



Henrietta Valkiala

Talotekniikan hallinta luovutusvaiheessa pääurakoitsijan näkökulmasta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

28.2.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Henrietta Valkiala
Otsikko:	Talotekniikan hallinta luovutusvaiheessa pääurakoitsijan näkökulmasta
Sivumäärä:	40 sivua + 1 liitettä
Aika:	28.2.2023
Tutkinto:	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine:	Talonrakennustekniikka
Ohjaajat:	JM Suomi Oy Talotekniikkapäällikkö Altti Halinen Metropolia Amk lehtori Anne Aalto

Tämän työn toimeksiantajana on JM Suomi Oy. Tämän opinnäytetyön taustana oli JM Suomi Oy:ltä puuttuva ohje talotekniikan luovutusvaiheeseen. Opinnäytetyö käsittelee siis talotekniikan hallintaa luovutusvaiheessa pääurakoitsijan näkökulmasta. Tarkoituksena oli tehdä kirjallisuuskatsaus ja talotekniikan luovutusvaiheen aikataulupohja asuinrakentamiseen sekä aikataulupohjan liitteeksi ohjesivu.

Opinnäytetyön teoriaosuus koostuu kirjallisuusaineistoista. Teoriaosuuden lisäksi opinnäytetyössä on haastatteluosuus, joka toteutettiin teemahaastatteluna JM Suomi Oy:n asiantuntijoiden kanssa. Haastattelujen tarkoituksena oli saada konkreettisia esimerkkejä työmaiden haasteista sekä onnistumisista talotekniikan luovutusvaiheen osalta.

Työn tuloksissa huomattiin talotekniikan luovutusvaiheen ongelmia, kuten ajan puute, aikataulun tiukkuus ja epäselvät roolit. Kehitysehdotuksina keksittiin luovutusvaiheen koordinaattorin nimeäminen. Koordinaattori pääasiassa hoitaisi pääurakoitsijan puolelta talotekniikan luovutusvaiheen organisoinnin rakennusvaiheen aikana sekä käänteisen aikataulun tekemisen.

Avainsanat: asuinrakentaminen, pääurakoitsija, talotekniikka, luovutusvaihe, luovutusaikataulu

Abstract

Author: Henrietta Valkiala
Title: Building technology management in the handover phase from the main contractor's point of view
Number of Pages: 40 pages + 1 appendices
Date: 28 February 2023

Degree: Bachelor of Construction Site Management
Degree Programme: Construction Site Management
Professional Major: House Building
Supervisors: Altti Halinen, JM Finland Oy MEP Manager
Anne Aalto, Metropolia University of Applied Sciences
Senior lecturer

The client of this study is JM Suomi Oy. The background of this thesis was the missing guidance for the handover phase of building services at JM Suomi Oy. The thesis deals with the management of building services in the handover phase from the perspective of the main contractor. The aim was to conduct a literature review and to create a schedule template for the handover phase of building services in residential construction, and a manual page as an appendix.

The theoretical part of the thesis consists of literature materials. In addition, the thesis included an interview section, which was carried out as a semi-structured interview with experts from JM Suomi Oy. The purpose of the interview was to receive concrete examples of challenges and successes in the handover phase of building services.

In the results of the study, problems in the handover phase of building services were noted, such as lack of time, tight schedules, and unclear roles. Development suggestions included the appointment of a handover phase coordinator, who mainly handles the organization of the handover phase of building services from the main contractor's side during the construction phase, and the creation of a reversed schedule.

Keywords: residential construction, main contractor, technical building services, handover phase, handover schedule

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Opinnäytetyön tausta	1
1.2	Opinnäytetyön tavoite ja rajaus	1
1.3	Tutkimusmenetelmä ja työn rakenne	2
2	Talotekniikka asuinkerrostalossa	4
2.1	LVI-tekniikka	5
2.2	Sähkötekniikka	8
2.3	Rakennusautomaatio	9
2.4	Pääurakoitsijan rooli	10
3	Luovutusvaihe rakennushankkeessa	11
3.1	Sisältö ja tavoite	11
3.2	Osapuolet	13
3.3	Aikataulu	14
4	Taloteknisten järjestelmien luovutusvaihe	15
4.1	Putkiurakka	17
4.1.1	Muistiot	18
1.	Laite- ja asennustapatarkastusten muistiot	18
4.1.2	Säätö- ja mittauspöytäkirjat	19
4.1.3	Kaukolämpöön liittyvät dokumentit	19
4.1.4	Muut suunnittelijan tai valvojan määrittelemät asiakirjat	19
4.2	Ilmanvaihtourakka	20
4.2.1	Mittauspöytäkirjat	20
4.2.2	Asennustodistukset	21
4.2.3	Luovutusmateriaali	22
4.2.4	Käytönopastus	22
4.3	Sähköurakka	22
4.3.1	Tarkastus- ja mittauspöytäkirjat	23
4.4	Rakennusautomaatiourakka	24
4.5	Yhteinen toimintatarkastus	25
5	Rakennus- ja taloteknisten töiden yhteensovitus luovutusvaiheessa	27

6	Haastattelut	29
6.1	Haastattelukysymykset ja tulokset	30
7	Pohdinta	34
8	Ohjesivun ja aikataulupohjan kehittäminen	36
9	Yhteenveto	37
	Lähteet	38
	Liitteet	41
	SALATTU YRITYKSEN PYYNNÖSTÄ	41

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tausta

Opinnäytetyön toimeksiantaja on rakennusliike JM Suomi Oy, joka toimii pääkaupunkiseudulla asuinrakentamisen uudistuotannossa. JM Suomi on osa JM-konsernia, johon kuuluvat Ruotsin emoyhtiö JM AB ja Norjan tytäryhtiö JM Norge. [1.] AB on listautunut Tukholman pörssiin ja koko konsernin liikevaihto oli vuonna 2021 noin 1,3 miljardia euroa [2].

Työn aihe syntyi JM Suomen asiantuntijoiden kanssa, kun huomattiin, että yrityksellä ei ole tuotannon käytössä selkeää työkalua rakennuksen talotekniikan luovutusvaiheen hallintaan. Työnjohtajilla luovutusvaihe toistuu asuinrakentamisessa normaalissa kerrostalossa tyypillisesti noin puolentoista vuoden välein ja isommissa kohteissa, kuten tornitaloissa, noin kolmen vuoden välein. Toistuvuudestaan huolimatta luovutusvaihe on koettu haastavaksi, joten asiaan on hyvä saada tukea muistilistatyyppisestä työkalusta.

1.2 Opinnäytetyön tavoite ja rajaus

Tämän opinnäytetyön päätavoite on perehtyä asuinkerrostalon talotekniikan luovutusvaiheeseen sekä pohtia luovutusvaiheessa ilmeneviä haasteita ja onnistumisia. Lopputuloksena tästä opinnäytetyöstä syntyy JM Suomi Oy:n tuotannolle yleishyödyllinen työkalu talotekniikan luovutusvaiheen hallitsemiseen, johon kuuluvat talotekniikan luovutusvaiheesta kertova ohjesivu sekä taulukkomuodossa oleva aikataulupohja. Tavoitteena on tehdä työkalu luovutusvaiheen tehtäviä ja aikataulutusta varten.

Aihe on laaja ja siitä on tehty useita opinnäytetöitä. Työssä perehdytään asuinkerrostalon luovutusvaiheeseen pääurakoitsijan näkökulmasta. Työ käsittelee talotekniikan hallintaa eikä siis koske luovutusvaiheen rakennusteknistä puolta.

Tarkemmin opinnäytetyössä käsitellään tarkastuksia, mittauksia, säätöjä ja toimintakokeita liittyen lämpö-, vesi- ja viemäri-, ilmanvaihto- ja sähkötekniikkaan sekä rakennusautomaatioon. Opinnäytetyössä ei käsitellä palotekniikkaa, jäähdytystekniikkaa eikä rakennuksen ulkopuolista tekniikkaa.

Opinnäytetyö on tarkoitettu JM Suomi Oy:n tuotannon käyttöön, ja se on kirjoitettu pääurakoitsijan näkökulmasta. Tämän mestarityön tavoitteena on saada työkalu, johon kuuluu aikataulupohja talotekniikan luovutusvaiheeseen, jossa on selkeästi kaikki tämän rakennusvaiheen tarkastukset sekä urakoitsijakohtaisesti tehtävät työvaiheet. Aikataulupohjan lisäksi tavoitteena on luovutusvaihetta selkeyttävä ohjesivu, jossa annetaan ohjeita luovutusvaiheen aikataulupalaverin järjestämiseen ja avataan enemmän, mitä aikataulupohjassa kerrotut työvaiheet vaativat. Aikataulupohjan ja ohjesivun on tarkoitus olla selkeitä ja helposti ymmärrettäviä, jotta ne sopivat niin kokeneen kuin kokemattomankin työnjohtajan apuvälineeksi.

1.3 Tutkimusmenetelmä ja työn rakenne

Tutkimusaineistoa voidaan hankkia ja analysoida laadullisten ja määrällisten tutkimusmenetelmien avulla. Tutkimusmenetelmän valinnan perustana ovat tutkimuskysymykset, aineisto ja teoria. Laadullinen tutkimus perustuu pienempiin aineistoihin, esimerkiksi haastatteluihin. Laadullisessa tutkimuksessa aineiston laadulla on enemmän merkitystä kuin sen laajuudella. Laadullisessa tutkimuksessa etsitään vastauksia kysymyksiin ”miten” ja ”miksi”. Määrällisessä tutkimuksessa aineistot perustuvat kysymyksiin ”montako” tai ”kuinka suuri”, ja näissä tutkimuksissa käytetään numeroihin perustuvia laajoja tutkimusaineistoja, kuten esimerkiksi tilastoja. Tutkimuksissa joskus myös sovelletaan ja käytetään kumpaakin tutkimusmenetelmää. [3.]

Tässä opinnäytetyössä käytetään tutkimusmenetelmänä laadullista eli kvalitatiivista tutkimusmenetelmää. Tutkimus toteutetaan tutkimalla kirjallisuutta sekä asiantuntijahaastatteluiden avulla. Ensimmäisenä tutustutaan aihetta koskevaan

teoriaan ja tehdään teoriaosuus eli kirjallisuuskatsaus, jotta teorian pohjalta osataan tehdä oikeat kysymykset asiantuntijahaastatteluihin.

Opinnäytetyössä on ensin teoriaosuus, josta saa peruskäsityksen talotekniikasta ja luovutusvaiheesta, minkä jälkeen käsitellään haastatteluja sekä niissä ilmi tuotuja haasteita ja onnistumisia. Opinnäytetyössä käytetään lähteinä verkkoaineistoa, kirjallisuutta ja teemahaastatteluja, jotka suoritetaan JM Suomi Oy:n sisällä asiantuntijahaastatteluina kasvokkain.

2 Talotekniikka asuinkerrostalossa

Talotekniikka tarkoittaa kiinteistöjen eri teknisiä järjestelmiä ja laitteita ja on niitä kuvaava yleisnimitys. Talotekniikkaan kuuluvat lämmitys ja jäähdytys, vesi- ja viemäriverkostot, ilmanvaihto sekä sähkö-, automaatio- ja paloturvallisuusjärjestelmät. Putkiurakoitsija asentaa lämmitys-, vesi-, ja viemärijärjestelmät, ilmanvaihtourakoitsija asentaa ilmanvaihtojärjestelmät, automaatiourakoitsija asentaa rakennusautomaatiojärjestelmät ja sähköurakoitsija asentaa sähkö- ja sähköteknisen tietojärjestelmän, josta kuitenkin teetetään yleensä aliurakkana sähkötekniseen tietojärjestelmään kuuluvat osat, kuten tietoliikennejärjestelmä ja antennijärjestelmä. Urakoiden ketjuttamisen on yleensä perustajaurakoitsija kieltänyt yhtä porrasta pidemmälle. Asuinkerrostaloissa toimii usein erikoisalojen urakoitsijoita, kuten hissiurakoitsija, joka vastaa hissien järjestelmistä, sekä turvallisuusurakoitsija, joka asentaa turvallisuusjärjestelmät. [4, s. 22.] Kuvassa 1 on kerrottu talotekniset järjestelmät osa-alueittain.

LVI-perusjärjestelmät	Sähkøjärjestelmät	Sähkötekniset tietojärjestelmät
Lämmitysjärjestelmät	Sähkön pääjakelujärjestelmät	Automaatiojärjestelmät
Vesi- ja viemärijärjestelmät	Sähkönliitäntäjärjestelmät	Puhelinjärjestelmät
Ilmastointijärjestelmät	Valaistusjärjestelmät	Viestintäjärjestelmät
Jäähdytysjärjestelmät	Sähkölämmitysjärjestelmät ja -laitteet	Merkinantojärjestelmät
Palontorjuntajärjestelmät		Sähköiset turvallisuusjärjestelmät
Väestösuojien LVI-järjestelmät		Tietoverkkojärjestelmät
		Integroidut järjestelmät

Kuva 1. Talotekniset järjestelmät alueittain [5, s. 9].

Talotekniikan avulla rakennuksien terveelliseen ja ympäristöystävälliseen sekä turvalliseen ja toimivaan ympäristöön voidaan vaikuttaa enemmän kuin muilla rakennusteknisillä ratkaisuilla.

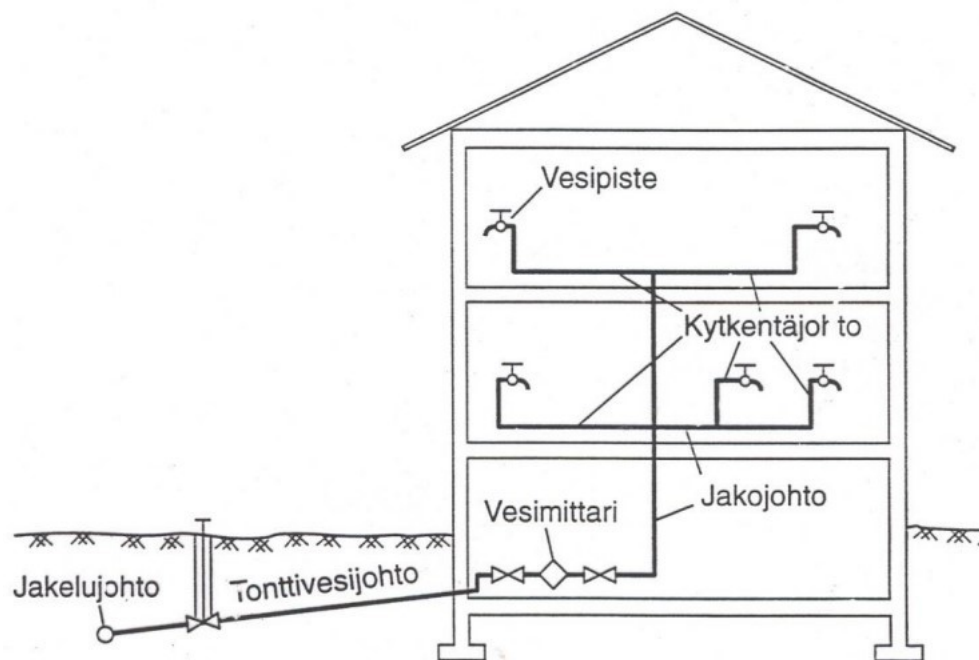
2.1 LVI-tekniikka

Lyhenne LVI tulee sanoista lämpö, vesi ja ilma. Tyypillisesti LV-tekniikat on jaettu omiksi urakoikseen putkiurakoitsijalle (PU) ja I ilmanvaihtourakoitsijalle (IU). LVI-tekniset laitteet, kuten esimerkiksi pumput, puhaltimet, säätimet ja palopellit tarvitsevat usein sähköä ja automaatiota, joten aiheeseen liittyy paljon rajapintoja. Pääurakoitsijan tulisi olla näistä tietoinen, jotta asiat voidaan huomioida luovutusvaiheen aikataulutuksessa ja työn rytmityksessä.

Lämmityksen tarkoituksena on säilyttää rakennuksessa terveellinen ja viihtyisä lämpötila. Lämmityksen merkitys on suuri sekä ihmisten terveyden, että työn tuottavuuden kannalta.

Lämmitysjärjestelmät koostuvat lämmöntuotosta sekä lämmönjakelusta ja luovutuksesta. Lämmöntuotto on samalla rakennuksen lämmönlähde, ja tyypillisesti primäärinä lämmönlähteenä käytetään paikallista kaukolämpöverkosta tai maalämmön kaivokenttää. Lämmönjakeluun ja -luovutukseen taas kuuluu rakennuksen lämmitysverkosto, joka tyypillisesti on vesikiertoinen patteriverkosto tai lattialämmitys. Lämmityksen luovutuslaitteina käytetään esimerkiksi vesikiertoisia radiaattoreita tai lattialämmitysputkistoa. [6.]

Vesi- ja viemärijärjestelmällä tarkoitetaan rakennuksen käyttövesiverkosta ja jäte- ja sadevesi viemäriverkosta. Käyttövesiverkosto koostuu lämpimän- ja kylmän veden putkistoista ja lämpimän veden kierrosta, ja verkoston päässä ovat vesipisteet. Asuinkerrostalon vesijohtoverkosto liittyy tonttijohdon kautta kunnalliseen vesijohtoverkoston. Jokaisessa kiinteistössä täytyy olla yksi päävesimittari, jonka avulla talousveden kulutusta mitataan. Nykyajan uusissa asuinkerrostaloissa täytyy olla huoneistokohtainen mittari, jolla mitataan kylmän sekä lämpimän veden kulutus siten, että mittareiden lukemaa voi käyttää laskutuksen perusteena. Vesimittari on kiinteistössä tonttijohdon jälkeen ensimmäisenä ennen muita vesilaitteita tai -kalusteita. Kiinteistön jätevedet johdetaan pois tonttviemäriin välityksellä kunnalliseen verkoston. [6, s. 5.] Kuvasta 2 nähdään, miten kiinteistö liittyy kunnalliseen vesijohtoverkoston.

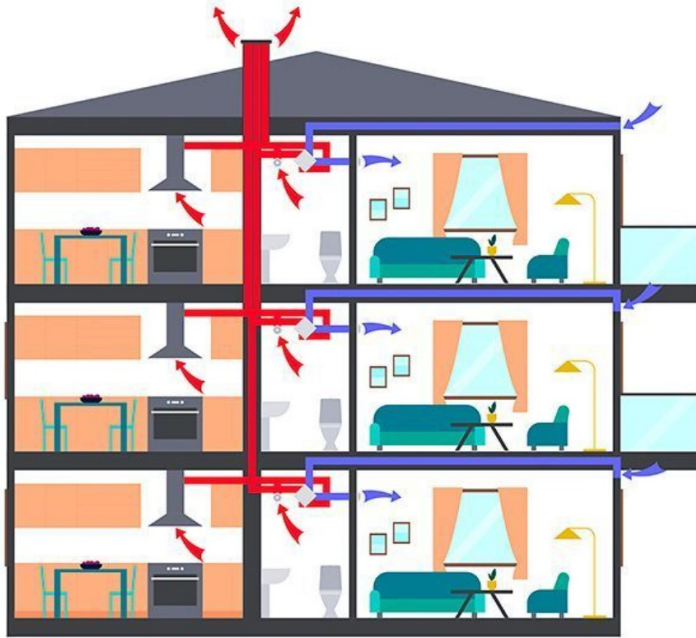


Kuva 2. Kiinteistön liittyminen kunnalliseen vesijohtoverkoston [6].

Ilmanvaihdolla tarkoitetaan toimintoja, joilla sisäilmaa poistetaan ja korvataan raikkaalla ulkoilmalla hallitusti. Ilmanvaihdon tarkoitus on poistaa epäpuhtaudet ja kosteus rakennuksen sisältä. Ilmanvaihtojärjestelmät ovat uudisrakennuksissa nykypäivänä poikkeuksetta koneellisia tulo/poisto-järjestelmiä. Asuinkerrostaloissa yleisimmät ratkaisut ovat hajautettu järjestelmä ja keskitetty järjestelmä. Yleistä kaikille ilmanvaihtotyypeille on se, että asuinrakentamisessa tulo- ja korvausilma tuodaan oleskelutiloihin esimerkiksi makuuhuoneesta tai olohuoneesta, kun taas ilmaa poistetaan niin kutsutuista likaisista tiloista, kuten esimerkiksi keittiö, kodinhoituhuone, pesuhuone tai wc. [7, s. 1.]

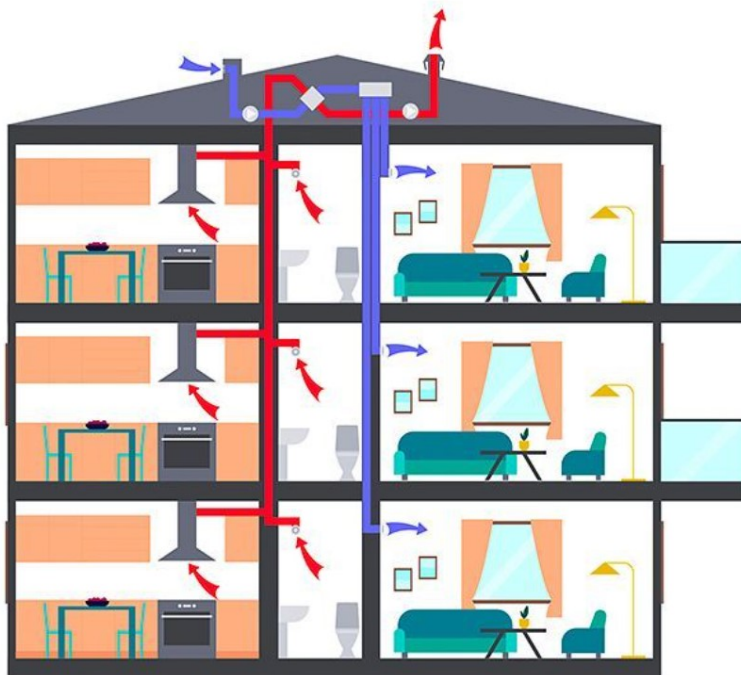
Hajautetussa järjestelmässä ilmanvaihtokoneet sijoitetaan tyypillisesti asuntojen pesutilaan, joista koneet palvelevat vain aina yhtä asuntoa. Ilmanvaihtokoneita on näin ollen useita, hajautettuna ympäri rakennusta, mistä tulee nimi hajautettu järjestelmä. Asuntokohtaisessa toteutuksessa voi olla mahdollista säätää ilmanvaihdon määrää ilmanvaihtokoneen tai liesikuvun kanssa yhteydessä olevalta

ohjauspaneelilta tai erilliseltä ohjauspaneelilta. Asuntokohtaisessa järjestelmässä on tyypillisesti mahdollista tehostaa tai pienentää ilmanvaihdon määrää. [7, s. 1.] Kuvasta 3 näkee, miten hajautettu ilmanvaihto toimii.



Kuva 3. Hajautettu ilmanvaihto [7, s. 1].

Keskitettyssä järjestelmässä ilmanvaihtokone palvelee useita tiloja, ja asuinkerrostalossa se sijoitetaan yleensä erilliseen IV-konehuoneeseen rakennuksen vesikatolle. Kanavoinnit ja koko järjestelmä palvelevat kaikkia asuntoja, ja pääilmanvaihtokoneen takana ovat lähes koko rakennuksen tilat, mistä tulee nimi keskitetty järjestelmä. [7, s. 1.] Kuvasta 4 näkee, miten keskitetty ilmanvaihto toimii.



Kuva 4. Keskitetty ilmanvaihto [7, s. 1].

Järjestelmien erot täytyy tiedostaa myös luovutusvaiheessa, koska niissä on eroja myös luovutusvaiheen kannalta. Esimerkiksi hajautetussa järjestelmässä IV-kone sijaitsee usein asunnon kylpyhuoneessa ja tarvitsee oman kondenssiviemäroinnin.

2.2 Sähkötekniikka

Rakennuksien sähköjärjestelmät koostuvat muun muassa kaapeloinneista, sähkön liitännäjärjestelmistä, sähkön pääjakelujärjestelmistä, sähkölämmitysjärjestelmistä, sähkölaitteista, ukkos- ja ylijännitesuojauksesta sekä valaistuksesta ja tietoliikenneverkosta. Sähkölaitteisiin kuuluvat myös esimerkiksi hissit, savunpoistoluukkujärjestelmät, oivpuhelinjärjestelmät ja IV-hätäseis.

Asuinrakennuksessa sähköpääkeskukselle, mittarikeskuksille, kiinteistökeskukselle sekä puhelin- ja ATK-jakamolle ja antennilaitteille on omat tilansa. Sähkölaitetilojen on oltava lämmitettyjä ja maalattuja, ja niissä täytyy olla lattialla puoli-johtavat päällysteet.

Valittaessa sähkölaitetiloja täytyy ottaa huomioon rajoitukset, joita sähkömagneettinen säteily aiheuttaa. Rakennuksen sähköpääkeskuksessa yhdistetään rakennus energialaitoksen sähkönjakeluverkkoon. Sähköpääkeskuksen alapuolelle lattiaan tehdään kaapelikanava, jota pitkin talojohdot ja nousujohdot putkitetaan ja asennetaan. Pääkeskuksessa sijaitsee myös kiinteistökeskus, johon liitetään kiinteistöjen sähkölaitteet. Mittarikeskukset, joihin asuntojen sähkömittarit asennetaan, asennetaan pääkeskuksen tilaan, kerrostasanteille tai porraskohtaisiin sähkötiloihin. Ryhmäkeskukset sijaitsevat asunnoissa, ja niihin yhdistetään asunnon kaikki ryhmäjohdot, kuten telelaitteiden ristikytkennät sekä modeemit ja vastaavat. Pääkeskukselta sähkö siirtyy nousujohtojen kautta mittarikeskuksille sekä ryhmä- ja kiinteistökeskuksille. Taloissa, joissa on useampi porraskohta, on jokaisessa portaassa omat tele- ja sähkölaitetilat. Korkeissa tornitaloissa täytyy sijoittaa vastaavia tiloja noin joka kymmenen kerroksen välein. [6, s. 8.]

2.3 Rakennusautomaatio

Rakennusautomaatio on suuressa roolissa rakennuksen toiminnassa. Rakennusautomaatiojärjestelmä on kiinteistön käytön, ylläpidon, ohjauksen ja energiankulutuksen seurannan työväline. Yleisimpiä toimintoja rakennusautomaatiojärjestelmässä ovat kiinteistöjen laitteiden käynninohjaus, erilaisten suureiden, kuten lämpötilojen, mittaus ja säätö, laitteiden käyttötilojen hälytys- ja ilmoitustietojen vastaanotto ja mahdollinen jälleen lähetys sekä energiakulutustietojen vastaanotto ja käsittely. [8, s. 267.]

Rakennusautomaatiolla on mahdollista vaikuttaa kiinteistön energiatehokkuuteen esimerkiksi hälytyksillä, raporteilla ja optimoinnilla. Optimointia esimerkiksi on tarpeenmukainen ilmanvaihdon ohjaus ja säätö. Raportteja saadaan niin sähkön, lämmön kuin veden kulutuksesta. Valvonta ja hälytykset pienentävät energiahukkaa, vahinkojen suuruutta ja korjausaikoja. [4, s. 20.]

2.4 Pääurakoitsijan rooli

Pääurakoitsija tarkoittaa urakoitsijaa, joka on sopimussuhteessa rakennuttajaan ja nimetty pääurakoitsijaksi kaupallisissa asiakirjoissa ja jolle kuuluu rakennustyömaan johtovelvollisuus siinä laajuudessa, mitä sopimuksessa on sovittu [9, s. 4]. Rakennustyömaan johtamisessa kyse on siitä, että pääurakoitsija järjestää ja sovittaa yhteen rakennustyömaalla toimivien osapuolien työskentelyn. Pääurakoitsija hankkii työmaalle aliurakoitsijoita suorittamaan työtehtäviä, joissa tarvitaan erityistä osaamista, kuten talotekniikkatyöt. Aliurakoitsija on vastuussa omista asennustöistään, mutta pääurakoitsijan vastuulla on huolehtia, että laadunvarmistustoimenpiteet tulevat tehdyiksi. [10, s. 21–22.]

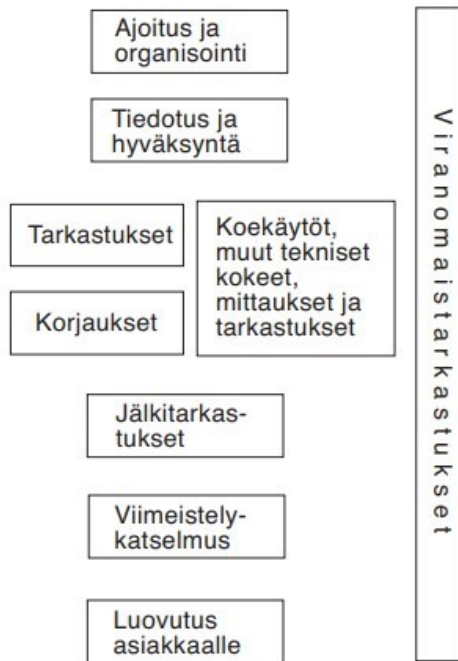
3 Luovutusvaihe rakennushankkeessa

Rakennushankkeen luovutukseksi kutsutaan omistuksen ja vastuiden siirtämistä rakennuskohteen valmistuttua rakentajilta rakennuksen rakennuttajalle tai käyttäjälle. Luovutus ei tapahdu ainutkertaisesti, vaan se on prosessi, joka muodostuu monesta osatehtävästä. Hankkeen luovutus on käynnissä jo rakentamisen aikana, vaikka pääosin se ajoittuu rakentamisvaiheen ja rakennuksen käytön välille, kun rakennus on rakennusteknisten töiden osalta valmis ja ainoastaan loppuvaiheen töitä on tekemättä. Näitä loppuvaiheen töitä ovat muun muassa erinäiset toimintakokeet, mittaukset, säädöt ja tarkastukset. Prosessi oikeastaan on käynnissä jo ennen rakentamisvaihetta, josta se jatkuu takuutöiden hyväksymiseen saakka. Asuinkerrostalokohteessa luovutusprosessi jaetaan usein kolmeen pelkistettyyn vaiheeseen, jotka ovat suunnittelu, rakentaminen ja luovutus. [11, s. 17.]

Luovutusprosessissa rakennusliike on välittömässä yhteydessä hankkeen rakennuttajaan tai tilaajaan eli siis asiakkaaseen, joten prosessin onnistuminen on rakennusliikkeelle tärkeää. Hyvin hoidettu ja onnistunut luovutus vähentää kiirettä, säästää kustannuksissa ja parantaa rakennusliikkeen mainetta, kun taas epäonnistunut luovutus aiheuttaa päinvastaiset seuraukset. [11, s. 16.]

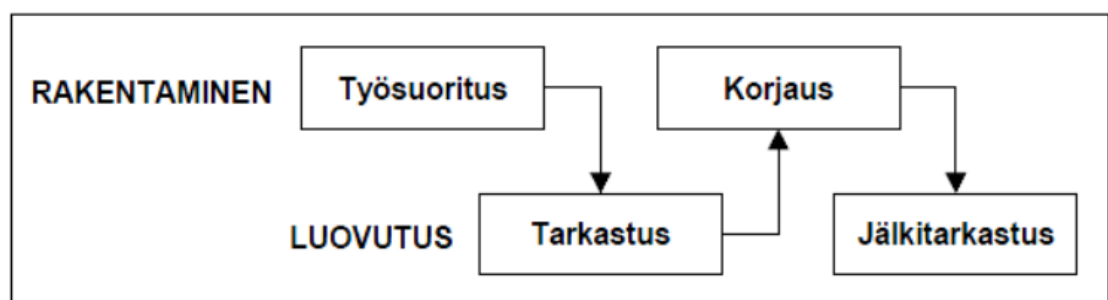
3.1 Sisältö ja tavoite

Suunnittelu on keskeinen osatekijä, joka vaikuttaa rakennushankkeen laatuun. Luovutusprosessi suunnitellaan ja aikataulutetaan etukäteen mahdollisimman tarkasti. Rakennusvaiheen tehtävänä on suunnitellun laadun mukaisesti tuottaa suunniteltuja tuotteita suunnitellun ajan puitteissa. Suunnitelmien ja rakentamisen tuloksena syntyy rakennus, jota luovutusvaiheessa tarkastellaan. Rakennuksen onnistumista mitataan suunnitelmien ja toteutuksen perusteella. [12, s. 43–33.] Kuvassa 5 näkyy luovutusvaiheen sisältö.



Kuva 5. Luovutusvaiheen sisältö [12, s. 43].

Rakennushankkeen luovutuksen tarkoitus on, että monista rakenneosista, materiaaleista ja teknisistä järjestelmistä koostuva valmis rakennus voidaan ennalta sovittuun aikaan luovuttaa tilaajalle virheettömänä [11, s. 16]. Kuvassa 6 esitetään rakentamis- ja luovutusvaiheen tehtävät.



Kuva 6. Rakentamis- ja luovutusvaiheen tehtävät [11, s. 19].

Luovutus- ja rakennusprosessi voidaan erotella niin, että rakennusprosessin aikana tuotetaan suunnitellun mukaisia laadukkaita tuotteita, kun taas luovutusprosessin aikana huolehditaan rakennusprosessin virheistä ja tehdään jälkityöt [11, s. 16].

3.2 Osapuolet

Luovutusprosessiin osallistuu useita aktiivisia osapuolia, minkä lisäksi se vaikuttaa moniin muihin rakennushankkeen osapuoliin. Kuvassa 7 on lueteltu rakennushankkeen luovutusvaiheen osapuolet ja osapuolien eri toimijat.

Osapuolet	Keskeiset toimijat
Asiakas	Valvoja Käyttäjä(t) Rakennuttajainsinööri Isännöitsijä Asukas
Pääurakoitsija	Projektipäällikkö Työpäällikkö Työsuunnittelija Vastaava työnjohtaja Työnjohtajat Talotekniikkakoordinaattori Työntekijät
Aliurakoitsijat	Työnjohto Nokkamies
Suunnittelutoimisto	Suunnittelija (ark, rak, lvis jne.)
Viranomainen	Rakennustarkastaja

Kuva 7. Luovutusprosessiin osallistuvat osapuolet ja osapuolien toimijat [11, s. 18].

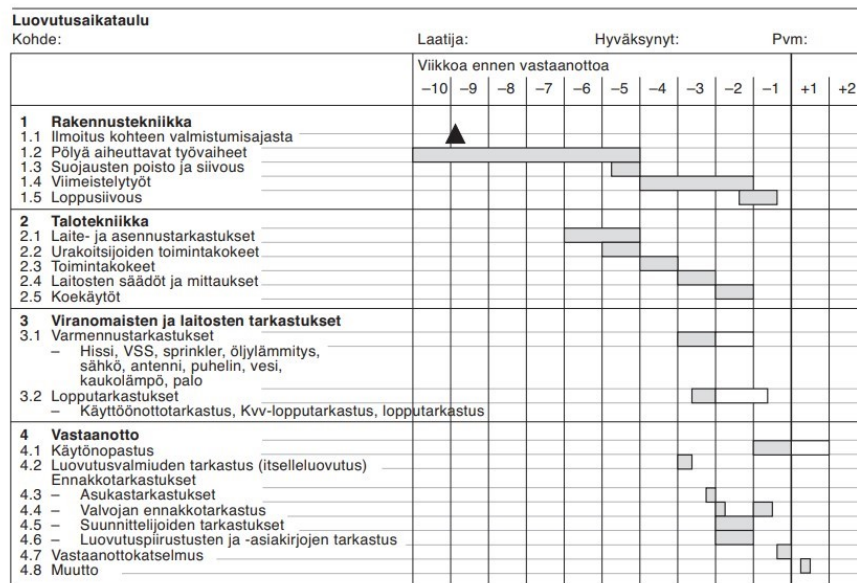
Luovutusprosessin keskeisimpiä pääurakoitsijan toimihenkilöitä ovat työpäällikkö, vastaava mestari ja työnjohtajat. Muita tärkeässä asemassa olevia henkilöitä ovat aliurakoitsijoiden työnjohtajat ja nokkamiehet. Toteuttajapuolelta luo-

vutusprosessin osapuolia ovat eri suunnittelijat sekä hankintahenkilöt. Asiakkaan näkökulmasta tärkeimpänä osapuolena luovutusprosessissa on tilaajaa edustava valvoja. [11, s 18.]

3.3 Aikataulu

Rakennushankkeessa usein varataan luovutusvaiheeseen liian vähän aikaa, minkä takia virheitä syntyy helpommin ja lopputulos kärsii. On siis tärkeää käyttää tarpeeksi aikaa luovutusvaiheeseen, sen suunnitteluun ja ohjattuun toteutukseen, sekä sen aikana tehtäviin työvaiheisiin, kuten esimerkiksi tarkastuksiin, mittauksiin ja säätöihin, jotta päästään tavoitteeseen ja saadaan hanke valmistumaan sovittuna ajankohtana.

Kuvasta 8 näkee esimerkin luovutusvaiheen aikataulusta.



Kuva 8. Esimerkki luovutusvaiheen aikataulusta [12, s. 44].

Jotta luovutusvaihe onnistuu asiakkaan haluaman laatutason mukaan, täytyy suunnittelu ja toteutus olla hallittua. Tärkeää hallitussa luovutusvaiheessa on yhteensovittaa jokaisen luovutusvaiheeseen osallistuvan osapuolen työt sekä

tiedottaa jokaista osapuolta työmaan aikataulusta. Jokaisen osapuolen on oltava sitoutunut aikatauluihin ja hoidettava omat tarkastuksensa, mittauksensa, koekäyttönsä ja korjauksensa ajallaan. Aikataulun selkeys on tärkeää, ja siitä tulee käydä ilmi eri tarkastusten ja korjausten ajankohdat luovutusvaiheessa. Aikataulussa tulee myös huomioida toiminta- ja käyttökokeet, tarkastukset ja mittaukset sekä muut tehtävät, ja aikataulu tulee toteuttaa niin, etteivät tehtävät minkään vaiheen aikana häiritse toisiaan. [12.]

4 Taloteknisten järjestelmien luovutusvaihe

Jokaisen urakoitsijan vastuulla on omaan urakkaan kuuluvat tarkastukset ja tehtävät, joita luovutusprosessiin kuuluu, ellei ole toisin sovittu. Urakoitsijoiden tehtävä on järjestää ennalta suunnitellut tarkastukset, kokeet, mittaukset sekä itselle luovutuksen, minkä lisäksi heidän vastuullaan on tilata viranomaistarkastukset. Urakoitsija dokumentoi ja korjaa havaitut puutteet, ennen kuin kohde luovutetaan. Urakoitsijat järjestävät käytön opastuksen tuleville käyttäjille rakennuksesta ja sen järjestelmistä. [13, s. 4.]

Tietyt luovutusvaiheen työvaiheet ja tarkastukset tapahtuvat jo ennen kuin luovutusvaihe kunnolla alkaa. Esimerkiksi salaoja-, jätevesi- ja sadevesiviemärit sekä ilmanvaihtokanavat, jotka on asennettu hormeihin, täytyy videokuvata jo rakentamisen aikana. Lisäksi työvaiheiden aluksi ennen kaikkia muita kokeita ja tarkastuksia tehdään malliasennukset sekä tarvikkeiden ja laitteiden hyväksynät. Kaikkien rakentamisessa käytettävien laitteiden ja tarvikkeiden täytyy täyttää viranomaisten vaatimukset ja määräykset. Urakoitsijan täytyy hyväksyttää laite-erittely suunnittelijalla tai rakennuttajalla, paitsi jos laitteet ja menettelyt ovat suunnitelmien mukaisia, ei tällöin laite-erittelyä tarvitse hyväksyttää. [14.]

Malliasennukset tehdään ennen kuin aletaan tekemään varsinaisia asennuksia. Malliasennuksien tarkoitus on tarkastaa ja valvoa, että työ tullaan tekemään suunnitelmien ja sopimuksen mukaan sekä hyvän rakennustavan mukaisesti. Useimmiten malliasennuksen katselmukseen osallistuu ainakin urakoitsija, pääurakoitsijan edustaja ja LVI-valvoja tai LVI-suunnittelija. Malliasennus tehdään

jokaisesta alkavasta työvaiheesta ja sen avulla nähdään, ilmeneekö toistuvia virheitä ja puutteita, ja mikäli ilmenee, on ne helppo tässä kohtaa korjata. Työvaiheita, joista suoritetaan malliasennukset, ovat esimerkiksi vesi- ja ilmanvaihto, kalusteasennukset ja lattialämmityksen asennus. Malliasennukset tehdään ja dokumentoidaan sen takia, että virheiltä vältyttäisiin, mutta myös ongelmatilanteiden varalle. Tavoite on, että järjestelmät toimivat asennusten ja tarkastuksien jälkeen moitteettomasti, mutta mikäli ongelmatilanteita ilmenee, voidaan dokumenteista tarkistaa, onko ongelma esiintynyt jo malliasennuksesta asti vai onko se tullut vasta myöhemmin. [4, s. 22.]

LVI-töistä tehdään myös muita laadunvarmistustoimenpiteitä, ja ne dokumentoidaan. Kuvassa 9 kerrotaan laadunvarmistustoimenpiteet, joista vaaditaan pöytäkirja.

- Mallikatselmukset
- Lämmitysjärjestelmän painekoe, säätö, huuhtelu, kaukolämmön ennakko käyttöönotto katselmus, kaukolämmön loppukatselmus
- Viilennysjärjestelmän painekoe, viritys, huuhtelu, säätö, rasituskoet, veden jäähdytyskoneen testaus
- Vesiverkon painekoe, huuhtelu, lämpimän kiertoveden säätö, vesikalusteiden virtaama, verkoston painetason säätö
- Ilmanvaihdon ilmamäärien säätö, sekä mittaus, äänimittaus, kanaviston tiiviyskoe, iv-koneen tiiviyskoe, iv-kanavien puhtauskoe, SFP-luvun mittaus, LTO-laitteiden hyötysuhde
- Automatiikan säätölaitteiden viritys, pistetestaus
- Sprinkleri painekokeet ja käyttökoe, Palotekniset asennuspöytäkirjat paloteknisistä asetuksista, yhteiskoekäyttö, itselle luovutukset, LVI-loppukatselmus, käyttökoulutus, LVIA-punakynä loppukuvat suunnittelijalle, pumppaamoiden viritys RU, huoltokirja koordinaattorin ohjeiden mukaan

Kuva 9. Laadunvarmistustoimenpiteet, joista vaaditaan pöytäkirja [4].

4.1 Putkiurakka

Putkiurakkaan kuuluu tyypillisesti lämmitysjärjestelmien laitteiden ja osien hankinta ja asennus. Lämmitysverkoston valmistuttua se koeajetaan ja huuhdellaan, täytetään vedellä ja tehdään painekoe. Mikäli rakennuksen lämmitysmuotona on kaukolämpö, on tehtävä kaukolämmön käyttöönottotarkastus.

Luovutusvaiheessa verkoston venttiilit asetellaan esisäätöarvoihin, minkä jälkeen verkoston virtaamat mitataan. Kun virtausmittaukset on hyväksytty tilaajalla, saadaan lupa kiinnittää termostaatit. Ennen rakennuksen käyttöönottoa kaukolämpölaitteistolle on pidettävä loppukatselmus. Ensimmäisenä lämmityskautena tehdään lämmitysverkon perussäätö eli termostaatit pois, huonelämpötilojen mittaus ja esisäätöjen korjaus toteutuvan huonelämpötilan mukaan. [14.]

Putkiurakkaan kuuluu myös tyypillisesti vesi- ja viemärijärjestelmien laitteiden ja osien hankinta ja asennus. Verkostolle tehdään painekokeet, joilla osoitetaan verkosto tiiviiksi. Myös viemäriverkosto huuhdellaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta viemäreissä oleva lika saadaan puhdistettua ja viemäriin virtaukset saadaan suunnitelmien mukaisiksi.

Luovutusvaiheessa vesiverkoston venttiilit asetetaan esisäätöihin ja mitataan virtaamat. Luovutusvaiheen tehtäviä ovat myös mm. laite- ja asennustaparakastukset, painekokeet, verkostojen huuhtelu, toimintakokeet, säätö- ja mittaus-työt, laitteiden merkintä tilaajan ohjeiden mukaisesti, luovutusaineiston koonti huoltokirjaa varten ja järjestelmän käyttökoulutus. Vesilaitteiston paine sekä vesikalusteiden virtaamat myös mitataan ja säädetään sekä todetaan suunnitelmien mukaisiksi. Kun vesikalusteet on asennettu, vesiverkosto huuhdellaan talousvedellä poresuuttimet irrotettuina, jotta putkistoissa oleva lika saadaan pois. [14.]

Seuraavissa alaluvuissa kerrotaan putkiurakoitsijan tekemistä asiakirjoista ja niiden sisällöistä.

4.1.1 Muistiot

1. Laite- ja asennustapatarkastusten muistiot

Urakoitsija toimittaa hankkeessa käytettävistä laitteista ja materiaaleista dokumentit, joista selviävät tuotteiden ominaisuudet ja onko laite tyyppihyväksytty. Asennustapatarkastuksessa todetaan esimerkiksi malliasunnon asennusten asianmukaisuus. Tarkastukseen osallistuvat tyypillisesti urakoitsijat ja valvoja. Tarkastuksessa katsotaan asennusten riittävä kannakointi ja se, että huoltoa tarvitseviin laitteisiin pääsee helposti käsiksi.

1. Toimintatarkastusten muistiot

Toimintatarkastuksissa urakoitsijoiden tehtävä on tarkastaa kaikkien TATE-laitteiden toimivuus suunnitelmien mukaisesti. Toimintatarkastuksista kirjataan pöytäkirja, johon on kirjattu jokainen tarkastettu toiminta sekä tarkastuksen tulos. Urakoitsijoiden on suoritettava TATE-laitteiden toimintatarkastukset yhdessä ennen rakennuttajan pitämiä toimintakokeita. Pääurakoitsija valvoo ja koordinoi toimintatarkastuksia. [15, s. 6.]

2. Huuhtelumuistio

Kiinteistön vesilaitteisto huuhdellaan, jotta putkistosta saadaan poistettua mahdollista likaa ja irtoainesta. Putkiston huuhtelu suoritetaan mahdollisimman pian sen jälkeen, kun putkisto valmistuu painekokeen ja järjestelmän ensimmäisen täytön yhteydessä. Putkistojen huuhtelusta luodaan pöytäkirja tai kooste. Dokumenttiin merkitään huuhtelun suoritus aika ja huuhtelun suorittaja. [16.]

4.1.2 Säätö- ja mittauspöytäkirjat

1. Paine- ja tiiveyskokeiden pöytäkirjat

Paine- ja tiiveyskokeiden pöytäkirjaan kirjataan vesi- ja viemäriverkostoille sekä lämmitysverkostolle tehtyjen painekokeiden tulokset valvojan allekirjoittamana. Verkostojen tiiviys on testattava ennen kuin rakennus käyttöönotetaan. [14.]

2. Mittauspöytäkirjat

Kaikki rakennuksen verkostot, kuten lämmitysverkostot, Ito-verkostot ja käyttövesiverkostot, on säädettävä suunnitelmien mukaisiin asetusarvoihin. Putkiurakoitsija säätää verkostot ja laatii niistä pöytäkirjat. Säätö- ja mittausmenetelmät on kerrottu LVI-työselostuksessa. [14.]

4.1.3 Kaukolämpöön liittyvät dokumentit

1. Kytkentäkaavio

Urakoitsija toimittaa lämmitysjärjestelmän kytkentäkaavion laminoituna lämmönjakohuoneen seinälle [14].

2. Lämmönjakokeskuksen tarkastusdokumentit

Kaukolämpölaitos suorittaa lopputarkastuksen. He tekevät todistuksen alakeskuslaitteiden tarkastuksesta ja hyväksymisestä käyttöönotettavasti, sekä lisäksi tekevät lopputarkastuspöytäkirjan. [14]

4.1.4 Muut suunnittelijan tai valvojan määrittelemät asiakirjat

Jos suunnittelija tai valvoja on määrännyt erillisiä osa-alueita, joista täytyy tehdä pöytäkirja, niin urakoitsija toimittaa ne sovitusti.

4.2 Ilmanvaihtourakka

Ilmanvaihtokanaviston valmistumisen jälkeen mahdollisimman pian tehdään tiivistarkastus, joka on rakennusmääräyskokoelman velvoittama. Ilmanvaihtojärjestelmien tiiviys täytyy tarkastaa ja tarvittaessa mitata. Tiiveyskokeiden perusteella osoitetaan laitteisto virheettömäksi ja tiiviiksi. Ennen rakennuksen käyttöönottoa on ilmanvaihtojärjestelmän ilmavirrat mitattava ja säädettävä, ominaissähköteho mitattava sekä järjestelmän toiminnan ja puhtauden todettava vastaavan suunnitelmia. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus täytyy tarkastaa ennen ilmavirtojen mittauksia ja säätöjä sekä tarvittaessa puhdistaa. Ilmanvaihtojärjestelmien toiminta täytyy todeta suunnitelmien mukaiseksi, ja yksi vaihtoehto on toimintakokeet. Toimintakokeet suoritetaan ennen kuin ilmavirrat on mitattu ja säädetty. Toimintakokeella todetaan laitteiden toimintakuntoisuus sekä niiden toimivuus tarkoitetulla tavalla ilman minkäänlaisia toimintahäiriöitä. [17.]

Ilmanvaihtourakka pitää sisällään monia dokumentoitavia työvaiheita rakennuksen luovutusvaiheessa.

4.2.1 Mittauspöytäkirjat

1. Tiiveyskokeiden suorituksen pöytäkirja

Tyypillisesti pääurakoitsijan tehtävänä on huolehtia ilmanvaihtojärjestelmän tiiviiden mittaamisesta ennen kuin rakennus käyttöönotetaan [18]. Ilmanvaihtojärjestelmän tiiveysvaatimukset on esitetty ympäristöministeriön asetuksessa 1009/2017 [19]. Ennen tiiveyskokeita ilmanvaihtokanaviston on oltava valmis. Tiiveyskokeen tulokset kirjataan valvojan allekirjoittamina tarkastuspöytäkirjaan. [18.]

2. Ilmavirtojen säätö- ja mittauspöytäkirja

Myös tätä kohtaa koskee asetus pääurakoitsijan vastuusta huolehtia ilmanvaihtojärjestelmän ilmavirtojen mittaamisesta ja säädöistä, ja myös ilmanvaihtojär-

jestelmän ominaissähköteho on oltava määritetty ja ilmanvaihtojärjestelmä täytyy olla saatettu toimimaan ennen käyttöönottoa suunnitelman mukaan. Ennen kun ilmavirrat mitataan ja säädetään sekä ilmanvaihtojärjestelmä otetaan käyttöön, on rakennuksen ja ilmanvaihtojärjestelmän oltava puhdas. [20.]

3. Äänimittaukset, voivat olla myös mittauspöytäkirjan yhteydessä, yksikönä dB(A)

Äänimittaukset voidaan suorittaa vasta, kun rakennus on täysin valmis eli käytännössä muuttovalmis. Ilmanvaihtojärjestelmän on myös oltava täysin valmis ja sekä päällä asetettuna nopeuteen, jolla suunnitelmien mukainen nopeus saavutetaan. [21.] Ympäristöministeriön asetuksessa 796/2017 on annettu maksimiäänitasot asuntojen eri huoneille [22].

4. SFP-mittauspöytäkirja

SFP- eli Specific Fan Power -luvulla kerrotaan ominaissähkötehon kulutus, joka kertoo ilmanvaihtokoneen energiatehokkuudesta. Vaatimukset ominaissähköteholle on kerrottu ympäristöministeriön asetuksessa uuden rakennuksen energiatehokkuudesta [14.] Korkea SFP-luku kertoo yleensä liian tiukaksi mitoitetusta ilmanvaihtokoneesta.

4.2.2 Asennustodistukset

Asennustodistus tehdään tietyistä työvaiheista, esimerkiksi palopelleistä. Asennustodistuksesta selviää, minkälainen tuote on asennettu minnekin ja kuka tehdyin työn on tehnyt. Asennustodistukset liitetään luovutusasiakirjoihin. [14.]

4.2.3 Luovutusmateriaali

1. Käyttö- ja huoltokirja aineisto

IV-urakoitsija kokoaa käyttö- ja huoltokirjan sekä lisäksi aineiston hankkeen luovutukseen liittyen. Aineistojen tulee sisältää lisäksi huoltotyön työturvallisuusaineisto. [13.]

2. Luovutusmateriaali asukkaille

Asuntokohteessa asukkaille jää asukaskansioon asianmukaiset huolto- ja käyttöohjeet asunnossa käytössä oleviin laitteisiin [14].

4.2.4 Käytönopastus

IV-urakoitsija pitää käytönopastuksen rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmistä ja niiden huollosta. Käytönopastukseen osallistuu useimmiten rakennuksen isännöitsijä, tulevan huoltoliikkeen vastuhenkilö ja kiinteistöhuoltajat. [23.]

4.3 Sähköurakka

Säköturvallisuuslaki määrää tekemään sähköjärjestelmille käyttöönottotarkastuksen sekä varmennustarkastuksen. Sähkölaitteistoa ei saa ottaa käyttöön ennen kuin käyttöönottotarkastuksessa on selvitetty riittävässä laajuudessa, ettei siitä aiheudu vaaraa tai häiriötä. Sähkölaitteiston rakentajan on huolehdittava sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuksesta ja hänen täytyy laatia käyttöönottotarkastuksesta tarkastuspöytäkirja sähkölaitteiston haltijan käyttöön. [24.]

Käyttöönottotarkastuksen lisäksi on sähkölaitteistolle tehtävä varmennustarkastus, mikäli kyseessä on 1, 2 tai 3 luokan sähkölaitteisto. Varmennustarkastus tehdään ennen kuin sähkölaitteisto otetaan varsinaisesti käyttöön tai tietty aikasen jälkeen. Varmennustarkastuksen tarkoitus on varmistaa, että sähkölaitteisto täyttää sähkömagneettiselle yhteensopivuudelle ja sähköturvallisuudelle sääde-

tyt vaatimukset ja sähkölaitteistolle on suoritettu asianmukainen käyttöönottotarkastus. Varmennustarkastuksen tekijän täytyy laatia tarkastustodistus sähkölaitteiston haltijalle ja kiinnittää pääkeskukseen tarkastustarra. [24.] Näiden laissa määriteltyjen dokumenttien lisäksi sähköurakasta tehdään muita pöytäkirjoja, jotka ovat lueteltuina seuraavaksi.

4.3.1 Tarkastus- ja mittauspöytäkirjat

1. Paloturvallisuuteen liittyvät pöytäkirjat

Paloilmoitinlaitteiston tehtävänä on palosta aiheutuvan vaaratilanteen havaitseminen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa sekä paloilmoituksen suorittaminen valvomassaan kiinteistössä joko optisin tai akustisin merkinannoin ja hätäkeskusilmoituksen tekeminen pelastuslaitoksen hälyttämiseksi. Paloilmoitinlaitteistolle täytyy tehdä käyttöönottotarkastus, jonka tekee kemikaalivirasto Tukesin hyväksymä, päteväksi todettu tarkastuslaitos, ja siitä laaditaan pöytäkirja. [24.] Paloilmoitinlaitteiston varmennustarkastus suoritetaan valtuutuksen saaneen tarkastuslaitoksen toimesta ennen ilmoittimen käyttöönottoa. Palovaroittimista tehdään käyttöönottotarkastuspöytäkirja, jossa varmistetaan, että palovaroittimet täyttävät niille asetetut vaatimukset ja asennus on tehty suunnitelmien mukaisesti, sekä se, että ne soveltuvat käyttötarkoitukseen.

2. Muut pöytäkirjat

Kuvassa 10 luetellaan muita pöytäkirjoja, joita sähkölaitteista täytyy tehdä.

- Nousujohtojen tarkastuspöytäkirja
- Vikavirtasuojien ja oikosulkuvirtojen tarkastuspöytäkirjat
- Ovipuhelimien tarkastuspöytäkirjat
- Savunpoiston tarkastuspöytäkirjat
- Hissikuilun pumpun tarkastuspöytäkirja
- Palopeltien tarkastuspöytäkirja
- Lattialämmityskaapeleiden tarkastuspöytäkirja
- Poistumistievalaistuksen tarkastuspöytäkirja

Kuva 10. Lista sähkölaitteistosta tehtävistä pöytäkirjoista [26].

4.4 Rakennusautomaatiourakka

Rakennusautomaatiolla on tärkeä rooli talotekniikan prosessin ohjaamisessa, säädössä, mittaamisessa, valvonnassa, seurannassa ja ylläpidossa. Suoraan rakennusautomaatioon ei ole kohdistettu moniakaan viranomaismääräyksiä, mutta suurin osa talotekniikkaa koskevista säädöksistä epäsuorasti koskee myös automaatiota. [27.] Rakennusautomaation lopulliset käyttöönottoasetukset pystytään tekemään vasta sen jälkeen, kun LVI-järjestelmien vesi- ja ilmavirrat on säädetty. Lopulliset asetusarvot rakennusautomaatiourakoitsija asettaa LVIS-urakoitsijan/suunnittelijan antamien tietojen perusteella. Rakennusautomaatiojärjestelmän ja -laitteiden asetusarvot ja niihin liittyvät viritystiedot dokumentoidaan ja tallennetaan osaksi hankkeen luovutusaineistoa. [28, s. 4.]

Rakennusautomaatiourakan luovutusvaiheeseen kuuluu erilaisia tarkastustehtäviä, jotka ovat lueteltuina kuvassa 11.

- Asennustapatarkastukset
- Toimintatarkastukset ja -kokeet
- Järjestelmien ja laitteiden käyttöönotto

Kuva 11. Rakennusautomaatiourakkaan kuuluvia tarkastuksia [14].

Rakennusautomaatiourakasta tehdään erilaisia pöytäkirjoja, jotka ovat lueteltuna kuvassa 12.

- Kytkenäkaaviot
- Virituspöytäkirjat
- Pistetestauspöytäkirjat
- Toimintakoe pöytäkirja

Kuva 12. Rakennusautomaatiourakassa tehtäviä pöytäkirjoja [14].

4.5 Yhteinen toimintatarkastus

Toimintatarkastus on urakoitsijan itselleluovutustoimenpide, jossa testataan urakkaan kuuluvan tekniikan toimivuus itsenäisesti sekä automaatio- ja sähköurakoitsijan kesken. Itselleluovutus koostuu monista laadunvarmistustoimista, joita suoritetaan työn edetessä. Jokainen urakoitsija suorittaa toimintakokeet, jotta varmistutaan laitteiden toimintakunnosta tarkoitetulla tavalla ja ilman toimintahäiriöitä. Toimintakokeiden jälkeen urakoitsijat pitävät yhteiskäyttökokeen, johon kaikki talotekniikan urakoitsijat sekä pääurakoitsija ja valvoja osallistuvat. Yhteisen toimintatarkastuksen yleensä järjestää automaatiourakoitsija. Yhteiskäyttökokeen tarkoitus on todeta, että kaikki talotekniset järjestelmät toimivat moitteettomasti yhtäaikaaisesti normaalissa käyttötilassa. [14.] Yhteiskäyttökokeessa kokeillaan lisäksi seuraavat erikoistilanneohjaukset ja -toiminnot: sähkökatkostilanne, palotilanne, pakkokytkenät ja -ohjaukset, esimerkiksi oviohjaukset, hissien automatiikka, varavalaistustoiminnot sekä yhteistilanne palotilanteesta ja sähkökatkoksesta. Erikoistapauksessa voidaan yhteiskäyttökokeen aikana myös suorittaa äänitasomittaukset. [4, s. 32.]

Yhteiskäyttökokeesta laaditaan pöytäkirja, jonka automaatiourakoitsija liittää luovutusaineistoonsa. Pöytäkirjassa havaitut puutteet korjataan välittömästi suunnittelijan tai valvojan ohjeiden mukaisesti. [14.]

Lopuksi suunnittelija ja valvoja suorittavat vastaanottotarkastuksen kohteessa. Ennen vastaanottotarkastusta on LVI-loppukatselmus, jossa käydään läpi luovutusvaiheessa suoritettuja tehtäviä ja tarkastuksia sekä hyväksytään LVI-laitteisto käyttöön. Loppukatselmus kuuluu rakennustyön tarkastusasiakirjaan. [4, s. 33.]

5 Rakennus- ja taloteknisten töiden yhteensovitus luovutusvaiheessa

Pääurakoitsija vastaa, että luovutusvaiheen tarkastukset sekä itselleluovutukset tehdään. Pääurakoitsijan tehtävänä luovutusvaiheessa on järjestää urakoitsijoiden kanssa palaverieita, joissa laaditaan yhdessä luovutusvaiheen aikataulu, ja pääurakoitsija viimeistelee sen. Pääurakoitsija ilmoittaa jokaiselle osapuolelle hankkeen valmistumisajankohdan ja seuraa aikataulun toteutumista. Valvoja tekee ennakkotarkastukset, joihin pääurakoitsijan täytyy osallistua. Pääurakoitsijan viimeisenä tehtävänä on luovuttaa kohde täysin valmiina. [13, s. 4.]

Pääurakoitsijan tehtävänä on työmaan toimintojen yhteensovittaminen. Rakennus- ja taloteknisten töiden yhteensovituksen edellytyksenä on eri urakoitsijoiden välinen yhteistyökyky. Jokainen urakoitsija toimii omien tapojensa mukaan, ja siksi pääurakoitsijan täytyy valvoa ja ohjata työtä, jotta aikatauluhäiriöitä välttäisiin. Pääurakoitsija laatii työmaalle yleisaikataulun, johon sisältyvät rakennus- ja taloteknisten töiden aikataulut. Kaikki osapuolet hyväksyvät aikataulun. Talotekniikatoille tehdään kuitenkin yleisaikataulun lisäksi myös oma aikataulunsa. Taloteknistä aikataulua tehdessä aikatauluun huomioidaan talotekniikan ja rakennustekniikan keskinäiset riippuvuudet.

Aikataulun seuraaminen ja päivittäminen tietyin väliajoin on rakennusprosessissa tärkeää, sillä mikäli yksi rakennusvaihe viivästyy, vaikuttaa viivästys monen tulevan työvaiheen viivästymiseen. Ilman aikataulujen yhteensovitusta on hankkeen ohjattavuus heikkoa. Aikataulujen tekemisessä on tärkeää ottaa huomioon, että työntekijöille löytyy aina vapaata työtilaa, kun edelliset työt on saatu tehtyä. Näin työn tekeminen on jatkuvaa ja tuottoisaa. Luovutusvaiheelle tehdään oma viimeistelyaikataulu, johon suunnitellaan työvaiheiden oikea valmistusjärjestys.

Talotekniikan luovutusvaiheessa on riippuvuuksia, joita ennen luovutusvaihetta ei voi aloittaa. Aloitusvaatimuksia toimintakokeille toiminta-alueittain ovat muun muassa, että rakennuksen seinien, ikkunoiden ja ovien täytyy olla paikoillaan

sekä myös tekniset tilat ovat rakennustöiden osalta valmiit. Tärkeänä vaatimuksena on rakennuksen pölyttömyys ennen toimintakokeita, mittauksia tai säätöjä, joten rakennus on siivottava pölyttömäksi ennen toimintakokeiden alkua. Esimerkiksi automaatio- ja sähköurakoitsija voivat suorittaa yhteisen toimintakokeensa vasta sen jälkeen, kun loppusiivous on tehty ja lupa koneiden pyörittämiseen on saatu. Lopullinen sähkö täytyy myös olla asennettuna, jotta automaatio- ja sähköurakoitsijan yhteiset toimintakokeet saadaan aloitettua. Edellä mainitut toimintakokeet taas tahdistavat ilmanvaihdon mittaus- ja säätöitä, koska ne pystytään tekemään vasta, kun toimintakokeet on pidetty. Putkiurakoitsija suorittaa vesivirtojen mittauksen ja säädön heti, kun kalustus on valmis, mikä tarkoittaa, että huoneistot on laatoitettu, saumattu ja maalattu sekä kalusteasennukset on tehty. Myös käyttövesiverkosto täytyy olla mitattavissa ennen kuin mittaukset ja säädöt voidaan aloittaa. [14.]

6 Haastattelut

Opinnäytetyön haastattelut toteutettiin JM Suomi Oy:n asiantuntijoiden kanssa. Haastattelut olivat teemahaastatteluja, jotka toteutettiin kasvotusten. Haastattelun kysymykset olivat ennalta määriteltäviä, ja kysymykset lähetettiin haastateltaville etukäteen. Haastattelun tavoitteena oli saada näkökulmaa siitä, miten työmaalla ihmiset kokevat talotekniikan luovutusvaiheen haasteet, onnistumiset ja aikataulutuksen ongelmakohdat sekä mitä kehitettävää luovutusvaiheessa mahdollisesti on. Haastatteluita käytettiin apuna työn tuloksena syntyvää aikataulupohjaa tehtäessä.

Haastateltavia oli yhteensä viisi, joista kaikki edustavat JM Suomi Oy:n tuotannon puolta. Haastatteluissa toiset haastateltavat vastasivat haastattelukysymyksiin suppeammin kuin toiset. Haastateltavien profiilit näkyvät kuvasta 13, josta selviää heidän työkokemuksensa ja työnkuva.

Haastateltava	Työnkuva	Rakennusalan kokemus
A	Työpäällikkö	20 + v
B	Vastaava mestari	15 v
C	Vastaava mestari	15 + v
D	Työnjohtaja	15 + v
F	Valvoja	20 + v

Kuva 13. Haastateltavien profiilit sisältäen työnkuvan ja rakennusalan kokemuksen.

6.1 Haastattelukysymykset ja tulokset

1. Keitä osallistuu luovutusvaiheen aikataulutukseen ja varataanko aikataulun suunnittelulle riittävästi aikaa?

Haastatteluissa kävi ilmi, että eri työmaat toteuttavat luovutusvaiheen aikataulun suunnittelun eri kokoonpanoilla. Kaikkien haastateltavien mukaan vastaava mestari ja työmaainsinööri osallistuvat aikataulun suunnitteluun sekä suurimman osan mukaan myös LVISA-urakoitsijoiden työnjohto ja myös pääurakoitsijan sisämestari ovat suunnittelussa mukana.

Haastateltavat näkivät vaihtelevasti sen, varataanko aikataulun suunnittelulle riittävästi aikaa. Yhden mielestä kokemuksen kautta oppii varaamaan tarpeeksi aikaa aikataulun suunnittelulle, ja toisen mielestä, kun on osaavat ihmiset tekemässä ja panostavat tekemiseen, niin aikataulun tekemisessä ei mene kauan. Suurin osa haastateltavista kuitenkin vastasi, että luovutusvaiheen aikataulun suunnittelulle varataan liian vähän aikaa.

2. Ovatko luovutusprosessin tehtävät ja vastuuhenkilöt selkeät?

Haastateltavista suurimman osan mielestä luovutusvaiheen roolit ja tehtävät ovat selkeät. Yhden mielestä kuitenkin usein tehtävät saattavat olla epäselviä, ja ne pitäisi aluksi käydä tarkasti läpi sekä tarvittaessa pilkkoa pienemmiksi osiksi, jotta työnjako olisi selkeämpää.

3. Onko työmaan kululla vaikutusta luovutusprosessin onnistumiseen?

Kaikki haastateltavista sanoivat, että työmaan kululla on huomattava vaikutus onnistumiseen. Esimerkkeinä haastateltavat käyttivät, että toimintakokeita tehdään keskeneräisesti tai ei saada pölyttömyyden takia ollenkaan aloitettua ajalaan. Yksi haastateltava korosti, että ei auta, vaikka yksi urakoitsija saisi työt tehtyä, koska kaikki urakoitsijat vaikuttavat toisiinsa. ”Sisävaiheen aikataulun ollessa tiukka, otetaan sitä yleensä luovutusvaiheen aikataulussa kiinni”, yksi haastateltavista kertoi.

4. Miten esimerkiksi rakennusajan aikataulun venyminen otetaan huomioon?

Haastateltavat kertoivat, että rakennusajan venyminen otetaan usein huomioon jo aikatauluja suunnitellessa tai rakentamisen aikana aikataulua päivitettyä. Aikatauluun varataan puskureita eli väljyyttä, koska se on usein epävarma. Aikataulu täytyy suunnitella realistisesti, jotta kaikkien osapuolien on helpompi pitää siitä kiinni.

5. Onko jotain luovutusvaiheen osa-alueita, jotka toistuvasti onnistuvat hankkeesta toiseen?

Kahden haastateltavan mukaan ei voi yleistää, että joku tietty osa-alue aina onnistuisi hankkeesta toiseen, koska kaikki hankkeet ovat yksilöllisiä. Yhden haastateltavan mukaan sähköurakoitsijoilla on usein hyvä onnistumisprosessi, koska heidän työnsä ovat haastateltavan mielestä yksinkertaisempia kuin esimerkiksi putkiurakoitsijan. Kahden haastateltavan mielestä toimintakokeet onnistuvat pääsääntöisesti hyvin, vaikka niissäkin välillä ilmenee ongelmia.

6. Mitä haasteita luovutusvaiheessa aiemmissa kohteissa on esiintynyt?

Osa haastateltavista kertoi, että kaikki lvis-säädöt, esimerkiksi lämpöjen- ja ilmanvaihdon tasapainotus sekä ilmanvaihdon säädöt, ovat olleet haastavia. Haastateltavat totesivat: ” Ei ole niin pientä hommaa, etteikö voisi mennä pieleen.”

7. Aiheuttaako töiden keskeneräisyys ongelmia luovutusvaiheessa?

Kaikkien haastateltavien mielestä töiden keskeneräisyys aiheuttaa ongelmia, koska kaikkia työvaiheita ei voida suorittaa, mikäli edelliset työt ovat kesken. Esimerkiksi toimintakokeet ovat toisistaan riippuvaisia, joten jos yksi jää tekemättä, niin se vaikuttaa heti tuleviin toimintakokeisiin ja niin edespäin. Toinen haastateltava sanoi esimerkkinä, että ennen kuin on pölytöntä, ei voida aloittaa

toimintakokeita. Eli jos vaikka parketin asennus on kesken, on se asennettava loppuun ja siivottava, ennen kuin toimintakokeet päästään aloittamaan.

8. Onko aliurakoitsijoilla riittävästi resursseja luovutusvaiheeseen?

Haastateltavat kokivat, että urakoitsijoiden resurssit ovat tarkkaan mitoitettuja eikä työntekijöitä ole ainakaan liikaa, mutta toisaalta ne ovat todella urakoitsija-kohtaisia.

9. Johtuvatko näkemyksesi mukaan urakoitsijoiden laatuvirheet kiireestä, puutteellisesta valvonnasta vai jostain muusta, kuten virheellisistä suunnitelmista?

Osa haastateltavista oli sitä mieltä, että kaikki edellä mainitut syyt vaikuttavat urakoitsijoiden laatuvirheisiin. Yksi haastateltava sanoi, että kiire ja valvonta ovat yleisimpiä syitä, ja pitäisi olla selkeämmin sovittuna, kuka valvoo mitäkin. Osa haastateltavista korosti mainittujen syiden lisäksi puutteellista koulutusta sekä kielimuuria.

10. Onko luovutusvaiheessa jotain haasteita, jotka toistuvat hankkeesta toiseen?

Haastateltavista osan mielestä ei voi yleistää hankkeesta toiseen ilmeneviä haasteita, koska hankkeet ovat niin yksilökohtaisia. Suurimman osan mielestä kuitenkin haaste, joka seuraa hankkeesta toiseen, on aikataulutuksen ja resursointi, sillä niille ei osata varata tarpeeksi aikaa. Aikataulun päivittäminen luovutusvaiheen edetessä on myös yhden haastateltavan mielestä haasteellista.

11. Riippuuko luovutusprosessin onnistuminen urakoitsijoista?

Haastateltavat olivat kaikki sitä mieltä, että onnistuminen riippuu pääurakoitsijasta sekä kaikista aliurakoitsijoista. Kaikkien pitää tehdä keskenään yhteistyötä, sillä jos joku tekee virheen, vaikuttaa se kaikkien tekemiseen.

12. Mitä mielestäsi kehitettävää luovutusvaiheessa on?

Kaikki haastateltavat kokivat luovutusvaiheen kehityskohdaksi aikataulutuksen kehittämisen. Kehitettäviksi kohdiksi haastatteluissa nousivat aikataulun selkeyttäminen sekä luovutusvaiheen edetessä aikataulun päivittäminen, jotta saataisiin kaikki työt ja tarkastukset ajallaan tehtyä. Yksi haastateltava koki luovutusvaiheen liikana sähläämisenä, koska siihen osallistuu niin monta henkilöä. Hän kommentoi: ”Luovutusvaiheen ennakkosuunnittelu, resurssointi ja dokumentointi voisivat olla kehitettäviä kohtia luovutusvaiheessa.”

13. Vapaa sana.

Yksi haastateltava kommentoi viimeiseen kysymykseen:

Jos työnjohto on osaavaa ja on suunnitellut aikataulun tarpeeksi ajoissa ja hyvin, niin yhteistyö urakoitsijoiden kanssa toimii paremmin. Yleensä jos luovutusvaihe on suunniteltu hyvin ja hommat etenevät aikataulun mukaan ja urakoitsijat saavat painaa urakalla, niin kaikki ovat tyytyväisiä ja todennäköisesti haluavat seuraavissakin kohteissa tehdä yhteistyötä.

Toinen haastateltava kommentoi viimeiseen kysymykseen, että pitäisi olla yksinkertaisesti enemmän aikaa, ettei menisi juoksemiseksi.

7 Pohdinta

Haastatteluja arvioidessa vastauksissa esiintyi yhdenmukaisuutta haastateltavien välillä melko paljon. Vaikka vastaajien roolit työelämässä erosivat toisistaan, olivat kokemukset luovutusvaiheesta melko yhteneväiset.

Haastatteluita tehdessä yhdeksi isoimmaksi ongelmaksi nousi suoritettaviin töihin varatun ajan puute. Kysymyksen 3 vastauksissa nousi esiin, että sisävaiheen venyessä nipistetään luovutusvaiheen aikataulua, jolloin luovutusvaiheessa tulee kiire: töitä aletaan tekemään hätäisemmin ja työt kasaantuvat loppua kohden, jolloin lopputulos kärsii. Olisiko luovutusvaiheen aikataulun sekä mahdollisesti muidenkin työmaan vaiheiden suunnittelussa paras tapa käyttää käännteistä aikataulun suunnittelua, jolloin ensin mietitään kohteen luovutuspäivä, minkä jälkeen aletaan tehdä aikataulua luovutuspäivästä nykyhetkeen? Tällöin aikataulusta voisi saada realistisemmän, ja kaikkien työvaiheiden kesto mietittäisiin loppuun asti ja niille varattaisiin tarpeeksi aikaa.

Kysymyksen 12 vastauksissa nousi esiin, että yksi iso kehitettävä osa luovutusvaihetta on aikataulutuksen kehittäminen. Moni haastateltava koki, että aikataulua pitäisi selkeyttää ja päivittää luovutusvaiheen edetessä, jotta kaikki työt ja tarkastukset hoituisivat selkeästi ajallaan. Yksi haastateltava nosti esille, että luovutusvaiheen organisoinnissa on liian monta henkilöä eikä yhtä selkeää vastuuhenkilöä. Pääurakoitsijalla voisi olla yksi mestari, joka vastaisi luovutusvaiheesta ja päivittäisi aikataulua töiden edetessä. Luovutusvaiheessa on toki monia osapuolia, mutta yksi vastuuhenkilö pääurakoitsijan puolelta voisi selkeyttää töiden tahdistusta sekä pitää aikataulun ajallaan ja realistisena.

Työn aikana tuli ilmi, että aihealue on todella laaja. Talotekniikan luovutusvaiheeseen kuuluu useita osapuolia, mikä varmaankin on syy sille, että luovutusvaihe koetaan usein melko sekavana, kuten haastatteluistakin kävi ilmi. Haastattelussa asiantuntijoita tuli ilmi kehityskohtia. Tämän työn tarkoitus on auttaa pääurakoitsijan työnjohtoa ja selkeyttää luovutusvaiheen suunnittelua ja aikataulutusta. Lisähaastetta tuo se, että urakoitsijoita on monia ja rajapintoja on

paljon. Lisäksi talotekniikan määrä on lisääntynyt huomattavasti ja erilaisia järjestelmiä tulee koko ajan lisää. Järjestelmien lisääntyminen tarkoittaa myös sitä, että eri rakennushankkeissa voi olla eri järjestelmiä, jolloin luovutusvaiheen tehtävät mahdollisesti poikkeavat toisistaan, ja tällöin yhden selkeän ohjedokumentin teko on haastavaa.

9 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä talotekniikan luovutusvaiheen hallintaan pääurakoitsijan näkökulmasta ja löytää talotekniikan luovutusvaiheessa ilmeneviä haasteita ja onnistumisia. Tämän työn lopputuloksena syntyi kirjallisuusraportti ja lisäksi aikataulupohja talotekniikan luovutusvaiheeseen sekä ohjesivu. Tämä työ toimii yleispätevänä ohjeena pääurakoitsijan työnjohdolle talotekniikan luovutusvaiheessa ja sen aikataulun suunnittelussa. Tarkoituksena oli tehdä selkeä apuväline, jota kokeneet, sekä kokemattomatkin työnjohtajat voivat hyödyntää työssään talotekniikan luovutusvaiheessa.

Työssä perehdyttiin ensin teoriaan aiheesta, joka oli rajattu jo aiemmin. Teorian lisäksi työssä on empiirinen tutkimus eli haastatteluosuus, joka toteutettiin JM Suomi Oy:n asiantuntijoiden kanssa. Haastatteluosuudessa selvitettiin, mitä haasteita ja onnistumisia luovutusvaiheessa on ilmennyt aiemmissa kohteissa pääurakoitsijan näkökulmasta.

Tämän työn aikana nousivat esiin tietyt ongelmat luovutusvaiheeseen liittyen, joita olivat muun muassa ajan puute, aikataulujen päivittämisen puute ja osapuolien epäselvät roolit. Työn tuloksena syntyneiden aikataulupohjan ja ohjesivun on tarkoitus olla helpottava apuväline aikataulun priorisointiin. Lukuun kahdeksan on kirjoitettu kehitysehdotus aikataulujen päivittämiseksi ja roolien selkeyttämiseksi.

Tämän työn lopputuloksena syntynyt aikataulupohja ja ohjesivu eivät tule julkiseen jakoon, vaan pysyvät toimeksiantajan toiveesta ainoastaan heidän näkyvillä.

Lähteet

- 1 JM yrityksenä. Verkkoaineisto. JM Suomi. <<https://www.jmoy.fi/tietoa-jmsta/jm-yrityksena/>>. Luettu 12.9.2022.
- 2 Nordnet. 2022. Verkkoaineisto. <<https://www.nordnet.fi/markkinakatsaus/osakekurssit/16100473-jm>>. Luettu 12.9.2022.
- 3 Tutkijan ABC. 2015. Verkkoaineisto. <<https://rajatontatiedekasvatus.wordpress.com/tutkijan-abc/>> University of Turku & Lappeenranta University of technology. Luettu 13.9.2022.
- 4 Puukko, Aleksi. 2017. Asuinkerrostalohankkeen hallittu talotekniikan luovutusprosessi. Diplomityö. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Trepo-tietokanta. Luettu 20.9.2022.
- 5 Peltokorpi, Antti; Varteva, Katarina & Seppänen, Olli. 2021 Taloteknisten järjestelmien rooli rakennushankkeen prosessissa. Rakennustekniikan laitos. Helsinki: Aalto-yliopisto <https://www.lvi-tu.fi/wp-content/uploads/2021/12/Tate-jarjestelmat-loppuraportti_2.12.2021.pdf> Luettu 23.9.2022.
- 6 Asuntosuunnittelu talotekniikka. 2009. RT93-10965. Rakennustieto Oy.
- 7 Ilmanvaihdon eri toteutustavat. 2022. Verkkoaineisto. Motiva<https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot_-_yhdedssa_energia-tehokkaasti/ilmanvaihto/ilmanvaihdon_eri_toteutustavat>.Luettu 30.9.2022.
- 8 TalotekniikkaRYL2002 osa 2. 2002.Rakennustieto Oy.
- 9 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. 1998. RT16-10660. Rakennustieto Oy.
- 10 Tirkkonen, Joel. 2016. Talotekniikkatyöt rakennusurakoitsijan näkökulmasta. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Trepo-tietokanta.
- 11 Koski, Hannu. 2004. Verkkoaineisto. Rakennushankkeen luovutusprosessin kehittäminen. VTT. <<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2004/T2236.pdf>>Luettu 14.10.2022.
- 12 Aikataulukirja. 2016. Ratu KI-6028. Rakennustieto Oy.

- 13 Rakennushankkeen laadunvarmistustoimet. 2009. RT S-1224. Rakennustieto Oy.
- 14 LVIA-työselostus mallipohja. 2021. Yrityksen sisäinen dokumentti. JM Suomi Oy.
- 15 Talotekniikan laadunvarmistus ja vastaanottomenettely – tehtävät ja dokumentointi. 2018. RT10-11302. Rakennustieto Oy.
- 16 21 Vesilaitteiston huuhtelu. 2022. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <<https://talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/21-vesilaitteiston-huuhtelu>>Luettu 1.11.2022.
- 17 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto – Määräykset ja ohjeet 2012. 2011. Ympäristöministeriö. Helsinki: D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma.
- 18 20 Vesilaitteiston tiiviyn toteaminen. 2022. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. Verkkoaineisto. <<https://talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/20-vesilaitteiston-tiiviyn-toteaminen>>Luettu 4.11.2022.
- 19 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. 2017. 1009/2017.
- 20 Sisäilmasto ja ilmanvaihto-opas. 2021. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <<https://talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas>> Luettu 8.11.2022.
- 21 Ilmanvaihtolaitteiden äänitekniinen suunnittelu ja äänenvaimennus asuinrakennuksissa. 2002. LVI 30-10333. LVI-kortisto.
- 22 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä. 2017. 796/2017.
- 23 Kinnunen, Visa. Luovutusvaiheen hallinta asuntokohteessa IV-urakoitsijan näkökulmasta. 2021. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 24 Sähköturvallisuuslaki. 2016. 1135/2016.
- 25 Paloilmoitinlaitteistot. Verkkoaineisto. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). <<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/pelastustoimen-laitteet/paloilmoitinlaitteistot>> Luettu 6.12.2022.
- 26 JM Suomi Oy:n sisäinen aineisto. Luettu 13.12.2022.

- 27 ST 710.00. Rakennusautomaatiojärjestelmän säädökset, määräykset, standardit ja ohjeet. 2017. Espoo, Sähköinfo Oy.
- 28 Toimintakoeohje. 2022. Verkkoaineisto. Helsingin kaupunki. <https://www.hel.fi/static/liitteet-2019/Kymp/Att/Toimintakoeohje_ver1_2.pdf> Luettu 20.12.2022.

Liitteet

SALATTU YRITYKSEN PYYNNÖSTÄ