitäisi jatkua saumattomana kohteen loppuun asti.

Aikataulujen esimerkilliseen koostamiseen tarvitaan myös valmiita suunnitelmia. Vajailta suunnitelmilla saadaan luotua vajaita aikatauluja. Tämä nousi haastatteluiden aikana useampaan kertaan esille. Esille nousi myös se, että suunnitelmien olisi hyvä olla valmiina jo ennen rakentamisen alkamista, jolloin työmaaorganisaatiolla olisi mahdollisuus tutustua suunnitelmiin ennen rakennustöiden aloittamista. Tällöin rakennusaika ei kuluisi suunnitelmiin tutustumiseen tai aikataulujen suunnitteluun. Mikulakova, König, Tauscher ja Beucke (2010, 389) toteavat tutkimuksessaan, että rakennusprosessin suunnittelu on yksi tärkeimmistä asioista, mutta sitä ei silti huomioida riittävästi. Suunnittelu ja suunnitelmien laatimi-

nen toteutetaan ilman koordinoitua, ikään kuin vasemmalla kädellä. Prosessi tulee tällöin alttiiksi virheille ja johtaa sitä myötä epätarkkoihin aikatauluihin, joiden mukaan työmaiden on aloitettava rakentaminen.

Runkorakentamiseen ja sen aikataulusuunnitteluun voisi ottaa enemmän vaikutteita tahtituotannosta. Tahtituotantoon perustuen, holvialoja voitaisiin mahdollisesti jakaa osiin, tällöin varmistettaisiin jokaiselle urakoitsijalle mestaa sekä aikaa tehdä oma työsuorituksensa runkorakentamisen aikana. Tämä tekniikka vaatii toimiakseen isomman kohteen, mutta tahtituotanto tarjoaa muitakin oppeja.

Pienenä lisäyksenä, jokaiselle aikataulujen kanssa tekemisissä olevalle, olisi suotavaa suorittaa tilaajayrityksen tarjoama, Intrasta löytyvän SRV Mallin mukaisen Aikataulujohdamisen verkkokurssi. Verkkokurssin tarkoituksena on opettaa laadukkaasti aikataulun tekemistä SRV:n käytäntöjen mukaisesti ja tuotannon johtamista laadittua aikataulua noudattaen. (SRV Intra, 2023). Tarjolla on myös työnjohtajille sekä talotekniikan asiantuntijoille suunnattu käsikirja, joka tarjoaa muistilistoja, ohjeita aikataulujen koostamiseen sekä vinkkejä siihen, kuinka toimitaan, mikäli syntyy aikataulu viiveitä. Oppaan on laatinut SRV:n kehitysinsinööri Matti Jänis (Jänis, 2021). Työnjohtajan ja tate-asiantuntijan käsikirja tulisi tarjota luettavaksi jokaiselle opinnäytetyön tilaajayrityksessä aloittavalle työntekijälle, joka työskentelee työmailla ja on tekemisissä aikataulujen kanssa.

5 TULOSTEN TARKASTELU, POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää käytännön toimintamalli aikataulusuunnittelun ja aikataulujen yhdistämisen tehostamiseksi, jolla saadaan myös laadullisia vaikutuksia rakentamiseen. Opinnäytetyön yhtenä osana pidetyn haastattelututkimusten tulosten perusteella ilmeni, että varsinaista tarkentavaa asennusaikataulua ei ole tarpeellista luoda. Tämän vuoksi opinnäytetyön ohella syntyi yksinkertaistettu aikataulunimikkeistö, jollaista oltiin suunniteltu toteutettavaksi opinnäytetyön tilaajan toimesta jo pääkaupunkiseudulla toimitilarakentamisen puolella. Aikataulunimikkeistö koottiin työmaaorganisaation muistin tueksi aikataulusuunnittelussa. Aikataulunimikkeistöön koottiin kattava listaus eri talotekniikan nimikkeistä ja tämän avulla projektiorganisaatio voi poimia nimikkeistöstä kohteelle tarpeelliset nimikkeet, jotka he voivat liittää omiin aikatauluihinsa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli myös pureutua työmaiden aikataulutuksen ongelmakohtiin. Kaikkiin työmaiden aikataulutusergelmiin ei ole mahdollista antaa valmista vastausta, koska aikataulumuutokset voivat johtua ulkoisista tekijöistä, joihin ei voida ennalta varautua. Tällaisia ulkoisia tekijöitä ovat muun muassa äkillisesti muuttuvat sääolosuhteet, toimituspuutteet tai toimitusten viivästyminen. Opinnäytetyön ohella luodun aikataulunimikkeistön avulla aikataulujen koostaminen helpottuu ja aikataulujen seuraaminen paranee entisestään, kun aikatauluun on saatu tuotua kaikki oleelliset aikataulunimikkeet.

Haastattelututkimus oli erinomainen tutkimusmenetelmä tutkimustyön tekemiseen. Sen avulla pystyttiin kartoittamaan työmaiden todellinen kuva runkorakentamisen ja taloteknisten aikataulujen yhteensovittamisesta ja sen mahdollisista ongelmista. Haastatteluosuudessa keskityttiin haastattelemaan projektiorganisaation henkilöstöä rajaten niin, että haastateltavat ovat olleet tekemisissä, joko runkorakentamisen tai talotekniikanasennusten kanssa tai molempien ja näin saatiin työmaiden näkemys aikataulujen yhteensovittamisesta ja saatiin nostettua esiin esille mahdollisia ongelmakohtia sekä haasteita. Kirjallisuustutkimuksen avulla saatiin tietoa oikeanlaisesta aikataulusuunnittelusta, jota pystyttiin vertaamaan haastattelututkimuksessa saatuihin tietoihin työmaan käytännöistä. Ilman kirjallisuustutkimusta opinnäytetyöstä ei oltaisi saatu irti samanlaista tietoa, kuin

haastattelututkimuksen ja kirjallisuustutkimuksen yhdistämisellä. Näin ollen kirjallisuustutkimus oli myös erinomainen valinta tutkimusmenetelmäksi.

Vaikka opinnäytetyössä käytiin läpi kokonaisvaltaisesti taloteknisten työvaiheiden yhteensovittaminen muiden rakennusvaiheiden kanssa, tarkempi tutkimus rajattiin koskemaan nimenomaan runkorakentamisen ja taloteknisten asennusten yhteensovittamista runkorakentamisen aikana. Tutkimustyöstä rajattiin ulkopuolelle myös ontelolaattaholvit sekä aikataulumuutoksista johtuvat kustannukset. Opinnäytetyön tilaajan työmailla käytetään nykyään enimmäkseen paikallavaluholveja, joten ontelolaattaholveja ei ollut tarpeellista käsitellä tässä opinnäytetyössä. Aikatauluhäiriöiden kustannusvaikutuksia oli tutkittu jonkin verran muissa yhteyksissä, joten kustannusvaikutukset rajattiin opinnäytetyön ulkopuolelle.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että rakentaminen ja aikataulujen koostaminen sujuvat työmaaorganisaatioilta hyvin. Aikataulunimikkeistön tarkoitus on toimia muistilistana tulevia rakennuskohteita ajatellen. Tällöin rakentamisesta saadaan kustannustehokkaampaa ja häiriöttömämpää. Ulkoisiin häiriötekijöihin on mahdollonta varautua ennakolta, mutta saumattomalla yhteistyöllä työmaaorganisaation sekä urakoitsijoiden kesken niistäkin tullaan selviämään. Ulkoisten häiriöiden aiheuttamien aikataulumuutosten kanssa täytyy toimia sen hetkisen tilanteen tietojen ja taitojen mukaan.

Haastatteluissa nousi esille myös kohteiden läpivientiaikojen lyheneminen, vaikka samaan aikaan kohteet myös monipuolistuvat talotekniikan osalta. Tällaisiin asioihin ei voida enää työmaan aikataulusuunnittelulla vaikuttaa, mutta työmaaorganisaatio tekee aikataulut parhaalla mahdollisella tavalla.

Yoon, Kim ja Choi (2023,1) toteavat tutkimuksessaan, että mikäli rakennusprojektin aikataulu laaditaan kohtuuttomien oletusten ja suunnitelmien pohjalta, sen toteuttaminen halutussa rakennusajassa on erittäin haastavaa ja voi aiheuttaa aikatauluviiveitä. Kohtuullinen rakennusaika (RTC) on projektinhallinnan kannalta tärkeä. Näissä tilanteissa korostuu myös suunnitelmien oikeellisuus. Kuten aiemmin on jo mainittu, niin vajailla suunnitelmilla saadaan luotua vain vajaita aikatauluja. Suunnitelmien oikeellisuuteen ja oikea-aikaisuuteen tulisi kiinnittää huomiota jo hankeaikataulua hahmotellessa.

Talotekniikan kehittyessä, suunnitelmien yhteensovittaminen korostuu entisestään. Taloteknisten asennusten sekä niiden yhteensovittaminen perustuu yhteistyöhön rakennuttajan ja suunnittelijoiden välillä. On myös erittäin tärkeää, että suunnittelijat ymmärtävät taloteknisten asennusten yhteydet toisiinsa nähden ja osaavat yhdistää ne työnkulkuun (Bielefeld, 2023). Suunnitelmien yhteensovittamisella edesautetaan sitä, että työmaaorganisaatio pystyy laatimaan realistisen aikataulun, mutta myös seuraamaan sitä.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön lopputuotteena syntyi aikataulunimikkeistö, jonka tarkoituksena on auttaa työmaaorganisaatiota aikataulusuunnittelussa.

6.1 Yhteenveto tuloksista

Opinnäytetyön alkuperäisenä tavoitteena oli luoda käytännön toimintamalli aikataulusuunnittelun ja aikataulujen yhdistämisen tehostamiseksi. Haastattelututkimuksen perusteella toimintamalli supistettiin aikataulunimikkeistöksi, aikataulujen suunnittelemisen sekä muistin tueksi. Aikataulunimikkeistön tarkoitus on auttaa työmaaorganisaatiota aikataulusuunnittelussa ja sen avulla saadaan laadullisia vaikutuksia aikataulusuunnitteluun ja sen kautta rakentamiseen. Aikataulut luovat vankan perustan hankkeelle sekä raamit hankkeen toteutukselle ja aikataulujen yhteensovittamisella saadaan aikaan sekä ajallista, että taloudellista säästöä, mutta myös laadukkaampaa rakentamista ja vaadittavan työturvallisuustason ylläpitoa. Rakentamisesta saadaan myös kustannustehokkaampaa, kun eri työvaiheet päästään suorittamaan loogisessa järjestyksessä.

Opinnäytetyön haastatteluosuudessa pystyttiin kartoittamaan työmaiden todellinen kuva runkorakentamisen ja taloteknisten aikataulujen yhteensovittamisesta ja sen mahdollisista ongelmista. Haastatteluosuudessa työmaiden näkemys aikataulujen yhteensovittamisesta ja saatiin nostettua esiin esille selvitettäviä ongelma-kohtia sekä haasteita.

Työmaiden aikataulusuunnittelu on yksi tärkeimpiä asioita kohteen onnistumisen kannalta, eikä aikataulusuunnitteluun voi käyttää liikaa aikaa. Tärkeää olisi myös tehdä yhteistyötä koko työmaaorganisaation kesken sekä urakoitsijoiden kanssa. Heiltä löytyy paras tietotaito omaan urakkaansa liittyen, unohtamatta tietystikään talotekniikka-asiantuntijoita.

Edellisten, vastaavien kohteiden läpikäyminen, sekä heidän kohtaamiensa ongelmien tiedostaminen, voivat auttaa työmaaorganisaatiota aikataulusuunnittelussa.

Opinnäytetyön tilaajarytymisen toimitusjohtajaa lainatakseni.

Työnjohtajan ja tate-asiantuntijan rooli on erittäin vaativa ja langat pitää olla tiukasti käsissä hankkeen alusta loppuun. Rakentavassa yhteistyössä, osapuolia kuunnellen sekä sovituista asioista ja tavoitteista kiinni pitäen, pääsemme onnistuneeseen lopputulokseen. (Sipola, 2023, 2).

6.2 Suositukset

Tutkimuksen työmaaorganisaation edustajille suoritettu haastatteluosuus on osoittanut, että tilanne työmailla runkorakentamisen ja taloteknisten työvaiheiden yhteensovittamisen kannalta ei vaikuta ollenkaan heikolta, toisin kuin oletta-
mus opinnäytetyön alussa oli. Opinnäytetyö kuitenkin osoitti, että perusteellisella aikataulusuunnittelulla voidaan edesauttaa työmaiden läpivientiä sekä parantaa rakentamisen laatua ja saadaan yllä pidettyä vaadittavaa työturvallisuustasoa.

Jotta aikataulusuunnittelua voitaisiin parantaa, pitäisi opinnäytetyön tilaajan ottaa huomioon työmaaorganisaation haastatteluissa esiin nousseet kehitysehdotukset- sekä ideat ja jalostaa niitä käytäntöön. Pienillä muutoksilla saataisiin aikaan suuria muutoksia aikataulusuunnittelun osalta.

Aikataulusuunnittelua voitaisiin parantaa myös tekemällä aikataulujen koostamisesta yhtenäisempää, järjestämällä pieniä kursseja suunnitelmien tulkitsemisesta ja mikä tärkeintä, kerrattaisiin edellisten kohteiden onnistumiset ja epäonnistumiset ja lähestyttäisiin aikataulusuunnittelun parantamista tätä kautta. Aikataulujen koostamisen yhtenäistämällä tarkoitetaan sitä, että tulevan kohteen työmaaorganisaatio olisi mietitty valmiiksi, jotta he pääsisivät tutustumaan kohteeseen kunnolla, ennen rakennustöiden tai aikataulusuunnittelun aloittamista. Jotta tämä voitaisiin toteuttaa, täytyisi suunnitelmien olla valmiita. Lyhyiden suunnitelmienlukukurssien avulla varmistettaisiin, että työmaaorganisaatio kykenisi toimimaan työmaalla myös ilman talotekniikka-asiantuntijaa, jos sellaista ei ole kohteelle kokoaikaisesti nimetty ja tilanne niin vaatisi.

Tutkimushaastattelussa selvisi myös, että mistä aikataulumuutokset mahdollisesti johtuvat. Ennakoitaviin aikataulumuutoksiin pystyttäisiin varautumaan paremmin, mikäli olisi tiedossa jo valmistuneiden kohteiden epäonnistumiset ja onnistumiset. Tämän vuoksi koetaan tärkeäksi tutustua jo valmistuneisiin kohteisiin.

Yhtenä asiana haastatteluissa nousi esiin tahtituotannon periaatteen soveltaminen rakennustyömaalla. Jollain alkavalla työmaalla voitaisiin ottaa käyttöön kyseinen ehdotus ja tuoda tahtituotannon periaatteita omaan aikataulusuunniteluun sekä työmaan ohjaamiseen.

6.3 Jatkotutkimusehdotukset

Opinnäytetyössä käytiin läpi kokonaisvaltaisesti taloteknisten työvaiheiden yhteensovittaminen runkorakentamisen kanssa, keskittyen eritoten asuntorakentamisen kohteisiin, joissa käytettiin paikallavaluholveja. Jatkotutkimusehdotuksena voitaisiin esittää, että samaa asiaa tutkittaisiin asuntorakentamisen kohteilla, mutta sellaisissa kohteissa, joissa holvi rakennetaan ontelolaattaelementeillä. Tällä on vaikutuksia talotekniikan asennuksiin ja jatkotutkimuksella saataisiin selville, että minkälaisia ongelmatilanteita ontelolaattaholvien kanssa mahdollisesti syntyisi.

Opinnäytetyöstä rajattiin pois myös aikataulumuutosten aiheuttamat kustannusvaikutukset, koska niitä ei tässä opinnäytetyössä koettu tarpeelliseksi tutkia. Aikataulujen häiriötekijöitä sekä niiden kustannuksia, etenkin asuntorakentamisen puolella, olisi suotavaa tutkia enemmän, vaikka aiheesta löytyykin jo muutamia tutkimuksia.

Jatkotutkimusehdotusten avulla olisi mahdollisuus löytää uusia asioita, joita muokkaamalla tai välttelemällä voitaisiin saavuttaa kustannussäästöjä rakennuskohteissa. Kustannustehokas rakentaminen on aina yrityksen etu ja alati muuttuvassa markkinatilanteessa myös tavoiteltava tilanne.

Haastatteluissa esiin nousut ja kehitysideaksikin kirjattu tahtituotannon soveltaminen aikataulusuunnittelussa voisi olla myös hyvä jatkotutkimusehdotus. Tahtituotannolla on joidenkin tutkimusten mukaan ollut positiivisia vaikutuksia työmaiden aikataulujen seuraamiseen ja hallintaan sekä työturvallisuuden ylläpitämiseen. Tätä aihetta voisi tutkia paremmin, löytyisikö tahtituotannon periaatteesta apua työmaaorganisaatiolle.

Työmaiden aikataulusuunnittelu on yksi tärkeimpiä asioita kohteen onnistumisen kannalta, eikä aikataulusuunnitteluun voi käyttää liikaa aikaa. Tämän vuoksi olisi suositeltavaa tutkia aikataulumuutosten vaikutusta kustannuspuoleen, jolloin olisi osoittaa konkreettisia esimerkkejä siitä, paljonko kustannukset voivat pienestä aikatauluviiveestä nousta, jolloin työmaaorganisaatio voisi nähdä muutosten rahallisen arvon. Tämä kannustaa varmasti entistä tarkempaan työskentelyyn.

LÄHTEET

Anttonen K. n.d. Työvaiheiden laadunhallinta. Pdf-dokumentti. Viitattu 8.9.2023. https://www.rt.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineistot/2015/070415_tyovaiheiden-laadunhallinta.pdf

Bielefeld B. 2017. 7. painos. Basics Construction Scheduling. Basel: Birkhäuser.

Davidsson A., Hildén S, Kemppainen S., Kess J., Kruus M., Lemström J., Rajakoski N., Salmikivi T., Snellman J., Suominen T., Timonen H. & Vaarasalo T. 2017. Talonrakennushankkeen kulku. Riskien- ja laadunhallinta. Talonrakennusteollisuus Ry ja Rakennustietosäätiö RTS sr 2017.

Docuen juristit. 2023. Force Majeure – mitä se tarkoittaa ja miten siitä kannattaa sopia. Lakitieto. 11.10.2023. Viitattu 19.10.2023. <https://docue.com/fi-fi/lakitieto/force-majeure-ylivoimainen-este>

Hartikainen N., Hämäläinen M., Kemppainen J., Kokkonen T., Koskenvesa A., Kivimäki C., Lamberg K., Lahtinen R., Lehtinen R., Marjasalo A., Mäki T., Paukku S., Sahlstedt S., Soila J-P. ja Utriainen M. 2015. 13., uudistettu painos. Aikataulukirja 2016. Helsinki. Talonrakennusteollisuus Ry ja Rakennustietosäätiö RTS sr. Rakennustieto Oy.

Hirsjärvi S. & Hurme H. 2022. Tutkimushaastattelu: teemahaastattelun teoria ja käytäntö Helsinki. Gaudeamus. Viitattu 16.10.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.storytel.com/fi/books/tutkimushaastattelu-teemahaastattelun-teoria-ja-k%C3%A4yt%C3%A4nt%C3%B6-2024451>

Hyvärinen M., Nikander P. & Ruusuvoori J. (toim.) 2017. Tutkimushaastattelun käsikirja. Viitattu 13.6.2023. Tampere: Vastapaino. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.bookbeat.fi/kirja/tutkimushaastattelun-kasikirja-809688>

Jänis, M. 2021. Työnjohtajan ja tate-asiantuntijan käsikirja. Pdf-dokumentti. Viitattu 11.9.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://srvfi.sharepoint.com/sites/Dokumentit/Jaetut%20asiakirjat/Forms/AllItems.aspx>

Koskenvesa A. & Sahlstedt S. 2017. 3., tarkistettu painos. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki. Rakennustieto Oy. Talonrakennusteollisuus Ry ja Rakennustietosäätiö RTS sr.

Mikulakova E., König M., Tauscher E. & Beucke K. 2010. 7. painos. Knowledge-Based Schedule Generation and Evaluation. Department of Civil Engineering. Advanced Engineering Informatics 24 (4) 389-403.

Mälkönen, T. 2018, Talotekniikan laadunvarmistus ja vastaanottomenettely. Prosessikuvaus. Helsinki. Rakennustieto Oy Rakennustietosäätiö RTS sr.

Palomäki, J. 2010. Talvityöt ja –kustannukset. Suunnitteluohje RATU C8-0377. Mittaviiva Oy, Talonrakennusteollisuus Ry ja Rakennustietosäätiö RTS sr 2010. Rakennustieto Oy.

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE1998. 2016. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. Viitattu 13.9.2023. Vaatii käyttöoikeuden. Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennustieto Oy.

Saaranen - Kauppinen A. & Puusniekka A. 2006. KvaliMOTV – Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 13.6.2023. https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_3.html

Saari A. & Keskiniva K. 2019. Raksavirtaa-hankkeen päätösseminaari. Pdf-dokumentti. Viitattu 7.9.2023. https://www.tts.fi/tutkimus_ja_kehitys/tutkimushankkeet/rakentaminen/raksavirtaa/paatosseminaari

Sahlstedt S. n.d. Rakennustyömaan projektisuunnitelma. 2011. PDF-dokumentti. Helsinki. Viitattu 11.9.2023. Vaatii käyttöoikeuden. Rakennustieto Oy.

SRV StepAcademy. 2023. SRV Rakennus Oy:n intranet. Viitattu 10.9.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://step.srv.fi/course/view.php?id=47>

Yoon J., Kyungrai K. & Byungjoo C. 2022. Management in Engineering. Integrated Framework for Quantifying and Applying Nonworking Days to Planning and Scheduling for Determining Reasonable Construction Time. Journal of the American Society of Civil Engineers. Journal of Management in Engineering 38 (4) n. pag.

LIITTEET

Liite 1. Haastattelukysymykset

Liite 1.

Haastattelukysymykset

1. Tehtävänimike ja kokemus vuosina?

Aikataulusuunnittelu

2. Kuinka paljon kulutat aikaa aikataulusuunnitteluun yleisesti yleisaikataulu, työvaihe aikataulu sekä viikkoaikataulu tasolla?
3. Kuinka usein valmista runkoaikataulua muokataan rakentamisen aikana yleisaikataulu, työvaihe aikataulu sekä viikkoaikataulu tasolla?
4. Mitkä ovat ne syyt, miksi aikataulua joudutaan muokkaamaan?
5. Onko talotekniikan asiantuntijoilla tärkeä rooli/roolia ollenkaan, rakennushankkeen aikataulutuksessa ja aikataulujen yhteensovittamisessa?
(Mikäli edelliseen vastaus "kyllä", esitetään seuraava kysymys)
6. Millainen rooli talotekniikan asiantuntijoilla on rakennushankkeen aikataulutuksessa ja aikataulujen yhteensovittamisessa?
7. Kuinka talotekniikan asennusjärjestys huomioidaan runkorakentamisen aikana?
8. Onko töiden mahdollista edetä taloteknisten asennusten osalta oikeassa asennusjärjestyksessä runkoaikataulun mukana? Jos ei, niin miksi? (pohjaverkosta ylöspäin)
9. Millä tavalla työmaalla aikataulusuunnittelua pystytään kehittämään yleisellä tasolla? (talotekniikka-asennusten ja runkoasennuksen yhteensovitus)
10. Onko olemassa sellaisia taloteknisiä työvaiheita, joita ei pystytä sovittamaan yleisaikatauluun?
 - a. Mitä näille taloteknisille työvaiheille tehdään?

Rakennusaikainen valvonta

11. Kuinka aikataulussa pysymistä valvotaan runkorakentamisen aikana?
 - a. urakoitsijoiden toimesta?
 - b. rakennuttajan toimesta?
12. Kuinka paikataan mahdolliset viivästykset aikataulussa, talotekniikkaurakoitsijan osalta?
 - a. jos TATE-urakoitsijan aiheuttama?
 - b. jos jonkun muun, kuten runkourakoitsijan aiheuttama?
13. Kuinka usein suoritetaan taloteknisiä laatutarkastuksia runkorakentamisen aikana?
 - a. Kuka suorittaa laatutarkastukset?
 - b. Miten löydettyihin laatu poikkeamiin reagoidaan?
14. Laatu poikkeamat
 - a. Onko löydetty laatu poikkeamat mahdollista korjata olemassa olevan aikataulun puitteissa?
 - b. Onko mahdollisiin laatu poikkeamiin varauduttu aikataulusuunnittelussa?

Liite 2. Sähkötöiden aikataulunimikkeistö

Sähkötöiden aikataulunimikkeet

AIKATAULUNIMIKE	SISÄLTÖ
Aluesähköistys	<input type="checkbox"/> valaistus
	<input type="checkbox"/> autopaikoitus
	<input type="checkbox"/> aluekaapeloinnit
Muuntamo	<input type="checkbox"/> muuntamon kojeistus
Kojeisto ja keskusasennukset ja kytkentä	<input type="checkbox"/> pääkeskusasennus
	<input type="checkbox"/> pääkeskus kytkentä
	<input type="checkbox"/> jako- ja mittarikeskus asennus
	<input type="checkbox"/> jako- ja mittarikeskukset kytkentä
	<input type="checkbox"/> asuntojen ryhmäkeskukset asennus
	<input type="checkbox"/> asuntojen ryhmäkeskukset kytkentä
	<input type="checkbox"/> ryhmäkeskukset, kuilut
	<input type="checkbox"/> ryhmäkeskukset, LVIS
	<input type="checkbox"/> valvomon laitteet
	<input type="checkbox"/> heikkovirtakeskukset
	<input type="checkbox"/> kodinkoneet
Kaapelihyllyt ja -tikkaat	<input type="checkbox"/> kaapelihyllyt- ja tikkaat
	<input type="checkbox"/> valaisinripustuskiskot
Johtokourut	<input type="checkbox"/> johtokourut
Putkitukset	<input type="checkbox"/> holviputkitus
	<input type="checkbox"/> väliseinäputkitus
	<input type="checkbox"/> alakattojen putkitus
	<input type="checkbox"/> muut erikoisputkitukset
Kaapeloinnit	<input type="checkbox"/> pääkaapeli pääkeskukselle
	<input type="checkbox"/> nousukaapelit (tele)
	<input type="checkbox"/> asuntojen ryhmäkeskukset
	<input type="checkbox"/> aluekaapeloinnit
	<input type="checkbox"/> vesikaton kaapeloinnit
	<input type="checkbox"/> IVKH-kaapeloinnit
	<input type="checkbox"/> UH-kaapeloinnit
	<input type="checkbox"/> LL-kaapelointi
	<input type="checkbox"/> runkokaapelit
	<input type="checkbox"/> alakattokaapeloinnit
	<input type="checkbox"/> pinta-asennukset
	<input type="checkbox"/> väliseinäkaapeloinnit
	<input type="checkbox"/> ryhmäjohtojen putkitus
	<input type="checkbox"/> yleiskaapelointijärjestelmä
	<input type="checkbox"/> antennijärjestelmä
	<input type="checkbox"/> ovipuhelinjärjestelmä
	<input type="checkbox"/> palovaroitinjärjestelmä
	<input type="checkbox"/> kulunvalvontajärjestelmä
	<input type="checkbox"/> äänentoistojärjestelmä
	<input type="checkbox"/> LVI-koneiden johdot
Rasiakojeiden asennus	<input type="checkbox"/> varsinaiset kojeet
	<input type="checkbox"/> peitelevyt
Valaisimien asennus	<input type="checkbox"/> varsinaiset valaisinasennukset
	<input type="checkbox"/> lamppujen asennukset
Sähkölämmitysjärjestelmä	<input type="checkbox"/> sähköpattereiden asennus

	<input type="checkbox"/> lämmityksen ohjauslaite
	<input type="checkbox"/> kaapelointi
LVI-laitteiden asennukset	<input type="checkbox"/> LVI-laitteiden sähköistys
Asennustapatarkastus ja toimintakokeet	<input type="checkbox"/> LVI-toimintakoe
	<input type="checkbox"/> LVI-koekäyttö
	<input type="checkbox"/> valaistusohjaukset
	<input type="checkbox"/> palo-ilmoittimen asennustarkastus
	<input type="checkbox"/> turvavalaistuksen asennustarkastus
	<input type="checkbox"/> hätäkuulutusjärjestelmä
	<input type="checkbox"/> palojärjestelmä
	<input type="checkbox"/> savunpoisto
	<input type="checkbox"/> sähkölaitoksen tarkastus
	<input type="checkbox"/> antennitarkastus
	<input type="checkbox"/> telelaitteiden kokeet
	<input type="checkbox"/> varavoimakoneiden koekäyttö
	<input type="checkbox"/> VIRVE
	<input type="checkbox"/> VSS-tarkastus
	<input type="checkbox"/> pistetestaus
	<input type="checkbox"/> urakoitsijoiden väliset toimintakokeet
	<input type="checkbox"/> SRV:n omat toimintakokeet
	<input type="checkbox"/> tilaajan toimintakokeet (ellei osallistu SRV:n tekemisiin)
	<input type="checkbox"/> käyttöönottomittaus, jännitteelliset
	<input type="checkbox"/> käyttöönottomittaus, jännitteettömät
	<input type="checkbox"/> käyttöönottomittaukset (YLKKI)
	<input type="checkbox"/> käyttöönottomittaukset (KAMERA)
	<input type="checkbox"/> lopputarkastus
Aikatauluun on syytä merkitä myös	<input type="checkbox"/> SRV vika- ja puutelistaukset (vipu)
	<input type="checkbox"/> vipulistojen korjaukset
	<input type="checkbox"/> vipulistojen jälkitarkastus
	<input type="checkbox"/> valvojen vika- ja puutelistaukset
	<input type="checkbox"/> valvojen vika- ja puutelistauksten korjaukset / kuittaukset
	<input type="checkbox"/> viranomaistarkastukset

Sähkötekniset tilat (oma aikataulu)	<input type="checkbox"/> nousureitit / johtotiet
	<input type="checkbox"/> sähkön nousukaapelointi
	<input type="checkbox"/> savunpoistokaapelit
	<input type="checkbox"/> savunpoistokaapeleiden kytkennät
	<input type="checkbox"/> RAU-verkon ohjauskaapelit
	<input type="checkbox"/> keskusasennukset
	<input type="checkbox"/> muuntamon asennukset
	<input type="checkbox"/> kojeiston asennukset
	<input type="checkbox"/> tele nousukaapelointi
	<input type="checkbox"/> tele keskusasennukset
Järjestelmät	<input type="checkbox"/> palojärjestelmä
	<input type="checkbox"/> hätäkuulutusjärjestelmä
	<input type="checkbox"/> turvavalaistus

Liite 3. LVV-töiden aikataulunimikkeistö

LVV-töiden aikataulunimikkeet

AIKATAULUNIMIKE	SISÄLTÖ
Ulkopuoliset putkistot ja liittymät	<input type="checkbox"/> ulkopuoliset jätevesiviemärit
	<input type="checkbox"/> ulkopuoliset sadevesiviemärit
	<input type="checkbox"/> ulkopuoliset vesijohdot
	<input type="checkbox"/> ulkopuoliset lämpöjohdot
Kaivot	<input type="checkbox"/> sadevesikaivot
	<input type="checkbox"/> tarkistuskaivot
	<input type="checkbox"/> tarkistusputket
	<input type="checkbox"/> perusvesikaivo
Pohjaviemärit	<input type="checkbox"/> sisäpuoliset pohjaviemärit
	<input type="checkbox"/> sisäpuoliset sadevesiviemärit
LH asennustyöt	<input type="checkbox"/> lämmönsiirtimet ja lämmönjakokeskukset
	<input type="checkbox"/> lämmönjakuhuoneen lämpöjohto-, vesijohto- ja viemäriasennukset
	<input type="checkbox"/> polttoaineen varastointi-, käsittely- ja syöttölaitteet
	<input type="checkbox"/> polttimet
	<input type="checkbox"/> kattilat ja varaajat
	<input type="checkbox"/> laitteet ja varusteet
	<input type="checkbox"/> hoitotasot
	<input type="checkbox"/> tehdasvalmisteiset savupiiput
Jako- ja kytkentäjohdot (lämpö, vesi, viemäri, jäähdytys)	<input type="checkbox"/> LJ-pohjajohdot
	<input type="checkbox"/> LJ-kerroshaaroitukset (jako- ja kytkentäjohdot)
	<input type="checkbox"/> VJ-pohjajohdot
	<input type="checkbox"/> VJ-kerrosjohdot (jako- ja kytkentäjohdot)
	<input type="checkbox"/> kerrosviiemärit haaroituksineen
	<input type="checkbox"/> kerrossadevesiviemärit
	<input type="checkbox"/> jäähdytys (jako- ja kytkentäjohdot)
	<input type="checkbox"/> kylpyhuoneelementtien kytkentä
Nousujohdot (lämpö, vesi, viemäri, jäähdytys)	<input type="checkbox"/> LJ-kerrosnousujohdot
	<input type="checkbox"/> VJ-kerrosnousujohdot
	<input type="checkbox"/> viemärien nousujohdot
	<input type="checkbox"/> sadevesiviemärien nousujohdot
	<input type="checkbox"/> jäähdytys nousujohdot
Lämmityspatterit	<input type="checkbox"/>
Lämpö päälle - valmius	<input type="checkbox"/>
Vesi- ja viemärikalusteiden asennus	<input type="checkbox"/> WC-istuimet, pesualtaat, ammeet, suihkualtaat, suihkut, pesupöydät, pesualtaat, sekoittimet, hanat, kastelupostit
	<input type="checkbox"/> huuhtelualtaat
	<input type="checkbox"/> erityisvesikalusteet
	<input type="checkbox"/> kuivaus- ja kiertovesipatterit
	<input type="checkbox"/> muut vesi- ja viemärikalusteet
Eristystyöt	<input type="checkbox"/> lämmitys- ja talousvesijärjestelmän eristys
	<input type="checkbox"/> jäte- ja sadevesiviemärieristykset
IV-konehuoneen putkiasennukset	<input type="checkbox"/> ilmastointipatterien lämmitysvesiverkosto
Verkoston vesivirtojen säätötyöt	<input type="checkbox"/> vesijohtoverkoston tasapainotukset
	<input type="checkbox"/> lämmitysverkoston perussäätö
Eristysjärjestelmien laite- ja verkostoasennukset	<input type="checkbox"/> lämmöntalteenotto
	<input type="checkbox"/> kylmätekniiset järjestelmät

	<input type="checkbox"/> kaasuverkostot
	<input type="checkbox"/> paineilma-verkostot
	<input type="checkbox"/> höyryverkostot
	<input type="checkbox"/> palotorjuntalaitteet
Tarkastukset ja toimintakokeet	<input type="checkbox"/> laite- ja asennustapata tarkastus
	<input type="checkbox"/> viranomaistarkastukset
	<input type="checkbox"/> laitteiden toimintakokeet
	<input type="checkbox"/> urakoitsijoiden väliset toimintakokeet
	<input type="checkbox"/> mittaus ja säätö
	<input type="checkbox"/> koekäyttö
	<input type="checkbox"/> viemärikuvaukset
	<input type="checkbox"/> viemärikuvauksessa ilmenneiden vikojen ja puutteiden korjaukset
Aikatauluun on syytä merkitä myös	<input type="checkbox"/> SRV vika- ja puutelistaukset (vipu)
	<input type="checkbox"/> vipulistojen korjaukset
	<input type="checkbox"/> vipulistojen jälkitarkastus
	<input type="checkbox"/> valvojen vika- ja puutelistaukset
	<input type="checkbox"/> valvojen vika- ja puutelistauksten korjaukset / kuittaukset
	<input type="checkbox"/> viranomaistarkastukset

Liite 4. IV-töiden aikataulunimikkeistö

IV-töiden aikataulunimikkeet

AIKATAULUNIMIKE	SISÄLTÖ
Runkokanavat	<input type="checkbox"/> pystykanavat
Haarakanavat	<input type="checkbox"/> kellarikerrosten kanavat
	<input type="checkbox"/> yläpohjan kanavat
	<input type="checkbox"/> kerrosten kanavat
	<input type="checkbox"/> kylpyhuonelementtien IV-työt
Kuulusennukset	<input type="checkbox"/>
Koneasennukset huoneistoihin (hajautettu järjestelmä)	<input type="checkbox"/> ilmastointikoneet
	<input type="checkbox"/> lämmöntalteenotto
Koneasennukset konehuoneittain	<input type="checkbox"/> ilmastointikoneet
	<input type="checkbox"/> paikalla koottavat koneyksiköt
	<input type="checkbox"/> kierrätysilmalaitteet
	<input type="checkbox"/> lämmöntalteenotto
	<input type="checkbox"/> ilmastoinnin jäähdytyslaitteet
	<input type="checkbox"/> väestönsuojalaitteet
Päätelaiteasennukset	<input type="checkbox"/> tuloilmalaitteet
	<input type="checkbox"/> poistoilmalaitteet
	<input type="checkbox"/> siirto- ja ulkoilmalaitteet
Eristystyöt	<input type="checkbox"/> ilmastointijärjestelmien eristykset
Ilmavirtojen säätö- ja mittaustyöt	<input type="checkbox"/> urakoitsijan tekemät säädöt ja mittaukset
Tarkastukset ja toimintakokeet	<input type="checkbox"/> laite- ja asennustapatarkastus
	<input type="checkbox"/> viranomaistarkastukset
	<input type="checkbox"/> laitteiden toimintakokeet
	<input type="checkbox"/> urakoitsijoiden väliset toimintakokeet
	<input type="checkbox"/> IV-kanavien puhtausmittaus
	<input type="checkbox"/> IV-kanavien nuohous
	<input type="checkbox"/> mittaus ja säätö
	<input type="checkbox"/> koekäyttö
Aikatauluun on syytä merkitä myös	<input type="checkbox"/> SRV vika- ja puutelistaukset (vipu)
	<input type="checkbox"/> vipulistojen korjaukset
	<input type="checkbox"/> vipulistojen jälkitarkastus
	<input type="checkbox"/> valvojen vika- ja puutelistaukset
	<input type="checkbox"/> valvojen vika- ja puutelistauksen korjaukset / kuittaukset
	<input type="checkbox"/> viranomaistarkastukset

Liite 5. RAU-aikataulunimikkeet

RAU-aikataulunimikkeet

AIKATAULUNIMIKE	SISÄLTÖ
	<input type="checkbox"/> Kaapeloinnit
	<input type="checkbox"/> Kenttälaitteasennukset
	<input type="checkbox"/> Konehuoneasennukset
	<input type="checkbox"/> Lämmönjakohuone
	<input type="checkbox"/> IV-KH
	<input type="checkbox"/> VAK-asennukset
	<input type="checkbox"/> VAK-kytkennät
	<input type="checkbox"/> Koneasennukset konehuoneittain
	<input type="checkbox"/> Kaapeloinnit
	<input type="checkbox"/> Kenttälaitteasennukset
	<input type="checkbox"/> Mittaus- ja säätö
	<input type="checkbox"/> Koekäyttö
Aikatauluun on syytä merkitä myös	<input type="checkbox"/> SRV vika- ja puutelistaukset (vipu)
	<input type="checkbox"/> vipulistojen korjaukset
	<input type="checkbox"/> vipulistojen jälkitarkastus
	<input type="checkbox"/> valvojen vika- ja puutelistaukset
	<input type="checkbox"/> valvojen vika- ja puutelistauksen korjaukset / kuittaukset
	<input type="checkbox"/> viranomaistarkastukset