



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Iina Maso

Rakennusprojektin luovutusvaiheen työsisältö

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

30.3.2020

Tekijä Otsikko	Iina Maso Rakennusprojektin luovutusvaiheen työsisältö
Sivumäärä Aika	39 sivua + 3 liitettä 30.3.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine	Rakennetekniikka
Ohjaajat	työpäällikkö, Ismo Uusimäki vastaava työnjohtaja, Oskari Naakka lehtori, Kimmo Sani
<p>Rakennusprojektin luovutukseen tähtäävän viimeistelyvaiheen työtehtäviin kuuluu useiden eri urakoitsijoiden vastualueiden tehtäviä monine riippuvuussuhteineen. Pienetkin muutokset luovutusvaiheen aikataulun toteutumisessa voivat merkata luovutusvaiheelle keskeisten tehtävien myöhästymistä. Aikataulujen hyvän suunnittelun ja ajallisen valvonnan merkitys kasvaa, kun projektissa ei ole enää varaa pelata ajallisesti tällaisten muutosten ilmetessä. Projektin oikea-aikaisen luovutuksen varmistamiseksi on siis äärimmäisen tärkeää, että vaihe suunnitellaan oikein. Luovutusvaiheen aikataulun suunnittelijan on oltava tietoinen kaikista luovutukseen vaadituista tavoitteista ja tehtävistä ja niiden välisistä riippuvuussuhteista.</p> <p>Opinnäytetyössä tutkittiin rakennushankkeen luovutusvaihetta ja aikataulun suunnittelua luovutusvaiheeseen liittyen. Tutkimustyön pääpaino kohdistui viimeistelyvaiheeseen kuuluvien työtehtävien ja niiden aloitusvalmiusvaatimusten selvitykseen. Opinnäytetyö tehtiin rakennusurakoitsijan näkökulmasta ja tutkimustyö pyrittiin keskittämään tälle oleellisen tiedon selvittämiseen. Tutkimus suoritettiin pääosin kirjallisten lähteiden ja rakentamista ohjeistavien tekstien pohjalta. Lisäksi opinnäytetyötä varten suoritettiin haastatteluja lisäinformaation keräämiseksi.</p> <p>Rakennusprojektin luovutusvaiheen työsisältö ja työtehtävien väliset riippuvuudet ja toteutusjärjestys voi olla usein epäselviä ja vaikeasti hahmotettavissa. Opinnäytetyön tavoitteena oli toteuttaa avustava työkalu hankkeen luovutusvaiheen aikataulun suunnittelua varten hankkeen pääurakoitsijan käyttöön. Työkalun oli määrä selkeyttää aikataulun suunnittelua, kun selvää suoritusjärjestystä tehtäville ei ole tiedossa tai ollaan muuten epävarmoja työtehtävien oikeasta etenemisjärjestyksestä.</p> <p>Luovutusvaiheen aikataulun helpottamiseksi opinnäytetyössä luotiin vaiheelle aikataulumalli ja luovutuksen työlista. Aikataulumallissa esitettiin tehtävien toteutusjärjestys ja niiden väliset riippuvuudet. Työlistassa tehtävät esitettiin selvässä listamuodossa ja siihen sisällytettiin arvio tehtävien suoritusajasta keskivertoisessa rakennushankkeessa. Työkalujen oli määrä toimia rakennusurakoitsijan aikataulun suunnittelusta vastaavalla toimihenkilön apuna alustavan luovutusvaiheaikataulun muodostamisessa.</p>	
Avainsanat	luovutusvaihe, aikataulunsuunnittelu

Author Title	Ilina Maso Tasks Relating to the Hand-over Phase of a Building Project
Number of Pages Date	39 pages + 3 appendices 30 March 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building technology
Professional Major	Structural engineering
Instructors	Ismo Uusimäki, Project Manager Oskari Naakka, Site Manager Kimmo Sani, Senior Lecturer
<p>The closing phase of a construction project contains multitudes of tasks from many different contractors, all aimed at completing a successful hand-over of a building. Many of these tasks require others before them to be completed before their initiation. Thus, the slightest change in one task can cause a dramatic change in the phase's schedule as a whole. It becomes increasingly important that the schedule be well designed, and the work properly monitored so that the timely transfer of the building can be ensured. It is highly important that the person in charge of schedule planning is aware of all tasks and their dependencies in order for the project to be completed.</p> <p>When conducting research for this engineering thesis, focus was on the investigation of the closing phase of a building project and on the planning of the schedule of this phase. The main topics of concern were the tasks that are required for a hand-over of a project and the start and completion requirements of different tasks. The thesis research was carried out from the viewpoint of a general contractor. The sources used were mainly written material, i. e. books and instructional texts used in the field. Interviews were also carried out to gather additional information.</p> <p>The tasks included in the closing phase of a project, and their dependencies are often unclear and hard to discern. The goal of the engineering thesis was to complete an assisting tool for the schedule planning of the phase. The main object for the tool was to provide a clear order in which to complete tasks when the order is not otherwise known or certain.</p> <p>To aid in the scheduling of the phase, an example schedule and a list consisting of the works required were created. The example schedule shows the order in which the end phase works are to be completed in. It also shows the relationships between the works. The list presents the tasks in a simpler form and provides standard timeframes for their completion. These tools are designed to assist the general contractor in the initial scheduling of the hand-over phase of a project.</p>	
Keywords	project hand-over, schedule planning

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tutkimuksen tausta	1
1.2	Tavoitteet	1
1.3	Näkökulma ja rajaukset	2
1.4	Tutkimusmenetelmät ja toteutus	2
2	Rakennusprojektin luovutusvaiheen aikataulun suunnittelu	3
2.1	Aikataulun suunnittelu	5
2.2	Aikataulujen eri esitysmuodot	5
2.3	Luovutusvaiheen aikataulun suunnittelu	8
3	Rakennusprojektin luovutusvaihe	9
3.1	Rakennusurakoitsija	9
3.1.1	<i>Aliurakoitsijoiden itselleluovutukset</i>	10
3.1.2	<i>Pölyttömyyssiivous ja -tarkastus</i>	10
3.1.3	<i>Virhe- ja puutelistojen kartoitus ja korjaukset</i>	11
3.1.4	<i>Rakennuksen tiiviysmittaus</i>	11
3.1.5	<i>Rakennuksen lämpökuvaus</i>	12
3.1.6	<i>Äänitekniset mittaukset</i>	13
3.1.7	<i>Loppusiivous</i>	14
3.1.8	<i>Luovutusaineisto</i>	14
3.1.9	<i>Eriytynen palotarkastus</i>	14
3.1.10	<i>Rakennusvalvontaviranomaisen loppukatselmus</i>	15
3.1.11	<i>Vastaanottotarkastus</i>	16
3.2	IV-urakoitsija	16
3.2.1	<i>IV-kanavien puhtauden toteaminen</i>	17
3.2.2	<i>IV-säädöt ja -mittaukset</i>	18
3.3	KVV-urakoitsija	18
3.3.1	<i>Vesilaitteiston paineen, vesikalusteiden ja käyttöveden kiertojohtojen mittaus ja säätö</i>	18
3.3.2	<i>Viemärien huuhtelu, kaivojen puhdistus ja viemärien videokuvaus</i>	19

3.4	Sähköurakoitsija	19
3.4.1	Sähkön käyttöönottotarkastus	20
3.4.2	Varmennustarkastus	20
3.5	Talotekniikan väliset yhteiset tehtävät	21
3.5.1	Talotekniikan urakoitsijoiden yhteiskäyttökokeet	21
3.5.2	Rakennuttajan toimintakokeet	22
3.5.3	Talotekniikan käytönopastus	23
3.5.4	LVI-laitteiden äänitekniset mittaukset	23
3.5.5	LVI-käyttöönottotarkastus	23
3.6	Muut	24
4	Haastattelut	25
4.1	Haastattelujen rakenteen suunnittelu	25
4.2	Haastattelujen tulokset	26
5	Työlistan ja aikataulumallin toteuttaminen	29
5.1	Tutkimusprosessi	29
5.2	Tutkimusaineisto	31
5.3	Työlistan toteuttaminen	31
5.4	Aikataulumallin toteuttaminen	33
5.5	Työlistan ja aikataulumallin käyttö aikataulun suunnittelussa	34
6	Johtopäätökset	36
7	Yhteenveto	37
	Lähteet	38
	Liitteet	
	Liite 1. Haastattelukysymykset	
	Liite 2. Aikataulumalli (liite vain työn tilaajan käyttöön)	
	Liite 3. Luovutuksen työlista (liite vain työn tilaajan käyttöön)	

Lyhenteet

IV Ilmanvaihto

KVV Kiinteistön vesi ja viemäri

1 Johdanto

Luovutusvaiheen aikataulutuksessa on usein epäselvyyksiä siitä, mitä työtehtäviä vaihe sisältää ja kuinka kauan niiden suorittamiseen menee. On yleistä, että toimihenkilöt, jotka ovat vastuussa luovutusvaiheen aikataulun suunnittelusta eivät ole täysin perillä kaikkien rakennusprojektin osapuolien luovutusvaiheen työtehtävistä. Tehtävien riippuvuudet eivät ole tiedossa, jonka takia vaiheen töiden oikea suoritusjärjestys voi olla vaikeaa hahmottaa. Tehtävien ajallinen mitoitus on voi olla myös vaikeaa, jos aikataulun suunnittelijalla ei ole tehtävien ajallisesta kestosta selvää laskettua tai kokemusperäistä tietoa. Varsinkin talotekniikan säädöt ja koestukset voivat olla vieraita rakennuspuolen toimihenkilöille.

1.1 Tutkimuksen tausta

Opinnäytetyö toteutetaan Skanska Talonrakennus Oy yritykselle. Yritys toimii pääurakoitsijana erilaisissa asunto-, toimitila- ja palvelutaloprojekteissa Suomen laajuisesti. Yrityksellä ei ole tähän mennessä ollut käytössä työkalua, joka auttaisi olennaisesti luovutusvaiheen aikataulun suunnittelussa. Skanska Talonrakennuksella on erilaisia listoja esimerkiksi luovutukseen vaadittavista dokumenteista, mutta selkeää ja kaiken kattavaa luovutusvaiheen töiden etenemistä kuvaavaa dokumenttia tai työkalua ei ole.

1.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on toteuttaa selkeä työlista, ohjeistus ja aikataulutusta avustava työkalu rakennusprojektin luovutusvaiheen työtehtävistä ja vaiheista. Työlistan ja aikataulutusta avustava työkalun on tarkoitus huomioida rakentamisen ja talotekniikka työt, säädöt, koestukset ja tarkastukset kaikenkattavasti. Näissä esitetään selvästi tehtävien väliset vaikutus- ja riippuvuussuhteet ja töiden oikea etenemisjärjestys.

1.3 Näkökulma ja rajaukset

Opinnäytetyö on kirjoitettu rakennusurakoitsijan näkökulmasta. Työtehtävien sisältö ja toteutus kuvataan siis laajuudessa, jossa se voidaan nähdä hyödylliseksi rakennusprojektin työmaainsinöörien ja rakennusurakoitsijan työnjohdon käytössä. Tämä tarkoittaa, että rakennusprojektin talotekniset työt kuvataan pintapuolisesti siinä määrin mitä rakennusurakoitsijan toimihenkilöiden olisi tarpeellista niistä tietää. Rakennustekniset työt pyritään kuvamaan mahdollisimman yksityiskohtaisesti.

Opinnäytetyön tuloksena tuotettujen dokumenttien on tarkoitus toimia avustavina työkaluina projektin pääurakoitsijan luovutusvaiheen aikataulun suunnittelussa ja sisällön hahmottamisessa. Aikataulun suunnittelu tapahtuu yleensä työmaan toimihenkilöiden toimesta, joten heidän toiveensa toimivat lähtökohtana opinnäytetyön toteuttamisessa. Opinnäytetyön luovutusvaiheen suunnittelun kohteeksi otetaan asuin-/palvelutalot ja toimitilakohteet yleisesti.

1.4 Tutkimusmenetelmät ja toteutus

Opinnäytetyö toteutetaan kirjallisen aineiston ja haastattelujen. Kirjallista aineistoa etsitään kirjallisuudesta, rakennusalalla yleisesti käytettävistä ohjekortistoista ja internetistä. Kirjallisena aineistona käytetään myös esimerkiksi rakennusvalvontaviranomaisten tarkastusasiakirjoja ja muita virallisia dokumentteja.

Haastatteluissa haastatellaan Skanskan talotekniikan toimihenkilöitä. Haastatteluissa tavoitteena on saada lisäinfoa ja kommentteja työlistalle, joka kootaan kirjallisen aineiston pohjalta. Listaa muokataan haastattelujen pohjalta ja tarpeen mukaan tehdään lisätutkimuksia mahdollisesti listasta puuttuvista työtehtävistä. Haastatteluissa pyritään myös selvittämään toimihenkilöiden näkemys työtehtävien ajallisesta kestosta. Haastatteluja varten kehitetään kysymyslista. Opinnäytetyötä varten tutkitaan myös projektien urakkaohjelmia aikataulutustietojen osalta. Opinnäytetyön ensisijaisena tavoitteena on toteuttaa Skanskalle selkeä ja kaikenkattava työlista ja ohjeistus luovutusvaiheesta aikataulun suunnittelua varten, jonka jälkeen toteutetaan luovutusvaiheen aikataulun malli.

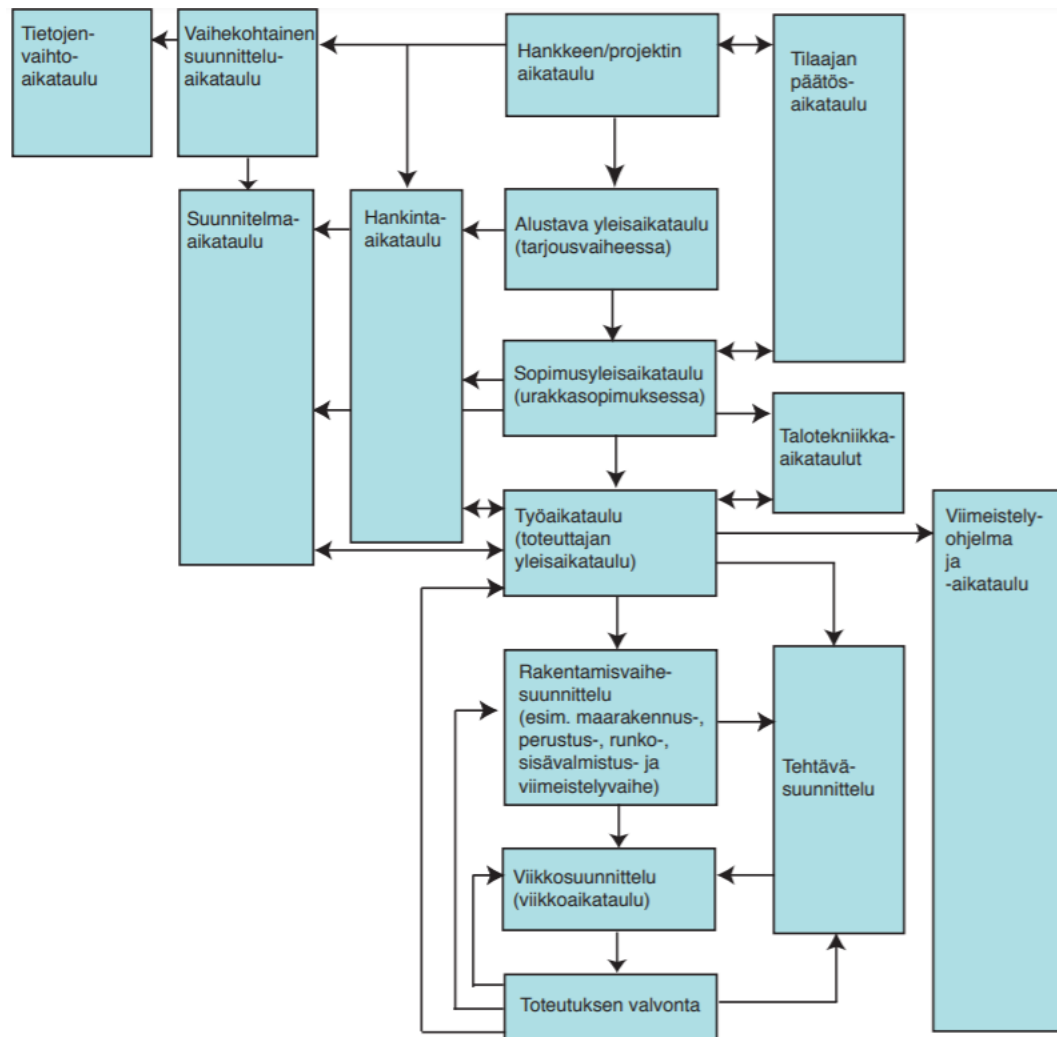
2 Rakennusprojektin luovutusvaiheen aikataulun suunnittelu

Rakennusprojektin toteuttamiseen liittyy useita aikataulusuunnitelmia, jotka toimivat lähtökohtana rakennushankkeen työtehtävien ajallisessa toteutuksessa. Aikataulun suunnittelu tehdään olemassa olevien hankkeen tietojen pohjalta käyttäen mahdollisimman totuudenmukaisia arvioita työmenekistä. Aikataulujen skaala tarkentuu projektin edetessä rakennuttajan laatimasta hankeaikataulusta aina työnjohdon viikkoaikatauluihin asti. Aikatauluja tehdään myös itse rakentamisen lisäksi esimerkiksi suunnittelutyöstä ja hankinnoista [1; s. 8, 18-19.]

Aikataulun tarkoituksena on toimia lähtökohtana kaikkien hankkeessa toimivien urakoitsijoiden ja asiantuntijoiden työsuunnittelussa. Työvaiheiden suoritusajankohdasta selviää esimerkiksi se, milloin hankinnat tulisi aloittaa, että ne saapuvat työmaalle oikeaan aikaan. Aliurakoitsijat mitoittavat työhön tarvitsemansa resurssit ja tahdistavat työnsä aikataulujen pohjalta. Urakoitsija on velvollinen seuraamaan hankkeen työtehtävien toteutumista ja puuttumaan aikataulusta poikkeamiin välittömästi. Urakoitsijan velvollisuuksiin kuuluu myös muun muassa materiaalitoimitusten oikea-aikaisen saapumisen ja oikeiden määrien ja resurssien riittävyyden varmistaminen. [2, s. 77-78.]

Seuraavassa listassa on esitelty ”Aikataulukirja 2016” mukaiset rakentamiseen liittyvät urakoitsijan toteuttamat aikataululliset suunnitelma-asiakirjat (suurpiirteisimmästä aikataulusta tarkimpaan):

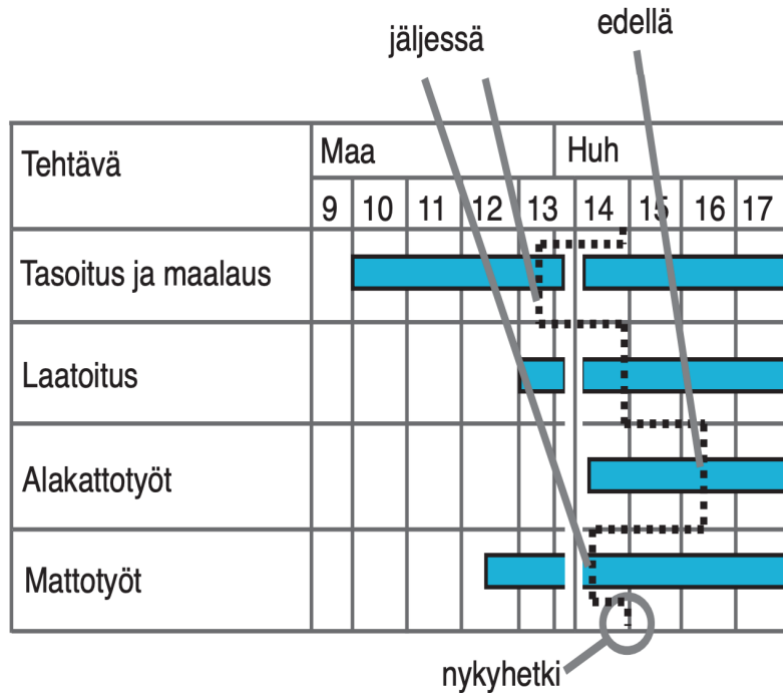
- Alustava yleisaikataulu
- Sopimusyleisaikataulu
- Työaikataulu
- Rakentamisvaiheaikataulu
- Viikkoaikataulu [1, s. 30-34.]



Kuva 1. Eri aikataulutyyppien toteuttamisen etenemisprosessi kuvattuna [3, s. 40].

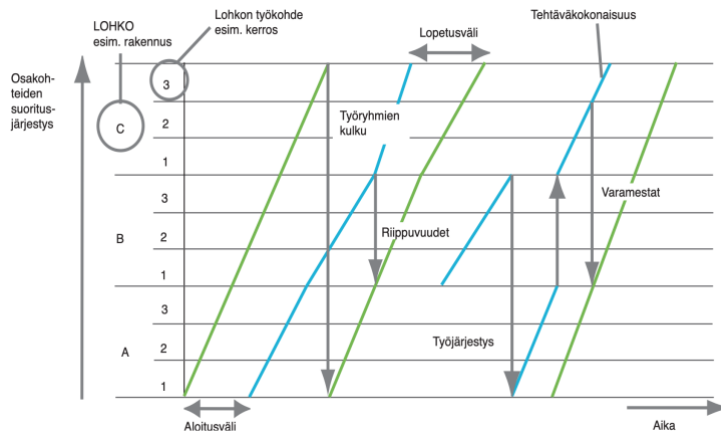
Kuvan 1. prosessikaaviossa esitetään hankkeen eri aikataulujen suunnittelujärjestys ja aikataulutyyppien sitoutuminen toisiinsa. Kuvassa nuolien suunta kertoo tietojen vaikutussuunnasta. Työaikataulu eli yleisaikataulua käytetään yleensä rakentamisvaiheessa pohjana kaikelle työsuunnittelulle. Kaikki työt siis sovitetaan yleisaikatauluun niin, että niistä ei tule aiheutumaan myöhästymisiä tai muita esteitä hankkeen muille tehtäville. Luovutusvaiheen aikataulun suunnittelussa käytetään yleisaikataulun tietoja muun muassa siitä milloin sisävaihe aikataulun asennukset valmistuvat. Asennustyöt voivat olla este luovutusvaiheen aloitukselle niiden siisteysvaatimuksen takia. Esimerkiksi jalkalista- tai kalusteasennukset voivat olla este pölyttömyysiivoukselle, joka vuorostaan vaikuttaa suoraan ilmanvaihdon luovutustöiden aloittamiseen.

Kuvassa 2. esitetään jana-aikataulun toiminnan periaate. Vaaka-alue esittää aikaa ja pystyalue työtehtävää. Jana-aikataulussa töille määritetään aloitus- ja lopetushetki, joiden suunnittelun pohjana toimii hankkeen tunnetut tiedot. [3, s. 21.]



Kuva 3. Janakaavion valvonnan periaatekuva [3, s. 25].

Janakaavion valvonta on selkeälukuista ja merkitään jana-aikataululle tyypillisellä toteutumaviivalla kuvan 3. periaatteen mukaan. Viiva kertoo tehtävän nykyhetkisen toteutumaprosentin. Vertaamalla tehtävälle merkittyä tilannetta nykyhetken viivaan selviää, onko tehtävä ajallaan, myöhässä vai etuajassa. [3, s. 22.]



Kuva 4. Vinoviiva-aikataulun periaatekuva [3, s. 25].

Kuvassa 4. esitetään vinoviiva-aikataulun toiminnan periaatteen. Vinoviiva-aikataulussa vaakaa-alue esittää aikaa jana-aikataulun tapaisesti. Erona jana-aikatauluun on kuitenkin työn suorituspaikkaa esittävä pystyalue. Työtehtävät esitetään aikataulussa janaa, josta selviää samanaikaisesti työn suorituspaikka sekä päivämäärä, jona työ on määrä suorittaa kyseisellä alueella. [3, s. 25.]

Tehtävä	Kerros ja B-porras					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Kiviväliseinät	5	5	7	7	12	12
Betonipintojen jälkityö	10	10	11	12	13	13
Levyväliseinät ja -katot	11	11	12	14	16	17
Lattialaatoitus	14	14	14	18	18	17
Tasoitelyt	17	16	14	21	20	18
	18	17	16	23	21	20

- ei ajankohtainen
- ajallaan
- etuajassa
- jäljessä
- työtä ei aloitettu
- työstä tehty 50 %
- työ valmis

- työ alkanut ennen viikkoa 11
- työ loppunut viikon 15 jälkeen

vinoviivat kertovat, että työ on valmis

Kuva 5. Periaatekuva valvontavinjetistä [3, s. 31].

Paikka-aikakaavion aikataulunseuranta tehdään yleensä erillisellä valvontavinjettidokumentilla, jossa tehtävien nimikkeet esitetään pystysarakkeessa ja suorituspaikka vaakasarakkeessa. Valvonta tapahtuu ruutujen aikataulutietojen pohjalta kuvan 5. tapaisesti, jossa ruudukkoon merkitään tehtävän valmiustilanne yleensä värikoodeilla. [3, s. 30.]

Viimeistelyvaihe aikataulu on usein helpompi toteuttaa jana-aikakaaviona. Luovutusvaihe sisältää useita tarkastuksia ja muita yhden päivän mittaisia valvontatehtäviä, joiden selkeä esitys muihin töihin riippuen on erittäin tärkeää. Tällaiset tilaisuudet on yleisesti helpompia esittää jana-aikakaaviossa sen helppolukuisuuden takia. Viimeistelyvaiheen työtehtävät ovat myös huomattavasti riippuvaisempia siitä, onko aikaisempia töitä suoritettu, kuin siitä, tehdäänkö töitä samalla alueella. Luovutusvaiheen sisältämät työtehtävät ovat myös yleisesti muuta rakentamista lyhytkestoisempaa, jonka takia niiden kuvaaminen paikka-aikakaaviossa voisi olla turhaa. Jos jokin työtehtävä kestää yhteensä viikon koko hankkeen ajasta, on työtahti yleisesti niin nopeaa, että paikka-aikakaavion tuottamaa jokahetkistä paikkatietoa ei voida pitää luotettavana.

2.3 Luovutusvaiheen aikataulun suunnittelu

Luovutusvaiheen aikataulun suunnittelussa esitetään kaikki työtehtävät ja niiden ajallinen toteutus ja valmistumisjärjestys. Aikataulun suunnittelun lähtökohtina toimii muiden aikataulutyyppien tavoin kohteen urakkaohjelma ja yleisaikataulu. Urakkaohjelmien ajalliset kriteerit voivat vaihdella rakennuttajien välillä, mutta luovutusvaiheen sisältö itsessään pysyy suurimmaksi osaksi samana kohteesta ja tilaajasta riippumatta. Rakennuttaja voi myös määrittää projektille ajallisia välitavoitteita luovutusvaiheeseen liittyen esimerkiksi talotekniikan toimintakokeiden toteutusvalmiuden osalta. Luovutusvaiheen aikataulu on rakentamisvaihe aikataulu.

3 Rakennusprojektin luovutusvaihe

Rakennuksen luovutus on hankkeen prosessi, jossa kohteen vastuut ja omistus siirretään virallisesti ja johdonmukaisesti rakentajalta tilaajalle tai käyttäjälle. Luovutus itsessään ei sisällä rakentamista, mutta koska se sijoittuu ajallisesti osittain rakentamisen ja osittain käyttöönoton päälle, luovutus on tiukasti sidottu myös hankkeen rakentamisprosessiin. [4, s. 16.] Nykypäivänä rakennusprojektin luovutusvaiheella onkin keskeinen rooli onnistuneen projektin toteutuksessa [3, s. 57].

Luovutus- eli viimeistelyvaihe voi olla hyvin työläs ja aikaa vievä vaihe rakennushanketta ja sen aikataulutuksella on suuri merkitys projektin oikea-aikaiselle luovutukselle. Vaihe sisältää lukuisien urakoitsijoiden työtehtäviä, joista useat ovat toisistaan vahvasti riippuvaisia ja joiden järjestyksen ja aikataulun suunnittelu on täten äärimmäisen tärkeää. [3, s. 57.] Rakennusten lisääntyneen talotekniikan myötä luovutusvaiheen työsisältö on kasvanut merkittävästi ja sen aikataulutuksesta on tullut tärkeä osa hankkeen toteutuksen suunnittelua. Aikataulun tiukka seuraaminen ja sen muutoksiin reagoimisen tärkeys myös korostuvat, kun käyttöönotto lähestyy ja projektissa ei ole enää aikaa pelata ajallisesti vastoinkäymisten sattuessa.

Rakennushankkeeseen aktiivisesti osallistuvien osapuolien määrä yleensä kasvaa hankkeen viimeistelyvaiheen lähestyessä. Valvojien läsnäolo lisääntyy huomattavasti esimerkiksi talotekniikan luovutuksen vaatimien tarkastusten takia. Virallisten palo- ja rakennusvalvontaviranomaistarkastusten myötä myös viranomaisten läsnäolo liittyy olennaisesti luovutusprosessiin. Luovutusvaiheella on suuri merkitys asiakastytyväisyyden kannalta, sillä käyttäjän tai rakennuttajan kasvava läsnäolo luovutuksen lähestyessä on merkittävä osa yrityskuvan muodostumisessa. [4, s. 16.] Seuraavissa luvuissa tarkastellaan kunkin urakoitsijan vaiheen työtehtäviä.

3.1 Rakennusurakoitsija

Rakennusurakoitsija toimii rakennushankkeessa tilaajan pääurakoitsijana. Urakkamuoto ja sopimus määrittävät tarkemmin mitä rakennusurakoitsijan vastuisiin kuuluu, mutta yleisesti voidaan sanoa, että rakennusurakoitsija toimii hankkeen rakentamisen vetäjänä ja muut urakoitsijat toimivat tämän alaisuudessa.

3.1.1 Aliurakoitsijoiden itselleluovutukset

Aliurakoitsijoiden huolellisesti suoritettut tai suorittamatta jätetyt itselleluovutukset vaikuttavat merkittävästi puute- ja korjauslistojen teon ja töiden suorittamiseen kuluvaan aikaan. Puutteet urakoitsijoiden työsuorituksissa ilmoitetaan asianomaisille heti niiden ilmetessä. Näin maksimoidaan aika ennen luovutusta, jolloin korjauksia pystytään tekemään. On kuitenkin tärkeää vaatia aliurakoitsijoiden itselleluovutusten suorittamista ennen puutteiden kartoittamista, jotta varmistutaan siitä, että asennukset ovat mahdollisimman hyvässä tilanteessa ja rakennusurakoitsija ei joudu tekemään työtä, joka kuuluu ensisijaisesti aliurakoitsijalle puutelistauksen muodossa.

3.1.2 Pölyttömyyssiivous ja -tarkastus

Yksi olennainen luovutusvaiheen työtehtävä on rakennuksen pölyttömyyssiivous. Rakennuksen luovutukseen tähtäävä siivous jaetaan yleensä kahteen osaan, pölyttömyyssiivoukseen ja loppusiivoukseen, koska kaikkia töitä ei yleensä voida suorittaa niin, että pölyttömyys- ja loppusiivous voitaisiin suorittaa samanaikaisesti. Pölyttömyyssiivous on kuitenkin edellytys siihen, että ilmanvaihtojärjestelmän toimintakokeet, mittaukset ja säädöt voidaan aloittaa. Mittaus- ja säätötyöt sijoittuvat pitkälle hankkeen loppupäätä ja ovat kestollisesti useimpia muita luovutusvaiheen töitä pidempiä, joten niiden oikea-aikainen suorittaminen on tärkeää.

Pölyttömyyssiivouksen jälkeen rakennusvalvoja suorittaa pölyttömyystarkastuksen ja täyttää pölyttömyystarkastuspöytäkirja. Pölyttömyystarkastuksessa tarkastellaan rakennuksen sisäpuolisia tiloja yleisesti. Näiden lisäksi tarkastellaan ilmanvaihtokanavien puhtaustaso, josta kerrotaan lisää luvussa ”3.2.1 IV-kanavien puhtauden toteaminen” sivulla 16. Pölyttömyystarkastuksen yhteydessä rakennusvalvoja voi antaa luvan myös alakattojen sulkemiseen. Alakattojen sisäosien tarkastus voidaan kuitenkin järjestää myös erikseen kohteissa, joissa talotekniikkaa sisältäviä avattavia alakattoja on paljon ja erillinen tarkastus on alakattojen sulkemistöiden puolesta ajallisesti järkevää. Tällaisia kohteita ovat yleensä erilaiset toimitilat.

Vaaditun pölyttömyyden tason määrää kohteelle määritetty puhtausluokka. Puhtausluokkia on määritetty selkeästi vain yksi, P1-luokka. P1-puhtausluokan kohteita ovat yleisesti julkiset rakennukset, päiväkodit ja koulut. Jos kohteessa ei käytetä P1-luokkaa, tulee puhtauden olla linjassa hyvän rakentamistavan käytäntöjen kanssa. [5, s. 12.]

3.1.3 *Virhe- ja puutelistojen kartoitus ja korjaukset*

Rakennuksessa suoritetaan virhe- ja puutelistojen kartoitus, jossa etsitään rakennukseen aliurakoitsijoiden itselleluovutuksista jäljelle jääneet virheet, puutteet ja rakentamisen aikana aiheutuneet korjaustarpeet kuten seinäkolhut. Kartoituksella ja korjauksilla varmistetaan, että rakennuksen lopullisen laadun taso tulee vastaamaan sovittua sopimusasiakirjoissa määritettyä laatutasoa ja se toimii niin sanotusti viimeisenä perusteellisena laatukartoituskierroksena. Kohteen virhe- ja puutekorjauksien jälkeen on pääurakoitsija suorittanut oman itselleluovutuksensa [2, s. 88].

Listojen tekoon sekä korjaukseen kuluva aika vaihtelee suuresti hankkeiden välillä. Rakentamisen yleinen laatutaso vaikuttaa listojen kiertämiseen ja varsinkin korjauksiin kuluvaan aikaan. Teoriassa aliurakoitsijan hyvin suoritettua työrauhaa ja läpikotaisen itselleluovutuksen jälkeen jäljelle ei pitäisi jäädä mitään vika- tai puutekohtia. Jos urakoitsija on kuitenkin jo rakentamisen aikana jäänyt jälkeensä aikataulusta, voi kiireen seurauksena rakentamisen laatu alittaa sovitun. Näissä tilanteissa myös itselleluovutus jää helposti tekemättä. Jäljelle jäänyt korjausmäärä voi olla suuri ja urakoitsija voi olla vaikeaa saada paikalle tekemään korjaukset ennen luovutusta. Vika- ja puutekorjausten kannalta on siis myös erittäin tärkeää seurata töiden ajallista toteutumista ja puuttua jo rakentamisen aikana ilmeneviin aikataulupoikkeamiin.

3.1.4 *Rakennuksen tiiviysmittaus*

Rakennuksen vaipan ilmatiiveydellä on suuri vaikutus kohteen kokonaisenergiankulutuksessa. Tiiviysmittausta pystytään hyvin hyödyntämään rakentamisen laadun arvioinnissa vaipparakenteiden osilta. Tiiviysmittauksessa rakennukseen pyritään ajamaan 50 Pascalin paine-ero verraten ulkoilman paineeseen.

Mittaus tehdään sekä alipaineisena, että ylipaineisena ja lopullinen mittaustulos lasketaan niiden välisten mittaustulosten keskiarvosta. [6, s. 20.]

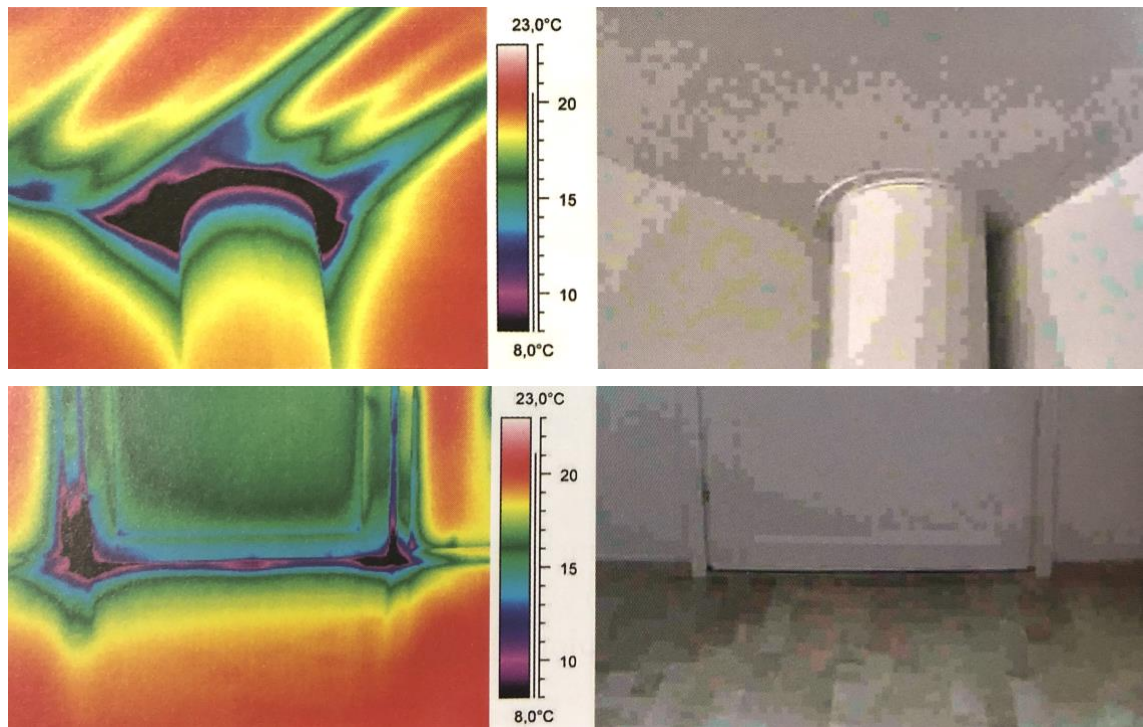
Tiivysmittauksessa löytyneiden puutekohtien korjaus voi olla suuritoista, jos kohtia ilmenee rakenteiden piiloon jääneissä osissa. Tiivys on tärkeää ottaa huomioon aktiivisesti koko ulkovaipan rakentamisen aikana, jotta vältetään suuritoisilta purku- ja korjaustöiltä rakennuksen pölyttömässä luovutusvaiheessa. Varsinkin rakennuksen liitosdetaljit ovat tärkeä toteuttaa huolellisesti. [6, s. 31.]

Rakennuksen tiivysmittauksessa voidaan käyttää vuotokohtien etsinnässä apuna lämpökuvausta tai merkkisavua [6, s. 27]. Lämpökuvauksesta kerrotaan lisää seuraavassa kappaleessa.

3.1.5 Rakennuksen lämpökuvaus

Lämpökuvauksella pystytään etsimään rakennuksen vaipasta mahdollisia ilmapuotokohtia, eristepuutteita ja kylmäsiltoja. Lämpökuvauksen tuloksia tulkitaan lämpötilaindeksillä, joka huomio kuvauksen aikaisen ulko- ja sisälämpötilan sekä kuvatun pinnan lämpötilan, joiden pohjalta lopullinen arvo lasketaan. Lämpötilaindeksille on määritetty raja-arvot, jotka jakavat tilanteet hyväksi, lisätutkimuksia vaativiksi, korjaustarvetutkimuksia vaativiksi tai korjattavaksi. [7.] Lämpökuvaus vaatii rakennuksessa vallitsevan normaalin käyttötilanteen olosuhteet, johon kuuluu rakennuksen ilmanvaihdon normaali toiminta. Kuvauksen voi suorittaa siis vasta, kun ilmanvaihtojärjestelmälle on suoritettu sille vaaditut mittaukset ja säätöt [6, s. 16].

Lämpökuvausta käytetään yhtenä tutkimusmenetelmänä energiakatselmuksessa ja laadunvarmistusmenetelmänä kohteessa [7]. Kun lämpökuvausta käytetään rakennuksen tiivysmittauksen yhteydessä vuotokohtien paikantamiseen, tulevat vuotokohdat rakennukseen ajatun paine-eron takia selkeämmin esille kuvan 6. mukaisesti. Huomioitavaa on kuitenkin, että paine-eron takia tiivysmittauksen kanssa tehtävässä lämpökuvauksessa ei voida käyttää lämpötilaindeksiä. [6, s. 27.]



Kuva 6. Rakennuksen vuotokohtien etsiminen lämpökuvauksen avulla. Kuvassa esitetään väriskaalalla eri kohtien lämpötila mitta-asteikon mukaan [7, s. 54].

3.1.6 Äänitekniset mittaukset

Äänitekniisiä mittauksia suoritetaan kohteessa, jos siitä on sovittu tilaajan kanssa urakkasopimuksessa. Joillakin alueilla voi olla vaatimus lisäksi LVI-laitteiden äänitasojen mittaukselle rakennuksen ulkopuolelta. Rakennuksen äänitekniset ominaisuudet mitataan yleensä askeläänieristävyyden ja ilmaääneneristävyyden osilta. Tämän lisäksi mitataan LVI-laitteiden äänitasoja, joista kerrotaan lisää luvussa ”3.5.4 LVI-laitteiden äänitekniset mittaukset” sivulla 23. Ilmaääni on ääntä, joka kulkeutuu tilasta toiseen ilman välityksellä ja se mitataan tilojen vaakasuuntaisten rakenteiden läpi. Askelääneksi kutsutaan ääntä, joka kulkee runkoa pitkin eri tiloihin tiloissa liikkumisen tai tavaroiden siirtelyn seurauksena.

3.1.7 Loppusiivous

Loppusiivous pyritään aloittamaan mahdollisimman nopeasti pölyttömyysiivouksen jälkeen esimerkiksi ikkunoiden pesulla. Kun loppusiivous on saatu suoritettua tietyltä alueelta, sillä liikkumista rajoitetaan esimerkiksi lukitsemalla tilat. Kaikissa tilanteissa tämä ei kuitenkaan ole mahdollista. Näissä tiloissa pölyn siirtymistä tulisi kuitenkin pyrkiä ehkäisemään esimerkiksi sijoittamalla pölyä keräävät tarramatot kulkureiteille ja vaatimalla alueella liikkuja käyttämään kenkäsuojia ja pitämään ovet mahdollisuuksien mukaan suljettuina.

3.1.8 Luovutusaineisto

Luovutusaineiston sisältö määrätään hankkeen urakkasopimuksessa ja se vaihtelee rakennuttajien välillä. Luovutusaineistoon kuuluu yleisesti suunnitelmien loppukuvat, käyttö- ja huolto-ohjeet ja erinäiset pöytäkirjat esimerkiksi viranomaistarkastuksista. Luovutusaineisto kootaan sopimuksessa määrättyyn muotoon ja luovutetaan oikealle osapuolelle sovittuun aikaan mennessä. Talotekniikan työnjohto kokoaa yleensä oman materiaalinsa ja luovuttaa nämä rakennusurakoitsijalle.

3.1.9 Erityinen palotarkastus

Rakennuksen yksi tärkeimmistä tarkastustapahtumista on pelastusviranomaisen suorittama erityinen palotarkastus. Palotarkastuksessa viranomainen antaa virallisen lausunnon rakennuksen turvallisuudesta. Ilman hyväksyttyä tarkastusta rakennukselle ei saada luovutuslupaa.

Tarkastusta varten rakennuksen tulee olla jo hyvin pitkälti valmis. Palotarkastusta ennen tulee esimerkiksi rakennuksen automaattisen paloilmoinnin varmennustarkastus olla tehtynä. Jos rakennukseen tulee automaattinen sammutusjärjestelmä eli sprinkleri tulee tälle olla tehty käyttöönottotarkastus ja savunpoistoluukkujen asennus ja testaus tulee olla tehtynä. [8.]

Tarkastuksessa käydään läpi kaikki rakennuksen turvalliseen käyttämiseen ja hätätilanteissa toimimiseen liittyvät asiat. Helsingin kaupungin Pelastuslaitos on listannut palotarkastuksessa läpikäytäviä asioita seuraavasti:

- Rakentaminen on toteutettu rakennusluvan ja mahdollisen paloteknisen suunnitelman mukaisesti ja dokumentit ovat työmaalla.
- Käyttöönottotarkastus on suoritettu paloilmioittimen ja sprinklerin osalta.
- Savunpoistojärjestelmä on asennettu, testattu ja merkattu asianmukaisesti.
- IV-hätäseispainike on asennettu, testattu ja merkattu asianmukaisesti.
- Hätäpoistumisreitien valaistus on asennettu ja testattu asianmukaisesti ja ulospääsy reittiä pitkin on mahdollista ilman avainta tai kulkulupaa.
- Sisäpuolisten pintojen pintakerrosvaatimus täyttyy.
- Käytetyillä sisusteilla tulee olla tehty selvitys syttyvyysluokista niiltä vaadituissa kohteissa.
- Sammutuskalusto on asennettu ja merkattu asianmukaisesti.
- Palokatkot ja -osastot on toteutettu suunnitelmien mukaisesti.
- Rakennusvalvontaviranomainen on hyväksynyt tyyppihyväksymättömät palo-ovet ja -ikkunat.
- Opasteet, opastetaulut ja osoitemerkinnät on asennettu
- Pelastustiereitit ovat kunnossa ja asianmukaisesti merkitty.
- Väestönsuojan tiiveyskoe on suoritettu hyväksytysti. [8.]

3.1.10 Rakennusvalvontaviranomaisen loppukatselmus

Käyttöönottoluvan saaminen rakennusvalvontaviranomaisen loppukatselmuksessa on tärkein luovutuksen lopullinen tavoite sillä se määrää sen, saako rakennuksen laillisesti luovuttaa rakennuttajalle. Loppukatselmus voidaan järjestää, kun kaikki vaaditut tarkastukset on suoritettu, katselmuksat toimitettu ja luovutusdokumentit ovat valmiina toimitettavaksi oikeille tahoillensa. Loppukatselmuksessa esitetään myös muun muassa hissien tarkastuspöytäkirja, pelastusviranomaisen tarkastusten pöytäkirjat, paloilmioittimen tarkastuksen tarkastustodistus, verohallinnolle tehty rakentamisilmoitus, suorituskyvyttömyysvakuustodistus, kaukolämmön lopputarkastusdokumentaatio ja viranomaisen muut vaaditut tarkastustodistukset. Lopullisen energiatodistuksen tulee olla päivitetty vastaamaan rakennuksen todellista tilaa ja sähkön ja muiden talotekniikan käyttöönottotarkastusten täytyy olla suoritettu ja pöytäkirjat täytetty. [9.]

3.1.11 Vastaanottotarkastus

Vastaanottotarkastuksessa ovat läsnä rakennuttaja ja urakoitsija, ja sen päämääränä on selvittää ovatko molemmat osapuolet täyttäneet sopimusvelvoitteensa. Jos vastaanottotarkastuksessa todetaan, että sopimusvelvoitteet täyttyvät, saadaan rakennus luovutettua. Periaatteessa siis tilaaja tekee päätöksen siitä, vastaako vastaanotettava rakennus laadullisesti sopimusasiakirjoissa sovittua tavoitetta. [2, s. 87].

Ideaalitilanteessa rakennuksessa ei jouduta tekemään enää mitään vastaanottotarkastuksen jälkeen, mutta luovutuksen vaatimat vähäiset viimeistelytyöt eivät ole kuitenkaan este vastaanotolle. Tällaisessa vastaanotossa rakennuttaja arvioi kuinka paljon virheet ja puutteet ja niiden korjaustyöt tulevat häiritsemään rakennuksen käyttöönottoa ja käyttöä ja tekee päätöksensä tämän pohjalta. Korjausvaatimukset kirjataan yleensä vastaanottopöytäkirjaan, mutta riittää, että vaatimukset on esitetty jo ennen tarkastusta. Korjaukset tulisi suorittaa mahdollisimman nopeasti tarkastuksen jälkeen. Korjauksille sovitaan yleensä suoritusaika, jonka jälkeen rakennuttaja tekee vastaanottotarkastuksesta jääneille virheille ja puutteille jälkitarkastuksen. [2, s. 88-90].

3.2 IV-urakoitsija

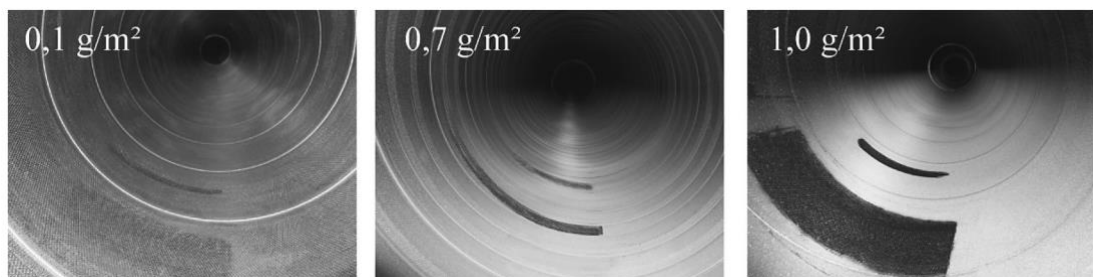
IV-urakoitsija vastaa kohteen ilmanvaihtojärjestelmän toteutuksesta ja tarkastuksista. Luovutusvaiheen toimenpiteet ovat olennainen osa toimivan ja terveellisen ilmanvaihtojärjestelmän toteutusta. Luovutusvaiheessa varmistetaan, että järjestelmä on puhdas, suunnitelmien mukainen ja kaikin puolin valmis rakennuksen käyttöönottoa varten. IV-urakkaan kuuluvat tarkastukset, säädöt ja mittaukset ovat merkittävä tahdistaja rakennushankkeen luovutusvaiheessa ja niiden vaikutus on tärkeää huomioida luovutusvaiheen aikataulun suunnittelussa.

3.2.1 IV-kanavien puhtauden toteaminen

Ilmanvaihtojärjestelmän toimintakokeiden aloitusvaatimuksena on, että kanavistolle on suoritettu tiiviystarkistus. Tiiviyskokeet suoritetaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa kanaviston valmistumisen jälkeen [Haastattelu 20.2.2020].

IV-järjestelmän toimintakokeet voidaan aloittaa vasta, kun rakennuksessa on suoritettu pölyttömyyssiivous. Rakennuttajan työsisältöön kuuluvan pölyttömyystarkastuksen aikana suoritetaan yleensä myös IV-kanavien pölyttömyyden tarkastaminen. Pölyttömyystarkastuksesta kerrottiin luvussa ”3.1.2 Pölyttömyyssiivous ja -tarkastus” sivulla 10. Jos kanavat eivät täytä rakennuksen vaatimaa pölyttömyysluokkaa (P-luokkaa) voidaan tiloja tai kanavia joutua puhdistamaan lisää ja järjestämään uusi pölyttömyystarkastus. Tarkastusasiakirjaan tehdään merkintä puhtaustarkistuksista. Pölyttömyystarkastuksen jälkeen sisätiloissa ei saa enää suorittaa pölyäviä töitä, joten tarkastus on tärkeää huomioida sisätöiden sekä puutekorjausten suunnittelussa. [10.]

IV-kanavien puhtauden arviointi tehdään visuaalisella tarkastuksella. Hankkeen puhtausluokka määrittää kanaviston sisältämän sallitun pölymäärän grammoina per neliometri. Puhtausarviointi tehdään kanavien puhtauden keskiarvona. Tämä tarkoittaa, että vaikka kanaviston tietyssä osassa esiintyisikin liiallinen määrä pölyä, voidaan kanaviston puhtaus silti hyväksyä, jos keskimääräinen pölykertymä alittaa asetetun rajan. [13.]



Kuva 7. Puhtauden visuaaliseen arviointiin käytettävä kuvasarja. P1-puhtausluokan ilmanvaihtojärjestelmän kanaviston pölyn yläraja on 0,7 g/m². [13.]

3.2.2 IV-säädöt ja -mittaukset

IV-säädöt ja mittaukset aloitetaan vasta, kun rakennuksessa on suoritettu pölyttömyyssiivous, ja tilojen ja ilmanvaihtokanavien siisteys on todettu pölyttömyystarkastuksessa. IV-päätelaitteiden suojauksien poistaminen aloitetaan vasta säätötöiden yhteydessä, jotta kanavistoon pääsevän pölyn määrä saataisiin minimoitua. Rakennuksen tiiviysmittauksen tulee olla myös suoritettu ja vuotokohtat korjattu ennen ilmanvaihtojärjestelmän säätöjä ja mittauksia. Kaikkien rakennuksen ovien ja ikkunoiden tulee olla suljettuna mittausten aikana. [10.] Ideaalitulanteessa rakennuksessa ei suoriteta mitään muita töitä samanaikaisesti säätö- ja mittaustöiden kanssa [haastattelu 20.2.2020].

3.3 KVV-urakoitsija

KVV-urakoitsija vastaa hankkeen vesi-, viemäri- ja lämpöjärjestelmien toteutuksesta ja testauksista. Putkiurakan luovutusvaiheen sisältö painottuu suurimmilta osin järjestelmän eri osien mittauksiin ja säätöihin. KVV-urakan luovutusvaiheen työtehtävillä on vähiten riippuvuussuhteita muiden talotekniikan lajien luovutuksen työtehtäviin.

3.3.1 Vesilaitteiston paineen, vesikalusteiden ja käyttöveden kiertojohdon mittaus ja säätö

Ennen vesilaitteiston mittauksia putkistolle on tehtävä tiiviyskoestus. Tiiviys varmistetaan painevesikokeella mahdollisimman aikaisessa vaiheessa laitteiston valmistuttua. Painekeiden tarkoituksena on varmistaa, että mikään järjestelmän osa ei vuoda, kun siihen johdetaan vesi. [11.] Vesiverkosto huuhdellaan tiiviyskokeiden yhteydessä. Huuhtelulla putkistosta saadaan johdettua rakennuksenaikainen irtoaines ja lika pois [12].

Laitteistolle suoritetaan paineiden säätö ja mittaus ennen käyttöönottoa. Säädössä haetaan vesilaitteiston virtaukselle epäedullisin kohta ja sen paine säädetään tästä kohdasta mitaten suunnitelmien mukaiseksi esimerkiksi paineenalennusventtiiliin tai paineenkorotusaseman avulla. Tehtäviin kuuluu myös vesikalusteiden virtaamien mittaus ja säätö. Säädöllä varmistetaan, että kaikista vesipisteistä saadaan sopivalla

voimalla vettä. Laitteiston pitkien kytkentäjohtojen osalta mitataan tässä vaiheessa vielä lämpimän veden odotusaika. [14.]

Vesilaitteistossa lämpimän veden kiertojohdolla varmistetaan, että käyttöveden lämpötila saadaan pidettyä oikeissa lukemissa jatkuvasti. Kiertojohdossa virtaa siis lämmin vesi jatkuvasti, vaikka vettä ei laskettaisikaan mistään kohtaa verkostoa. Näin varmistetaan siitä, että vesikalusteen lämpimän veden odotusaika ei veny liian pitkäksi. [15.] Veden oikeiden lämpötilojen ylläpitämisellä vältetään terveydelle haitallisten mikrobien, kuten legionella-bakteerin, kasvu putkistossa [16]. Kierron virtaaman nopeuden säätö perustuu siihen, kuinka nopeasti putkistosta haihtuu lämpö. Virtaama säädetään suunnitelman mukaiseksi ja mittaukset merkitään pöytäkirjaan. Vesipisteistä tulevan lämpimän veden lämpötila mitataan. [15.]

3.3.2 *Viemärien huuhtelu, kaivojen puhdistus ja viemärien videokuvaus*

Viemärien huuhtelussa putkistosta poistetaan kaikki rakennusaikainen roska ja muu aines, jotta virtaus viemärissä toimisi suunnitelmien mukaisesti. Viemäriin on saattanut esimerkiksi roiskua betonia valujen aikana, joka on tarpeellista poistaa. Runkoviemärien huuhtelu suoritetaan heti sen ollessa mahdollista. Myös kaivot puhdistetaan. [17, s. 26.]

Rakennuksen ulkopuolisille ja pohjalaatan alle jääville viemäreille suoritetaan videokuvaus, jossa varmistetaan putkien tiiviys. Piha-alueiden viemärit on syytä kuvata ennen pintatöiden aloittamista, jotta pystytään välttymään turhilta kaivuutöiltä vian ilmetessä. Piha-alueiden viemärit on hyvä kuvata uudelleen vielä pihatöiden jälkeen ennen rakennuksen käyttöönottoa rakennusaikaisten painumien varalta. Kuvaus suoritetaan myös kerrosten viemärihajoituksille ja elementtihormien liitoskohdille. [18.]

3.4 Sähköurakoitsija

Sähköurakoitsija vastaa rakennuksen sähköisten järjestelmien asennuksista ja siitä, että kaikki näihin liittyvät tarkastukset, mittaukset ja korjaukset tulevat tehtyä ennen rakennuksen luovuttamista. Koska virheellisesti toteutetulla sähköjärjestelmällä voi olla

hengenvaaralliset seuraukset, on sähkön luovutuksella hyvin tärkeä rooli turvallisen rakennuksen toteutuksessa.

3.4.1 Sähkön käyttöönottotarkastus

Kohteen sähkölaitteistolle tehdään luovutusvaiheessa käyttöönottotarkastus, joka koostuu jännitteettömistä ja jännitteisistä tarkastuksista. Käyttöönottomittauksien tarkoituksena on varmistaa sähkölaitteiston turvallinen toiminta. Mittaukset aloitetaan jännitteettömillä tarkastuksilla, joiden jälkeen järjestelmä tehdään jännitteiseksi. Käyttöönottotarkastuksessa rakennuksen sähköjärjestelmälle tehdään muun muassa suojaohjimien jatkuvuusmittaus, eristysresistanssin mittaus, syötön automaattisen poiskytkennän mittaus ja toimintatestit. Lisäksi tarkistetaan monivaihepiirien kiertosuunta ja vikavirtapiirin testipainikkeen toiminta. Käyttöönottotarkastuksessa täytetään käyttöönottopöytäkirja. [20, s. 11-35.]

3.4.2 Varmennustarkastus

Varmennustarkastuksessa varmistetaan, että rakennukseen toteutettu systeemi vastaa siltä vaadittua sähköturvallisuuden tasoa ja, että laitteistolle tehty käyttöönottotarkastus on suoritettu moitteettomasti. Varmennustarkastus tapahtuu niin sanotun kolmannen osapuolen tarkastajan toimesta. Varmennustarkastus voidaan suorittaa itse luovutuksen jälkeen, mutta kuitenkin kolmen kuukauden sisällä käyttöönottotarkastuksesta. Sähkötieto ry:n käsikirjan ”Rakennusten sähköasennusten tarkastukset” mukaan varmennustarkastus on suositeltavaa kuitenkin suorittaa ennen rakennuksen tai tilojen käyttöönottoa käyttöhaittojen ehkäisemiseksi. [20, s. 49.] Hyvä käytäntö on esimerkiksi suorittaa varmennustarkastus noin viikkoa ennen lopullista rakennusvalvontaviranomaisen käyttöönottotarkastusta [haastattelu 20.2.2020].

Varmennustarkastus on tehtävä sähkölaitteistoille, jotka ovat luokkaa 1-3 [20, s. 44]. Laitteistoluokka 1 sisältää yli kahden asuinhuoneiston rakennukset, sekä rakennukset, joissa pääsulakkeet ovat yli 35 ampeeria, kuten liikerakennukset [21]. Tarkastuksen suorittamisesta laaditaan tarkastustodistus, ja suorittamisen osoittamiseksi rakennuksen pääkeskukseen kiinnitetään tarkastustarra [22].

3.5 Talotekniikan väliset yhteiset tehtävät

Luovutusvaiheeseen sisältyy joitakin työtehtäviä, joissa eri talotekniikkalajit ovat suoraan tekemisissä toistensa kanssa ja, jotka suoritetaan yleensä yhteisesti. Osa luovutusvaiheen työtehtävät taas vaaditaan suoritettavaksi kaikkien tekniikoiden osalta erikseen, mutta ovat muuten samoja näiden välillä. Seuraavissa kappaleissa esitellään tärkeimpiä näistä viimeistelyvaiheen tehtävistä.

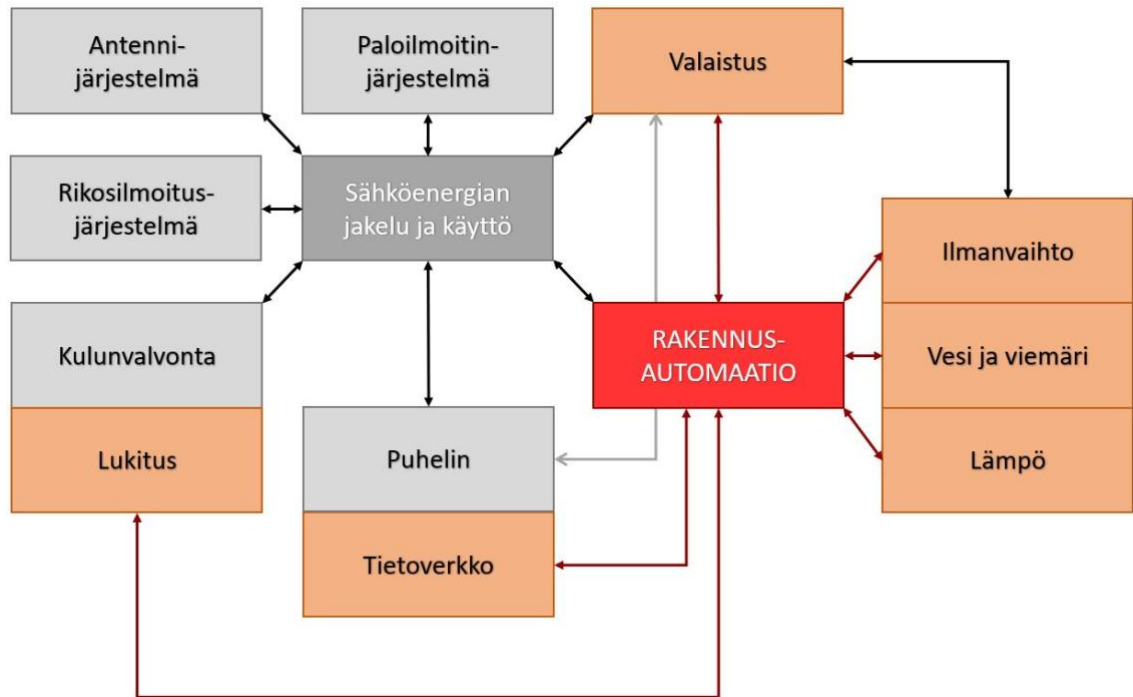
3.5.1 Talotekniikan urakoitsijoiden toimintatarkastukset ja yhteiskäyttökokeet

Toimintakokeissa tarkastetaan, että eri talotekniset järjestelmät toimivat kaikkiaan teknisesti ongelmitta. Yleisesti toimintakokeita varten järjestelmien tulee olla sataprosenttisessa valmiustilassa sisältäen kaikki laite ja sähkötekniisten järjestelmien asennukset lopullisine virtayhteyksineen. [10.] Toimintakokeita varten järjestelmiltä vaaditut tiiviys- ja painekokeet tulee olla myös hyväksytysti suoritettu ja aiemmassa kappaleessa ”3.2.1 Pölyttömyyssiivous ja -tarkastus” sivulla 10 esitetty siistiystaso saavutettu. Toimintakokeissa jokaisen järjestelmän toiminta käydään läpi kohta kerrallaan ja toiminnan suunnitelmanmukaisuutta tarkkaillaan. [23.] Kun järjestelmien toiminta on todettu omina kokonaisuuksinaan, siirrytään yhteiskäyttökokeisiin.

Yhteiskäyttökokeissa testataan järjestelmien välistä toimintaa. Niiden tarkoitus on varmistaa, että kaikki rakennuksen sisältämä tekniikka toimii suunnitellusti ja saumattomasti toistensa kanssa. Suuressa kohteessa olisi suotavaa, että ennen yhteiskäyttökoea kaikkien eri talotekniikan osa-alueiden toimintakokeet olisivat suoritettu hyväksytysti edellisen kappaleen toimintaprosessin mukaisesti. Pienissä kohteissa voidaan kuitenkin järjestää toimintakokeet samanaikaisesti yhteiskäyttökokeen kanssa.

Yhteiskäyttökokeiden vetäjänä toimii yleensä rakennusautomaatiourakoitsija kyseisen tekniikan keskeisin roolin vuoksi. Automaatiolla ohjataan suurta osaa talotekniikan järjestelmistä ja se on näin sidoksissa muihin tekniikanlajeihin olennaisesti. [24, s. 6.] Kuvassa 8. esitetään rakennusautomaation liittyminen talotekniikkajärjestelmiin. Rakennusautomaatiota voidaan myös käyttää itse toimintatarkastusten ja kokeiden suorittamiseen [haastattelu 20.2.2020]. Rakennusautomaatiota käsitellään luvussa ”3.6

Muut” sivulla 23. Toimintatarkastusten ja yhteiskäyttökokeiden avulla on tarkoitus varmistua kohteen asennusten valmiudesta rakennuttajan toimintakokeita varten [24, s. 6].



Kuva 8. Rakennusautomaation liittyminen rakennuksen talotekniikkajärjestelmiin [25, s. 152, tekijän muokkaama].

3.5.2 Rakennuttajan toimintakokeet

Oleellinen osa rakennushankkeen laadunvarmistusprosessia ovat tilaajan laadunvarmistukseen liittyvät toimintakokeet. Rakennuttajan toimintakokeet suoritetaan yleensä talotekniikan valvojen toimesta. [24, s. 6.] Toimintakokeiden tarkastussisältö myötäilee pitkälti urakoitsijoiden omia toimintatarkastuksia. Talotekniikan virheiden ja puutteiden korjausten tulisi olla suoritettu ennen rakennuttajan toimintakokeiden järjestämistä. Kokeista täytetään pöytäkirjat, jotka käsittelevät muun muassa järjestelmien laitemerkintöjä, laitteiden toimintaa, pumppujen ja puhaltimien pyörimissuuntaa, ohjausten ja säätöjen toimivuutta ja hälytystoimintaa. [23.]

3.5.3 Talotekniikan käytönopastus

Luovutusprosessissa tehdään opastus osapuolille, jotka tulevat vastaamaan järjestelmien käytöstä luovutuksen jälkeen. Käytönopastus tehdään yleensä viimeisten työtehtävien joukossa ennen vastaanottoa. Urakoitsijat järjestävät vastuualueidensa käytönopastukset itsenäisesti.

3.5.4 LVI-laitteiden äänitekniset mittaukset

LVI-laitteiden äänitekniset mittaukset suoritetaan yleensä, kun kaikki laitteet on säädetty ja mitattu. Käytännössä tämä tarkoittaa, että mittaus suoritetaan IV-mittauksien ja säätöjen jälkeen, mutta ennen lopullista LVI-käyttönottotarkastusta. Joissakin tapauksissa äänimittaukset voidaan suorittaa säätötöiden yhteydessä IV-säätöurakoitsijan toimesta. [Haastattelu 20.2.2020.] Ilmanvaihdon ja KVV-järjestelmän äänitekniset mittaukset voidaan suorittaa samassa mittaustilaisuudessa [haastattelu 27.2.2020].

3.5.5 LVI-käyttönottotarkastus

LVI-lopputarkastuksessa eli käyttönottotarkastuksessa varmistetaan, että kaikki tarpeelliset työt ja tarkastukset liittyen IV- ja KVV-järjestelmiin on tehty. Lopputarkastuksessa täytetään tarkastusasiakirja, johon kirjataan tehdyt tarkastukset ja hyväksynät. LVI-käyttönottotarkastus tulee olla pidettynä ja hyväksyttynä ennen rakennuksen rakennusvalvontaviranomaisen tarkastuksia. [26.]

3.6 Muut

Ilmanvaihdon, sähkön ja putken lisäksi hankkeisiin kuuluu usein myös monien muiden talotekniikan urakoitsijoiden töitä.

Rakennusautomaatio on olennainen osa talotekniikan toimintaa uudisrakennuskohteissa. Rakennusautomaatiolla ajetaan rakennuksen sisältämiä talotekniikkajärjestelmiä ja sen viritykset ja toiminta ovat tärkeä osa yhteiskäyttökokeita ja asennukset luovutusvaihetta. Kappaleessa ”3.5.1 Talotekniikan urakoitsijoiden toimintatarkastukset ja yhteiskäyttökokeet” sivulla 21 kerrotaan rakennusautomaation roolista rakennuksen yhteiskäyttökokeissa.

Automaattinen sammutusjärjestelmä eli sprinkleri kuuluu usein eri toimitilakohteiden ja palvelutalojen asennettaviin järjestelmiin. Kuten kappaleessa ”3.1.9 Eriytynen palotarkastus” sivulla 14 todettiin, sprinklerin asennusten tulee olla valmiina ja käyttöönottotarkastus tulee olla hyväksytysti suoritettu ennen kohteen palotarkastusta. [8.]

Palovaroittimille ja merkki- ja turvavalojärjestelmille suoritetaan käyttöönottotarkastus sähkön käyttöönottomittauksissa, josta kerrottiin kappaleessa ”3.4.1 Sähkön käyttöönottotarkastus” sivulla 20. Paloilmoittimelle suoritetaan vielä kolmannen osapuolen käyttöönottotarkastus erikseen ennen kohteen luovutusta. [Haastattelu 20.2.2020.]

Hisseille suoritetaan myös lopputarkastus, jonka tulee olla tehtynä ennen rakennusvalvontaviranomaisen loppukatselmusta [8]. Lisäksi luovutukseen kuuluu sisäverkkojärjestelmien, lukituksen ja kulunvalvonnan tarkastuksia riippuen rakennuksen sisältämästä tekniikasta.

4 Haastattelut

Työlistan ja aikataulumallin toteuttamista varten haastatteluja suoritettiin kolmen eri työalan toimihenkilöille: sähköurakoinnin, IV-urakoinnin ja KVV-urakoinnin. Haastattelujen tarkoituksena oli kerätä lisätietoa siitä missä järjestyksessä luovutusvaiheen työt tulisi toteuttaa ja miten ne limittyvät toisiinsa nähden. Kaikki haastateltavat henkilöt työskentelivät Skanska Talonrakennus Oy:n alla talotekniikan puolella.

4.1 Haastattelujen rakenteen suunnittelu

Haastattelutyypinä opinnäytetyössä käytettiin teemahaastattelua. Teemahaastattelu eli puolistrukturoitu haastattelu sijoittuu muodollisuudessaan avoimen haastattelun ja lomakehaastattelun väliin. Avoin haastattelu ja lomakehaastattelu edustavat haastattelutyypien ääripäitä. Avoin haastattelu on miltei täysin strukturoimaton rakenteeltaan, kun taas lomakehaastattelussa, kysymysten lisäksi myös vastaukset voivat olla valmiiksi suunniteltuja. Opinnäytetyössä käytetty haastattelutyyppi teemahaastattelu etenee tiettyjen etukäteen valittujen teemojen tai aiheiden mukaan, mutta vastauksista riippuen siinä voidaan esittää lisäkysymyksiä vastauksien pohjalta. Teemahaastattelulle ei ole olemassa haastattelujen välistä yhdenmukaisuusvaatimusta ja haastattelutyyppi on varsin avoin. Siinä pyritään kuitenkin saamaan merkityksellistä tietoa valitusta aiheesta tutkimuksen edistämiseksi ja haastattelun eteneminen määräytyy tämän mukaan. [27, s. 86-90.]

Haastattelujen toteutus pohjautui opinnäytetyön viitekehitykseen. Tilaisuuksia varten tehtiin mahdollisimman pitkälle toteutetut versiot luovutusvaiheen työlistasta ja malliaikataulusta, joita käytettiin haastattelujen läpikäynnin avustamiseen. Työlista ja aikataulumalli olivat opinnäytetyön tutkimusprosessin päämääräiset tuotokset ja niistä kerrotaan lisää luvussa ”5 Työlistan ja aikataulumallin toteuttaminen” sivulla 29. Tarkoituksena oli, että haastateltavat henkilöt kommentoivat suoraan näiden dokumenttien sisältöä ja esitettyjä lisäkysymyksiä niin, että keskustelujen pohjalta opinnäytetyön tuotokset saataisiin muokattua suoraan käyttövalmiiksi.

Koska haastateltavat toimihenkilöt toimivat rakennushankkeen eri osa-alueilla etsittiin jokaisessa haastatteluissa vastauksia eri työnimikkeiden toteutusjärjestyksestä ja kestosta. Tämän takia haastattelujen sisältö suunniteltiin yksilölliseksi jokaista tilaisuutta varten. Esimerkiksi ilmanvaihdosta vastaavan työnjohtajan haastattelussa ei käyty läpi samoja työtehtäviä kuin sähköstä vastaavan työnjohtajan haastattelussa. Suuri osa haastattelukysymyksistä pohjautuivat kuitenkin samoihin ”runkokysymyksiin” ja vain kysymysten kohteet vaihtelivat. Kaikissa haastatteluissa esitettyjä kysymyksiä olivat muun muassa:

- Puuttuuko listalta oleellisia työnimikkeitä?
- Ovatko listan työt oikeassa järjestyksessä toisiinsa nähden?
- Mitä riippuvuuksia listan töillä on toisiinsa nähden?
- Mikä on arviosi listan töihin kuluva ajasta?

Yllä listatuilla kysymyksillä viitattiin jokaisen toimihenkilön oman vastualueen alaisiin töihin. Näiden haastattelukysymysten lisäksi jokaista haastattelua varten koottiin erillinen kysymyslista, jossa haettiin lisäinfoa jokaisen toimihenkilön ammattialaan liittyvistä töistä tarkemmin. Haastattelukysymysten lista on esitetty liitteestä 1. Nämä lisäkysymykset kohdistuivat työtehtäviin tai niiden välisiin riippuvuuksiin, joista ei ollut löytynyt tarpeeksi tietoa kirjallisuus- tai muista lähteistä. Tällaisia olivat esimerkiksi ”Suoritetaanko talotekniikan laitteille (KVV/IV) aina laiteäänimittaukset?”.

4.2 Haastattelujen tulokset

Haastattelujen tulosten pohjalta aikataulumallin ja työlistan sisältöä muokattiin oikeisiin järjestyksiin. Mallista ja listalta karsittiin joitakin töitä, jotka eivät liity olennaisesti luovutusvaiheeseen. Tällaisia olivat esimerkiksi ilmanvaihtokanaviston ja vesiverkkojen tiiviysmittaukset, jotka suoritetaan niin aikaisessa vaiheessa, että niitä ei esitetä luovutusvaiheen aikatauluissa. Malliin ja listaan lisättiin myös sieltä puuttuneita työtehtäviä, kuten sähkön mittarointi ennen käyttöönottotarkastuksien aloittamista.

Kuten edellisessä luvussa mainittiin, haastattelujen läpikäynti pohjautui luonnosversioihin työlistasta ja aikataulumallista. Seuraavassa listassa esitetään työlistan ja aikataulumallin sisältämät työnimikkeet listamuodossa, jotka haastatteluissa

käytetyt luonnosversiot sisälsivät. Listan työt ovat siis työtehtäviä, joita haastatteluissa käsiteltiin. Työnimikkeet koottiin ensisijaisesti kirjallisen aineiston pohjalta.

sähkö:

- sähkön mittarointi (lisättiin haastattelun pohjalta)
- käyttöönottomittaukset
- käyttöönottotarkastus
- kodinkoneiden kytkentä
- sähkön puutteiden ja vikojen korjaukset
- varmennustarkastus

KVV:

- pohjaviemärien videokuvaus
- käyttövesiverkoston tiiviyn toteaminen, huuhtelu ja ilmaus (ilmaus lisättiin haastattelun pohjalta)
- vesilaitteiston paine ja vesikalusteiden mittausta ja säätö, lämpimän käyttövesiverkoston perussäätö
- KVV-puutteiden ja vikojen korjaukset
- lämmitysverkoston tiiviyn toteaminen, huuhtelu ja ilmaus
- lämmitysverkoston mittausta ja säätö
- viemärien huuhtelu
- KVV-käyttöönottotarkastus

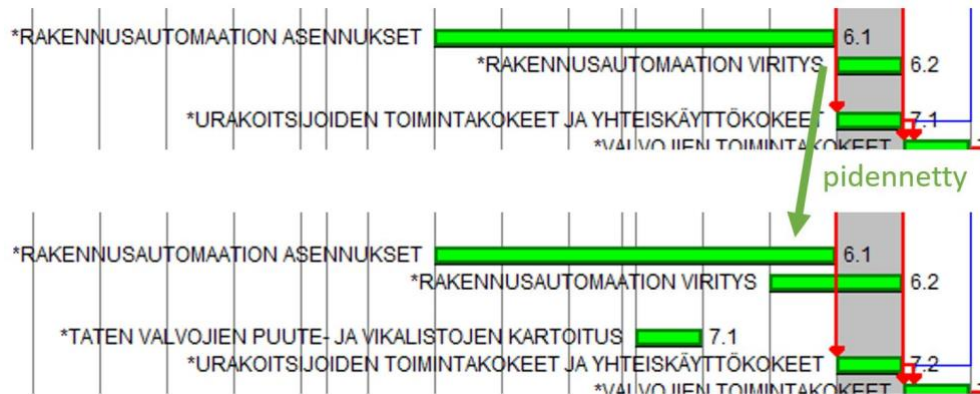
IV:

- IV-kanavien tiiviyn toteaminen
- IV-päätelaitteiden asennus
- IV-puutteiden ja vikojen korjaukset
- IV-kanavien puhtauden toteaminen pölyttömyystarkastuksessa
- IV-säädöt ja mittaukset
- IV-käyttöönottotarkastus

Talotekniikka yleisesti:

- Taten valvojen vika- ja puutelistojen kartoitus (lisättiin haastattelujen pohjalta)
- luovutusaineiston kokoaminen
- käytönopastus
- talotekniikan äänitekniset mittaukset
- urakoitsijoiden toimintakokeet ja yhteiskäyttökokeet
- valvojen toimintakokeet

Listan esittämien työnimikkeiden toteutusjärjestystä korjattiin aikataulumalliin tarvittaessa haastateltavien henkilöiden kommenttien pohjalta. Haastatteluissa kirjattiin jokaiselle työtehtävälle arvioitu työmenekki keskivertoprojektissa työlistaan. Myös aikataulumalliin korjattiin tarvittaessa tehtävän työmenekki kuvastamaan tätä niin sanottua keskivertokohdetta. Työlistasta ja aikataulumallista kerrotaan lisää luvussa ”5 Työlistan ja aikataulumallin toteuttaminen” seuraavalla sivulla.



Kuva 9. Ylemmässä kuvassa on aikataulumalli siinä tilassa, missä se haastattelussa esitettiin. Alemmassa kuvassa aikataulumalli on haastattelujen kommenttien pohjalta muokattuna.

Kuvassa 9. ja 10. esitetään esimerkit siitä, miten aikataulumallia muokattiin haastatteluiden pohjalta. Kuvassa 9. työtehtävän kestoa pidennettiin haastattelussa aikataulumallin läpikäynnin yhteydessä. Kuvassa 10. esitetään mallista puuttuneen tehtävän lisäys ja se, miten toista työtehtävää siirrettiin haastattelujen pohjalta.



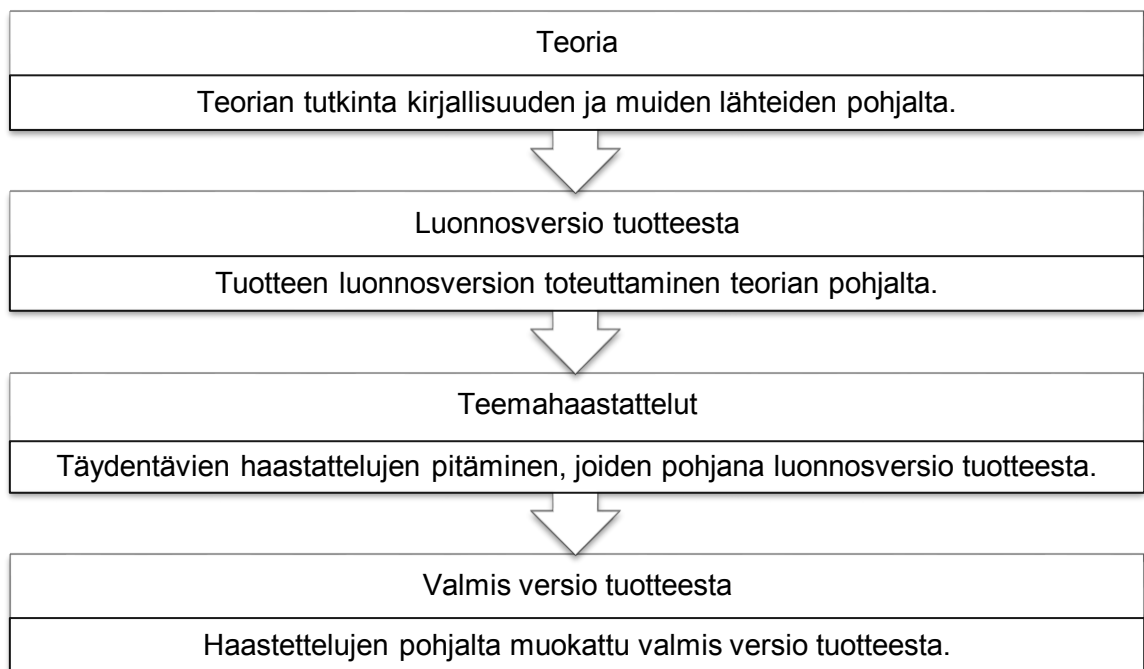
Kuva 10. Ylemmässä kuvassa on aikataulumalli siinä tilassa, missä se haastattelussa esitettiin. Alemmassa kuvassa aikataulumalli on haastattelujen kommenttien pohjalta muokattuna.

5 Työlistan ja aikataulumallin toteuttaminen

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa dokumenttipari, jotka helpottaisivat luovutusvaiheen aikataulun suunnittelua selventämällä työnimikkeet, töihin vaaditun ajan sekä töiden toteutusjärjestyksen ja riippuvuussuhteet. Dokumenttipari koostui luovutusvaiheen työlistasta ja aikataulumallista ja niiden toteuttamisen ja tutkimusprosessin kulku suunniteltiin työn alussa suurpiirteisesti.

5.1 Tutkimusprosessi

Opinnäytetyön tutkimusprosessin kulku toteutui alkuperäisen suunnitelman mukaan. Tutkimuksen toteutusprosessi on kuvattu kuvassa 11.



Kuva 11. Tutkimusprosessin kuvaus

Tutkimukset alkoivat luovutusvaiheen sisällön teorian tutkinnalla, joiden pohjalta ensimmäinen versio luovutusvaiheen työlistasta ja aikataulumallista toteutettiin. Työlistaa ja aikataulumallia työstettiin samanaikaisesti koko prosessin läpi, jotta niiden sisältö linjautuisi toistensa kanssa mahdollisimman sulavasti. Lista ja malli on suunniteltu

käytettäväksi toistensa kanssa rinnakkain, ja samanaikaisella työstöllä varmistuttiin siitä, että dokumentit muodostavat yhdessä mahdollisimman yhtenäisen kokonaisuuden.

Suurin ero opinnäytetyön toteutuksessa alkuperäiseen suunnitelmaan verrattuna oli luovutusvaiheen työlistan pariin tarkoitettu aikataulumallin sisältö. Aikataulun oli tarkoitus alun perin toimia työkaluna, joka suunnittelee yksilöllisen luovutusvaiheaikataulun jokaista projektia varten automaattisesti siihen syötettävien määretietojen pohjalta. Tämä osoittautui kuitenkin jo aikaisessa vaiheessa liian monimutkaiseksi toteutettavaksi. Useiden jo valmistuneiden kohteiden luovutusvaiheaikatauluja tutkimalla huomattiin nopeasti, että projektien väliset eroavaisuudet ovat liian suuria, jotta automatisoitu suunnittelutyökalu voitaisiin nähdä järkeväksi toteuttaa tai käyttää. Lisäksi vaikeuksia tuotti se, että eri työtehtävien työmenekkitietoja ei ollut saatavilla. Muutamille työtehtäville saatiin kerättyä määrepohjaisia aikamenekkitietoja haastattelujen tai omien ajallisten tutkimusten pohjalta, mutta paras käytettävissä oleva tieto suurimmalle osalle työnimikkeistä oli haarukka-arvio kuluva ajasta.

Aikataulutyökalu päädyttiin korvaamaan luovutusvaiheen aikataulumallilla. Aikataulumallin tarkoituksena on esittää luovutukseen ja siihen liittyvät keskeisimmät työtehtävät ja niiden väliset riippuvuussuhteet. Aikataulumallista selviää normaali työtehtävien sijoittuminen toisiinsa nähden luovutusvaiheessa. Aikataulumallissa työtehtävien ajallinen pituus on mitoitettu kuvastamaan niin sanotun keskivertokohteen aikataulua. Tehtävien ajallista kestoa on tarkoitus muokata yhteisesti rakennushankkeen osapuolien kanssa kohdekohtaisesti. Malli siis toimii pohjana aikataulun suunnittelulle, jossa työtehtävät on sijoitettu niin, että töillä on oikeat alkamis- ja valmistumisjärjestykset.

Opinnäytetyön tutkimusprosessissa työlista ja aikataulumalli kehitettiin niin pitkälle, kuin oli mahdollista tutkimusaineistosta löytyvän tiedon pohjalta. Näistä tehtiin alustavat luonnosversiot, jotka toimivat haastattelutilaisuuksien pohjana. Haastattelujen tarkempi kuvaus löytyy edellisestä luvusta ”4 Haastattelut” sivulta 25. Haastattelujen pohjalta saatiin tarvittava lisäinfo lopullista malliaikataulua ja listaa varten.

5.2 Tutkimusaineisto

Teorian tietolähteinä käytettiin hyväksi Rakennustieto Oy:n kortistoa. Kirjallisuudesta löytyi myös yksityiskohtaisia lähteitä yksittäisille luovutusvaiheen tehtäville. Kokonaisuudessaan luovutusvaiheelle yleispätevää lähdettä ei kuitenkaan löytynyt ja kaikki tieto jouduttiin kokoamaan yhteen erillisistä aineistoista. Tämän takia haastattelujen pitäminen oli äärimmäisen tärkeä osa prosessia, sillä vaikeimmaksi osoittautunut osa opinnäytetyön aineiston keräämisessä oli löytää selvää tietoa siitä missä järjestyksessä työt suoritetaan ja miten niiden aikataulut limittyvät toisiinsa nähden. Haastatteluissa oli myös mahdollista saada lisätietoa ja selvyyttä työtehtäville, joista oli ollut vaikea löytää tietoa muuten.

Osittain tutkimusaineistona aikataulumallia varten käytettiin jo valmistuneiden kohteiden luovutusvaiheaikatauluja. Näiden sisältämää informaatiota ei voitu käyttää opinnäytetyön tuotoksen pohjana kuitenkaan yksiselitteisesti sillä hankkeiden väliset eroavaisuudet ja niin sanotut ”erikoisjärjestelyt” vaikeuttivat oikean suoritus- ja valmistumisjärjestyksen kokoamista.

5.3 Työlistan toteuttaminen

Työlistan kokoaminen aloitettiin listaamalla luovutusvaiheen työtehtäviä kirjallisuusaineiston ja kortistojen pohjalta. Näiden suoritusjärjestys pyrittiin selvittämään ja esittämään listassa selvästi numeroituna. Tehtävien työmenekistä ei löytynyt tietoa pohja-aineistosta, joten myös tämän kerääminen otettiin haastattelujen yhdeksi tavoitteeksi.

Haastattelujen pohjalta työlistaa muokattiin lopulliseen muotoonsa. Haastattelujen pohjalta muokattujen työnimikkeiden listasta, ja siitä miten aikataulumallia muokattiin, kerrotaan lisää aiemmassa kappaleessa ”4.2 Haastattelujen tulokset” sivulla 26. Myöskään haastatteluista ei ollut mahdollista saada selville työtehtävien ”aika per määre” -työmenekkejä. Tuloksena työlistalle tyydyttiin kirjaamaan ylös arvio tehtäviin kuluvasta suoritusajasta keskivertohankkeessa.

Työlistä tehtiin Excel-pohjaiseksi sen helppokäyttöisyyden ja laajan käyttöalan takia. Jokaiselle työnimikkeelle on listassa oma suoritusjärjestysnumerosa, suoritusaike-arvio ja selite riippuvuudesta. Suoritusjärjestysnumeron sijaan joillekin tehtäville on merkitty listaan ”~”-merkki numeron sijaan merkitsemään sitä, että tehtävän suoritus ei ole sidoksissa muihin tehtäviin.

Työlistan PDF-printti on sisällytetty opinnäytetyöhön liitteeksi 3 (liite vain työn tilaajan käyttöön). Kuvassa 12. esitetään työlistan periaate. Työlistan sisältö on jaoteltu viiteen pystysarakkeeseen. Ensimmäisessä pystysarakkeessa on esitetty sitä seuraavien vaakasarakkeiden työtehtävien tekniikka-ala. Pystysarakkeessa 3. esitetään työtehtävät ja sarakkeessa 2. esitetään kyseisten työtehtävien toteutusjärjestys. Pystysarakkeessa 4. esitetään yleinen työtehtävän kesto ja sarakkeessa 5. tehtävän riippuvuuden muihin.

Urakoitsija	Järjestys	Työ	kesto	riippuvuus
RAK:				
	1	Tehtävä 1		
	1	Tehtävä 2	1-2 pvä	Vaatimus tehtävän 6. suorittamiseksi
	2	Tehtävä 3	2-3 vkoa	Tehdään tehtävän 1. jälkeen, kuitenkin ennen tehtävää 7.
	3	Tehtävä 4		Tehdään etupainotteisesti ennen tehtävää 7.
	4	Tehtävä 5	2-4 vkoa	
	5	Tehtävä 6	1-2 vkoa	
	6	Tehtävä 7	1-2 vkoa	Vaaditaan tehtävän 8. ja 9. aloittamista varten
	7	Tehtävä 8	1-3 vkoa	Vaaditaan tehtävän 9. aloittamista varten
	8	Tehtävä 9		
	~	Tehtävä 10		
	~	Tehtävä 11		
	~	Tehtävä 12		
	~	Tehtävä 13		
	~	Tehtävä 14		
	~	Tehtävä 15	1-2 pvä	
		>Tehtävä 15		
		(Tehtävä 16)		
		(Tehtävä 17)		n. kk ennen tehtävää 19
	9	Tehtävä 18		Kaikki edellä mainitut tehtävät tehtynä ennen aloittamista
	10	Tehtävä 19	1 pvä	
	11	Tehtävä 20	1 pvä	
Sähkö:				
	1	Tehtävä 1		1kk pyyntö ennen tehtävää 2.
	2	Tehtävä 2	1-3 h/asunto	
		>tehtävän osa	/4-5 vkoa	
		>tehtävän osa		
		>tehtävän osa		
		>tehtävän osa		
		>tehtävän osa		
		>tehtävän osa		
		>tehtävän osa		
	3	Tehtävä 3		Valmiina ennen tehtävää
	3	Tehtävä 5		valmiina käyttöönotto tarkastuksessa
	4	Tehtävä 6	1 pvä	
	5	[täten urakoitsijoiden välinen tehtävä]	1-2 vkoa	
	6	[täten urakoitsijoiden välinen tehtävä]	1-2 vkoa	

Kuva 12. Periaatekuva luovutusvaiheen työlistasta.

5.4 Aikataulumallin toteuttaminen

Opinnäytetyön alkuperäisenä tavoitteena oli toteuttaa aikataulutustyökalu, jolla saataisiin hankkeelle suunniteltua yksilöllinen luovutusaikataulu osittain automatisoidusti työkalun sisällä. Työlistan suunnittelun ja työstön aikana kuitenkin päädyttiin siihen, että kohteet eriyvät toisistaan niin suuresti, että tätä ei voida nähdä järkevänä ratkaisuna. Aikataulutustyökalun sijaan opinnäytetyötä varten päädyttiin toteuttamaan luovutusvaiheen työlistan rinnalle aikataulumalli, josta selviäisi töiden väliset riippuvuudet ja niiden sijoittuminen toisiinsa nähden luovutusvaiheessa. Aikataulumalli ei toimi suoraan minkään hankkeen luovutusvaiheen aikatauluna, vaan tarkoitus on, että aikataulumallia käytetään pohjana töiden suoritusjärjestyksen suunnittelussa. Työlistan ja kohteen yksilöllisten tietojen yhteensovituksella työtehtäville arvioidaan toteutusaika.

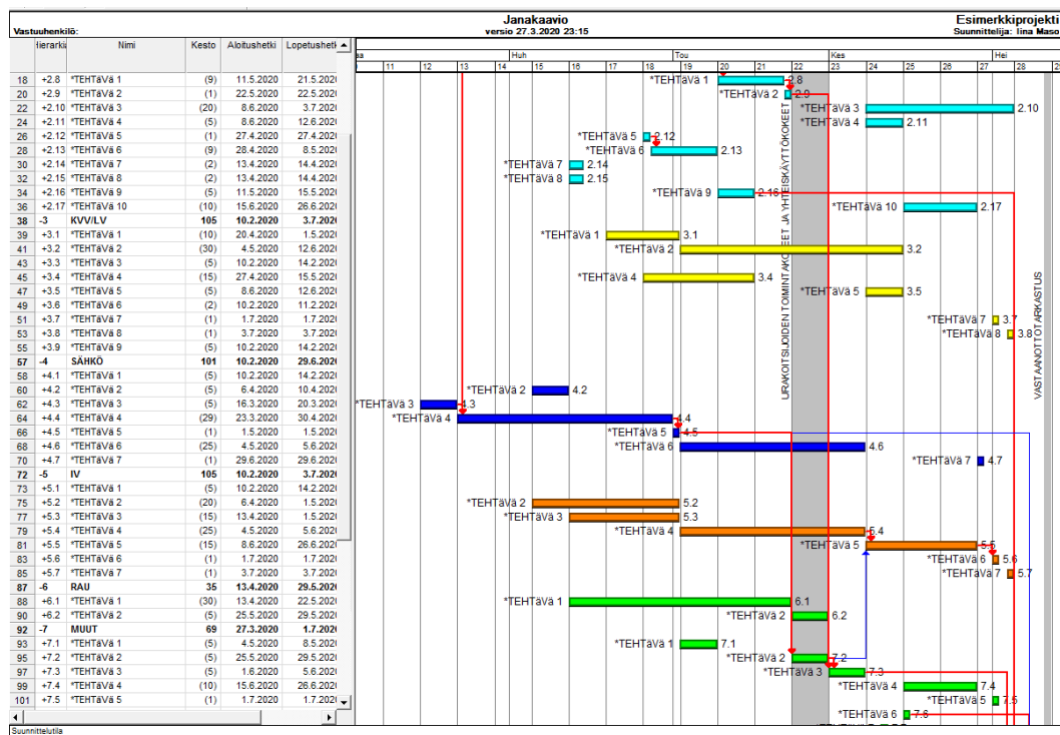
Aikataulumalli tehtiin Control – Vico Schedule Planner -ohjelmalla. Control -ohjelma on Skanskalla käyttöohjelmalla aikataulun suunnittelussa ja tuotannon ohjauksessa yleisesti. Aikataulumalli tulostettiin pdf.-muotoon Control-ohjelman dpp.-muodon lisäksi. Pdf.-muodossa aikataulumallia on helppo tutkia ja dpp.-muodossa siihen pystytään tekemään muutoksia.

Control-ohjelmalla voidaan suunnitella sekä jana-, että vinoviiva-aikatauluja. Opinnäytetyön aikataulumalli päätettiin toteuttaa jana-aikatauluna luvussa ”2.2 Aikataulujen eri esitysmuodot” sivulla 5 perusteltujen syiden takia. Näiden lisäksi, jos malliaikataulu olisi haluttu toteuttaa paikka-aikakaaviona, malliin olisi jouduttu sisällyttämään mielivaltaisen lohkojako. Tätä ei nähty tarpeelliseksi lopullisen tarkoituksen saavuttamiseksi ja, se olisi voinut tehdä malliaikataulusta sekavan.

Aikataulumalli on sisällytetty opinnäytetyöhön liitteeksi 2 (liite vain työn tilaajan käyttöön). Kuvassa 13. esitetään aikataulun periaate. Aikataulumallin työtehtävät jaoteltiin rakennusurakoitsijan, KVV-urakoitsijan, sähköurakoitsijan, IV-urakoitsijan ja rakennusautomaatiourakoitsijan teettämiin töihin. Lisäksi malliaikatauluun sisällytettiin ”muut” kategoria, johon listattiin kaikki työt, jotka kuuluvat useiden edellä mainittujen urakoitsijoiden työtehtäviin, kuten urakoitsijoiden yhteiskäyttökokeet, tai joiden tekniikan sisällytys rakennukseen on hankekohtaista, kuten automaattisen sammutusjärjestelmän

käyttöönottotarkastus. Lisäksi tehtiin erillinen jaotelmä viranomaisten suorittamista tarkastuksista. Jaotelmille määriteltiin omat värinsä.

Riippuvuudet jana-aikataulussa merkittiin Control-ohjelman riippuvuuksia esittävien nuolien avulla. Aikataulumallissa siis tehtävät linkittyvät toisiinsa värinuolien avulla, jotka kuvastavat sitä, missä järjestyksessä työt tulisi suorittaa.



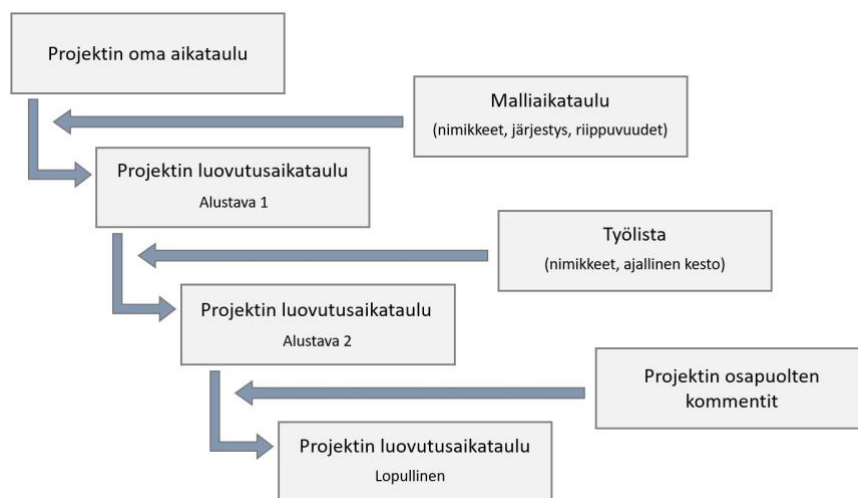
Kuva 13. Periaatekuva luovutusvaiheen aikataulumallista.

5.5 Työlistan ja aikataulumallin käyttö aikataulun suunnittelussa

Aikataulumalli ja työlista toimivat luovutusvaiheen aikataulun suunnittelun apuvälineinä. Käyttö on suunniteltu niin, että aikataulumallin työtehtävät ja järjestys kopioidaan mallista oman kohteen aikatauluun mallin ohjeistamassa järjestyksessä. Työlistan ja aikataulumallin käyttämisen esimerkkiprosessi on esitetty kuvassa 14. Kohteen viimeistelyvaiheen aikatauluun sisällytetään yleensä rakennusvaiheen viimeisiä töitä, kuten kodinkoneiden toimituksia tai jalkalistojen asennuksia. Aikataulumallin työtehtävät on siis hyvä lisätä kohteen aikatauluun, joka sisältää kohteen rakentamisen työtehtävät

lähellä luovutusvaihetta tai joita suoritetaan vielä luovutusvaiheessa. Näin saadaan realistinen kuva siitä, missä vaiheessa rakentaminen on minäkin hetkenä ja miten edellä mainitut työtehtävät vaikuttavat luovutuksen tarkastuksien ja muiden määräaikaisten tavoitteiden suorittamiseen.

Työlistalla, liite 3 (liite vain työn tilaajan käyttöön), näkyy kunkin urakoitsijan työtehtävät kokonaisuudessaan listamuodossa. Listalta selviää myös numeroituna tehtävien suoritusjärjestys, joka helpottaa tilanteen hahmottamista. Työlistalle kerätyt työmenekkitiedot ovat hyvä lähtökohta aikataulumallista kopioitavien työtehtävien ajalliseen muokkaukseen. Listalla aikamenekit kuvastavat haarukka-arvioita niin sanotun keskivertoisen rakennusprojektin kyseiseen tehtävään kuluva ajasta. Kuluva aika voidaan siis valita kohteelle sopivaksi yksilölliseksi aika-arvioksi, jolloin aikataulu saadaan muokattua heti mahdollisimman todenmukaiseen tilaan. Tehtävien aika-arvioiden oikeanmukaisuus on kuitenkin tärkeää varmistaa vielä projektin kyseisestä tehtävästä vastaavalta henkilöltä. Luovutusvaiheaikataulu on tärkeää myös käydä yhteisesti läpi niin, että kaikki ovat tietoisia siitä, mitä projektissa on odotettavissa tapahtuvan ja milloin sen pitää tapahtua.



Kuva 14. Aikataulumallin ja työlistan käyttämisprosessi.

Aikataulumalli on suunniteltu Control – Vico Schedule Planner -ohjelmalla ja tiedostona se on siis dpp.-muotoa. Aikataulumallista tehdään kuitenkin myös pdf.-muotoinen printti, jolloin sen sisältämä tieto on käytettävissä myös niille, jotka käyttävät jotakin ohjelmaa, joka ei pysty lukemaan kyseistä tiedostomuotoa.

6 Johtopäätökset

Vaikka opinnäytetyön lopulliset tuotokset eroavatkin alkuperäisestä suunnitelmasta oleellisesti, voidaan nähdä, että aikaansaadut tuotteet vastaavat samaan tarpeeseen, josta opinnäytetyö sai alkunsa. Opinnäytetyön tuloksena tuotettu dokumenttipari toiminee hyvin avustavana työkaluna toimihenkilölle, jotka ovat tekemisissä luovutusvaiheen aikataulusuunnittelun kanssa. Suurimman hyödyn suunnitteluavusta saanee toimihenkilöt, jotka eivät ole olleet tekemisissä aikaisemmin viimeistelyvaiheen aikataulusuunnittelun kanssa ja, joilla ei näin ole käytettävissä menneiden projektien aikatauluja ja, jotka eivät vielä omaa kokemuseräistä osaamista vaiheen suunnitteluun.

7 Yhteenveto

Rakennushankkeen luovutusvaihe koostuu useista työtehtävistä, joiden tarkoituksena on varmistua kohteen sovitun laatutason täyttymisestä, asennusten oikeanmukaisuudesta ja tekniikan moitteettomasta toiminnasta. Luovutusprosessi johtaa rakennuksen vastuiden siirtämiseen rakentajalta rakennuttajalle. Prosessiin liittyy monia eri tarkastuksia, jotka suoritetaan tilaajan etuja edustavien valvojen, rakennusvalvontaviranomaisen tai kolmannen osapuolen tarkastajan toimesta.

Vaiheen ajallinen suunnittelu on tärkeää, sillä työtehtävät sisältävät useita eri urakoitsijoiden välisiä riippuvuuksia, joissa seuraavaa työtä ei päästä aloittamaan ennen edellisen valmistumista. Aikataulun toteutumisen tärkeys myös korostuu vastaanoton lähestyessä, kun vastoinkäymisten sattuessa projektissa ei ole enää ajallista pelivaraa. Projektin oikea-aikainen luovutus vaatii, että viimeistelyvaiheen aikataulun suunnittelussa otetaan huomioon tehtävien riippuvuussuhteet ja töihin kuluvan todellisen ajan. Varsinkin hankkeen luovutukseen vaadituille taloteknisille tarkastuksille, mittauksille ja säädöille tulee varata aikataulussa riittävä aika.

Luovutusvaiheen aikataulutyyppinä käytetään yleensä jana-aikataulua työtehtävien rakentamisvaiheeseen verraten paljon lyhyempien kestojen takia. Jana-aikataulussa on helppo esittää tulevia tarkastuksia ja muita välitavoitteita ja määräaikoja. Jana-aikataulun toteutumisvalvonta tapahtuu aikataulun pohjaan toteumaviivalla, joka on selkeää ja nopealukuista.

Luovutuksen tehtäväsisällön oikea toteutusjärjestys voi olla vaikeaa hahmottaa niiden sisältämien riippuvuussuhteiden vuoksi. Opinnäytetyön tuotoksena toteutettu lista luovutusvaiheen työsisällöstä ja luovutusvaiheen aikataulumalli, toimivat avustavina työkaluina hankkeen vastaanottoon tähtäävässä ajallisessa suunnittelussa. Lista sisältää luovutuksen työtehtävät urakoitsijoittain toteutusjärjestyksessä ja malli esittää näiden tehtävien sijoittumisen muihin töihin verraten. Työlista ja aikataulumalli on tarkoitettu käytettäväksi yhtäaikaisesti ja ne toimivat pohjana luovutuksen alustavassa aikataulun suunnittelussa.

Lähteet

- [1] ”Aikataulukirja 2016”. 2015. 13. painos. julk. Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS. kust. Rakennustieto Oy
- [2] Kankainen, Jouko – Junnonen, Matti. ”Rakennuttaminen”. 2015. 3. painos. Rakennustieto.
- [3] Ratu KI-6031 ”Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus”. 2017. Rakennustieto.
- [4] Koski, Hannu. ”Rakennushankkeen luovutusprosessin kehittäminen”. 2004. VTT Tiedotteita – 2236.
- [5] RT 07-11299 ”Sisäilmastoluokitus 2018”. 2018. Rakennustieto.
- [6] Paloniitty, Juho. ”Tiiviysmittaus sekä kaksivaiheinen lämpökuvaus laadunvarmistusmenetelmänä”. 2014. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201404254917>
- [7] Kauppinen, Timo. ”Rakentajain kalenteri 2012, Rakennusten lämpökuvaus”. 2011. Rakennustieto.
- [8] Helsingin kaupungin muistilista erityistä palotarkastusta varten. Viitattu 27.1.2020. <https://www.hel.fi/pela/fi/onnettomuuksien+ehkaisy/rakenteellisen-paloturvallisuuden-neuvonta/rakennuksen-kayttoonotto>
- [9] Helsingin kaupungin ohjeistus käyttöönottokatselmuksesta ja lopullisesta loppukatselmuksesta. Viitattu 26.1.2020. <https://www.hel.fi/helsinki/fi/asuminen-ja-ymparisto/rakentaminen/tyomaavaihe/rakennustyomaa/#7>
- [10] Talotekniikkainfon opastava teksti, ”Ilmanvaihtojärjestelmän suunnitelmanmukaisuuden toteaminen”. Versio päivitetty 11.6.2019. <https://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/27-ss-ilmavirrat-ja-ominaissahkoteho>
- [11] Talotekniikkainfon opastava teksti, ”Vesilaitteiston tiiviyn toteaminen”. Versio päivitetty 11.6.2019. <https://www.talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/20-vvl-vesilaitteiston-tiiviyn-toteaminen>
- [12] Talotekniikkainfon opastava teksti, ”Vesilaitteiston huuhtelu”. Versio päivitetty 11.6.2019. <https://www.talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/21-vvl-vesilaitteiston-huuhtelu>
- [13] Säteri, Jorma. ”Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden varmistaminen”. Rakennustieto.

- [14] Talotekniikkainfon opastava teksti, ”Vesilaitteiston paineen ja vesikalusteiden virtaamien mittausta ja säätö”. Versio päivitetty 11.6.2019. <https://www.talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/23-vvl-paineen-ja-virtaamien-mittaus-ja-saato>
- [15] Talotekniikkainfon opastava teksti, ”Lämpimän käyttöveden kiertojohto”. Versio päivitetty 11.6.2019. <https://www.talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/8-vvl-lampiman-kayttoveden-kiertojohto>
- [16] Talotekniikkainfon opastava teksti, ”Veden lämpötila”. Versio päivitetty 11.6.2019. <https://www.talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/6-vvl-veden-%20lampotila>
- [17] Puukko, Aleks. ”Asuinkerrostalohankkeen hallittu talotekniikan luovutusprosessi”. 2017. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tyy-201705191443>
- [18] Talotekniikkainfon opastava teksti, Jätevesilaitteiston tiiviys. Versio päivitetty 11.6.2019. <https://www.talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/32-vvl-Jatevesilaitteiston-tiiviys>
- [19] Suomen virallinen tilasto (SVT): Asumisen energiankulutus. 2018, 1. Asuinrakennusten päälämmönlähteiden kehitys 2010-luvulla. Tilastokeskus. Viitattu 11.3.2020. http://www.stat.fi/til/asen/2018/asen_2018_2019-11-21_kat_001_fi.html
- [20] ST-Käsikirja 33 ”Rakennusten sähköasennusten tarkastukset”. 2018. 4. painos. Sähkötieto ry.
- [21] Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) opastava teksti, ”Sähkölaitteisto”. Viitattu 17.1.2020. <https://tukes.fi/sahko/sahkolaitteistot>
- [22] Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) opastava teksti, ” Sähköasennusten käyttöönottovaiheen tarkastukset”. Viitattu 17.1.2020. <https://tukes.fi/sahko/sahkoasennusten-kayttoonottovaiheen-tarkastukset>
- [23] Helsingin kaupungin toimintakoeohje 15.4.2019. <https://www.hel.fi/static/liitteet-2019/Kymp/Att/Toimintakoeohje.pdf>
- [24] RT 10-11301 ”Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely”. 2018. Rakennustieto.
- [25] Harsia, Pirkko. ”Sähkösuunnittelijan käsikirja”. 2004. NSS oy, STUL ry.
- [26] Talotekniikkainfon ilmanvaihtotyön tarkastusasiakirjapohja. <https://www.talotekniikkainfo.fi/ilmanvaihtotyon-tarkastusasiakirjapohja>
- [27] Sarajärvi, Anneli – Tuomi, Jouni. ”Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi”. 2017. 1. painos. Tammi.

Haastattelukysymykset:Sähkötyönjohtaja:

- Puuttuuko listalta oleellisia työnimikkeitä?
- Ovatko listan työt oikeassa järjestyksessä toisiinsa nähden?
- Mitä riippuvuuksia listan töillä on toisiinsa nähden?
- Mikä on arviosi listan töihin kuluva ajasta?
- Suoritetaanko varmennustarkastus vasta kun kaikki sähkön puutteiden ja vikojen korjaukset on tehty?
- Mitkä listan muut työt ovat yleensä sähkötyönjohtajan vastuulla?
- Milloin rakennus liitetään yleensä sähköverkkoon? Kuka sen tekee?

IV-työnjohtaja:

- Puuttuuko listalta oleellisia työnimikkeitä?
- Ovatko listan työt oikeassa järjestyksessä toisiinsa nähden?
- Mitä riippuvuuksia listan töillä on toisiinsa nähden?
- Mikä on arviosi listan töihin kuluva ajasta?
- Suoritetaanko laiteäänimittaukset aina ilmanvaihtojärjestelmälle? Milloin ne suoritetaan?
- Tarvitseeko ilmanvaihtojärjestelmän mittaukset ja säädöt olla suoritettuna ennen yhteiskäyttökokeita vai niiden jälkeen?

KVV-työnjohtaja:

- Puuttuuko listalta oleellisia työnimikkeitä?
- Ovatko listan työt oikeassa järjestyksessä toisiinsa nähden?
- Mitä riippuvuuksia listan töillä on toisiinsa nähden?
- Mikä on arviosi listan töihin kuluva ajasta?
- Suoritetaanko laiteäänimittaukset aina putkilaitteistolle? Milloin ne suoritetaan ja suoritetaanko ne samaan aikaan IV:n äänimittausten kanssa?
- Tarvitseeko vesilaitteiston mittaukset ja säädöt olla suoritettuna ennen yhteiskäyttökokeita kokonaisuudessaan?
- Pidetäänkö KVV:n ja IV:n käyttöönottotarkastukset aina samassa tilaisuudessa (LVI-käyttöönottotarkastus)?
- Tehdäänkö lämmitysjärjestelmän testit, säädöt ja mittaukset yleensä samaan aikaan kun käyttövesiverkoston?