



Rakennushankkeen aikataulu- tus talotekniikkaurakoitsijan näkökulmasta

Sanni Kirjavainen

OPINNÄYTETYÖ
Kesäkuu 2025

Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Sähköinen talotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Sähköinen talotekniikka

KIRJAVAINEN, SANNI:

Rakennushankkeen aikataulutus talotekniikkaurakoitsijan näkökulmasta

Opinnäytetyö 31 sivua, joista liitteitä 1 sivu
Kesäkuu 2025

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää talotekniikkaurakoitsijan näkemyksiä rakennushankkeen aikataulutuksesta. Työssä haastateltiin eri talotekniikan osa-alueista vastaavia projektinhoitajia heidän kokemuksistaan aikataulun laatimisesta, siihen vaikuttavista tekijöistä ja sen toteutumisesta.

Rakennushankkeiden aikataulutus on usein haasteellista talotekniikkaurakoitsijoiden näkökulmasta. Aikataulut laatii usein pääurakoitsija, jolla voi olla heikko tuntemus talotekniikan työvaiheista ja aikataulutarpeista. Tällöin aikataulusta saattaa muodostua huonosti talotekniikkaa palveleva. Vaikka aikataulua pyrittiin luomaan yhteistyössä, aikatauluun voi yllättävien tekijöiden vuoksi tulla muutoksia.

Työn teoriaosuudessa perehdyttiin rakennushankkeen eri osapuoliin ja pääurakamuotoihin, jotta ymmärretään, miten ne vaikuttavat hankkeen aikataulutukseen etenkin rakennusvaiheessa. Aikataulun laadintaa käsitettiin yleisesti, mutta työssä painotettiin talotekniikan työvaiheita ja niiden huomioimista yleisaikataulussa.

Tulokset ovat hyvin samansuuntaiset kuin muissakin vastaavissa tutkimuksissa. Rakennusvaiheen aikatauluhaasteet eivät johdu vain heikosti suunnitellusta aikataulusta, vaan niihin vaikuttavat hankkeen aikana, vaan siihen vaikuttaa hankkeen aikana muutkin tekijät, kuten eri tahojen toimintatavat ja kommunikointi.

Asiasanat: aikataulu, talotekniikka, rakennushanke, urakoitsija

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
Electrical Systems

KIRJAVAINEN, SANNI

Scheduling of a Construction Project from the Perspective of a Building Services Contractor

Bachelor's thesis 31 pages, appendices 1 page
June 2025

The purpose of this thesis was to investigate the opinions of building services contractors regarding project scheduling in construction projects. The part of building services in construction projects has increased measurably and it does not seem to be reflected in the schedule planning. For example, assessment of the duration of a work stage or how complete other construction work must be before building services installations can be made is not always done correctly.

The theoretical section explores the participants of construction projects, type forms of contract and principles of scheduling for better understanding to background of the topic. The topic was researched by interviewing project managers from building services contractor company about their views on scheduling.

These results suggest that main contractor do not understand completely how much time the building service installations requires. The findings indicate that experiences of interviewees were similar like other research about the same topic.

Key words: scheduling, building services, construction project, contractor

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	RAKENNUSHANKKEEN OSAPUOLET	6
3	RAKENNUSHANKKEEN URAKKAMUODOT	9
	3.1 Kokonaisurakka.....	9
	3.2 Jaettu urakka.....	10
4	RAKENNUSHANKKEEN AIKATAULU	12
	4.1 Rakennusaikainen aikataulu	13
	4.2 Viimeistely- ja luovutusvaiheen aikataulu.....	15
	4.3 Talotekniikkatöiden aikataulu	15
	4.3.1 Lämmitys-, vesi- ja viemäriasennukset.....	16
	4.3.2 Ilmastointiasennukset	18
	4.3.3 Sähkö- ja teleasennukset	19
5	HAASTATTELUTUTKIMUS	22
	5.1 Tutkimusmenetelmä.....	22
	5.2 Haastattelun tulokset.....	22
6	POHDINTA	28
	LÄHTEET	30
	LIITTEET.....	31
	Liite 1. Haastattelukysymykset.....	31

1 JOHDANTO

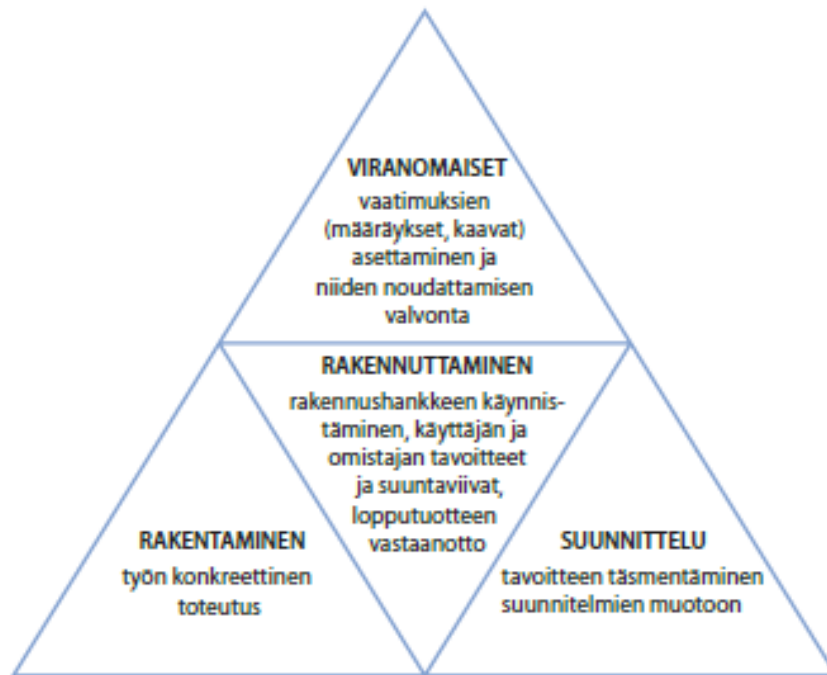
Aikataulutus on iso osa rakennusprojektia, mutta on huomattu, ettei nykyisin käytössä olevat aikataulutustavat saata palvella talotekniikan osuutta parhaimmalla tavalla. Rakennusprojekteissa aikataulun laatii yleensä pääurakoitsija, esimerkiksi rakennusliike, jolla ei välttämättä ole kattavaa ymmärrystä talotekniikan tarpeista ja työvaiheiden suoritusajoista aikataulun suhteen. Talotekniikan ollessa isona osana nykyajan kiinteistöjä, tämä aikataulutuksen haaste voi viivästyttää monia muitakin vaiheita hankkeen valmistumisen kannalta.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa talotekniikkaurakoitsijan kokemuksia rakennushankkeen aikataulutuksesta. Kokemuksia kerätään haastatteleamalla ison talotekniikkaurakoitsijaliikkeen projektinhoitajia heidän näkemyksistään aihetta kohtaan. Kokemusten perusteella pyritään löytämään keinoja, joilla pystyttäisiin lisäämään aikataulun laatijan ymmärrystä talotekniikan tarpeista rakennusprojektissa.

Teoriaosuudessa käsitellään aikataulutusta ja siihen vaikuttavia tekijöitä osapuolten ja urakkamuotojen kautta. Aikataulutusta on käsitelty rakennushankkeen toteutusvaiheeseen painottuen, sekä tuoden erityisesti talotekniikan työvaiheita ja aikataulutuksellisia riippuvuuksia esiin.

2 RAKENNUSHANKKEEN OSAPUOLET

Rakennushankkeeseen kuuluu useita eri osapuolia, kuten hankkeeseen ryhtyvä rakennuttaja, eri alojen suunnittelijoita ja urakoitsijoita, tuotteiden ja materiaalien toimittajia, viranomaisia ja tilojen käyttäjät. Osapuolet voidaan karkeasti jakaa kuvion 1 mukaisesti.



KUVIO 1. Rakennushankkeen osapuolet (RT 10-11222 Talonrakennushankkeen kulku 2016)

Rakennushankkeeseen ryhtyvä on taho, jonka nimissä rakentamisen luvat hankitaan, yleensä kiinteistön omistaja tai muutoin rakennuspaikkaa hallinnoiva taho. Sille kuuluu rakennuttamisen organisointi ja rakentamisen tehtävien toimeenpanijoiden määrittely, sekä sen on huolehdittava, että hankkeessa suunnittelijat ja työnjohtajat on kelpoisuusvaatimukset täyttäviä ja että muilla hankkeessa toimivilla tahoilla on riittävä ammattitaito ja asiantuntemus tehtävien hoitoon. (RT 10-11222 Talonrakennushankkeen kulku 2016)

Rakennushankkeeseen ryhtyvää kutsutaan arkikielessä ja rakennusalan sopimusasiakirjoissa tilaajaksi tai rakennuttajaksi, ja se voi hoitaa itse tai käyttää ulkopuolista rakennuttajapalvelua rakennuttamistehtäviin. Rakennuttajan tehtävänä on yhdistää hankkeen tavoitteita parhaiten tukevat osapuolet, sekä ohjata

ja myötävaikuttaa, jotta osapuolten osaaminen voidaan hyödyntää parhaalla tavalla. (RT 10-11222 Talonrakennushankkeen kulku 2016)

Rakennushankkeessa yhtenä osapuolena on eri alojen suunnittelijoista koostuva ryhmä. Hankkeeseen tulee olla nimettynä pääsuunnittelija, joka vastaa koko rakennushankkeen keston ajan, että eri alojen suunnitelmat muodostavat kokonaisuuden noudattaen rakentamista koskevia säädöksiä ja määräyksiä. Tulevan rakennuksen arkkitehtonisesta suunnittelusta vastaa rakennussuunnittelija. Se vastaa, että lopputuotteessa yhdistyy hankkeen tavoitteiden pohjalta tekninen, toiminnallinen ja taloudellinen ratkaisu, ottaen huomioon turvallisuus-, terveellisyys- ja ympäristönäkökulmat sekä, että rakennus tulee sopimaan ympäristöönsä. Suunnittelijaryhmän osapuolena on myös erityissuunnittelijoita, muun muassa rakennesuunnittelija ja eri talotekniikan osa-alueiden suunnittelijoita. Rakennesuunnittelijan tehtävänä on esimerkiksi perustus-, runko- ja rakenneratkaisujen kehittäminen, eri rakennusteknisten ja -fysikaalisten toimivuuksien ja toteutettavuudesta huolehtiminen. Suuremmissa hankkeissa rakennesuunnittelijan tehtäviä voidaan jakaa pienempiin osiin, esimerkiksi geotekniseen, sekä rakenne- ja elementtisuunnitteluun. Talotekniikan suunnittelun eri osia ovat lämmitys-, ilmanvaihto-, sähkö- sekä vesi- ja viemärijärjestelmät. Näiden lisäksi talotekniseen suunnitteluun voi kuulua esimerkiksi kiinteistön laitekokonaisuuksien säätöön ja ohjukseen tarkoitettu rakennusautomaatiojärjestelmän, erilaisten telejärjestelmien tai erityissuunnittelua vaativien järjestelmien suunnittelu. (RT 10-11222 Talonrakennushankkeen kulku 2016)

Rakennuksen tulevat käyttäjät ovat sen toiminnasta ja kiinteistönhoidosta vastaavat tahot. Niitä voi olla esimerkiksi erilaiset asiakas- tai henkilöstöryhmät. Toiminnasta vastaavalla taholla on tärkeä tehtävä vaikuttaa, että rakennus vastaa vaadittua käyttötarkoitustansa ja että se voidaan ottaa käyttöön hallitusti. Kiinteistönhoidosta huolehtivan tahon vaikutuspiiriin kuuluu, että kiinteistöhuollon tarpeet otetaan huomioon ja että rakennusta voidaan käyttää ja hoitaa hallitusti sen valmistuttua. Kiinteistöhuollosta vastaavan henkilöstön olisi hyvä olla mahdollisuus tutustua rakennukseen ja sen tekniikkaan jo rakennusvaiheessa ennen käyttöönottoa. Usein käyttäjät eivät itse varsinaisesti osallistu rakennushankkeeseen.

seen, jolloin heillä voi olla yhteyshenkilö, joka tiedottaa puolin ja toisin rakennuttajaorganisaatiolle tarpeista ja käyttäjille hankkeen etenemisestä. (RT 10-11222 Talonrakennushankkeen kulku 2016)

Rakennuttajan konkreettisen lopputuotteen toteuttamisesta vastaa urakoitsijat. Tyypillisesti urakoitsijoita on useita ja heille määritellään sopimuksilla tietty työkokonaisuus koko hankkeesta. Urakoitsijoiden roolit riippuvat osittain myös hankkeen urakkamuodosta. **Pääurakoitsija** on sopimussuhteessa hankkeen rakennuttajaan oleva urakoitsija, joka nimetään tyypillisesti sopimusasiakirjoissa myös rakennustyömaan päätoteuttajaksi. Pitkälti rakennusalalla käytössä olevien rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa (YSE 1998) pääurakoitsijalle kuuluu työmaan johtovelvollisuudet, joihin lukeutuu muun muassa työmaan hallinto, vastaavan työnjohtajan asettaminen, lainsäädännön asettamat päätoteuttajan velvollisuudet, työmaan aikataulun laatiminen, töiden järjestely ja yhteensovittaminen sekä työmaan vakuuttaminen. Päätoteuttajan rooliin kuuluu esimerkiksi huolehtia työturvallisuudesta huomioiden rakennushankkeen ominaisuudet, olosuhteet ja muita rakennustyön turvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä. **Sivu-urakoitsija** on myös suorassa sopimussuhteessa tilaajaan, mikä suorittaa pääurakkaan kuulumattoman työn osuuden hankkeessa. **Aliurakoitsijalla** tarkoitetaan urakoitsijaa, joka suorittaa toisen urakkaan kuuluvaa työtä. Niitä voi olla hankkeen pää- ja sivu-urakoitsijalla, eivätkä he ole suorassa sopimussuhteessa työn alkuperäiseen tilaajaan. (RT 10-11222 Talonrakennushankkeen kulku 2016)

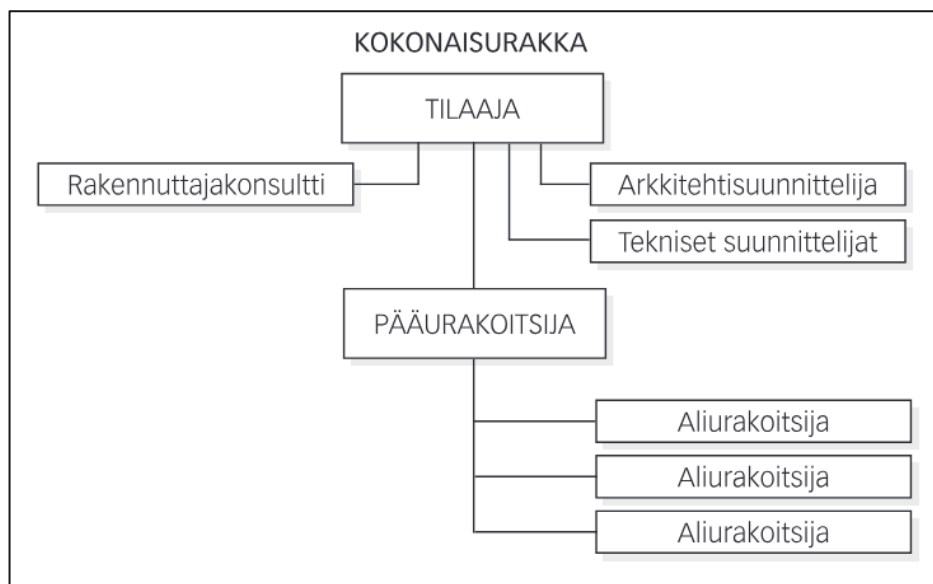
3 RAKENNUSHANKKEEN URAKKAMUODOT

Urakkamuoto antaa ehdot miten eri urakoitsijoiden kanssa toimitaan. Urakkamuodot voidaan jakaa suoritusvelvollisuuden laajuuden ja urakkahinnan maksuperusteen mukaan. Muotoja tarkastellaan myös urakoitsijoiden välisten suhteiden perusteella. Urakkamuodosta ja urakoitsijoiden välisistä sopimussuhteista määritellään urakkasopimuksessa. (RT 10-11223 Talonrakennushankkeen kulku 2016)

Tässä kappaleessa tutustutaan pääurakkamuotoihin, joita ovat kokonaisurakka ja jaettu urakka. Kummatkin urakkamuodot sopivat parhaiten tavanomaisiin kohteisiin, joissa epävarmuustekijät ovat merkitykseltään pieniä. Suunnitteluvastuu kuuluu pääurakkamuodoissa rakennuttajalle, ja rakennuttaja valitsee rakennustyön johtamiseen ja toteuttamiseen päätoteuttajan. (RT 10-11223 Talonrakennushankkeen kulku 2016). Urakkamuotoja on monia muitakin, mutta jäljempänä haastateltavana olleilla on eniten kokemusta pääurakkamuodoista, niiden ollessa myös hyvin yleisiä talotekniikkaurakoinnissa.

3.1 Kokonaisurakka

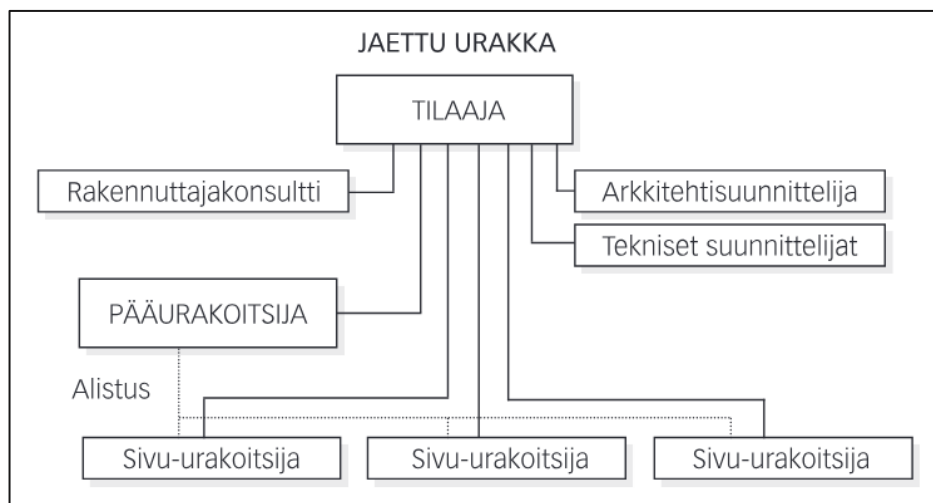
Kokonaisurakassa tilaaja solmii vain yhden urakkasopimuksen kokonaisurakoitsijan kanssa (kuvio 2). Kokonaisurakoitsija voi kilpailuttaa vastuullaan olevia osaluoteita urakasta, mutta on kuitenkin vastuussa aliurakoitsijoidenkin tekemästä työstä, myös virheistä ja puutteista. (RT 10-11223 Talonrakennushankkeen kulku 2016)



KUVIO 2. Kokonaisurakan sopimussuhteet (Junnonen & Kankainen 2023, 36)

3.2 Jaettu urakka

Jaetussa urakassa rakennuttaja on sopimussuhteessa useampaan urakoitsijaan (kuvio 3). Sopimukset tehdään sekä pääurakoitsijan että sivu-urakoitsijoiden kanssa. (Junnonen & Kankainen 2023, 37)



KUVIO 3. Jaetun urakan sopimussuhteet (Junnonen & Kankainen 2023, 36)

Rakennustyöt on tällöin jaettu osiin, esimerkiksi ammattialan mukaan, kuten rakennustöihin ja talotekniikan eri osa-alueisiin, joista on pyydetty omat tarjoukset. Myös tässä urakkamuodossa eri urakoitsijoilla voi olla omia aliurakoitsijoita, joihin rakennuttaja ei ole sopimussuhteessa. (RT 10-11223 Talonrakennushankkeen

kulku 2016) Jaetun urakan pääurakoitsijana toimii yleensä rakennusurakoitsija, jonka alaisuuteen sivu-urakoitsijat yleensä alistetaan alistamissopimuksella. Tällöin pääurakoitsija vastaa kaikkien töiden yhteensovittamisesta. (Junnonen & Kankainen 2023, 37)

4 RAKENNUSHANKKEEN AIKATAULU

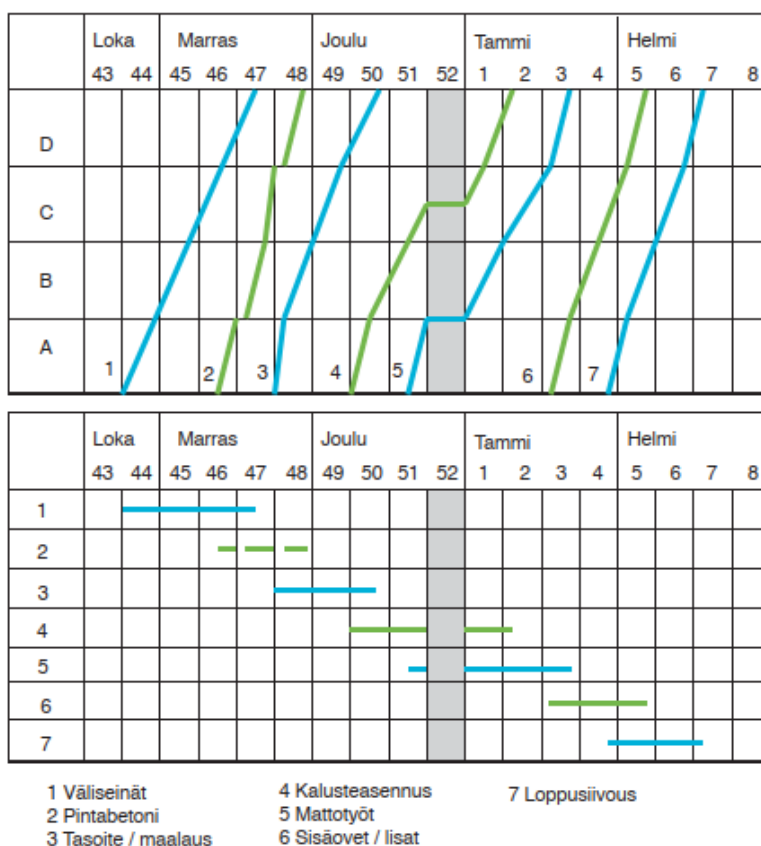
Hankkeelle määritellään rakennuttajan toimesta tavoitteellinen kokonaisu-aika, jonka pohjalta voidaan ajoittaa eri vaiheita ja niiden tehtäviä. Rakennushankkeelle laadittu aikataulu antaa hankkeen toteutukselle puitteet ja kehyksen, jotta hahmotetaan mitä asioita tehdään milloin ja missä järjestyksessä. Aikataulua varten määritellään hankkeen tehtävien kesto ja ajoitus, sekä sijoitetaan tehtävä suoritus realistisesti kokonaisuuden hallitsemiseksi. Realistisuus on tärkeää kohteen laadun kannalta, kun puolestaan epärealistisuus voi aiheuttaa ongelmia esimerkiksi jo urakoitsijoiden hankinnassa. Realistisesti määritelty hankkeen kesto auttaa sen etenemisessä ja valmistumisessa oikea-aikaisesti, sekä toimii hankkeeseen osallistuvien sidosryhmien välisenä apuvälineenä kommunikoinnissa ja yhteistyössä. Laadukas aikataulutusta yhteensovittaa eri osapuolten tehtävät niin, että kullekin on riittävästi aikaa, ja ottaa huomioon olosuhteet ja niiden hallinnan. (RT 10-11225 Talonrakennushankkeen kulku 2016)

Keskeisessä osassa aikataulusuunnittelua on rakennustöiden ajoittaminen yleisaikatauluun. Yleisaikatauluja tehdään erilaisia, riippuen sen laadinnan ajankohdasta, sisällön tarkkuudesta ja käyttötarkoituksen eroista. Hankkeelle on laadittava alustava yleisaikataulu ennen rakennuspäätöstä tai urakkatarjousten antoa. Siinä tarkistetaan töiden sopiminen rakennuttajan hankkeikataulussa määritettyyn rakennusaikaan ja millainen kireystaso hankkeen ajallisella kestolla on. Alustava yleisaikataulu on karkealla tasolla laadittu, joten siinä kuvataan vain työn kulkua ohjaavat päätyövaiheet. Ennen urakkasopimuksen allekirjoitusta tarkistetaan rakennusvaiheiden realistinen kesto. Sopimusneuvotteluissa osapuolet voivat tarkentaa aikataulua esimerkiksi keskeisten välitavoitteiden osalta. Välitavoitteisiin voidaan myös sijoittaa sakkoja, jolloin sopimuksen allekirjoittamisen jälkeen lohkojen työjärjestyksiä tai -kestoja on vaikeaa muuttaa. (RT 10-11225 Talonrakennushankkeen kulku 2016) Rakennuttajan ja urakoitsijan yhdessä tarkennettu ja hyväksytty yleisaikataulu liitetään sopimukseen sopimusyleisaikatauluksi. Sopimusyleisaikataulu tarkennetaan päätoteuttajan puolesta työmaan työaikatauluksi yhteensovittaen eri urakoitsijoiden työt. (Ratu KI-6036 Aikataulukirja 2024)

4.1 Rakennusaikainen aikataulu

Rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa veloitetaan työmaan johtovelvollisuuksista vastaavaa urakoitsijaa laatimaan työaikataulu yhteistyössä muiden urakoitsijoiden ja tilaajan kanssa. Työaikataulussa esitetään työvaiheiden keskinäinen suoritusjärjestys ja eteneminen hankintoineen niin, että kaikki urakoitsijat ja muut osapuolet pystyvät tahdistamaan tehtäviään sen mukaisesti. Aikataulun laadinnassa otetaan myös huomioon toimintakokeisiin ja koekäyttöön tarvittava aika. Kun työaikataulu on hyväksytty yhteisesti noudatettavaksi, sitä ei voi muuttaa tarkentumista lukuun ottamatta muuten kuin yhteisesti sopimalla. (RT 16-10660 Rakennusalan yleiset sopimusehdot YSE 1998. 1998)

Työaikataulua käytetään tärkeänä tiedonvaihdonvälineenä ja toimii työaikaisen valvonnan perusteena hankkeessa (Ratu KI-6036 Aikataulukirja 2024). Sen perusteella laaditaan rakentamisvaiheaikataulut, jossa esitetään mitoitettuna, tahdistettuna ja riippuvuuksiltaan yhteensovitettuna rakennusteknisten töiden kanssa tärkeimpien sivu- ja aliurakoitsijoiden työt. Rakentamisvaiheaikataulun avulla pystytään varmistamaan, että vapaata työskentelytilaa on suunniteltu kullekin työlle. Urakoitsijapalaverieissa voidaan käydä läpi ja tarkentaa vielä yksityiskohtaisemmin ajankohtaisimpien tehtävien suoritusajoja. Yleisimmät esitystavat rakentamisvaiheaikataululle on jana-aikataulu tai paikka-aikakaavio (kuvio 4). (Ratu KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017)



KUVIO 4. Esimerkki paikka-aikakaaviosta ja jana-aikataulusta (Ratu KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017)

Aikataulun laadinnan tapaan voi vaikuttaa, jos hankkeessa on käytössä **tahtituotanto**. Se on tuotantotapa, jossa rakennustyöt jaotellaan suurin piirtein yhtä suu- riksi osuuksiksi ja niille merkitään tarkka aikataulu ja tuotantotavoitteet. Tahtituotannon on tarkoitus olla tehdasmaista, jolloin työvaiheet limittyvät saumattomasti ja tehdään jatkuvana virtana. Tahtiaikataulu vaatii tarkkaa suunnittelua työvai- heista ja materiaaltarpeista. (Tahtituotanto rakentamisessa n.d.) Tuotantomallin hyötyinä pidetään lyhyempää läpimenoaikaa tuotannossa, jolloin keskeneräisiä työvaiheita, odottamista ja varastointia tapahtuisi vähemmän. Sen katsotaan myös parantavan työturvallisuutta ja laatua tuotannossa ja lopputuotteessa. (Ratu KI-6036 Aikataulukirja 2024)

4.2 Viimeistely- ja luovutusvaiheen aikataulu

Yhdeksi keskeisimmistä rakennusvaiheista on tänä päivänä muodostunut viimeistely- ja luovutusvaihe. Viimeistelyvaiheen perusteellinen suunnittelu yhdessä ohjatun toteutuksen kanssa mahdollistavat suunnitelmien mukaisen kohteen luovutuksen ja käyttöönoton tilaajalle. Vaiheen aikana muun muassa tehdään eri osapuolten omia tarkastuksia ja puutekorjauksia havaintojen pohjalta, pidetään toimintakokeet talotekniikkajärjestelmille ja tehdä teknisiä kokeita ja mittauksia ennen kohteen luovutusta asiakkaalle. Viimeistely- ja luovutusvaiheeseen kuuluu myös viranomaistarkastukset, kuten palotarkastus ja käyttöönotto-katselmus, joita ennen hankkeen sisäiset valvojat ja suunnittelijat ovat tarkastaneet urakoitsijoiden loppudokumentoinnin. (Ratu 1224-S Rakennushankkeen la-dunvarmistustoimet 2009)

Talotekniikalla on erityinen rooli viimeistely- ja luovutusvaiheessa. Isona osana vaihetta pidetään taloteknisten järjestelmien toimintakokeet. Niillä varmistetaan, että laitteet on asennettu oikein ja tuottaa käyttäjille suunnitellut ominaisuudet. (Ratu KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017) Talotekniikkaurakoitsijoiden omista toiminnantarkastuksista on kerrottu seuraavan kap-paleen alaluvuissa.

4.3 Talotekniikkatöiden aikataulu

Talotekniikan työt esitetään osana yleisaikataulua, mutta ne on hyvä esittää myös omana aikataulunaan. Yleisaikataulussa esitetään koko rakennushankkeen tuotantonopeus, jolloin myös määrittyy talotekniikkatöiden tuotantonopeus. Talotekniikkaurakoitsijat voivat esittää omat näkemyksensä aikatauluun liittyen, jos urakoitsijat on valittu aikaisessa vaiheessa hankkeeseen. Yleensä yleisaikataulua laadittaessa talotekniikkaurakoitsijoita ei ole kuitenkaan vielä valittu, joten pääurakoitsijan on laadittava aikataulu rakennusteknisistä töistä ja tehtäväluettelon talotekniikan töistä. Myöhemmin TATE-urakoitsijat voivat ottaa kantaan suunniteltuun aikatauluun aikataulukokouksessa tehtäväluettelon kautta. (Ratu KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus)

Talotekniikka-aikataulu muodostetaan sopimuskokonaisuuksien mukaisesti tai eri talotekniikka järjestelmittäin, esimerkiksi LV, IV ja S. (Ratu KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus). Talotekniikkatehtävien työnimikkeet määritellään aina kohdekohtaisesti. TATE-aikataulun on perustuttava suunnitelmiin, joten myös suunnittelu-aikataulun noudattaminen on ehdoton edellytys talotekniikkatöiden aikataulusuunnittelun onnistumiselle. (RT 10-11225 Talonrakennushankkeen kulku 2016; Ratu KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017)

Tehtävien mitoituksessa tulee huomioida mahdollinen lohko- ja työkohdejako myös talotekniikan osalta. Ne myös vaikuttavat mitoitettaviin resursseihin, koska eri lohkoilla voi resurssien tarve muuttua asennettavien materiaalien ja järjestelmien määrän suhteen. On syytä tarkastella rakennettavan kohteen materiaali- ja rakenneratkaisujen vaikutuksia, sekä selvittää talo- ja rakennustekniikan väliset riippuvuudet, jotta ne tulee huomioiduksi niin TATE-aikataulussa kuin yleisaikataulussakin. Talotekniikkatöiden keskinäisiä riippuvuuksia ei myöskään tule unohtaa, esimerkiksi ilmanvaihtokoneiden toiminta ja testaus vaatii sähkö- ja automaatiotöiden valmiutta IV-asennusten lisäksi. (Ratu KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017) On hankekohtaista, kuinka riippuvuuksia toisiin työvaiheisiin määritellään. Esimerkiksi yksittäisten, mutta keskeisten ratkaisujen, kuten alakattoratkaisujen vaikutus voi olla haastavaa hahmottaa. Lisäksi suunnitelmamuutokset voivat muuttaa riippuvuuksia ja aikataulua voi joutua suunnittelemaan uudelleen. (Ratu KI-6036 Aikataulukirja 2024)

4.3.1 Lämmitys-, vesi- ja viemäriasennukset

LVV-töiden aikataulunimikkeinä voi olla seuraavanlaisia:

- ulkopuoliset putkistot ja liittymät
- pohjaviemärit
- lämmönjakohuoneen asennustyöt
- jako- ja kytkentäjohdot
- nousujohdot
- lämmityspatterit
- vesi- ja viemärikalusteiden asennus

- verkoston vesivirtojen säätötyöt
- erityisjärjestelmien laite- ja verkostoasennukset
- tarkastukset ja toimintakokeet (LVI 04-10410 Lämmitys-, vesi ja viemäri-työt 2007)

Rakennuksen perustuksia tehdessä aloitetaan rakentamaan myös lämmitys-, vesi- ja viemäriverkostoa tulevaan kiinteistöön aloittaen ulkopuolisista putkistoista, kuten tonttiliittymä, viemärit ja lämpöjohdot. Kun runko on pystytetty, LV-työt etenevät sisärakennusvaiheen kanssa aloittaen nousujohdoista ja runkolinjoista, jatkaen jako- ja kytkentäjohtojen asennukseen. Lämmönjakohuoneen asennuksien aikataulutusta määrittää ”lämpö päälle”-ajankohta. Lämmönjakohuone on yleensä tarkoitus toteuttaa heti kun tilojen puolesta se on mahdollista.

Ennen putkiston eristystöitä suoritetaan järjestelmälle koepaineistus, joka on osa LVV-töiden laadunvarmistusta. Koepaineistuksessa testataan putkistojen tiiviys ja paineensietokyky. Paineekoe voidaan ensin suorittaa kuivalla ilmalla, jolloin voidaan huomata mahdolliset vuotokohdat ennen vedellä tehtävää painekoetta. Ilmalla suoritettavaa koepaineistusta hyödynnetään myös tilanteissa, joissa putkisto voi jäätymä tai vedellä täytöstä voi olla vaaraa tai haittaa. (Ketola & Nieminen 2021, 52). Eristäminen tehdään verkoston osiin järjestelmästä riippuen. Esimerkiksi vesijohdot eristetään piiloon jääviltä osilta jakojohdoille asti, jäähdytyslinjat eristetään päätelaitteelle asti, viemäreistä kaikki osat, varsinkin kylmistä tiloista. Sadevesi- ja radonputket eristetään myös sisätiloissa.

Lämmityspattereita asennetaan jo runkolinjoja tehdessä, koska niitä hyödynnetään rakennusaikaisessa lämmityksessä. Pattereita irrotetaan paikoiltaan myöhemmin työmaan edetessä seinäpintojen viimeistelytyötä varten. Kun rakennuspuolen pintatyöt on saatu lopullisesti valmiiksi, kiinnitetään lämmityspatterit takaisin ja asennetaan vesi ja viemärikalusteet. Valmiisiin seinäpintoihin saatetaan vielä asentaa tarvittavia pintajohtoja.

Verkostot huuhdellaan ja pidetään koko verkoston kattavat painekokeet asennusten valmistuttua. Verkostoon tehdään vesivirtojen säätöjä, jolloin halutut virtaama- ja painetasot saavutetaan. Tarkastuksista ja toimintakokeista laaditaan dokumentaatio luovutusmateriaalin osaksi.

4.3.2 Ilmastointiasennukset

Ilmanvaihdon asennukset kattavat pitkälti seuraavat aikataulunimikkeet:

- runkokanavat
- haarakanavat
- koneasennukset
- päätelaiteasennukset
- ilmapurkujen säätö- ja mittaustyöt
- tarkastukset ja toimintakokeet (LVI 04-10411 Ilmastointityöt 2007)

Useimmissa kohteissa nykypäivänä, ennen ilmanvaihdon asennustöitä, rakennustyömaalta vaaditaan tiettyä puhtaustasoa, jotta uusiin ilmapuhtokanaviin ja -laitteisiin ei päätyisi epäpuhtauksia ennen ilmanvaihtokoneen käyttöönottoa.

Ilmanvaihtojärjestelmän asennusten työjärjestys alkaa yleensä runkokanavien asennuksesta, minkä jälkeen asennetaan haarakanavat, jotka johtavat ilman pienempiin tiloihin runkolinjalta. Samanaikaisesti asennetaan tulo- ja poistoilman kanavistoja. Runkolinjat liitetään ilmanvaihtokoneeseen koneasennuksien yhteydessä. Koneasennuksiin liittyviä työvaiheita ovat raitis- ja jäteilmakanavistojen asennukset. Suuremmissa ilmanvaihtokoneissa LV-, sähkö- ja automaatiourakoitsijat tekevät myös omat asennukset, joita ovat muun muassa koneen sähköistys, automatisointi sekä tuloilmakoneiden lämmitys- ja jäähdytyspattereiden kytkennät.

Kanaviston tiiveyskokeet suoritetaan työselostuksen tai LVI-valvojan näkemyksen mukaan. Koepainettavia kanaviston osia on muun muassa ilmanvaihtokoneet, runko- ja haarakanavat. Tiiveyskokeen tulosten pohjalta valvoja antaa luvan kanavistojen eristystöiden aloittamiseen. Päätelaiteasennukset suoritetaan usein alakattotöiden edetessä.

Ennen mittaus- ja säätötöitä järjestelmä otetaan käyttöön ja sille tehdään toimintakokeet. Toimintakokeissa tarkastetaan ilmanvaihtokoneiden toiminta automaattivetoisesti esimerkiksi pumppujen, venttiilien ja toimilaitteiden osalta. Ilmanvaihtojärjestelmän mittauksessa ja säädössä kiinteistön tai sen osan, jota testattavana oleva ilmanvaihtojärjestelmä palvelee, on oltava tiivis, sähköistykset teh-

tynä ilmanvaihtojärjestelmään, eikä pölyäviä työvaiheita enää suoriteta. Mittausten aikana tarkistetaan, että mitatut ilmamäärät vastaavat suunniteltuja arvoja. Viimeisenä työvaiheena suoritetaan äänenpainetasomittaukset, jolla selvitetään ilmanvaihtojärjestelmän melusaasteen määrä.

4.3.3 Sähkö- ja teleasennukset

Sähköasennuksien aikataulunimikkeisiin voi esimerkiksi kuulua:

- aluesähköistykset
- keskusasennukset
- kaapelireitit
- kaapeloinnit
- rasiakojeiden asennukset
- valaisinasennukset
- LVI-laitteiden asennukset
- tarkastukset ja toimintakokeet (LVI 04-10412 Sähkötyöt 2007)

Aluesähköistystä tehdään jo maanrakennusvaiheessa ja tulevan kiinteistön perustuksia tehdessä. Maanrakennusvaiheessa, kun muutakin kunnallistekniikkaa rakennetaan tontille, toteutetaan myös tuleva sähköliittymä. Muita piha-alueelle sijoituvia sähköpisteitä varten tehtäviä kaapelointireittejä voi toteuttaa maanrakennusvaiheessa, mutta ne voidaan toteuttaa myös myöhemmässä vaiheessa, kun ulkotöitä viimeistellään.

Keskusasennuksiin kuuluvat kaikki kiinteistön keskuksien asennukset, pääkeskuksesta jako- ja ryhmäkeskuksiin. Pääsääntöisesti keskuksat tulevat keskusvalmistajalta valmiiksi koottuina ja sisäjohtotettuina. Työmaalla keskuksiin kytetään liittymäkaapeli, nousu- ja ryhmäjohdot ja asetetaan tarvittavat sulakkeet sähköjen kytkemiseksi.

Ennen kaapelointia täytyy kaapeleille olla asianmukainen reitti. Johtoreitteihin lukeutuu muun muassa tikas- ja levyhylly-, ripustuskisko- ja johtokanava-asennukset. Erilaiset putkitukset alapohjassa, väliseinissä ja alakattojen yläpuolella ovat

myös osa johtoreittejä. Reitit rakennetaan lähtökohtaisesti aloittaen piiloon jäävistä asennuksista, esimerkiksi putkituksista ja alakaton yläpuolelle jäävistä hyllyistä.

Kohteen mukaan eri järjestelmien määrä voi vaihdella, mutta kaapelointiin voi kuulua

- keskusten väliset kaapeloinnit
- ryhmäjohtotukset
- yleiskaapelointi
- antennijärjestelmä
- ovipuhelinjärjestelmät
- paloilmoinjärjestelmä
- kulunvalvontajärjestelmä
- äänentoistojärjestelmä
- LVI-koneiden johtotukset
- rakennusautomaation kaapeloinnit

Kuten LV- ja IV-töissä, niin sähkötöidenkin etenemistä tahdistaa muiden töiden eteneminen työmaalla. Jotta sähkötöissä päästään kaapeloinnin jälkeen asentamaan esimerkiksi rasiakojeita, on tilojen pintamateriaalit oltava valmiita, kuten seinät maalattuina tai laatoitettuna ja valaisinasennuksia varten kattotyöt tarvittavilta osin tehtynä. Sähköurakkaan usein kuuluu LVI-laitteiden sähköistys yli 230 voltin jännitteen asennuksien osalta, johon vaikuttaa LVI-urakoitsijoiden laitetoimitusten aikataulu. Niihin liittyvien rakennusautomaatiojärjestelmän osien kytkennät tekee yleensä automaatiourakoitsija, vaikka sähköurakoitsijalla on usein kaapelointivastuu rakennusautomaatiojärjestelmiin.

Sähköurakoitsijalle kuuluu myös osaltaan toimittamiensa järjestelmien tarkastus, käyttöönotto ja mittaukset dokumentteineen luovutusmateriaalin yhteydessä. Asuinrakennuksille, jotka ovat paritaloa suurempia, sekä muille kiinteistöille, joissa pääsulakkeiden koko on yli 35A, täytyy käyttöönottotarkastusten lisäksi teettää sähkölaitteiston varmennustarkastus. Varmennustarkastuksen teettäminen on sähkötöiden tekijän vastuulla. Tarkastuksessa valtuutettu tarkastaja varmistaa riittävällä laajuudella sähkölaitteiston sähköturvallisuuden täyttymisen

sekä, että sähkölaitteistolle on tehty asianmukainen käyttöönottotarkastus (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016). Valtioneuvoston asetuksessa sähkölaitteistoista 1434/2016 varmennustarkastus on tehtävä kolmen kuukauden kuluessa sähkölaitteiston käyttöönotosta, mutta tarkastus tavallisesti toteutetaan ennen kiinteistön luovutusta tilaajalle.

5 HAASTATTELUTUTKIMUS

5.1 Tutkimusmenetelmä

Tutkimusmenetelmänä käytettiin kvalitatiivista menetelmää haastatteleamalla liitteen 1 mukaisten kysymysten mukaan. Haastattelut toteutettiin sekä etäyhteydellä että kasvotusten anonyymisti. Haastateltavat olivat kohdeyrityksen eri talotekniikan osa-alueita edustavia, projektihoitotehtävistä vastaavia henkilöitä. Heiltä haluttiin kokemusperäistä tietoa ja näkemyksiä aikataulutuksesta rakennushankkeissa, varsinkin talotekniikkaurakoitsijan roolista aikataulutuksessa.

5.2 Haastattelun tulokset

Kaikki haastateltavat olivat yhtä mieltä, että talotekniikkaurakoitsijan pitäisi olla alusta alkaen mukana aikataulun laadinnassa sen jälkeen, kun urakkasopimus on solmittu ja yleisaikataulua laaditaan. Rakennusurakoitsijalla voi olla omia tärkeitä etappeja hankkeen edetessä, jotka määrittävät tietyiltä osin aikataulua ja niiden pohjalta aletaan hahmottamaan taloteknisten töiden aikataulua. Tässä vaiheessa olisi tärkeää kuunnella mitkä edellytykset työmaalla pitää olla, jotta talotekniikka-asennuksia pystyy tekemään. Rakennusurakoitsija ei välttämättä hahmota, ettei joitain työvaiheita voi tehdä niin sanotusti päällekkäin, vaan ne pitää limittää aikatauluun oikein, että työt etenevät tietynlaisella jatkumolla. On hyvin hankeriippuvaista, kuinka aikataulusuunnitteluun otetaan talotekniikkaurakoitsija mukaan. Haastatteluissa esiin nostetaan myös vaihtoehto, että osa-aikatauluja ja luovutusvaiheen aikataulua laadittaessa voisi jonkinlainen vetovastuu olla talotekniikkapuolellakin.

Vaikka rakennusalan yleisissä sopimusehdoissa (YSE 1998) veloitetaan työmaanjohtovelvollisuuksista vastaavaa urakoitsijaa laatimaan yhteistyössä tilaajan ja muiden urakoitsijoiden kanssa työmaan aikataulu, niin työaikataulun laadinnasta yhteistyössä on vaihtelevia kokemuksia. On ollut kohderiippuvaista, mil-

loin on kysytty laajemmin aikataulullisia tarpeita ja milloin puolestaan annettu raamit, joiden väliin täytyy omat työt sovittaa. Eri rakennusliikkeillä ja heidän toimihenkilöillensä saattaa olla erilaiset toimintatavat tämän suhteen.

Urakkamuodolla ja siitä johtuvalla vaikutusmahdollisuudella koetaan olevan vaikutusta aikataulutukseen rakennusurakoitsijan suuntaan. Aliurakoitsijana toimiessa vaikuttaa paljon, että millainen intressi pääurakoitsijalla on projektinhoitamiseen. Voi olla, että aliurakoitsijana rakennusliikkeelle ollessa voi joutua toimimaan täysin heidän asettamien tavoitteiden mukaan, mutta toisaalta pääurakoitsijalla on oman urakan onnistuminen myös kiinni siitä, kuinka heidän omat aliurakoitsijansa pystyvät oman urakkansa suorittamaan, joten olisi kannattavaa kuunnella aliurakoitsijoita aikataulun laadinnassa ja urakka-aikana eteen tulevissa asioissa aikataulullisesti. Sivu-urakoitsijana toimiessa on koettu, että pystyy paremmin esimerkiksi reklamoimaan pääurakoitsijan toiminnasta suoraan tilaajalle, jonka sana painaa eri tavalla pääurakoitsijalle, kuin heidän oman aliurakoitsijansa.

Haastateltavien näkemyksen mukaan talotekniikan osalta aikataulussa pysyminen onnistuu, jos pääurakoitsijan omien töiden aikataulu pitää urakan edetessä. Aikataulullisia haasteita koetaan tulevan esimerkiksi tilanteissa, kun pidemmissä hankkeissa tavarantoimittajia on useampia, niin jos yhdelläkin tavarantoimitus viivästyy, se voi heijastua pitkälle, myös muista urakoista oman osa-alueen ulkopuolelta. Eräs haastateltava nostaa esiin, että aikataulussa pysymiseen vaikuttaa luonnollisesti myös oman työnjohdon aktiivisuus, että urakoitsijoiden olisi myös itse osattava vaatia paremmin ja ajoissa edellytyksiä aikataulussa pysymiseen esimerkiksi pääurakoitsijalta.

Kysyttäessä suunnitelmamuutoksien vaikutuksesta työmaatoimintaan kerrotaan, että ne ei välttämättä aiheuta aikatauluun poikkeavuuksia. Isompia haasteita voi tulla eteen, esimerkiksi silloin, jos muutokset ovat isoja tai aikaisemmin suunniteltu ratkaisu on ehditty jo toteuttamaan. Eri talotekniikan osa-alueilla suunnitelmien muutokset vaikuttavat myös eri tavalla. Esimerkiksi ilmanvaihtotöihin vaikuttavia muutoksia voi olla, kun itse rakennettavia tiloja muutetaan, jolloin se aikataulullinen muutos tapahtuu myös rakennusteknisissä töissä, joten itse ilmanvaihtotyöt ei aiheuta muutoksia aikatauluun. Ilmanvaihdon muutokset ovat myös

pitkälti pienempiä, että esimerkiksi jokin päätelaitteen paikka vaihtuu tilan sisällä, jolloin isompiin runkolinjoihin tai pienempiin haaroihinkaan ei tarvitse tehdä muutoksia muuta kuin päätelaitteen lähellä. Puolestaan sähköasennuksissa isoimmat muutostarpeet voi tulla käyttäjämuutoksista, esimerkiksi liiketilakiinteistöissä käyttäjien tarpeet voi olla pitkäänkin avoinna, jos ei tiedetä millainen vuokralainen tilaa tulee käyttämään ja muutoksia tehdään hyvin lähellä kohteen valmistumista. Jos suunnitelmat ovat jo ennen töiden aloitusta hyvin tehty, lisä- ja muutostyöt jäävät usein vähäisiksi, jolloin ne voidaan tehdä jouhevasti urakan edetessä. Esimerkiksi tilapalveluiden kohteet, kuten koulut ja päiväkodit ovat usein hyvin suunniteltuja, koska lopullinen käyttötarkoitus on pitkään ollut tiedossa ja niiden suunnitteluun voi olla omat ohjeistukset laadittuna. Eli suunnitelmamuutoksiin ja niiden laajuuteen, vaikuttavat vahvasti tulevien käyttäjien ja tarpeiden tunteminen jo ennen rakennusvaihetta.

Esiin myös nousee, että jos suunnitelmien laatu on heikko, siitä voi seurata pitkäkin selvittely, jotta suunnitelmat ovat toteutettavassa muodossa. Tai jos kohdetta tuntematon suunnittelija alkaa hoitamaan projektia, ei aikaisempia suunnitteluratkaisuja saateta tietää, jolloin myös epäselvyyksien selvittämisen vasteaika pitkittyy. Toisaalta eräs haastateltava kertoo, että on hyvä käydä suunnitelmat huolellisesti läpi, ikään kuin tietäisit tulevan tilanteen paremmin kuin tilaaja, suunnittelija tai pääurakoitsija, jolloin pystyy parhaiten puuttumaan suunnitelmien laatuun ja niin sanotusti pistämään painetta aikaisessa vaiheessa suunnitteluryhmälle asioiden ratkaisemiseksi, jolloin välttyään odottelulta siinä vaiheessa, kun työvaihe pitäisi suorittaa.

Haastateltavat kertovat, että aikataulun muutoksiin varaudutaan osittain etukäteen, muttei niin sanotusti näkyvästi. Yleisaikataulu saatetaan laatia niin, että se sisältää jo joitain varoja mahdollisille häiriöille aikataulussa, ilman että se erikseen näkyy varauksena. Aikataulu voidaan laatia niin sanottujen normituntien mukaan, vaikka tuntisi oman asennusryhmän suoriutuvan työvaiheesta nopeammin. Saatetaan myös esimerkiksi nähdä, että johonkin työvaiheeseen menee kolme päivää, mutta sen kesto merkitään kuitenkin viiden päivän kestoiseksi. Näillä tavoilla voi aikatauluun jäädä pieniä liikkumavaroja, mutta jokaiseen työvaiheeseen ei voi tällaisia toimia tehdä. Aikataulumuutoksia voi tulla yllättäen,

jolloin muutoksiin on sopeuduttava ja yhdessä löydettävä kaikkia palveleva ratkaisu. Kokemusta on myös käytännöstä, jolloin työmaalla on alueita, joille ei ole niin tarkkaa aikataulua laadittuna ja se toimii vara-työskentelyalueena, jos toisaalla ei pääse tehtäviä edistämään. Tällainen käytäntö on jokseenkin toimiva, mutta esiin myös nousee, että ihmisten ja tavaroiden liikuttaminen, varsinkin isolla työmaalla, on aikaa vievää, joten työtehokkuus ja urakaluontoisuus kärsii, jos työsuoritteita ei voi tietynlaisella jatkumolla suorittamaan.

Aikataulumuutoksista kommunikoidaan yleisellä tasolla hyvin, muttei välttämättä tarpeeksi. Kaikki haastatellut nostavat esiin urakoitsijapalaverit, joissa on tilaisuus tuoda aikatauluun liittyvät aiheet esille ja käydä läpi vaikutukset eri osapuolille. Isoimmista aikataulumuutoksista olisi hyvä pitää erillisiäkin kokouksia ja virallisemmissä tilanteissa aikatauluun liittyvät asiat on syytä kirjata työmaakokousten pöytäkirjoihin. Voi olla projektin osapuolista riippuvaista, kuinka aikataulullisia asioita tuodaan esiin. Toiset saattavat ilmoittaa tarkastikin töiden etenemisen ajoista, toisaalta saatetaan ilmoittaa vain sellaisista työvaiheista, joiden tiedetään vaikuttavan toisenkin urakoitsijan työsuoritukseen. Tässäkin asiassa omalla aktiivisuudella on vaikutusta, jotta osaa itse myös tarttua haastaviin aikataulutilanteisiin paremmin, jos esimerkiksi toinen urakoitsija ilmoittaa, että heille on tullut aikataulullinen haaste, joka vaikuttaa muihinkin. Parhaiten aikataulusta viestiminen onnistuu työmailla, joissa kaikilla on yhteinen ymmärrys aikataulun tärkeydestä ja sitä koskevat tilanteet käsitellään tietynlaisella vakavuudella.

Haastateltavat edustavat isoa talotekniikka urakoitsijaliikettä, joka pystyy toteuttamaan kaikki talotekniikan osa-alueet rakennushankkeissa. Tilanteessa, jossa kaikki talotekniikkatyöt suorittaa sama urakoitsija, koetaan kommunikoinnin olevan tietyllä tavalla helpompaa, koska kommunikointi voi tapahtua nopeammin oman talon sisällä ja osapuolet voi olla hyvinkin tuttuja. Tällöin myös voidaan välittää toisen talotekniikkaosa-alueen etenemisestä enemmän, koska saatetaan myös ajatella yhteistä taloudellista vaikutusta paremmin, vaikka urakat olisivat tavallaan erilliset. Henkilökemioilla on kuitenkin merkitystä, oli yhteistyöurakoitsijat sitten samasta tai eri yrityksestä. Toiminta-alueen muut urakoitsijat tulevat ajan mittaan tutuiksi erilaisista projekteista, joten heidän kanssaan kommunikointi voi olla yhtä helppoa kuin omankin työyhteisön sisällä.

Käytettävissä olevista resursseista aikataulua ajatellen haastateltavat kertovat hyvin samankaltaisia kokemuksia, ja ne liittyvät pitkälti näkemyseroon rakennusurakoitsijan ja talotekniikkaurakoitsijan välillä siitä, kuinka henkilöresursseja käytetään. Rakennusliikkeellä voi olla ajattelutapa, että jos pitää saada isompi työsuoritus tehdyksi nopeammin, se onnistuu lisäämällä työntekijöitä. Kuitenkaan henkilöresurssia kasvattamalla ei aina voi korjata kireää aikataulutilannetta. Yleensä haasteeksi saattaa tulla ylipäättään työskentelemään mahtuminen tiiloissa, jos jokaista työntekijäryhmää kasvatettaisiin työmaalla, ja samalla työn tehokkuudessa nähdään heikentymistä tällaisissa tilanteissa.

Aikataulussa saattaa kuitenkin olla hetkiä, jolloin työntekijämäärää on pakko kasvattaa talotekniikkaurakoitsijankin mielestä, jolloin itse urakoitsijalla voi olla haaste resurssoinnissa, jos omia asentajia ei voi siirtää toiselta työmaalta toiselle, edes hetkeksi, tai on vaikeaa saada nopealla aikataululla uusia työntekijöitä käytettäväksi. Tällaisesta henkilöresurssien kasvatuksesta ei kuitenkaan aiheudu ylimääräisiä kuluja, jos tilanne on tiedostettu ennakkoon.

Haastateltavien kokemuksen mukaan testaukseen ja luovutukseen varataan alkuperäisessä aikataulussa riittävästi aikaa, mutta usein aikataulullisesti ajaudutaan siihen tilanteeseen, että töitä tehdään rakennusajan loppuun asti ja testausaika jää lyhyeksi. Vaikka testaukseen ja luovutusvaiheeseen olisi varattu jopa kahdeksan viikkoa aikaa, sieltä usein nipistetään aikaa pois, jos aikaisemmissa työvaiheissa on aikataulu venynyt. Toisaalta joidenkin työvaiheiden ei ole välttämätöntä olla täysin valmiita testausvaiheessa, joten esimerkiksi kalustamista voi tapahtua hyvin myöhäisessä vaiheessakin. Usein myös testauksia ja luovutuksia tehdään rakennusaikana osittain sitä mukaan, kun työvaiheita valmistuu. Isommissa ja haastavammissa kohteissa on testaukset suoritettava isompina kokonaisuuksina. Jos rakennuttaja on itse valveutunut, voivat he vaatia oman välitavoitteen, jolloin kaikki rakennustyöt pitää olla tehtynä ja sen jälkeen alkaa testausaika.

Jos voisi ajatella, että olisiko talotekniikkaurakoitsijan mahdollista toimia projekteissa pääurakoitsijana, sitä kohtaan haastatelluilla on ristiriitaiset ajatukset. Se, että rakennusurakoitsija on pääurakoitsijana, on hyvin vakiintunut tapa, eikä sen muuttamiselle nähdä tarvetta. Toisaalta esimerkiksi saneerauskohteissa, joissa

talotekniikan uudistukset olisivat pääpainona, voisi talotekniikkaurakoitsijan roolia pääurakoitsijana nähdä mahdollisuutena. Pääurakoitsijan velvoitteissa on erilaista huolehdittavaa, joihin talotekniikkaurakoitsijoilla ei välttämättä ole nykyisellään tarpeeksi tietämystä tai resursseja, joten nykyisiä käytäntöjä pääurakoitsijan roolista pidetään hyvänä.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa talotekniikkaurakoitsijan kokemuksia rakennushankkeiden aikataulutuksesta projektinhoidostavastavia henkilöitä haastatteleamalla. Tulosten perusteella on tarkoitus tuoda esille toimintatapoja, jotka koetaan toimiviksi tai haasteellisiksi aikataulutuksessa. Tuloksista voidaan myös arvioida, vastaavatko ennako-oletukset haastateltujen kokemuksia aikataulutuksen haasteista rakennushankkeissa.

Haastateltavien kokemukset vastaavat hyvin paljon ennako-odotuksia siitä, millä tavoin talotekniikkaurakoitsija kokee aikataulutuksen rakennushankkeissa. Isoimmaksi haasteeksi aikataulutuksessa vaikuttaa nousevan esiin pääurakoitsijan tietämättömyys talotekniikan töistä ja toteutuksen edellytyksistä. Näissä tapauksissa aikataulun laatijan olisi suositeltavaa hyödyntää talotekniikkaurakoitsijoiden tietotaitoa, jotta saataisiin kaikkia palveleva aikataulu luotua. Samanlaisia kokemuksia on tuotu esille myös Talotekniikka 2030 -projektin raportissa ”Talotekniikan optimaalinen aikataulutus rakennushankkeessa” (Keskiniva, Moradi, Junnonen, Sormunen & Saari 2023). Samassa raportissa kerrotaan hyviä kokemuksia siitä, kun case-kohteissa talotekniikkaurakoitsija on päässyt kommentoimaan ja hiomaan eri vaiheiden aikatauluja parhaalla ammattikohtaisella tietämyksellä. Tällaista yhteistoimintaa selvästi kaivattaisiin lisää hankkeiden aikataulutuksessa tämänkin työn haastateltavien puolesta.

Omien kokemusten pohjalta projektinhoidotehtävissä sähköurakoinnin parissa, haastatteluissa ja muissa tutkimuksissa esiin nousseen haasteet aikataulutuksessa kuvaa hyvin rakennushankkeiden toteutusta. Esimerkiksi aikataulua on muutettu pääurakoitsijan toimesta, eikä muutoksista ole informoitu riittävästi, joka on aiheuttanut hämmennystä ja sopeutumista tilanteeseen työmaalla. Myös pääurakoitsijan vastaavan työnjohtajan tietämättömyys taloteknisistä töistä on tullut vastaan eri tavoin. Toisaalla ei ole oikein haluttu ymmärtää talotekniikan tarpeita hankkeen edetessä, mutta toisaalla puolestaan on kuunneltu ja haluttu yhteistyöllä ratkaista eteen tulleita haasteita.

Haastateltavilla oli kokemuksia kahdenlaisista hankkeista. Sellaisista, joissa kaikki talotekniikkatyöt on jaettu eri urakoitsijoille, ja toisaalta hankkeista, joissa kaikki talotekniikan osa-alueet on toteuttanut yksi urakoitsija. Tämän avulla pystyttiin vertailemaan yhteistyön toimivuutta erilaisilla urakoitsijakokoonpanoilla. Kuitenkin haastateltavat olivat yhden talotekniikkaurakointia harjoittavan yrityksen työntekijöitä, jonka takia jäi saamatta laajempaa tietoa siitä, miten muissa alan yrityksissä koetaan aikataulutukseen liittyvät tilanteet.

Jatkotutkimusaiheena voisi kartoittaa rakennusurakoitsijoiden tietämystä ja tuntemusta talotekniikan toteutuksesta rakennushankkeissa, ja sitä kuinka he ottavat sen aikataulutuksessa huomioon. Näiden tulosten pohjalta, yhdessä talotekniikkaurakoitsijoilta saatujen näkökulmien kanssa, voitaisiin kehittää parempaa ohjeistusta aikataulun laadintaan rakennusliikkeiden käyttöön.

LÄHTEET

Junnonen, J-M. & Kankainen, J. 2023. Rakennuttaminen. 7. painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Keskiniva, K. Moradi, S. Junnonen, J-M. Sormunen, P. Saari, A. 2023. Talotekniikan optimaalinen aikataulutus rakennushankkeessa. Tampereen yliopisto. Viitattu 17.4.2025. <https://www.aalto.fi/sites/default/files/2023-10/TH3.%20Talotekniikan%20aikataulutus%20loppuraportti.pdf>

Ketola, J. & Nieminen, J. 2021. Talotekniikan putkiasennukset. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

LVI 04-10410 Lämmitys-, vesi ja viemäryöt. 2007. LVI-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 12.11.2024. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi>

LVI 04-10411 Ilmastointiyöt. 2007. LVI-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 12.11.2024. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi>

LVI 04-10412 Sähkötyöt. 2007. LVI-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 12.11.2024. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi>

Ratu KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. 2017. Helsinki: Rakennustieto Oy

Ratu KI-6036 Aikataulukirja 2024. 2023. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11222 Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen osapuolet. 2016. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 28.1.2025. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi>

RT 10-11223 Talonrakennushankkeen kulku. Toteutusmuodot. 2016. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 2.3.2025 Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi>

RT 10-11225 Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen kesto ja aikataulut. 2016. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 28.1.2025. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi>

RT 16-10660 Rakennusalan yleiset sopimusehdot YSE 1998. 1998. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 2.3.2025 Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi>

Sätköturvallisuuslaki 1135/2016. Viitattu 11.5.2025. <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/2016/1135>

Tahtituotanto rakentamisessa. n.d. Fira. Verkkosivu. Viitattu 9.4.2025. <https://fira.fi/palvelut/rakentaminen/tahtituotanto/>

Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista 1434/2016. Viitattu 11.5.2025. <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/2016/1434>

LIITTEET

Liite 1. Haastattelukysymykset

1. Missä vaiheessa ja kuinka paljon talotekniikkaurakoitsijaa tulisi osallistaa työmaan aikataulusuunnitteluun?
2. Noudatetaanko YSE 1998 Työaikataulu -kohtaa, jossa johtovelvollisuuksista vastaavaa urakoitsijaa veloitetaan laatimaan aikataulu yhteistyössä tilaajan ja muiden urakoitsijoiden kanssa?
3. Onko urakkamuodolla ollut vaikutusta työmaa-aikatauluun ja sen laadintaan?
4. Kuinka hyvin suunnitellut työaikataulut toteutuvat talotekniikan osalta?
5. Vaikuttaako suunnitelmamuutokset talotekniikkaurakoitsijan työmaatoimintaan?
6. Varaudutaanko aikataulumuutoksiin etukäteen?
7. Kommunikoidaanko aikataulumuutoksista urakoitsijoille tarpeeksi? Millä tavoin aikataulumuutoksista keskustellaan talotekniikkaurakoitsijoiden välillä?
8. Kuinka paljon käytettävissä olevat resurssit vaikuttavat urakoinnissa?
9. Varataanko taloteknisten järjestelmien testaukseen ja luovutukseen riittävästi aikaa?
10. Mitä ajatuksia herää, jos erilaisissa projekteissa TATE-urakoitsijalla olisi vetovastuu totutun rakennusliikkeen pääurakoitsijaroolin sijaan?