



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Jere Paussu

Luovutusvaiheen hallinta LVI-urakassa toimistorakennuksessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

5.3.2020

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Jere Paussu Luovutusvaiheen hallinta LVI-urakassa toimistorakennuksessa 34 sivua 5.3.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-urakointi
Ohjaajat	lehtori Hanna Sulamäki osastopäällikkö Jarkko Malminen
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää tilaajayritykselle muistilista toimistorakennuksen LVI-urakan luovutusvaiheen hallintaa varten. Työssä esiteltävillä menetelmillä pyritään kehittämään ja helpottamaan luovutusvaiheen kulkua LVI-urakoitsijan näkökulmasta. Tekstissä selvennetään eri hallintamenetelmät, loppuvaiheen työt ja laadunvarmistus, jolla on merkittävä rooli onnistuneessa luovutuksessa.</p> <p>Luovutusvaihe on rakennushankkeen loppuvaihe ennen rakennuksen luovuttamista tilaajalle. Se vaatii aikataulutukselta ja organisoinnilta panostusta, jotta suunniteltu luovutusväimäärä toteutuu. Resursseja on siis syytä keskittää tähän rakentamisen vaiheeseen.</p> <p>Opinnäytetyötä tehdessäni on K6-toimistorakennus jo valmistunut ja luovutettu käyttäjälle. Työtä kirjoittaessani pääsin kertomaan toteutetuista menetelmistä ja käytännöistä kokemuksen ansiosta sekä pohtimaan näiden toimivuutta.</p>	
Avainsanat	luovutusvaihe, laadunhallinta

Author Title	Jere Paussu Managing Transfer Phase of HVAC contract in Office Building
Number of Pages Date	34 pages 5 March 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Contracting
Instructors	Hanna Sulamäki, Senior Lecturer Jarkko Malminen, Departmental Manager
<p>The purpose of this thesis was to develop a checklist for a HVAC contracting company to manage the transfer phase of an office building in HVAC contract. The goal of the final year project was to create a clear management tool for the HVAC contractor.</p> <p>In order to establish suitable methods with which to develop and facilitate the transfer phase from the perspective of the HVAC contractor, the final year project described the transfer phase of an office building, evaluating the procedures and methods used in the case. All steps of the transfer phases were considered.</p> <p>The result of this final year project was a checklist that helps the HVAC contractor in the transfer phases. The thesis introduced the various management methods, the finalising works and quality assurance that play a significant role in the successful assignment.</p> <p>The transfer phase is a busy phase of construction, so this result of the final year project makes the HVAC contractors job easier. This thesis also explains to other parties what included in the transfer phase.</p>	
Keywords	transfer phase, quality assurance

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	K6-toimistorakennus	2
2.1	LVI-järjestelmät	3
2.2	LEED-ympäristösertifikaatti	4
3	Urakkamuodot	5
3.1	Kokonaisurakkamalli	5
3.2	Vaikutus luovutusvaiheeseen	6
4	Hallintamenetelmät hankkeessa	8
4.1	Luovutusvaihe	8
4.2	Aikataulu	9
4.2.1	Yleisaikataulu	10
4.2.2	Rakentamisvaiheaikataulu	11
4.2.3	Viikkoaikataulu	12
4.2.4	Luovutusvaiheen aikataulu	12
4.3	Aikatauluhallinnan kehittäminen	13
4.4	Valvonta	14
4.5	Lisä- ja muutostyöt	15
4.6	Yhteensovitus	16
4.7	Kokoukset	18
4.8	Suunnitelmaristiriidat	18
4.9	Dokumentointi	19
4.10	Dokumentoinnin kehittäminen	20
5	Loppuvaiheen työt	22
5.1	Oman työn tarkastukset	22
5.2	Vesi- ja ilmajärjestelmien säätö- ja mittaustyö	23
5.3	Toimintakokeet	23

5.4	Urakan päättäminen	24
6	Laadun- ja riskien hallinta	26
6.1	Prosessi	26
6.2	Laite- ja materiaalihyväksynät	27
6.3	Asennustapatarkastukset	27
6.4	Laadunhallinnan työkalut	29
6.4.1	BIM-360 Field	29
6.4.2	Congrid	30
7	Yhteenveto	31
	Lähteet	32

Lyhenteet

IV	ilmanvaihto
KVV	käyttövesi ja viemäri
LVI	lämpö, vesi ja ilma
TATE	talotekniikka
vipulista	virhe- ja puutelistä

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on käsitellä LVI-urakan luovutusvaihetta rakennushankkeessa. Luovutusvaiheessa rakennustekniset työt on saatu päätökseen, mutta erilaiset säädöt ja mittaukset sekä toimintakokeet on vielä pidettävä ennen kuin rakennus voidaan luovuttaa tilaajalle. Työ selventää lukijalle, mitä luovutusvaiheessa käydään läpi ja mitkä seikat vaikuttavat siihen, että kohde saadaan luovutettua käyttäjälle aikataulussa sekä laadullisesti virheettömänä. Aikataulussa sekä virheettömästi luovutettavaan hankkeeseen vaikuttaa vahvasti koko rakentamisen aikana toteutettu laadunhallinta, jota käsitelen myös tässä työssä. Opinnäytetyössä käsitellään luovutusvaiheen kulkua LVI-urakoitsijan näkökulmasta, ja se toimii muistilistana hankkeen loppuvaiheessa.

Työn tilaajana toimii Skanska Talonrakennus Oy, ja työ toteutetaan talotekniikan yksikölle. Työssä käytetään esimerkkikohteena Skanskan rakentamaa K6-toimistorakennusta Helsingissä, jossa itse työskentelin työnjohtotehtävissä rakennuksen luovutusvaiheen aikana. Idea tähän aiheeseen syntyi juuri hankkeen luovutusvaiheessa, sillä koin siinä olevan kehitettävää työmäärän vuoksi. Opinnäytetyötä tehdessä kohde on jo valmistunut ja luovutettu käyttäjälle.

Skanska Oy -konserni on ruotsalainen rakentamiseen keskittyvä yritys, jolla on toimintaa Pohjoismaissa sekä Pohjois-Amerikassa. Konsernin alaosastoja Suomessa ovat Skanska infra, Skanska kodit, Skanska konevuokraus, Skanska hanke- ja projektikehitys ja Skanska Talonrakennus Oy, johon talotekniikkayksikkö sisältyy. Skanska kuuluu suurimpiin rakennus- ja projektikehityspalveluita tarjoaviin yrityksiin maailmassa. Suomessa Skanskalla työskenteli vuoden 2018 lopussa 2 152 henkilöä. [1]

2 K6-toimistorakennus

K6 on Helsingin Sörnäisissä sijaitseva toimitilarakennus (kuva 1), jonka rakennustyöt alkoivat syksyllä 2016 maanrakennustöillä. Kohteen tilaajana toimi Skanska CDF eli Skanskan toimitilaprojektikehityksestä vastaava yksikkö. Pääurakoitsijana hankkeella toimi Skanska Talonrakennus Oy. Kohde toteutettiin OneSkanska-periaatteella, mikä tarkoittaa, että yhteistyötä talotekniikkayksikön ja Skanska Talonrakennuksen kesken korostetaan. Lisäksi näillä yksiköillä on yhteiset rahat käytössä rakentamiseen. Niinpä mahdolliset voitot tai tappiot tulevat tai menevät yhteisestä kassasta.

Rakennuksessa on kahdeksan kerrosta maan päällä ja kolme kellarikerrosta maan alla. Rakennus tarjoaa yrityksille modernit ja joustavat tilat liiketoiminnan harjoittamiseen sekä tarjoaa viimeisimpiä innovaatioita hyödyntäviä ratkaisuja. Koko rakennuksessa on noin 12 000 neliötä, ja yhdessä kerroksessa tilaa on 1 500 neliön verran, ja se voidaan jakaa useampaan osaan tarvittaessa. Kohteen suunnittelussa on ympäristötehokkuudella ollut suuri painoarvo ja hankkeelle tavoiteltiin LEED-sertifikaattia jo suunnitteluvaiheessa. Käsittelen LEED-sertifikaattia myöhemmin lisää tässä työssä. [2]



Kuva 1. Havainnekuva K6-toimistorakennuksesta [OneSkanska 2017]

2.1 LVI-järjestelmät

Rakennuksessa on kaksi isoa talotekniikkakuilua, joissa runkoputket ja kanavat kulkevat ja haarautuvat sieltä kerroksien talotekniikkaväylään. Talotekniikkajärjestelmille on kerroksissa oma linjaväylä, jossa kaikki tekniikka kulkee. Tässä ratkaisussa järjestelmät jäävät otsapintojen väliin käytävän kohdalla. Niin sanottu yhteiskannakesysteemiratkaisu luo lisää avointa tilaa rakennukseen.

Rakennuksen lämmitys on toteutettu kellareissa ja ensimmäisessä kerroksessa radiaattoreiden avulla. Toisesta kerroksesta ylimpään kerrokseen on tilojen kattoon sijoitettu lämmitys-/jäähdytyspaneelit, jotka säteilemällä joko lämmittävät tai jäähdyttävät tiloja. Lämmittäessä paneeliin johdettu lämminvesi siirtyy säteilemällä huonetilaan. Kun säteily kohtaa esteen tai ihmisen, se muuttuu lämmöksi lämmittämättä sisäilmaa. Tätä voi verrata auringosta koettavaan lämpöön ulkona. Jäähdytystoiminnossa paneeli luovuttaa kylmästä vedestä kerättyä viileyttä säteilemällä tilaan. Ihmisistä ja muusta lämmityskuormasta tullut lämpö nousee ylös ja sitoutuu viilenneeseen paneeliin. Viilentynyt ilma siirtyy paneelista vedottomasti takaisin oleskeluvyöhykkeelle.

Jokaista paneelia ohjaa kuusitieventtiili, jossa on automatisoitu toimilaite. Venttiiliä ohjataan lämpötilakäyrien mukaan lämmitys- tai jäähdytystarpeen perässä. Lämmitystilanteessa matalan vedenlämpötilan käyttö ja jäähdytystilanteessa korkean vedenlämpötilan käyttö säästää runsaasti energiaa. [3]

Ilmanvaihto rakennukseen on toteutettu keskitetyllä koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdolla. Koneellinen ilmanvaihto tarkoittaa sitä, että puhaltimia käyttämällä ilma johdetaan rakennukseen ja sieltä pois. Raitisilmakanava ottaa puhdasta ilmaa ulkoilmasta, ja jäteilmakanava työntää likaisen sisäilman vesikatolta pois. Ennen kuin jäteilma puhalletaan ulos rakennuksesta, otetaan jäteilmasta lämmöntalteenotolla lämpöä puhtaaseen ilmaan.

Keskitetyssä ratkaisussa K6-rakennuksessa on kaksi päätoimista ilmanvaihtokonetta, joista toinen palvelee ensimmäistä kerrosta ja toinen kaikkia muita tiloja. Ilmanvaihto on toteutettu yhteisellä kanavistolla, johon haarat yhdistyvät kerroksista ja kulkeutuvat sieltä konehuoneeseen. Rakennukseen on poikkeuksellisesti sijoitettu IV-konehuone

alimpaaseen kellarikerrokseen, eikä vesikatolle niin kuin tavallisesti. Näin IV-konehuoneeseen on nostettu koneet ja päästy asentamaan kanavistoja jo varhaisessa rakentamisen vaiheessa.

2.2 LEED-ympäristösertifikaatti

Määräykset ympäristöystävällisempään rakentamiseen ovat tiukentuneet viime vuosina. Ympäristöluokitus LEED eli Leadership in Energy and Environmental Design on yhdysvaltalainen järjestelmä, ja se tarkoittaa, että rakennuksen ympäristövaikutuksiin on kiinnitetty huomiota ja niihin pyritään vaikuttamaan koko hankkeen elinkaaren ajan. Ideana on kolmannen osapuolen antama arvio rakennuksen ympäristöystävällisyydestä. Suomessa on noin 180 rakennusta, jotka on toteutettu LEED-sertifikaatin mukaan. Sertifikaatin saamiseksi huomioon on otettava rakennuksen suunnittelu, rakentaminen ja käytötavoitteet. LEED:n eri tasoja ovat sertifioitu, hopea, kulta ja platina (kuva 2). K6-toimisto toteutettiin LEED-ympäristösertifikaattijärjestelmän kultatason mukaan. [4]



Kuva 2. LEED:n luokitustasot [Energiakonsultit 2019]

3 Urakkamuodot

Urakkamuoto on rakennushankkeen osapuolten sopimus organisointityylistä ja siitä, kuinka hankkeen etenemiseksi toimitaan. Suurin osa suomalaisista hankkeista toteutetaan pääurakkamuotona. Pääurakkamuotoja ovat kokonaisurakka ja jaettu urakka. Pääurakassa tilaaja johtaa ja solmii sopimukset suunnittelijoiden ja pääurakoitsijan kanssa. Pääurakkamalli koostuu yleensä kolmesta vaiheesta: tilaajan hankkima suunnittelu, urakkakilpailutus ja sopimuksen allekirjoitus. Rakennushankkeen tilaajan edellytykset ja vastuut riippuvat urakkamuodosta. Ennen hankkeeseen ryhtymistä on syytä miettiä tarkkaan sopivaa urakkamuotoa, koska sillä on suuri merkitys hankkeen onnistumiseen.

Tilaajan ja urakoitsijan väliset urakkamuodot voidaan jakaa kolmeen osa-alueeseen: suoritusvelvollisuus, urakoitsijan keskinäiset suhteet ja urakan maksuperuste. Suoritusvelvollisuuden perusteella voidaan urakka jakaa vielä pääurakka-, osaurakka- sekä suunnittele ja rakenna -muotoon. Tämä selkeyttää eri urakoitsijoiden tehtävän rajauksia.

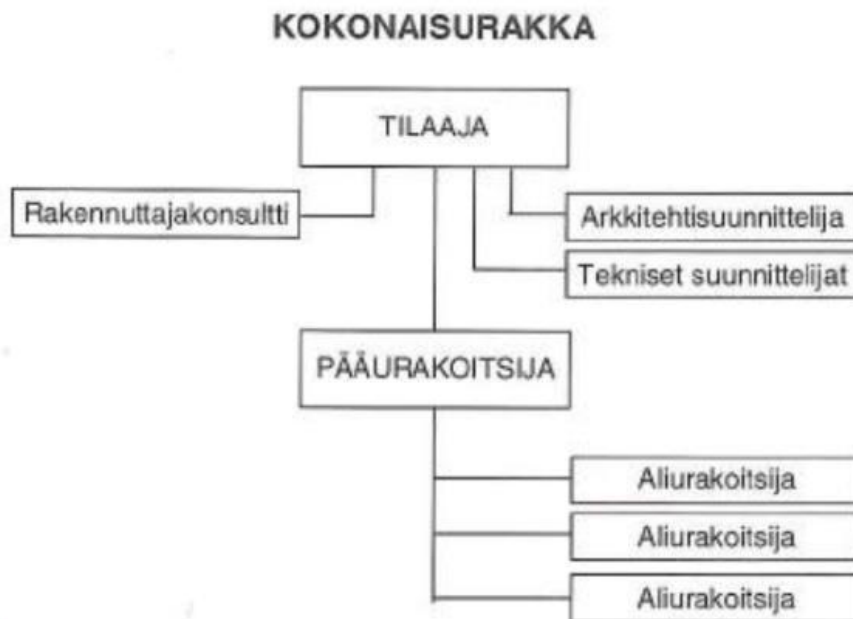
Keskinäisten suhteiden perusteella urakka voidaan jakaa esimerkiksi ali-, sivu- tai erillisurakkaan. Maksuperusteen mukaan urakka voidaan jakaa yksikköhintaurakkaan, jossa sopimus tehdään täsmällisten yksiköiden perusteella. Lisäksi on laskutyöurakka, jossa tilaaja maksaa työstä aiheutuneet todelliset kustannukset sisältäen työt, hankinnat ja hallintakulut. Vielä maksuperusteen mukaan jaoteltu urakka on tavoitehintaurakka, joka on hyvin pitkälti samanlainen kuin laskutyöurakka, mutta tässä työlle on asetettu tavoitehintaa. [5]

3.1 Kokonaisurakkamalli

K6-toimistohanke toteutettiin kokonaisurakkamallin mukaan. Tätä urakkamallia suositellaan tavanomaisiin kohteisiin sen laajuuden ja vaativuuden vuoksi. Riskien määrä hankkeessa ei saa olla suuri, kun vaihtoehtona on kokonaisurakkamalli. Lisäksi rakennuttajalla on oltava selkeät tavoitteet määriteltävissä, ja hanke on syytä suunnitella hyvin ennen kuin kohteelle valitaan urakoitsija. [6]

Kokonaisurakassa hankkeen tilaaja solmii yhden sopimuksen pääurakoitsijan kanssa, ja sopimus laaditaan valmiiden suunnitelmien mukaan. Suunnittelun ja konsultointipalvelut

tilaaja hankkii muualta ja solmii heidän kanssaan erilliset sopimukset. Rakennustöistä vastaa pääurakoitsija kokonaisuudessaan ja on itse vastuussa hankkimistaan aliurakoitsijoista. Kaikki hankkeen aliurakoitsijat ovat sopimussuhteessa vain pääurakoitsijaan, ja neuvottelutilanteissa tilaaja keskustelelee vain pääurakoitsijan kanssa. Tässä urakointimuodossa virheiden ja riskien vastuuttaminen on selkeää, sillä pääurakoitsija vastaa koko rakentamisesta ja tilaaja suunnittelusta. Hankkeen aliurakoitsijat kilpailuttaa pääurakoitsija. [5] Kuva 3 havainnollistaa kokonaisurakkamallin rakennetta.



Kuva 3. Havainnekuva kokonaisurakkamallista [5]

3.2 Vaikutus luovutusvaiheeseen

Kokonaisurakkana toteutetussa kohteessa pääurakoitsija vastaa kokonaisuuden hallinnasta, vaikka hänellä on aliurakoitsijoita työmaalla. Tällöin on tärkeää, että yhteistyö ja luottamus toimii urakoitsijoiden kesken. K6:ssa luovutusvaiheesta paremmin hallittavan teki Skanska talotekniikan toteuttama LVI-aliurakka. Rakennusurakan ja LVI-urakan toteuttaminen saman yrityksen kesken ja niiden hallinta luovutusvaiheessa on jo lähtökohteisesti paremmassa mallissa kuin muilla tavoilla toteutettu rakentaminen. Yhteistyö toimii työmaaloissa paremmin, sillä kyseessä on selkeä yhteinen tavoite, jota kohti edetään. Erimielisyydet ratkeavat usein helposti, sillä kumpikin osapuoli pyrkii löytämään

sopivan ja taloudellisesti järkevän ratkaisun, varsinkin kun kyseiset urakat toteutetaan yhteistä kassaa käyttäen.

4 Hallintamenetelmät hankkeessa

4.1 Luovutusvaihe

Rakennushankkeen luovutusvaihe on tilanne, jossa rakennus on rakennusteknisten töiden osalta valmis, mutta loppuvaiheen töitä on vielä jäljellä. Näitä loppuvaiheen töitä ovat esimerkiksi säätö- ja mittaustyöt sekä toimintakokeet ja tarkastukset. Luovutusvaihe on keskeinen vaihe koko hanketta ajatellen, ja se vaatii suunnittelulta, aikataulutukselta, yhteensovitukselta ja ohjaukselta panostusta, jotta kohde päästään luovuttamaan suunnitelmien ja aikataulun mukaan käyttäjälle. Päätösvaihe huipentuu vastaanottotarkastukseen, jossa tilaaja vastaanottaa työsuorituksen urakoitsijalta.

Luovutusvaiheen aikataulua suunniteltaessa on annettava tarpeeksi aikaa virhe- ja puutteiden sekä erilaisten mittausten ja säätöjen tekemiselle. Tarpeeksi ajoissa aloitettu virheiden ja puutteiden korjaaminen varmistaa, että luovutuksessa kohde on kaikin puolin kunnossa. Hankkeen päätösvaiheessa on tapana kerätä palautetta eri osapuolilta, ja sen avulla toimintaa pyritään kehittämään jatkossa.

Toimitilarakentamisen ja asuntorakentamisen luovutusvaiheessa voi olla käytännön eroja. Tilaaja määrittää, voiko rakennuksessa olla virheitä tai puutteita luovutustilanteessa. Toimitilarakentamisessa on usein joustoa puutteiden suhteen, ja kohde voidaan luovuttaa, vaikka siellä olisi vielä puutteita. Toimitilat tarjoavat yleistä tilaa käyttäjälle enemmän, ja niissä rakennustöiden suorittaminen onnistuu usein häiritsemättä tilan käyttäjiä. Asuntorakentamisessa tilanne on toinen, koska rakennuksen luovutuksen jälkeen asukkaat muuttavat huoneistoihin jo hyvin pian, jolloin virheiden ja puutteiden korjaaminen on hankalaa.

Luovutusvaiheessa muistilista toimii LVI-urakoitsijan tukena. Listassa olisi hyvä olla ainakin seuraavat vaiheet:

- oman työn tarkastukset
- virhe- ja puutelistat
- vesi- ja ilmavirtojen säätö- ja mittaustyö
- KVV-käyttöönottotarkastus

- kaukolämmön asennusvalvonta- ja virityspöytäkirjat
- urakoitsijoiden väliset toimintakokeet
- viralliset toimintakokeet
- luovutusmateriaalit
- käytönopastus.

Listan avulla on helppo seurata jo tehtyjä vaiheita sekä valmistautua tuleviin vaiheisiin. Luovutusvaihe pitää sisällään monia yhteensovitettavia työvaiheita, jolloin muistilista on hyvä laatia jo varhaisessa rakentamisen vaiheessa.

4.2 Aikataulu

Rakennusprojektin laadukas ja onnistunut toteuttaminen vaatii tuotannosuunnitteluun ja valvontaan keskittymistä. Suunnitteluun ja valvontaan panostamalla luodaan pohja onnistuneelle suunnittelulle ja samalla pystytään havainnoimaan ilmi tulleet sattumat ja reagoimaan niihin jo varhaisessa vaiheessa. Laatimalla hankkeelle aikataulut luodaan samalla toteutukselle malli.

Aikataulun suunnittelussa olemassa olevien tietojen perusteella luodaan ajallinen kaavio, josta ilmenee työtehtävien sisältö ja niihin kuluva aika sekä tieto siitä, milloin työtehtävä aloitetaan. Tietojen, jotka aikatauluun luodaan, täytyy olla ennalta suunniteltuja ja niiden pitää olla mitattavissa. Aikataulun tiedot toimivat samalla tavoitteena tehtävien suorittajalle ja ovat muille hankkeen osapuolille tärkeää tietoa tapahtumista muun muassa yhteensovituksien kanssa. [7]

Tyypillisimpiä aikataulumalleja ovat jana-aikataulut, paikka-aikakaaviot ja tuotantokaaviot. Näistä paikka-aikakaavio ja tuotantokaavio esitetään vinoviivatyyppisesti paperilla. Jana-aikatauluissa tehtävät esiintyvät janamuodossa yleensä vaakatasossa, ja janan pituus kuvaa työhön kuluvaan aikaan. Janan yläpuolella on aikaa kuvaava vaakarivistö, josta näkee, milloin kyseinen tehtävä alkaa ja milloin se päättyy. Selkeän jana-aikataulun aikaan saamiseksi on urakan eri työvaiheet pilkottava kokonaisuuksiin ja tehtäville on arvioitava aloittamis- ja lopettamispäivät. Huonoja puolia tässä on se, että aikataulusta on hankala seurata laatua ja asentamisen valvontaa sekä esittää tarkasti asennuksien

edistymistä. Asiat voisi kuitenkin esittää aikataulussa ajan suhteen tarkemmin, jos tehtävät jaettaisiin paikkakohtiin eli osakohtiin jaoteltuna.

Paikka-aikakaaviot ja tuotantokaaviot esitetään vinoviivaisesti aikataulussa. ”Paikka-aikakaavio kuvaa tuotannon etenemistä ajan ja paikan suhteessa ja tuotantokaavio tuotannon etenemistä ajan ja tuotannon määrän suhteessa.” [8, s. 25]. Paikka-aikakaavio on hyvä väline tehtävien seuraamiseen, ja sen avulla voidaan yhteensovittaa muita tehtäviä työmaalla. Tyypillisesti rakennushankkeen yleisaikataulu esitetään paikka-aikataulun avulla, ja se soveltuu myös tuotantoon menevän ajallisen valvomisen työkaluksi.

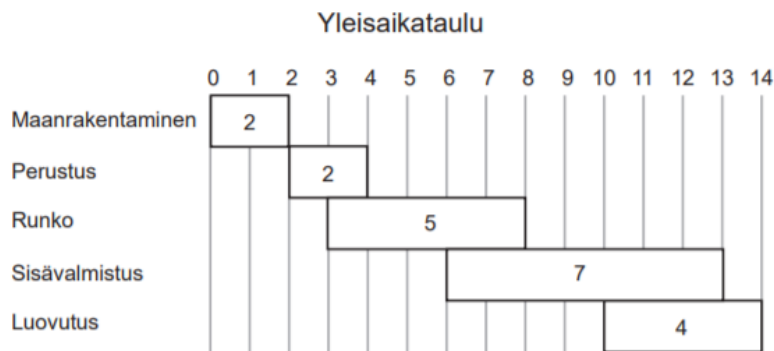
Tuotantoaikakaaviosta pystytään seuraamaan tuotannon valmiusastetta. Kaaviossa valmiusprosentti kuvaa ilmoitetun työtehtävän suunnitelma määrän suhteen kokonaistyömäärään nähden. Jotta kaavio pystytään tarkasti laatimaan, pitää määrätiedon olla selvillä. Kaaviota kannattaa hyödyntää tuotantonopeuden valvonnassa, koska sillä voi seurata tekemättä olevan työn määrää tai tuotantonopeuden tahtia. [8]

Hankeaikataulu on aikatauluista laajin versio, ja se kattaa kaiken hankkeen vaiheista, työmaatoiminnoista ja niihin kuluvista ajoista. Hankkeen projektiaikataulun tai hankeaikataulun laatii rakennuttaja ja on vastuussa siitä. Tämä aikataulu antaa pohjan kaikille muille ajallista suunnittelua vaativille tiedoille hankkeessa. Lisäksi siinä otetaan kantaa suunnitelmien valmistumiseen, materiaalihankintoihin ja luovutusvaiheeseen. Urakamuodolla on vaikutus hankeaikatauluun. [7]

4.2.1 Yleisaikataulu

Työaikataulun eli työmaalla ehkä paremmin tunnetun yleisaikataulun tarkoitus on kuvata koko hankkeen kulkua. Yleisaikataulun hyväksyy rakennuttaja, ja se on YSE 98:aa noudattava urakkasopimuksen työaikataulu. Tyypillisesti yleisaikataulu esitetään vinoviivatyypisesti jana-aikatauluna tai paikka-aikatauluna, ja se on kaikkien nähtävillä työmaatoimiston seinällä. Tärkeää on, että aikataulusta eri lajit pystyvät seuraamaan päällekkäisten työvaiheiden sekä alkavien työvaiheiden tilannetta ja voivat lisäksi suunnitella oman rakentamisvaiheaikataulun sen perusteella.

Ensimmäisen kerran työaikataulu laaditaan jo ennen rakentamispäätöstä, koska sillä pystytään resursoimaan hankkeelle tarvittavia tuotemääriä ja työvoimaa. TATE-työt laaditaan omaan aikatauluun, minkä jälkeen ne lisätään ja määritetään yleisaikatauluun. [7] Kuvassa 4 näkyy eri työvaiheiden jakaantuminen janamuodossa. Janan pituus kuvaa työvaiheeseen kuluva aikaa ja kuvan yläreunassa olevat numerot kuvaavat työvaiheen alkamista ja päättymistä.



Kuva 4. Esimerkki janamallisesta yleisaikataulusta [7]

4.2.2 Rakentamisvaiheaikataulu

LVI-urakan työvaiheet jakautuvat rakentamisen aloittamisen työvaiheista, joita ovat esimerkiksi pohjaviemäreiden asennus aina kalusteasennuksiin asti urakan loppuvaiheessa. Eri työvaiheille laaditaan rakentamisvaiheaikataulut, jotka toimivat ja auttavat yleisaikataulun saavuttamisessa. Rakentamisvaiheaikataulun laadinta auttaa työnjohtaja hahmottamaan tarvittavat resurssit ja menekit eri työvaiheille laskelmien perusteella. Jotta rakentamisvaiheaikataulu voidaan suunnitella oikein ja täsmällisesti, täytyy yleisaikataulun olla kunnossa, sillä muuten päivämäärät ja tarvittavat resurssit voivat todellisuudessa olla jotain muuta, kuin on laskettu.

Aikataulun toteutuksessa huomioidaan 2–6 kuukauden pituiset ajanjaksot, ja se kattaa esimerkiksi LVI-urakan kerrosviemärihajotuksien tekemisen kerroksissa. Työnjohtaja selvittää yhdessä asentajan kanssa kerrosviemärihajotukseen kuluvan ajan kerrosta kohti, ja tietojen perusteella he laativat rakentamisvaiheaikataulun kyseisestä työtehtävästä.

Aikataulu toimii ohjausvälineenä sen tarkkuuden ja yleisyyden takia. Lisäksi työmaa on aina vastuussa aikataulun laadinnasta. [7]

4.2.3 Viikkoaikataulu

LVI-urakoitsija laatii kolmen viikon välein viikkoaikataulun kolmen viikon työtehtäville. Kyseessä on lyhyen aikavälin aikataulu, jonka tarkoituksena on seurata työn toteutumista päivätasolla ja pitää huoli, että pysytään laajemman välin aikatauluissa. Viikkoaikataulussa tuodaan esiin poikkeavat järjestelyt, jos esimerkiksi tarvitaan ulkopuolista apua tai sovitusta tehtäviin ja samalla muut urakoitsijat pysyvät tietoisina toisten käynnissä olevista työtehtävistä. Vastaava työnjohtaja kokoaa eri lajien viikkosuunnitelmat yhteen ja tuo kootun aikataulun mestaripalaveriin näkyville.

4.2.4 Luovutusvaiheen aikataulu

Luovutusvaiheen aikataulu on tämän insinööriyön pääkuvassa, ja sen ympärille työ rakentuu. Ennen kohteen luovuttamista käyttäjälle on rakennuksessa käynnissä loppuvaiheen työt, jotka ilmenevät luovutusvaiheen aikataulusta. Aikataulu selkeyttää viimeisen vaiheen organisointitavan työmaalla ja vastuut eri osapuolille. Näitä työvaiheita ovat kaikkien osapuolten viimeistelytyöt, kuten LVI-urakoitsijan vesi- ja ilmavirtojen säädöt sekä oman työn tarkastukset.

Aikataulu laaditaan kaikkien osapuolten kesken ja siihen yhteensovitetaan loppuvaiheen työt. Jokainen osapuoli pystyy seuraamaan aikataulusta, milloin työvaiheet täytyy olla suoritettu, jotta rakennus päästään luovuttamaan aikatauluun merkityn päivämäärän mukaisesti. Viimeisenä rakennuksessa tarkastuksen tekee viranomaisvalvoja, joka todentaa, että käyttäjä voi ottaa rakennuksen haltuun.

Luovutusvaiheen aikataulu vaatii päivittämistä ja seuraamista erityisen tarkasti, sillä loppuvaiheessa ei ole varaa myöhästyä yhdestäkään vaiheesta edessä olevan luovutuksen takia. K6-toimistorakennus luovutettiin kahdessa osassa käyttäjälle, joten luovutusvaiheen tapahtumat käytiin toistamiseen vielä ennen kuin kohde lopullisesti luovutettiin. Kuva 5 selkeyttää luovutusvaiheen tapahtumat jana-aikataulussa. [7]

Luovutusaikataulu		Laatija:	Hyväksynyt:	Pvm:									
Kohde:		Viikkoa ennen vastaanottoa											
		-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	+1	+2
1 Rakennustekniikka													
1.1	Ilmoitus kohteen valmistumisajasta												
1.2	Pölyä aiheuttavat työvaiheet												
1.3	Suojausten poisto ja siivous												
1.4	Viimeistelytyöt												
1.5	Loppusiivous												
2 Talotekniikka													
2.1	Laite- ja asennustarkastukset												
2.2	Urakoitsijoiden toimintakokeet												
2.3	Toimintakokeet												
2.4	Laitosten säädöt ja mittaukset												
2.5	Koekäytöt												
3 Viranomaisten ja laitosten tarkastukset													
3.1	Varmennustarkastukset												
	- Hissi, VSS, sprinkler, öljylämmitys, sähkö, antenni, puhelin, vesi, kaukolämpö, palo												
3.2	Lopputarkastukset												
	- Käyttöönottotarkastus, Kvv-lopputarkastus, lopputarkastus												
4 Vastaanotto													
4.1	Käytönopastus												
4.2	Luovutusvalmiuden tarkastus (itselleluovutus)												
	Ennakkotarkastukset												
4.3	- Asukastarkastukset												
4.4	- Valvojan ennakkotarkastus												
4.5	- Suunnittelijoiden tarkastukset												
4.6	- Luovutuspiirustusten ja -asiakirjojen tarkastus												
4.7	Vastaanottokatselmus												
4.8	Muutto												

Kuva 5. Esimerkki luovutusvaiheen aikataulusta, jossa viimeistelytyövaiheet ovat näkyvillä [7]

4.3 Aikatauluhallinnan kehittäminen

Rakennustyömaan erityyppisistä aikatauluista selviävät kaikki työmaalla tapahtuvat asiat. Täten aikataulujen suunnittelun ja päivityksen on oltava jatkuvaa, ja tieto aikataulujen sisällöstä täytyy tuoda kaikille työmaalla työskenteleville tiedoksi, jotta työt pystytään suorittamaan suunnitellusti. Työmaalla ilmenee niin paljon muutoksia suunniteltuun, että aikataulun päivittäminen on tärkeää ja se myös toimii informointivälineenä työmaalla. Skanskassa aikataulujen laatimiseen on käytössä ohjelmia kuten Schedule Planner, Planet+ ja Fluent. Schedule Planneria käytetään yleisaikataulun, Planet+ -ohjelmaa rakentamisvaiheaikataulun ja Fluentia viikkoaikataulun laatimiseen.

Aikataulujen laatimiseen käytettävien ohjelmien koulutusta tulisi järjestää työmaaloissa toimihenkilöille enemmän. Usein työmaalla on vain yksi tai kaksi henkilöä, joilta ohjelmien käyttäminen onnistuu hyvin. Esimerkiksi, pääurakoitsija laatii koko yleisaikataulun sisältäen LVI-työt, jotka lisätään, kun tieto työvaiheista on saatu LVI-urakoitsijalta. Olisi aikaa ja vaivaa säästävää etu, jos LVI-urakoitsija osaisi avata pääurakoitsijan laatiman yleisaikataulun esimerkiksi Schedule Plannerilla ja lisätä omat työvaiheensa siihen. Liian

usein näkee LVI-urakoitsijan vain hahmottelevan kynällä paperiin omat aikataulunsa, minkä jälkeen pääurakoitsija joutuu lisäämään ne viralliseen aikatauluun.

Aikataulujen suunnittelussa tärkeää on varata riittävästi aikaa työvaiheille, sillä se helpottaa koko projektin sujumista. Liian kiireelliseksi laaditussa aikataulussa helposti alussa myöhästyvät työvaiheet kertaantuvat myöhemmässä vaiheessa, jolloin aikataulusta ollaan loppuvaiheessa jäljessä jopa useita viikkoja. Tärkeää aikataulujen laatimisessa on myös järjestää urakoitsijoiden välisiä kokouksia, jossa työvaiheet yhteensovitaan. Näin saadaan tarkat arviot eri työvaiheista, jolloin aikataulusta saadaan realistinen.

4.4 Valvonta

Rakennuttajan tehtävä on nimetä ja hankkia rakennushankkeelle urakan alkuvaiheessa valvojat ja ilmoittaa urakoitsijoille kirjallisesti nämä rakennuttajaa edustavat henkilöt. Valvojia nimetään tyypillisesti rakennus-, LVI- ja sähkö-/automaatiourakkaan. Valvojilla eli konsulteilla ei ole sopimussuhdetta urakoitsijoihin, vaan ainoastaan tilaajaan tai rakennuttajaan. Myös suunnittelijat valvovat yleisesti suunnitelmien toteutumista ja antavat ohjeistusta. Kukaan valvojista ei kuitenkaan saa määrätä suunnitelmien muuttamista, vaan voivat vain ehdottaa ja suositella esimerkiksi hyväksi havaittuja tapoja. Suunnitelmamuutoksiin saavat puuttua ainoastaan siihen nimetyt henkilöt.

Valvojen tehtävä on suorittaa työmaalla valvontakierroksia ja todentaa urakoitsijan toimivan suunnitellun ja laadullisesti hyvän rakentamistavan mukaan. Tavallisesti valvojat laativat tarkastuskierroksista pöytäkirjan ja samalla esimerkiksi hyväksyvät työvaiheen tai antavat luvan edetä urakassa. Heillä on oikeus pyytää urakoitsijalta mittaustuloksia ja käyttää näiden kalustoa tarpeen mukaan valvonnan toteuttamiseksi. Usein kuitenkin urakoitsija kutsuu työmaalle mittaukset suorittaneen henkilön, joka todistaa valvojalle mittauksien olevan suoritettu. Tämän jälkeen Skanskassa on tapana, että valvoja vielä allekirjoittaa pöytäkirjat, minkä jälkeen ne toimitetaan eteenpäin ja arkistoidaan.

Valvonnalla on keskeinen vaikutus luovutusvaiheeseen. Valvoja on koko rakentamisen ajan urakoitsijan tukena varmistamassa hyvää rakentamistapaa ja antamassa neuvoa

rakentamiseen liittyen. Lisäksi valvoja tekee havaintoja työmaalta ja muun muassa laatii valvojan vipulistan, mikä auttaa urakoitsijaa saattamaan urakan loppuun. [9]

Olennaisen tärkeää LVI-urakoitsijan ja LVI-valvojan yhteistyössä on sujuva kommunikointi työmaalla tapahtuvista asioista sekä valvojan kokemus LVI-alasta. On tärkeää sopia työskentelysäännöt jo heti alussa, jotta erimielisyyksiltä vältytään jatkossa. Mallikatselmuksissa, joissa valvoja hyväksyy asennustavan, on kommunikoinnin oltava selkeää, jotta ollaan yhteisymmärryksessä tavasta toimia. Hyväksytyt asennustapa on myös syytä dokumentoida kirjallisesti, jolloin LVI-urakoitsija voi tarpeen tullen todistaa asian.

4.5 Lisä- ja muutostyöt

Lisä- ja muutostyöt ovat töitä, jotka eivät kuulu urakoitsijan sopimuksen mukaisiin töihin. Työt ovat suunnitelmamuutoksista aiheutuvia, ja niitä voi ilmetä missä tahansa rakentamisen vaiheessa. Lisä- ja muutostöillä voi olla merkittävä vaikutus luovutusvaiheeseen, jos suunnitelmamuutoksia ilmenee viimeistelyvaiheessa. Urakoitsijalla on tällöin hyvin rajallinen aika saavuttaa haluttu lisä tai muutos rakennukseen, ja vaarana on myöhästyminen rakennuksen luovutuspäivämäärästä. Tarvittavia resursseja tai työvoimaa voi olla hankala saada lyhyellä varoitusajalla. Lisäksi loppuvaiheessa aiheutuneet suunnitelma-
muutokset vaativat useilta eri toimijoilta panosta, jotta työ pystytään toteuttamaan.

Rakennushankkeen alussa laadittuihin urakkalaskentakuviin toteutuu hyvin useasti muutoksia rakentamisen aikana johtuen erilaisista lisäyksistä tai esimerkiksi tulevan käyttäjän haluamista muutoksista. Lisä- tai muutostöitä voidaan joutua tekemään myös rakentamisen aikana havaitun tilanteen takia, jossa jotakin suunniteltua ei päästä toteuttamaan suunnitelmien mukaan. Ensisijaisesti pohditaan, voiko tilanteen ratkaista ilman virallista muutosta. Jos ratkaisua ei löydy, täytyy asiasta laatia lisä- tai muutostyölaskelma ja viedä tieto suunnittelijalle. Suunnittelija päivittää muutoksen rakennuksen pohjakuviin. Lisä- ja muutostöihin ei saa koskaan ruveta ilman tilaajan hyväksyntää.

Lisä- ja muutostyöllä on eroavaisuuksia. YSE 1998:n mukaan urakoitsijan täytyy toteuttaa muutostyöt. Tämä ei kuitenkaan päde lisätöihin, mutta urakoitsijalta voi tiedustella mahdollisuutta lisätyön tekemiseen erillistä korvausta vastaan. Korvauksena käytetään yleensä 12 %:n yleiskustannuslisää. Lisätyön tekeminen on yleensä perusteltava

esimerkiksi asiakastytyväisyyden vuoksi. Hankala tilanne on lähteä erittelemään lisä- ja muutostöitä, sillä suunnitelmamuutos rakennuksessa aiheuttaa hyvin todennäköisesti sekä lisä- että muutostöitä. Tärkeää on sopia jo ennen urakan alkua, kuinka menetellään lisä- ja muutostöiden ilmetessä. [10]

K6-projektissa lisä- ja muutostöitä jouduttiin tekemään tulevan käyttäjän takia. Rakennukseen toteutettiin etelä- ja pohjoispuolelle kokonaan uudet talotekniikkakuilut taukotilakeittiöiden ilmanvaihtoa sekä käyttövetä varten. Taukotilakeittiöt, joissa on mikrot ja jääkaapit sekä vesipisteet, toimivat yrityksien käytössä kerroksissa ja helpottavat merkittävästi toimintaa. Toisena isona suunnitelmamuutoksena toteutettiin uusi hissijärjestelmä rakennuksen eteläpäätyyn palvelemaan rakennuksen ensimmäistä, toista ja kolmatta kerrosta. Hissi helpottaa näiden kerroksien käyttäjiä liikkumaan kerrosten välillä käyttämättä rakennuksen päähissejä.

Talotekniikkatöihin liittyen muutoksia toteutettiin erityisesti ilmanvaihtoon. Urakkalaskentakuvia ja viimeisintä revisiomallia vertaamalla käy ilmi, että kuvissa on lisäyksiä. Esimerkiksi äänenvaimentimia ja sulkupeltejä lisättiin paljon alkuperäisten suunnitelmien jälkeen kerrokseen tilamuutosten vuoksi.

Tekemieni haastattelujen perusteella Skanskassa tuli ilmi, kuinka rakennuksen huolellinen suunnittelu käyttäjän tarpeisiin helpottaa luovutusvaiheen hallintaa. Huolellisesti suunnitellussa rakennuksessa LVI-suunnittelija pääsee laatimaan jo urakkalaskentakuviin hyvin tarkat tiedot, jolloin muutoksia tai lisäyksiä tulee rakentamisen aikana yleensä vähän. Kun pohjakuvat ovat kunnossa jo rakentamista aloittaessa, pystyy LVI-urakoitsija hallinnoimaan urakkaa huomattavasti paremmin. [16]

Taloudellisesti ajateltuna, kun LVI-urakoitsija laskuttaa lisä- ja muutostöistä esimerkiksi pääurakoitsijaa, täytyy kirjanpidon tehdyistä töistä olla jatkuvaa. Näin urakoitsijan on helpompaa laskea kuluneet tunnit ja materiaalit sekä tehdä niistä lisä- ja muutostyölaskutus.

4.6 Yhteensovitus

Taloteknisten töiden yhteensovitus rakennustöiden kanssa on huomioitava hankkeessa, sillä monet tehtävät vaativat toiselta osapuolelta tiettyjä vaatimuksia ennen kuin omia

työvaiheita päästään toteuttamaan. Taloteknisiä töitä on myös yhteensovitettava keskenään. Esimerkiksi LVI- ja sähköurakoitsijat joutuvat monesti yhteensovittamaan omia töitä keskenään muun muassa läpivienteihin liittyen. Yhteensovittamalla työtehtäviä pystyy jokainen määrittelemään oman työjärjestyksen, mikä selkeyttää työmaalla toimimista. Suunnittelun ja työjärjestyksen limitystä varten tehtävien riippuvuudet voi jakaa neljään ryhmään: loogiseen-, olosuhde-, tekniseen- ja resurssiriippuvuuteen.

Loogiset riippuvuudet ovat välttämättömiä riippuvuuksia, koska työtehtäviä ei ole mahdollista suorittaa kuin tietyssä järjestyksessä. Talotekniikkatöissä tällainen riippuvuus on esimerkiksi patteriasennustyössä, jossa lämpöjä ei voi pattereihin laittaa ennen kuin kaikki patterit on kytketty kyseisessä kerroksessa.

Olosuhderiippuvuudessa työtehtävää ei päästä välttämättä toteuttamaan, jos esimerkiksi väliaikaiset järjestelyt tai sääolosuhteet estävät työn tekemisen. Ilmanvaihtotyössä pölyisyys voi estää suojien poiston kanavapäätelaitteista, jotka puhaltavat tai imevät ilmaa.

Teknisissä riippuvuuksissa tekniikan käyttö voi estää toisen suorittamasta omia työvaiheitaan. Esimerkiksi muurari ei voi ummistaa tilaa, mikä estää taloteknisten töiden tarkastamisen ummistamisen jälkeen.

Resurssiriippuvuus tarkoittaa, että esimerkiksi työryhmälle on ennalta suunniteltu työjärjestys, jossa ryhmä siirtyy paikasta toiseen suunnitellun perässä ja on näin sidottu kyseisiin tehtäviin. Ryhmän kesken kehittyy riippuvuus, eikä ryhmää pystytä käyttämään työvoimana muualla. Tällainen on tyypillistä talotekniikkatöissä, kun työryhmä suorittaa urakkaa. Muiden kuin urakkaan kuuluvien työtehtävien hoitaminen voi täten olla hankalaa resurssipuutteen takia. Kun tehtäville saadaan määritettyä riippuvuudet, voidaan niistä laatia aikataulu. [8]

Työvaiheiden yhteensovittamisessa on tärkeää suunnitella vaiheet järkevästi. Esimerkiksi patterin kytkentä seinälle ei ole kannattavaa, jos seinä on maalaamatta. Patteri joudutaan ottamaan irti maalauksen ajaksi ja asentamaan uudelleen. Tämä tuottaa lisää työtä asentajalle ja hidastaa muita vaiheita.

4.7 Kokoukset

Kokouksia pidetään työmaalla koko rakennushankkeen ajan. Kokouksien tarkoitus on kerätä eri toimijat työmaalla yhteen ja sopia yhteisistä asioista sekä havainnoida ongelmat työmaalla. Kokouksista työmaakokous on virallinen, ja se pidetään tyypillisesti kerran kuukaudessa. Virallisen siitä tekee se, että siihen osallistuvat myös rakennuttaja, suunnittelijat ja valvojat muiden työmaahenkilöiden lisäksi. Urakoitsijakokous on toiseksi virallinen, ja siihen osallistuvat työmaan urakoitsijat ja vastaava työnjohtaja. Urakoitsijakouksia järjestetään yleensä kerran viikossa ja niissä sovitaan urakoitsijoiden väliset yhteiset asiat sekä informoidaan toisia jokaisen urakoitsijan käynnissä olevista ja tulevista työvaiheista sekä hankinnoista. Mestari- ja viikkopalaverit pidetään myös viikoittain, ja niihin ottavat osaa kaikki eri työvaiheiden mestarit työmaalla.

Talotekniikan sisäiset kokoukset korostuvat yhteensovitusta suunniteltaessa, ja silloin on järkevää järjestää risteilypalavereita talotekniikan kesken. Risteilypalavereissa tutkitaan linjojen kulkua ja suunnitellaan, mistä ja miten on järkevintä toteuttaa reitit. Tarkoituksena on perehtyä suunnittelijan tekemiin ratkaisuihin ja pohtia, pystytäänkö ne käytännössä toteuttamaan niin kuin on suunniteltu. Talotekniikan eri urakoitsijat pääsevät ehdottamaan omia mielipiteitään toteutuksen tavasta, ja samalla luodaan perusta tavalle toimia. Yhteensovittamalla keskinäiset vaiheet vältetään rakentamisen aikana ilmeneviltä ongelmilta, jolloin niiden ratkaisu on huomattavasti hinnakkaampaa kuin suunnitteluvaiheessa.

Kokouksiin on syytä valmistautua huolellisesti ja suunnitella etukäteen, mitä haluaa saada selville kokouksessa muilta osapuolilta. Lisäksi on tärkeää esimerkiksi laatia oma työvaiheilmoitus kokoukseen ja kirjata siihen asiat, jotka tuo esille kokouksessa. Näin asioiden läpikäynti on sujuvampaa ja ajan käyttö tehokasta.

4.8 Suunnitelmaristiriidat

Projektissa tulee vastaan tilanteita, joissa uusista suunnitelmista aiheutuu harmia luovutusvaiheeseen. Nopeasti ilmenevät suunnitelmamuutokset pahimmillaan laittavat koko aikataulun uuteen järjestykseen. Muutokset viimeistelyvaiheessa ovat yleisiä varsinkin toimitilarakentamisessa, sillä rakennuksen käyttäjät eivät välttämättä pääse

vaikuttamaan tilaratkaisuihin kuin vasta loppuvaiheessa. Loppuvaiheessa ilmenevät muutokset ovat riski rakennusliikkeelle rahallisesti ja vaarantavat luovutusvaiheen aikataulun.

Suunnitelmiin tulevat muutokset täytyy rakennusliikkeen aina laskea tarkasti ja miettiä, miten ne resursoidaan ja toteutetaan parhaan mukaan. Haluttuihin muutoksiin voi rakennusliikkeen olla vaikeaa saada työvoimaa kiireellisen aikataulun takia. Käytössä oleva työvoima on laskettu tarkasti ja sijoitettu viimeisiin työvaiheisiin, jolloin henkilöiden siirtäminen suunnitelmamuutoksista aiheutuvaan työtehtävään voi olla riski, sillä varsinaiset työvaiheet voivat myöhästyä tai jäädä kokonaan suorittamatta.

Kokouksien järjestäminen auttaa pääsemään parhaaseen lopputulokseen suunnitelma-
muutoksista aiheutuvan muutoksen tai lisäyksen toteutustavasta ja kustannukseen liittyvistä asioista. Lisäksi pystytään aikatauluttamaan, resursoimaan ja yhteensovittamaan muutoksien vaatimat tarpeet paremmin.

4.9 Dokumentointi

Dokumentoinnilla tässä tarkoitan eri LVI-urakkaan liittyvien pöytäkirjojen ja tietojen arkistointia. Nämä asiakirjat arkistoidaan hankekohtaisesti yleensä tilaajan määrittämiin paikkoihin, josta ne ovat käytettävissä hankkeen aikana ja sen päätyttyä. Pöytäkirjoilla varmistetaan rakennuksen laatu, sillä pöytäkirjat toimivat todistuksina muun muassa työtehtävien asianmukaisesta suorittamisesta. Näitä dokumentteja ovat esimerkiksi mitaus- ja säätöpöytäkirjat sekä asennustapatarkastukset. Myös huoltokirjamateriaalit ja tuotteiden kelpoisuustodistukset toimivat laadunvarmistajina. Luovutusvaiheen LVI-lopputarkastuksessa rakennusviranomaisen tarkistaa nämä pöytäkirjat ja hyväksyy ne suoritetuksi.

Hankkeella on yleensä käytössä projektipankki, joka toimii asiakirjojen arkistointipaikkana. Projektipankkiin on pääsy myös hankkeen toisilla osapuolilla, ja osapuolet voivat seurata hankkeen tilannetta sieltä. Esimerkiksi K6:n huoltokirjamateriaalin sai huoltoyhtiö käyttöönsä suoraan projektipankista.

Nykypäivänä pöytäkirjoja arkistoidaan myös paperikansioon ja rakennusliikkeen sisäisille verkkolevyille. Paperisesta kansioista viranomaisen on toistaiseksi helpointa tarkastaa dokumentit lopputarkastuksen yhteydessä. Dokumenttien arkistoinnin tekeminen materiaalihankintojen yhteydessä on järkevää, sillä yleensä laitetoimittaja pystyy toimittamaan dokumentit tilausten yhteydessä.

Dokumentin laatii urakoitsija, jota suoritettava tarkastus tai mittaus koskee, ellei sopimuksissa ole toisin ohjeistettu. Tämän urakoitsijan vastuulla on myös kutsua koolle tapahtumaa varten henkilöt, jotka osallistuvat tarkastukseen. Lisäksi urakoitsija hyväksyy pöytäkirjan allekirjoittaa sen ja vastaa tietojen oikeellisuudesta.

Dokumentissa mahdollisesti olevat kuvat tai videot tulee olla selkeästi paikannettavissa rakennuksesta, jotta mahdollinen tarkastaminen onnistuu vaivattomasti. Vastaanotto- ja osatarkastustilanteessa eri urakoitsijoilla täytyy olla sellainen edustaja paikalla, joka osaa käyttää laitteita tai järjestelmiä, joista dokumentit on laadittu. Hankkeen työvaiheita tarkastavat henkilöt, jotka on nimetty aloituskokouksessa tai rakennusluvassa hyväksyvät tarkastukset ja kuittaavat tiedon tarkastusasiakirjaan. [12]

4.10 Dokumentoinnin kehittäminen

Hyvän ja kattavan dokumentaation aikaansaamiseksi täytyy dokumentit laatia ajallaan ja oikeaoppisesti. Urakoitsijalle täytyy olla jo hankkeen aloitusvaiheessa selvää, mihin ja miten dokumentit arkistoidaan ja mitkä ovat vaatimukset.

Asennustapa- tai oman työn tarkastuksissa käytössä oleva paperinen pöytäkirja toimii Skanskassa monipuolisesti dokumenttina tarkastuksista. Paperiversiomallit ovat jokaiselle selkeitä ja käytössä kauan olleita tapoja dokumentoida asioita. Paperit täytetään joko työmaalla tai työmaatoimistossa tarkastuksen jälkeen ja ne arkistoidaan kansioon.

Laadunhallintaan painottuvien sähköisten mobiiliohjelmien yleisyys kasvaa työmailla, ja niitä otetaan yhä enemmän ja enemmän siellä käyttöön. Ohjelmien jalkauttaminen on hidasta, ja varsinkin vanhempi sukupolvi ei suhtaudu mobiiliohjelmiin niin innokkaasti. Ohjelmien tarjoamat mahdollisuudet dokumentaation helpottamiseksi ja parantamiseksi ovat suuret, ja mielestäni on tärkeää tuoda ohjelmat työmaan jokapäiväiseen käyttöön.

Mobiiliohjelmien käyttäminen vähentää merkittävästi paperin käyttöä työmaalla ja edistää ympäristöystävällisyyttä samalla.

Nykypäivänä melkein kaikilla on käytössä älypuhelimet työmaalla, joihin ohjelmien muun muassa Congridin lataaminen onnistuu. Ohjelman jalkauttamista varten tulisi työnjohtajille järjestää koulutuksia käyttöönotettavasta ohjelmasta. Työnjohtajista muutamalle tai edes yhdelle tulisi luoda mahdollisuus perehtyä ohjelmiin perusteellisesti, minkä jälkeen opettaminen muille työnjohtajille onnistuisi helpommin. Kouluttamiseen tulisi varata riittävästi aikaa työmaan aikataulusta. [16]

5 Loppuvaiheen työt

5.1 Oman työn tarkastukset

Talotekniikan itselleluovutukset eli oman työn tarkastukset tarkoittavat rakentamisen aikana toteutettavaa asennustapa- ja laitetarkastusta sekä luovutusvaiheessa tehtävää virhe- ja puutelistan laatimista. Tarkastuksilla pyritään varmistamaan, että asennukset ja vaatimukset tuotteiden osalta ovat suunniteltujen ja vaatimuksien mukaisia. Oman työn tarkastukset ovat edeltävä työvaihe urakoitsijoiden välisistä toimintakokeista, joissa talotekniset järjestelmät testataan. Tarkastuksilla saavutetaan merkittävä hyöty taloudellisesti, kun virheet huomataan ennen rakennuksen luovuttamista käyttäjälle.

Tyypillisesti virhe- ja puutelistan laatii työnjohtaja, joka tekemällään kierroksella työmaalla kirjaa huomiot joko sähköiseen järjestelmään tai tekee paperiversion huomioista. Virheiden, puutteiden sekä muiden huomioiden kirjaaminen sähköiseen järjestelmään, kuten BIM360 Fieldiin tai Congridiin, on paljon vaivattomampaa kuin paperille tehtynä.

K6-projektissa käytössä oli BIM360 Field -ohjelma, jonne huomiot kirjattiin ja olivat jokaisen nähtävillä. Huomioiden päivittyminen reaaliajassa järjestelmään nopeutti urakoitsijaa saamaan tiedon, ja täten huomioihin pystyttiin reagoimaan nopeammin. Luovutusvaiheessa ohjelman käyttö korostui, kun alettiin laatia vipulistoja. Ohjelmasta oli paljon apua, kun kaikki tieto löytyi reaaliajassa yhdestä paikasta. [8]

Urakoitsijan oman työn tarkastuksille on varattava tarpeeksi aikaa aikataulusta. Parhaimpaan lopputulokseen päästään, kun urakoitsija suorittaa oman työn tarkastuksen heti kun mahdollista. Näin tarkastuksia suoritettaisiin tasaisen väliajoin, eivätkä kaikki tarkastukset pääsisi kerääntymään loppuvaiheeseen suoritettavaksi. Kun oman työn tarkastukset suoritetaan ajoissa, päästään virhe- ja puutelistoja laatimaan aikaisemmin. Tällöin puutteiden korjaamiselle jää enemmän aikaa aikataulussa.

5.2 Vesi- ja ilmavirtojen säätö- ja mittaustyö

Säätö- ja mittaustyöt suoritetaan virallisten toimintakokeiden jälkeen. Tavoitteena on saada vesi- ja ilmajärjestelmien virtausarvot suunnitelmien mukaisiin arvoihin. Urakoitsija tyypillisesti hankkii säätömiehen, jolla on tarvittavat mittaus- ja säätölaitteet, ja laatii työstä pöytäkirjat, joista ilmenevät mitatut tai säädetyt sekä suunnitellut arvot. Vaatimuksena on, että kaikki asennukset on saatu tehtyä, jotta säädöt voidaan aloittaa. Erityisesti tilojen pitää olla pölystä ja muusta liasta puhtaat, jotta ilmanvaihtoventtiilit eivät pääse imemään likaa kanavistoon.

Suljetut vesivirtojen kiertopiirit säädetään LVI-suunnitelmien ilmoittaman venttiilin säätöarvon mukaisesti. Lämmitysjärjestelmän säätäminen vaatii ulkolämpötilan olevan tarpeeksi kylmä, jolloin korjaukset säätöarvoihin joudutaan yleensä tekemään, jotta haluttu sisäilmalämpötila saavutetaan.

Käyttövesijärjestelmien hanakohtaiset vesivirrat mitataan jokaisesta hanasta erikseen yleensä vesimittauskupin avulla, josta todetaan hanan vesivirta. Tulokset kirjataan mittauspöytäkirjaan, josta on nähtävillä myös suurin sallittu vesivirta. Nykypäivänä useat hanat ovat valmiiksi rajoitettu vettä säästäviksi ympäristöystävällisyyden vuoksi. Rajoituksen ansiosta on vesivirta sen verran pieni, että se pysyy halutulla virtausalueella ilman erillisiä toimenpiteitä.

Ilmanvaihdon säädössä rakennuksen ovien ja ikkunoiden täytyy olla suljettu paine-erojen tasaamiseksi. Kun ilmanvaihto mittaus- ja säätötyöt on aloitettu, ei rakennuksessa saa tehdä enää pölyävää työtä ollenkaan. Pölyn ja lian joutuminen IV-kanavistoon estää toimintakokeiden aloittamisen ja silloin kanavat joudutaan puhdistamaan. Kun tulo- ja poistoventtiileistä saadaan haluttu ilmamäärä, säädetään päätelaitteiden virtaussuuttimet vielä haluttuun asentoon. [11]

5.3 Toimintakokeet

Toimintakokeiden tarkoituksena on varmentaa kaikkien rakennuksen laitteiden toimivan niin kuin on suunniteltu. Kokeet toimivat urakoitsijoiden itselleluovutustoimenpiteenä, jossa laitteet koekäytetään itsenäisesti sekä keskenään. Rakennushankkeen virallisia

toimintakokeita johtavat rakennuttajan edustajat eli valvojat yhdessä urakoitsijoiden kanssa.

Toimintakokeissa asetusarvoja muuttamalla sekä venttiilien sulkemisella todetaan järjestelmien reagoivan halutulla tavalla. Tyypillisimpiä testattavia laitteita ovat esimerkiksi pumput ja niiden pyörimissuunnat, jäätymissuojat, lämpötilahälytykset ja tehostustoiminnot. Pääkuvassa toimintakokeissa on automaatiourakoitsija, joka valvomonäytöltä seuraa tilanteiden kehittymistä ja arvojen palautumisen takaisin oletusarvoihin.

Ennen toimintakokeiden aloittamista on rakennuttajan johdolla hyväksyttävä toimintakoesuunnitelma, joka laaditaan toimintatarkastussuunnitelman yhteydessä. Toimintakokeiden laajuus on kohdekohtaista, mutta yleensä jos urakoitsijoiden puutteiden määrän on todettu olevan vähäinen ja rakentamisen aikana laaditut dokumentit ovat riittäviä, satunnainen tarkastaminen riittää. Jos toimintakokeissa tulee ilmi epäkohtia, on valvojalla oikeus puuttua asiaan ja määrätä kokeet toteutettavaksi yksilöitynä ja toimintokohtaisina. Epäkohdista tulee myös informoida tilaajaa ja suunnittelijaa välittömästi. [12]

5.4 Urakan päättäminen

Ennen rakennuksen luovuttamista käyttäjälle urakoitsijat pitävät käyttökoulutuksen rakennuksen sisältävistä talotekniikkajärjestelmistä ja huonelaitteista. Koulutus voidaan toteuttaa useammassa osassa, jos taloteknisiä järjestelmiä on paljon, ja se suunnataan pääasiassa kiinteistön huoltoyhtiölle. Rakennuttaja laatii yhteistyössä urakoitsijoiden kanssa suunnitelman siitä, mitä koulutuksessa tullaan opastamaan. Suositeltavaa on suunnittelijoiden antavan koulutuksen järjestelmien suunnittelusta toimivuudesta ja urakoitsijoiden laitteiden huolto- ja käyttöohjeista. Käyttöönottokoulutuksen suunnitelma laaditaan yhdessä toimintakoesuunnitelman kanssa ja se hyväksytetään ennen toimintakokeen valmistumista. Käytönopastuksen jälkeen huoltoyhtiön edustajat kuittaavat opastuksen pidetyksi. [12]

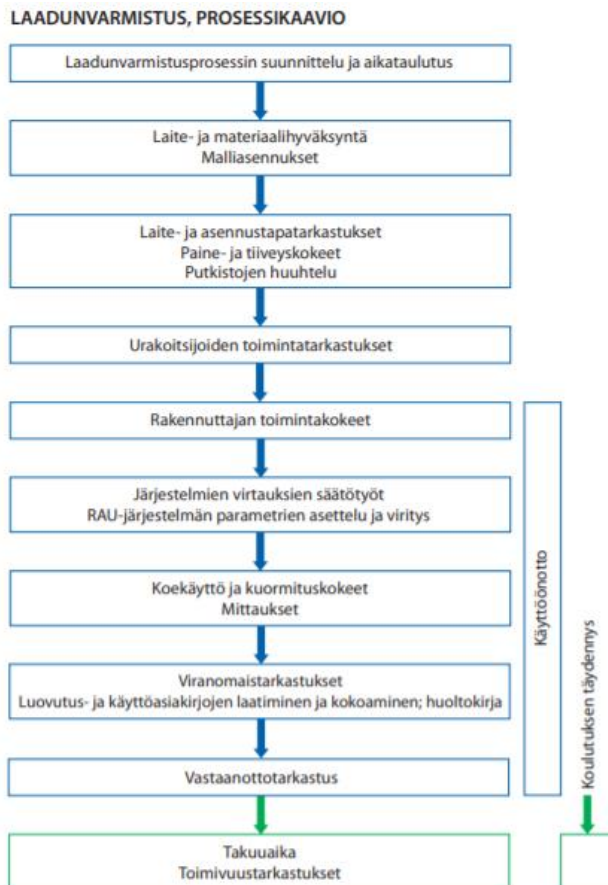
Viimeinen vaihe on vastaanottotarkastus, ennen kuin tilaaja vastaanottaa rakennuksen. Tyypillisesti vastaanottotarkastuksessa kokoontuvat samat henkilöt kuin työmaakokouksessa. Kaikkien hankkeen sopimusasiakirjojen, laadunvarmistusasiakirjojen sekä tarkastuspöytäkirjojen täytyy olla hyväksytyt ja dokumentoitu, jotta kohde voidaan

luovuttaa. Vastaanottotarkastuksessa urakoitsija luovuttaa työsuorituksen tilaajalle, minkä jälkeen alkaa rakennuksen takuu-aika ja ylläpitovaihe.

6 Laadun- ja riskien hallinta

6.1 Prosessi

Laadunvarmistusta toteutetaan, jotta rakennus täyttää suunnitellun toimivuuden sekä vaatimus- ja laatutason. Tarkoituksena on karsia luovutuksen jälkeen käytäviä selvityksiä ja takuutöitä, joihin usein joudutaan käyttämään merkittävä määrä rahaa. Laadun- ja riskien hallinta edellyttää jokaisen osapuolen suorittamaa jatkuvaa ja järjestelmällistä laadun tarkkailua. Laaduntarkkailulla on suuri merkitys luovutusvaiheeseen, sillä juuri rakennushankkeen loppuvaiheessa laatu- ja virheongelmat tulevat parhaiten esille. TATE-järjestelmien laadunvarmistusprosessin eri vaiheet esitellään laadunvarmistuksen- ja vastaanottomenettelyn RT-kortin prosessikuvauksessa. Kuva 6 selventää vaiheiden kulkua prosessissa. [12]



Kuva 6. Talotekniikan laadunvarmistusprosessi RT-kortin mukaan [12]

6.2 Laite- ja materiaalihyväksynät

Laadunvarmistusprosessin alussa urakoitsijan tehtävänä on hyväksyttää asennuksissa käytettävät materiaalit ja laitteet rakennuttajalla. Hyväksyntöjen tarkoituksena on varmistaa, että urakoitsijan valitsemit tuotteet täyttävät suunnitellut vaatimukset. LVI-urakoitsijan tehtävänä on koota lista käyttämistään tuotteista ja lähettää se valvojalle sekä suunnittelijalle ennen asennustöiden alkamista. Mitään asennustöitä ei saa aloittaa työmaalla ennen listan hyväksyntää.

Joissakin tilanteissa urakoitsija voi joutua käyttämään suunnitelmista poikkeavaa tuotetta. Tämänkaltaisia tilanteita voi ilmetä, jos esimerkiksi suunniteltua tuotetta ei saa enää markkinoilta tai jos vastaavan tuotteen pystyisi hankkimaan edullisemmin. Ennen uuden tuotteen ottamista käyttöön urakoitsijan on hyväksytettävä uusi tuote rakennuttajalla, joka pyytää suunnittelijaa varmistamaan tuotteen olevan määräyksien ja vaatimusten mukainen. [12]

Sen lisäksi, että rakennuttaja tai tilaaja hyväksyy urakoitsijan ehdottamat tuotteet, on tuotteiden täytettävä rakennustuotteille suunnatut vaatimukset. Tuotteiden vaatimuksia ovat esimerkiksi CE-merkintä tai suoritustasoilmoitus. CE-merkintä on Euroopan unionissa kaikille jäsenmaille pakollinen, jos tuote on myynnissä ja sille on olemassa harmonisoitu tuotestandardi ja sen siirtymäaika on päättynyt. CE-merkintöjä tuotteille myöntää VTT Expert Services Oy.

Suoritustasoilmoitus DoP on määrämuotoinen todistus kelpoisuudesta, ja vastaa CE-merkinnän kelpoisuutta. Suoritustasoilmoitusta voi hakea tuotteelle silloin, kun sillä ei ole vielä hyväksyntää. Rakennustuotteita tilatessa on hyvä pyytää samalla toimittajalta kelpoisuusdokumentit, sillä ne voi joutua esittämään esimerkiksi viranomaiselle tarkastuksissa. [15]

6.3 Asennustapatarkastukset

LVI-urakoitsija järjestää asennustapatarkastuksia työmaalla itse suunnittelemansa laadunvarmistussuunnitelman mukaisesti. Tarkoituksena on hyväksyttää asennustapa työmaalla ja varmistua tuotteiden olevan vaatimustenmukaisia. Ideana on, että työvaiheen

asennustapaa pystytään turvallisesti kopioimaan rakentamisen edetessä. Näin vältetään laatu- ja asennusvirheitä tuotannon aikana ja ehkäistään ongelmien synty myöhemässä vaiheessa, jolloin niiden korjaaminen maksaa huomattavasti enemmän. Urakoitsija laatii tarkastuksesta dokumentin, jonka muut osapuolet allekirjoittavat.

Urakoitsijan tehtävä on kutsua tarkastukseen osallistuvat henkilöt paikalle ja ilmoittaa heille, koska tarkastus voidaan suorittaa. Rakennuttajan edustajan läsnäolo on pakollinen tarkastuksessa. Rakennusvalvontaviranomainen määrittää aloituskokouksen yhteydessä ne tarkastukset, joihin hän aikoo osallistua. Kuva 7 havainnollistaa Skanskan käyttämää pöytäkirjapohjaa asennustapatarkastuksissa. Pöytäkirja täytetään tarkastuksen yhteydessä. [12]

SKANSKA		SKANSKA TALONRAKENNUS OY		TARKASTUSMUISTIO	
		TALOTEKNIikka			
Kohde:			Pvm:		
Läsnä:					
Tarkastuksesta ilmoitettu:					
VIEMÄRIT:			PUTKIERISTYKSET:		
<input type="checkbox"/>	Ulkopuoliset viemärit		<input type="checkbox"/>	Johdot rakennuksen alla	
<input type="checkbox"/>	Erottimet, pumppaamot		<input type="checkbox"/>	Pohjakerrosten runkojohdot	
<input type="checkbox"/>	Pohjaviemärit, väestönsuojan viemäri		<input type="checkbox"/>	Pystynousut	
<input type="checkbox"/>	Pohjakerrosten viemärit		<input type="checkbox"/>	Kerroshajotukset	
<input type="checkbox"/>	Pystyviemärit, tuuletusviemärit		<input type="checkbox"/>	Tuuletusviemärit	
<input type="checkbox"/>	Kerroshajotukset		<input type="checkbox"/>	Lämmönjakohuone	
<input type="checkbox"/>	Jäähdytysputkistot		<input type="checkbox"/>	Jäähdytysputkistot	
VESTIJOHDOT, KALUSTUS:			ILMANVAIHTO:		
<input type="checkbox"/>	Paineenalennus / korotus, virtaamien säätö		<input type="checkbox"/>	Varastointi, suojaus	
<input type="checkbox"/>	Ulkopuoliset elementit, johdot rakennuksen alla		<input type="checkbox"/>	Kanavien asennus, palopellit, puhdistusluukut	
<input type="checkbox"/>	Pohjakerrosten runkojohdot		<input type="checkbox"/>	Laatikat, kammiot	
<input type="checkbox"/>	Pystylinjat		<input type="checkbox"/>	Imurit, puhaltimet	
<input type="checkbox"/>	Kerroshajotukset		<input type="checkbox"/>	IV-konehuoneet	
<input type="checkbox"/>	Painekokeet _____ kPa _____ h, huuhtelu		<input type="checkbox"/>	Tiiviyskokeet, ks. erilliset pöytäkirjat	
<input type="checkbox"/>	Kalustus		<input type="checkbox"/>	Kanavien eristykset	
LÄMPÖ:			<input type="checkbox"/>	Pääte-elimet, liesikuvut, huuvat	
<input type="checkbox"/>	Ulkopuoliset elementit		<input type="checkbox"/>	Palkit ja kierrätysilmajäähdyttimet	
<input type="checkbox"/>	Lämpöjohdot		MUUT TARKASTUKSET:		
<input type="checkbox"/>	Patterit, lattialämmitysputkisto		<input type="checkbox"/>	Malli- / asennustapatarkastus _____ kpl	
<input type="checkbox"/>	Painekokeet _____ kPa _____ h, huuhtelu		<input type="checkbox"/>	Asennustarkastukset SU	
<input type="checkbox"/>	Siirrin, lämmönjakohuone		<input type="checkbox"/>	Käyttöönotto- ja varmennustarkastukset SU	
JÄÄHDYTYS:			<input type="checkbox"/>	Itselleluovutus PU / IU / SU	
<input type="checkbox"/>	Runkojohdot		<input type="checkbox"/>	Liite _____ kpl	
<input type="checkbox"/>	Palkit ja kierrätysilmajäähdyttimet				
<input type="checkbox"/>	Jäähdytyskoneet				
Tarkastukseen liittyvät tarkennukset ja huomautukset:					
Todetut virheet ja puutteet:					
[] jatkuu kääntöpuolella ->					
<input type="checkbox"/> Tarkastus hyväksytään, virheet ja puutteet korjataan pvm _____ mennessä.					
LVI-valvojan kuittaus:			Vastuuhenkilön allekirjoitus:		
Korjauksesta vastaa:			Korjattu, pvm ja vastuuhenkilön allekirjoitus:		

Kuva 7. Asennustapatarkastusmuistio (OneSkanska 2019)

Kyseinen asennustapata tarkastusmuistio on yksikertainen ja helppo täyttää sekä pitää mukana työmaakerroksilla. Lomake kattaa LVI-töiden tarkastukset rasti ruutuun -periaatteella ja muutamalla täsmentävällä lisätietojärjestelmällä. Tarkastuksesta kattavamman ja tarkemman voisi tehdä lisäämällä tarkastuslomakkeen lisäksi kuvia tarkastuksesta ja dokumentoimalla ne lomakkeen kanssa. Lomakkeeseen liitetyt kuvat selventäisivät tehtyä tarkastusta.

6.4 Laadunhallinnan työkalut

6.4.1 BIM-360 Field

BIM-360 Field on mobiiliohjelma, jolla suoritetaan rakentamisaikaista digitaalista dokumentointia. Ohjelman avulla pystytään parantamaan laadunhallintaa ja yhteistyötä työmaalla. Yksi hienoimmista ominaisuuksista on havaintojen tekeminen ja merkkäminen suoraan pohjakuvaan ja kohdistaminen ne tietyille henkilölle tai yritykselle. Osapuolet, joille huomiot kohdistetaan, saavat tiedon välittömästi omaan mobiililaitteeseensa, johon BIM on ladattu.

Huomiota tehtäessä avautuu tekstikenttiä, joihin yksityiskohdat lisätään. Tekstikenttiin pystyy kirjoittamaan hyvin yksityiskohtaisesti tiedot, eikä siitä täten pitäisi jäädä epäselvyyksiä sille osapuolelle, jota huomio koskee. Myös muut osapuolet näkevät kirjatun huomion Issues-välilehdellä. Ohjelman pystyy lataamaan tietokoneelle tai lapaan ilmaiseksi, mutta ohjelman käyttäminen vaatii henkilökohtaiset käyttöoikeudet.

Luovutusvaiheessa ohjelman käyttäminen nopeuttaa LVI-urakoitsijan oman työn tarkastuksia ja virhe- ja puutelistojen läpikäyntiä. Etusivulla Issues-välilehdellä urakoitsija pystyy suodattamaan tiedoista sille suunnatut huomiot näkyville. Issues on BIM-360 Fieldin ensimmäinen välilehti ja kaikkein oleellisin huomioiden osalta. Avaamalla huomion urakoitsijalle selviää huomion tekijä, päivämäärä, vastuuhenkilö, sijainti ja mahdollinen liitetty kuva. Kuvan lisääminen huomioon on usein tarpeellista, sillä BIM:ssä on käytössä ARK-pohjakuvat, joista talotekniikan huomiot voi olla vaikeaa paikallistaa. Talotekniikkaurakoitsijaa helpottaisi, jos omien lajien pohjakuvat olisivat käytössä BIM:ssä huomioiden tekemiseen. Kyseisen aselajin pohjakuvaa käyttämällä ohjelmassa huomioiden yksityiskohdat ovat helpommin havaittavissa ja paikallistettavissa. Kun huomio kuitataan

suoritetuksi muuttamalla avoin tila suoritetuksi, tulee tieto ohjelman synkronoinnin jälkeen näkyville myös muille osapuolille. Synkronointi onnistuu yhdellä painalluksella ohjelman alavalikosta.

Ohjelmasta tehokkaan tekee rakennusten pohjakuvien näkymä, joka helpottaa havaintojen tekemistä. Havaintoa tehdessä ovat valittavana eri tyypit, esimerkiksi virhe tai puute, laadunvarmistus tai oman työn tarkastus. Tyypin valittua aukeavat siihen liittyvät kentät, joiden täyttäminen työmaalla onnistuu helposti. [13]

6.4.2 Congrid

Projektin laadunhallinnassa sekä dokumentoinnissa Congrid-sovelluksen käyttö helpottaa tarkastuksia ja havaintojen tekemistä työmaalla. Congrid on mobiilisovellus, jonka pystyy lataamaan esimerkiksi puhelimeen. Congridiin luodaan projektikohtaisesti tiedot, eikä saman projektin tietoja pystytä hyödyntämään toisissa projekteissa. Käyttäjäkohtaiset oikeudet vaativat maksullisen lisenssin ohjelmaan. Älypuhelimelle saatava ohjelma tekee siitä paremman kuin BIM-360 Field, sillä työmaalla vain harvoilla on käytössä Ipadit.

Ohjelman käytetyimpiä ominaisuuksia lienee havaintojen, osatarkastuksien ja virhe- ja puutelistan laatiminen järjestelmään. Tarkastuksissa ohjelmasta pystytään valitsemaan yksityiskohtaisesti rakennus, kerros, huoneisto ja kyseinen huone tai tila, josta tarkastus tai katselmus laaditaan. Tarkastukselle tai havainnolle asetetaan vastuuhenkilö suorittamaan tehtävät ja lisäksi voidaan tehtävälle asettaa henkilö, joka hyväksyy suorituksen.

Congridin käytöstä helpon tekevät sen selkeät ja yksinkertaiset valintaruudut. Ohjelmassa ensimmäiseksi valitaan projekti, jonne huomiot halutaan tehdä. Sen jälkeen valitaan toimenpide. Laatutarkastus, havainnot, valokuvat, tehtävälister ja dokumentit & suunnitelmat ovat toimenpiteitä ja valittavissa etusivulla. Valitsemalla toimenpiteen pääsee kätevästi valitsemaan tarkemmat rajaukset ja luomaan kirjauksen. Lisäksi myös kuvahavainnot onnistuvat tällä ohjelmalla. [14]

7 Yhteenveto

Luovutusvaiheen hallintaa suunniteltaessa ja toteuttaessa on kiinnitettävä huomiota koko hankkeen hallintaan. Luovutusvaihe koostuu monista eri työvaiheista ja niiden aikatauluttamisesta. Niinpä hallintaan täytyy järjestää tarpeeksi aikaa ja resursseja.

Perehdyin tässä työssä luovutusvaiheen hallintamenetelmiin ja loppuvaiheen töihin, joista keskityin dokumentaatioon erityisesti. Dokumentaatiossa koen olevan kehitettävää merkittävästi, sillä sähköisesti toteutettava dokumentointi yleistyy työmaalla.

Kohteen luovuttaminen käyttäjälle on vain urakan loppuhuipentuma, ja sen jälkeen alkaa rakennuksen ylläpitovaihe. Onnistuneen luovutuksen edellytyksenä on kaikkien osapuolien onnistuminen ja pysyminen yhdessä suunnitellussa aikataulussa. Hallintamenetelmät luovutusvaiheessa, esimerkiksi aikataulut, yhteensovitus ja kokoukset, ovat asioita, joiden oikeaoppisella toteutuksella selvittäään luovutusvaiheesta onnistuneesti. Hallintamenetelmiä tukemassa on koko rakentamisen aikana toteutettu laadunvarmistus, jonka avulla epäkohdilta vältytään loppuvaiheessa.

Tämän työn tarkoituksena oli käsitellä ja kehittää luovutusvaiheeseen liittyen käytössä olevia menetelmiä. Luovutusvaiheen kulkua on tarkasteltu LVI-urakoitsijan näkökulmasta. Tarkoituksena on, että tätä opinnäytetyötä pystytään hyödyntämään muistilistana LVI-urakan projektinhallinnassa jatkossa. Työ palvelee myös itseäni tulevilla projekteilla.

Lähteet

- 1 Me olemme Skanska Suomi. 2019. Verkkoaineisto. Skanska. <https://one.skanska.com/fi-fi/my-unit/organizational-units/skanska-suomi/Me-olemme-Skanska-Suomi/>. Luettu 22.11.2019
- 2 Kaikukatu 6. 2019. Verkkoaineisto. Skanska. <https://one.skanska.com/displayproject/?pid=7369&plang=fi-fi> Luettu 22.11.2019
- 3 Kattosäteilylämmitys- ja jäähdytys. 2019. Verkkoaineisto. Itula Oy. <https://www.itula.fi/fi/tuotteet-ja-jarjestelmat/kattosateilylammitys-ja-jaahdytys/> Luettu 22.11.2019
- 4 Mustonen, Riikka. 2017. LEED-ympäristösertifikaatin vaikutus rakentamiseen. Insinööriyö. Savonia-Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 5 Äystö Hannu, 2015. Urakkamuodot ja valvonta. Luentokalvo. Valvojakurssi
- 6 Talonrakennushankkeen kulku, toteutusmuodot. 2016. RT 10-11223. Rakennustieto Oy.
- 7 Aikataulukirja. 2016 Ratu KI-6028. Rakennustieto Oy
- 8 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. 2017. Ratu KI-6031. Rakennustieto Oy
- 9 Rakennusalan yleiset sopimusehdot YSE. 1998 Helsinki: Rakennustieto Oy
- 10 Rakennushankkeen kustannushallinta. 2018. Ratu KI-6033. Rakennustieto Oy
- 11 Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. Tehtävät ja dokumentointi. 2018. RT 10-11302. Rakennustieto Oy
- 12 Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. Prosessikuvaus. 2018. RT 10-11301. Rakennustieto Oy
- 13 BIM 360 Field käyttöoppaat. Verkkoaineisto. Autodesk. <https://knowledge.autodesk.com/support/bim-360-field> Luettu 6.12.2019
- 14 Congridin kotisivut. Verkkoaineisto. Congrid Oy. <http://www.congrid.fi/> Luettu 6.12.2019

- 15 Rakennustuotteiden CE-merkintä ja muut tuotehyväksyntämenettelyt. 2013. RT20-11125. Rakennustieto Oy
- 16 Suunnitelmaongelmat ja niiden kehittäminen. 2019. Skanska Talonrakennus Oy:n sisäiset haastattelut