



Topi Martikainen

LVI-projektin seurantatyökalu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

30.3.2022

Tiivistelmä

Tekijä: Topi Martikainen
Otsikko: LVI-projektin seurantatyökalu
Sivumäärä: 34 sivua
Aika: 30.3.2022

Tutkinto: insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: talotekniikka
Ammatillinen pääaine: LVI-urakointi
Ohjaajat: toimitusjohtaja Janne Ralli
tutkintovastaava Markku Leino

Työn aiheena oli luoda LVI-projektin seurantatyökalu. Työkalu tehtiin Excel-pohjalle. Raportissa käydään läpi LVI-projektin eri vaiheet ja eteneminen projektin alusta loppuun. Työn edetessä työkaluun luotiin useita välilehtiä helpottamaan LVI-projektin seurantaa ja organisointia. Excel-pohja luotiin hyödyntäen toiminnanohjausjärjestelmä Admicomista saatavaa informaatiota.

LVI-projektin eri vaiheita ja suoritustapoja tutkittiin eri lähteiden ja kokemuksen kautta. Raportin alussa kerrotaan työkalun idean synty, minkä jälkeen kerrotaan toiminnanohjausjärjestelmä Admicomista. Tämän jälkeen käsitellään LVI-projektin kulua ja sen eri vaiheita, aina tarjousvaiheesta takuu-aikaan asti. Lopussa käydään Excelin sisältö karkeasti läpi.

Työn tuloksena syntyi LVI-projektin seurantatyökalu Exceliin. Työkalulla pystytään aikatauluttamaan työvaiheita, seuraamaan asentajatunteja sekä suorittamaan oman työn laadunvalvontaa. Excel-työkalu ei ole tämän työn liitteenä eikä julkaistu yrityksen ulkopuolelle.

Työkalua on helppo muokata ja kehittää. Riippuen projektista, jossa työkalua käytetään, Excel-pohja on muokattavissa tarpeen mukaan.

Avainsanat: projektin seuranta, LVI, Excel, Excel-työkalu

Abstract

Author: Topi Martikainen
Title: HVAC Project Management Tool
Number of Pages: 34 pages
Date: 16 January 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Building Services Engineering
Professional Major: HVAC Contracting
Supervisors: Markku Leino, Head of Degree Program
Janne Ralli, CEO

The aim of the final year project was to create a HVAC project management tool. The tool was created with the Excel spreadsheet programme. The thesis reviewed the phases of a HVAC project and its progress from the beginning to the end. As the bachelor's thesis progressed, several tabs were created to the Excel tool to facilitate the monitoring and management of a HVAC project. The Excel tool was created utilizing information from the enterprise resource planning system Admicom.

The phases and execution methods of a HVAC project were studied through different sources and experiences. As a result of the bachelor's thesis, a management tool for HVAC projects was created. The tool can be used to schedule work stages, monitor installer hours and perform quality control of the work. The tool was not published outside the company.

The customizability and developability of the tool are good. The HVAC management tool can be modified for various projects as needed. The management tool achieved its goals and works as desired.

Keywords: project management, HVAC, Excel, management tool

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	LVI-projektin seurantatyökalun idea	2
3	Admicom	2
4	LVI-projektin eteneminen	4
4.1	Tarjouslaskenta	4
4.1.1	Urakkamuodot	4
4.1.2	Tarjouslaskennan eteneminen	5
4.2	Toteutus	7
4.2.1	Työmaan eteneminen asennusvaiheeseen	7
4.2.2	Aikatauluseuranta	8
4.2.3	Kustannusten hallinta	13
4.2.4	Muutos- ja lisätyöt	17
4.3	Laadunvarmistus	19
4.3.1	Yleistä	19
4.3.2	Painekokeet	22
4.3.3	Putkistojen huuhtelu	23
4.3.4	Konekytkentöjen tarkastukset	24
4.4	Luovutusvaihe	26
4.5	Takuuaika	27
5	LVI-projektin seurantatyökalu	28
6	Yhteenveto	32
	Lähteet	33

Lyhenteet

- Littera: Litteralla voidaan tarkoittaa useampaa asiaa. Raportissa se tarkoittaa projektin osakohteita ja työtehtäviä.
- Massa: Massa-käsitteellä tarkoitetaan tiettyjen materiaalien määrää.
- TATE: Talotekniikka, sisältää rakennuksen sähkö-, vesi ja viemäri-, lämmitys / jäähdytys- ja ilmastointitekniikan
- TKHJ: Tietokannan hallintajärjestelmä. Ohjelmisto tiedon tehokkaan hakemisen, säilyttämisen ja päivittämisen toteuttamiseksi.
- Ventat: Venttatunneilla tarkoitetaan ajanjaksoa, jolloin aikataulun mukaisia töitä ei pystytä suorittamaan.

1 Johdanto

Tässä työssä käydään läpi rakennusprojektin etenemistä ja sen seuranta LVI-urakoitsijan näkökulmasta. Osa työssä kerrottavista asioista on yleisesti rakennusurakointia koskevia asioita. Projektin tavoitteena oli luoda LVI-projektin seuranta työkalu. Työkalun tarkoituksena on toimia LVI-projektin organisointia ja seuranta helpottavana työkaluna. Raportin alussa tullaan käymään aluksi työkalun perusta sekä toiminnanohjaustyökalu Admicomin esittely. Tämän jälkeen käydään LVI-projektin eteneminen urakkatarjousvaiheesta takuuajasta asti. Työkaluun poimittiin LVI-projektin seurannan ja organisoinnin kannalta tärkeitä asioita. Työkalupohja luotiin toiminnanohjausjärjestelmä Admicomista saatavan informaation rinnalle. Admicomin tarjoamia työkaluja käsitellään raportin alussa. Työkalua ei julkaistu yrityksen ulkopuolelle, eikä sitä ole tämän työn liitteenä. Työkalun sisältöä ei käydä myöskään yksityiskohtaisesti läpi tässä työssä. Raportin lopussa yhteenvedon alla on karkea koonti työkalun sisällöstä.

Työ on tehty Boctok Oy:lle, joka on vuonna 1992 perustettu talotekniikka-alan yritys, joka tarjoaa LVIS-palveluita. Keravalta kotoisin oleva yritys on erikoistunut suurempien kohteiden LVIS-kokonaisuuksiin kuten kouluihin, logistiikkakeskuksiin sekä sairaaloihin. Alkuun yrityksen toiminta keskittyi Venäjälle. Venäjällä tehtyjä urakoita oli mm. Moskovassa sijaitseva Mcdonald's-ketjun pääkonttori ja Mulino-niminen kasarmiprojekti. Vuonna 1998 Venäjän valuutan romahdettua yrityksen projektit painottuivat Suomeen. Ensimmäinen projekti Suomessa valmistui syksyllä 2001. Suomeen siirtymisen jälkeen yritys on ollut mukana useassa isossa projektissa kuten Lidlin logistiikkakeskus, Länsiterminaali Hki-Vantaa ja Lapland Hotels Bulevardi 28. [1.]

Vuonna 2021 Boctok Oy:llä on ollut omaa henkilöstä noin 30 henkilöä. Yritys käyttää myös aliurakoitsijoita. Vuoden 2020 liikevaihto oli 7,4 miljoonaa euroa. [2.] Kuvassa 1 on yrityksen logo.



Kuva 1. Yrityksen logo.

2 LVI-projektin seurantatyökalun idea

Idea projektinseurantatyökalulle heräsi tarpeesta parantaa työnjohdon tietoisuutta projektin etenemisestä. Työkalua lähdettiin luomaan työmaalla toimivan työnjohdon näkökulmasta, sen käyttöön. Olennaisia asioita, joista LVI-urakoitsijan työnjohdon tulee olla tietoisia projektin edetessä, ovat aikataulu, valmiusprosentti, asentajavahvuus, revisiomuutokset ja itselleluovutukset. Näiden olennaisten asioiden pohjalta lähdettiin luomaan työkalua, jolla pystyisi seuraamaan kaikkia kyseisiä asioita. Kaiken ollessa samassa tiedostossa vältetään näiden tärkeiden tietojen katoamiselta kansiorakenteisiin. On myös epätodennäköisempää unohtaa olennaisten tapahtumien kirjaaminen, kun eri osa-alueet ovat samassa Excel-pohjassa.

3 Admicom

Admicomista saatava data otettiin huomioon seurantatyökalua luodessa. Samojen tietojen kerääminen kahdella työkalulla olisi hyödytöntä. Admicomin tarjoaa kolme erilaista toiminnanohjaustyökalua. Nämä kolme Admicomin tarjoamaa tuotetta ovat Adminet, Adminet Lite ja Tocoman. Jokaisen tuotteen tarjoamat työkalut ovat räätälöitävissä yrityksen omiin tarpeisiin. Adminet Lite on suunnattu rakentamisen ja talotekniikan alojen pienyrityksille, ja sen työkalut ovat hieman suppeammat. [3.]

Tocoman on Admicomin kanssa yhdistynyt oma ohjelmistonsa. Tocoman mahdollistaa koko projektin seurannan. Ohjelman kautta pystytään seuraamaan esimerkiksi projektin aikataulua. Ohjelma arvioi myös tulevien kustannusten määrää. Tocomanin tarjoamia työkaluja ovat

- kustannuslaskenta, joka sisältää kustannusten seurannan ja laskennan
- kustannustieto, joka mahdollistaa reaaliaikaisen kustannusten seurannan projektin eri osa-alueille.
- BIM3 (Building Information Modelling) uusin malli, joka mahdollistaa tietomallien tutkimisen.
- määrälaskennan työkalu, jolla pystytään määrälaskenta suorittamaan PDF-pohjista.
- tuotannosuunnittelutyökalu, joka pystyy luomaan kustannusten seurannan kautta tuotantosuunnitelman, joka sisältää mm. tavoitearvion.
- aikataulu-työkalu, jolla pystytään luomaan ja seuraamaan aikatauluja.

Adminet-ohjelma on ohjelmista kattavin. Adminet-ohjelmalle löytyy mobiilisovellus, joka toimii selaimen kautta. Sovellus on työmaa käytössä erittäin käytännöllinen. Jokainen projekti, joka Adminetiä käyttävällä yrityksellä on käynnissä, voidaan merkitä Adminetiin. Tätä kautta yrityksen omat asentajat pääsevät tekemään raportointia suoraan projektin alle. Esimerkiksi asentajien tuntien kirjaus tapahtuu sen projektin alle, jossa asentajat ovat töissä. Myös ostolaskut ohjataan yhtä lailla oikean projektin alle. Ostolaskujen seuranta on mahdollistettu vielä pienemmiksi osa-alueiksi kuin projektikohtaisiksi. [3.]

Projektin alle voidaan lisätä "litteroita" eli osakohteita. Näin ollen, kun yritykselle tulee ostolasku lämmitysputkien ostosta, voidaan lasku ohjata lämmitystöiden alle. Tämä mahdollistaa projektin loppuvaiheessa tarjouslaskennan ja toteuman vertaamisen materiaali kustannuksissa. Ohjelman kautta laskutyönä tehtävien projektien laskutus on helppo suorittaa. Ostolaskut ohjataan tässäkin tilanteessa oikealle projektille, josta nämä voidaan joko läpi laskuttaa tilaajalta semmoisenaan tai lisätä laskun kuluihin oma kate sopimuksen mukaisesti. Asentajien syöttämät tunnit ovat laskutettavissa tilaajalta tätä kautta sovitun tuntihinnan

mukaisesti. Ohjelmassa ovat eri talotekniikkamateriaalitoimittajien hinnastot. Ohjelman muita ominaisuuksia ovat mm. tarjouslaskenta, kirjanpito, tilinpäätös, palkanlaskenta ja lukuisat muut työkalut. [3.]

4 LVI-projektin eteneminen

4.1 Tarjouslaskenta

4.1.1 Urakkamuodot

Urakkamuodolla on merkitystä mm. laskutus- ja projektinseurantatapaan. Rakennusprojektin eri osapuolet ovat sopimussuhteessa työn tilaajaan. Urakkamuoto määrittelee osapuolten väliset toimintatavat. Urakkamuodon valintaan vaikuttaa useat tekijät kuten projektin koko, tavoitteet ja resurssit. Yleisesti käytettyjä urakkamuotoja ovat KVR-, tavoitehinta-, projektinjohto-, kokonaishintaurakka ja allianssisopimus. [4.]

KVR-urakassa urakoitsija on vastuussa suunnittelusta sekä toteutuksesta. Tässä sopimusmuodossa suunnittelijat sekä aliurakoitsijat ovat sopimussuhteessa pääurakoitsijaan eivätkä rakennuttajaan. [4.]

Tavoitehintaurakkasopimuksessa on sovittu projektille tavoitehinta. Projektia lähdetään toteuttamaan laskutyönä sopimuksessa eriteltyjen hintojen, kuten tuntihinnan mukaisesti. Laskutus voidaan toteuttaa monella tavalla. Kaikki ostettu tavara voidaan läpilaskuttaa tuotteen ostohinnalla tai voidaan olla sovittu, että urakoitsija lisää laskulle tuotteen ostohintaan katteen. Tavoitehintaa voidaan laskea tai korottaa suunnitelmien muuttuessa. Tavoitehinnan alittuessa saa urakoitsija alitetusta summasta sovittun palkkion. Mikäli tavoitehinta ylittyy eikä urakoitsijalla ole esittää sille syytä, urakoitsijan tulee maksaa ylittyneet kustannukset itse. [4.]

Projektinjohtourakassa ei ole pääurakoitsijaa, vaan tämä korvataan projektinjohdoryhmällä. Ryhmään voi kuulua niin rakennuttajan kuin erillisen projektinjohdourakoitsijan edustajia. Projektinjohtourakoitsija vastaa pääurakoitsijan ja rakennuttajan tehtävistä. [4.]

Kokonaishintaurakassa urakoitsija sitoutuu toteuttamaan projektin kiinteällä hinnalla. Sopimuksessa tulee olla tarkkaan määriteltynä urakka- ja hankintarajat. Mitä valmiimmat suunnitelmat ovat, sitä paremmin sopimusmuodon edut tulevat esille. Mikäli urakoitsijalla on tarjousvaiheessa ollut keskeneräiset suunnitelmat, koituu suunnitelmamuutoksista ja lisäyksistä lisäkustannuksia tilaajalle. [5.]

Allianssisopimus on sopimus, joka solmitaan kaikkien hankkeeseen osallistujien kesken. Sopimuksessa kaikki ovat yhdenvertaisia ja tavoittelevat yhteistä tavoitetta. Päätöksen teossa kaikkien on oltava asiasta yhdenmielisiä, jotta asialle saadaan ratkaisu. Mikäli esimerkiksi yksi urakoitsija on eri mieltä muiden kanssa, täytyy etsiä toinen ratkaisu. Allianssisopimuksessa mukana olevien tavoite voi olla mikä tahansa itse asettama tavoite projektille kuten kustannustehokkuus tai ympäristöystävällisyys. [4.]

4.1.2 Tarjouslaskennan eteneminen

Tarjouslaskenta lähtee liikkeelle tilaajan pyynnöstä. Yrityksen saatua tarjouspyyntö, alkaa harkinta siitä lähdetäänkö projektia tarjoamaan. Tarjouspyynnön hyväksymiseen on useita vaikuttavia tekijöitä. Vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi yrityksen työtilanne. Tarjouspyyntöä koskevan kohteen alustava aikataulu ilmoitetaan tarjouspyynnössä. Mikäli yrityksellä on useampi kohde käynnissä samanaikaisesti, ei sillä välttämättä ole rahallisia tai henkilöstöresursseja lähteä toteuttamaan projektia. Toinen merkittävä tekijä on tarjousta pyytävä mahdollinen yhteistyökumppani. Mikäli yrityksen kanssa on toimittu aikaisemmin, edellisen työmaan kulku vaikuttaa valintaan. [6, s. 20–24.]

Mikäli tarjouskilpailuun päätetään ryhtyä, aloittaa yritys kohteeseen tutustumisen. Yritys pitää sisäisen aloituspalaverin, jossa kohteelle päätetään määrä-/

tarjouslaskija, käydään projektin pääpiirteet läpi sekä sovitaan laskennan aikataulusta. Aikataulun tulee olla tilaajan tahdon mukainen. Aloituspalaverin jälkeen laskija alkaa perehtymään tarkemmin kohteen urakka-asiakirjoihin. Urakka-asiakirjat sisältävät alistamissopimuksen, tarjouspyynnön, urakkaohjelman, tarjouslomakkeen, urakkaliitteen sekä muita tilaajan mielestä urakalle olennaisia asiakirjoja. Laskennan alkuvaiheessa on hyvä käydä pohjakuvien ja laiteluettelon vastaavuus läpi. Kun on selvillä käytettävät materiaalit ja laitteet, tulee näistä pyytää tarjous materiaalitoimittajilta aikaisessa vaiheessa. Tarjouspyyntöjen jälkeen tarjouksen tekijä suorittaa massalaskennan eli materiaalin määrälaskennan. Massalaskennassa pyritään saamaan mahdollisimman tarkka tieto kuluista materiaaleista, työtunneista ja muista kustannuksista. [6, s. 21–24.]

Kustannusarvioinnin valmistuttua tarjouksen laatiminen aloitetaan. Laskenta-arvioinnin päätyttyä, laskijalla on selvillä projektista yritykselle koituvien kustannusten määrä. Tarjoukseen lisätään laskennasta saadun arvion lisäksi riski arvio sekä kate. Riskiarvio perustuu yrityksen näkemään todennäköisyyteen projektin onnistumiselle suunnitelmien mukaisesti. Katteen määrä eli yrityksen tekemä mahdollinen voittosumma, päätetään yrityksen sisäisesti. Katteen määrään vaikuttaa myös kulloinenkin markkinatilanne. [6, s. 26–27.]

Mikäli tilaaja näkee urakkatarjouksen potentiaalisena, johtaa se urakkaneuvotteluihin. Urakkaneuvotteluihin kutsutaan yleensä yhdestä kolmeen mahdollista urakoitsijaa. Urakkaneuvotteluissa todetaan yrityksen maksukyky, verotiedot sekä urakoitsijan organisaatio. Neuvotteluissa käydään myös läpi tarjous ja sen sisältö. Tarjouksen sisällöstä tarkastetaan esimerkiksi yksikköhinnat, vakuudenantajat ja tarjouksen lopullinen hinta. Tarjous on hyvä käydä läpi myös väärinymmärrysten sekä mahdollisten ristiriitojen takia. Urakkaneuvotteluista luotu pöytäkirja tullaan liittämään urakkasopimukseen. [7, s. 8–9.]

Tilaajan hyväksyttyä urakkatarjous solmitaan urakkasopimus. Urakkasopimus sisältää kaikki tarjouslaskenta vaiheessa saadut asiakirjat. Kaikki asiakirjat tulee

käydä huolella uudelleen läpi ennen sopimuksen allekirjoitusta. Allekirjoituksen jälkeen työt tulee aloittaa sovitun aikataulun mukaisesti. [7, s. 9.]

4.2 Toteutus

4.2.1 Työmaan eteneminen asennusvaiheeseen

Ennen kuin työmaalla päästään aloittamaan itse asennustyöt, on pidettävä työmaan aloituskokous. Aloituskokouksen pitämisestä määrätään rakennusluvassa. Aloituskokouksen ajankohta tulee olla sovittuna yhdessä rakennusvalvontaviranomaisen kanssa. Jotta aloituskokous voidaan pitää, pitää siellä olla läsnä rakennushankkeeseen ryhtyvän edustaja, pääsuunnittelija ja vastaava työnjohtaja. Laadukkaan rakentamisen takaamiseksi aloituskokouksen pöytäkirjaan merkitään hankkeeseen ryhtyvälle kuuluvat velvoitteet, hankkeelle merkitävät urakoitsijat sekä vastuu- ja valvontahenkilöt. Rakennusvalvontaviranomainen voi vaatia laadunvarmistusselvitystä, mikäli kokee tämän tarpeelliseksi. [8.]

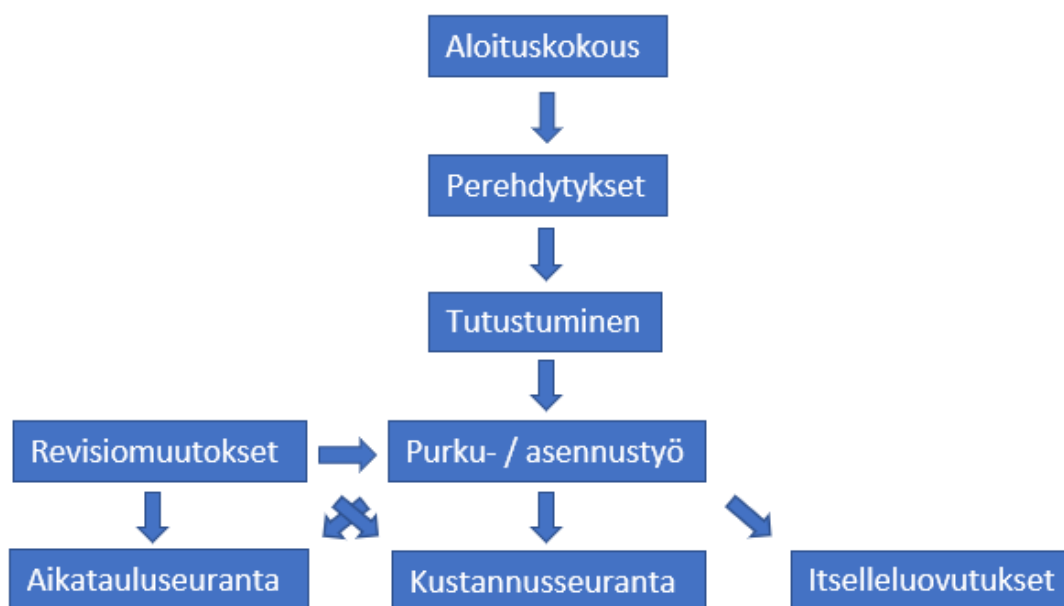
Työmaan aloituksen jälkeen alkaa työnjohdon tutustuminen kohteeseen paikan päällä. Ennen työmaalle pääsyä pääurakoitsijan tulee perehdyttää työmaalle tulevat työntekijät. Perehdytyksen tavoitteena on tuoda ilmi työmaan käytännöt ja mahdolliset vaarat.

Alkuun on tärkeätä tutustua pääurakoitsijan organisaatioon, kenen vastuulla on mikäkin rakennustekninen osa-alue. Asioiden etenemisen kannalta on tärkeätä, että mahdollisista ongelmista ollaan yhteydessä oikeaan henkilöön. Työssä tehtävän LVI-projektin seurantatyökalun Excelin ensimmäisellä välilehdellä ”kohteen tiedot” on kohta yhteystiedot. Yhteystietoihin kirjataan nimi, puhelinnumero, yritys ja henkilön vastuualue. Näin yhteystiedot pysyvät tallessa eivätkä häviä niin kuin paperilappusilla on tapana.

Työmaalle pääsyn jälkeen alkaa perehtyminen aikatauluun ja siinä oleviin työvaiheisiin. Aikataulun ja ensimmäisten työvaiheiden suuruuden pohjalta, työnjohtaja tekee päätöksen, kuinka monta asentajaa työmaalla alkuun tarvitaan.

Yleensä saneerauskohteessa LVI-työt alkavat purkutöillä, joiden suuruusluokka vaihtelee kohteesta riippuen paljon. Uudiskohteet alkavat käyttövesi-, lämmitys- ja ilmastointilinjojen päärunkojen tekemisellä.

Projektin alkuvaiheesta alkaen, aikataulu ja kustannusten seuranta on erityisen tärkeää. Kuvassa 2 on esitetty projektin eteneminen asennusvaiheen seurantaan ja siihen vaikuttavaan tekijään, revisiomuutoksiin.



Kuva 2. Projektin eteneminen ja siihen vaikuttava tekijä.

4.2.2 Aikatauluseuranta

Tässä luvussa käydään läpi erilaisia aikataulun seurantatyyppejä. Näiden eri vaihtoehtojen pohjalta, työkaluun luotiin aikatauluvälilehti. Aikatauluvälilehdelle luodun pohjan tarkoituksena on mahdollistaa helppo LVI-työtehtävien seuranta.

Pääurakoitsijan tulee toimittaa talotekniikkaurakoitsijalle/-urakoitsijoille aikataulusuunnitelma. Oikein ja tarkasti suunnitellulla aikataululla projektin läpivienti on helpompaa ja tavoitteet saavutetaan suunnitelmien mukaisesti. Projektin aikatauluttaminen voidaan yhdistää projektin johtamistapaan. Näitä tapoja on mo-

nia. Yhtä oikeaa tapaa ei ole olemassa, kaikki projektit ovat erilaisia, kullekin pitää osata valita oikea tapa. Tietotekniikka on mahdollistanut aikatauluseurannan erilaisilla työkaluilla 1990-luvun jälkeen. [9, s. 5.]

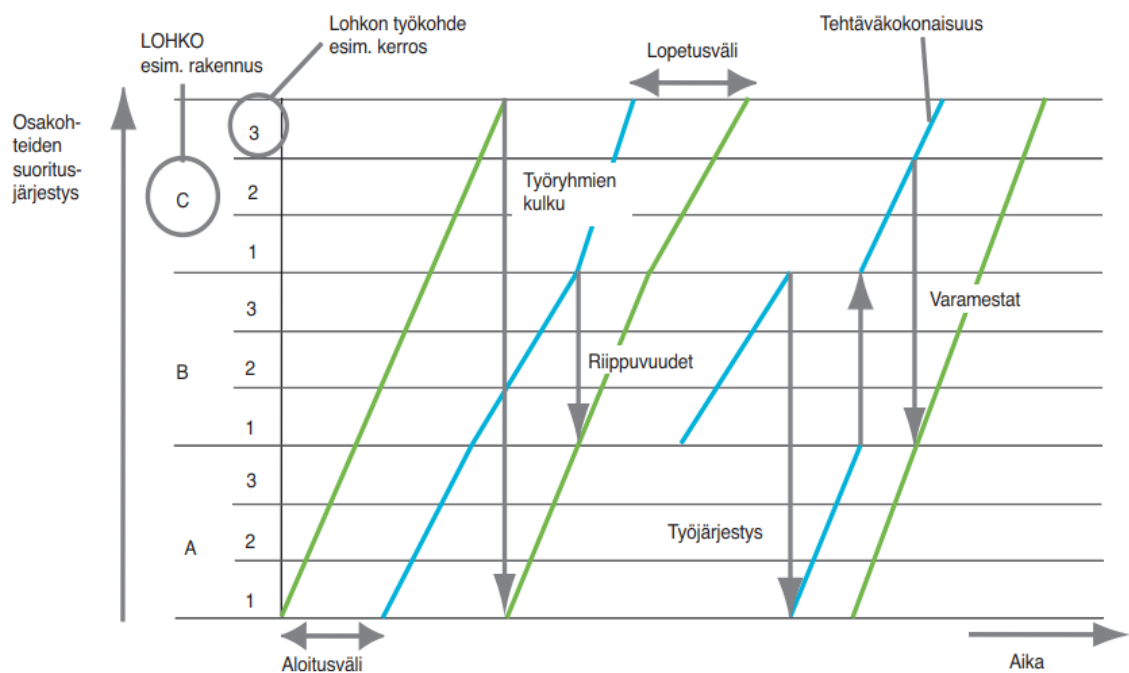
Vuonna 1990 maailmalla alkoi leviämään käsite Lean Production. Lean tarkoittaa organisaation toimintoja ja niiden soveltamisen filosofiaa. Lean ajattelutavasta tullut imuohjaus on tuotannon ohjaus tapa. Tässä tavassa on tarkoituksena ajatella aina seuraavaa työvaihetta ja sitä kautta edellytyksiä, jotta seuraava vaihe päästään toteuttamaan. Lean rakentamistavan tuomia aikatauluseuranta- / projektinjohtamistyökaluja ovat esimerkiksi Last Planner System (LPS) ja Integrated Project Delivery (IPD). [9, s. 10.]

LPS on työkalu lähitulevaisuuden työtehtävien suunnittelua varten. Työkalun tavoitteena on pystyä näkemään, ovatko seuraavan työtehtävän edellytykset kunnossa. LPS:n aikataulusuunnittelussa lähdetään purkamaan yleisaikataulua viikkotasolta päivä- sekä tuntitasolle ja pienemmiksi osa-alueiksi. Viikko- ja tuntiaikataulun tarkoituksena on pystyä toteamaan, että tietyt työvaiheet alkavat ajallaan. Mikäli näin ei tapahdu, mahdolliset ongelmat voidaan todeta hyvissä ajoin. Tämä mahdollistaa reagoimisen ongelmiin hyvissä ajoin. [9, s. 16–17.]

Aikataulun seurantatyylejä on useita. Aikataulun seurantatyökalu voidaan luoda monin tavoin. Työmaan eri osa-alueille tulee luoda omat aikataulunsa. Esimerkiksi LVI-työt voi eritellä aikatauluun vesi ja viemäri-, lämmitys-, jäähdytys- ja ilmastointityöt. TATE-töille yleinen aikataulumenetelmä on jana-aikataulu. [9, s. 21.]

Jana-aikataulusta pystytään lukemaan työn kesto sekä aikaväli, jolloin työ tulee toteuttaa. Yleisesti jana-aikataulu on toteutettu niin, että yläosassa kulkee aika ja vasemmassa reunassa työnkuvaus. Työn kuvauksen kohdalla kulkee viiva, joka alkaa päivämäärän kohdalta, milloin työ tulee aloittaa, ja loppuu kohtaan, milloin työn tulee olla valmis. Jotta jana-aikataulusta saadaan toimiva, pitää eriytyövaiheet merkitä mahdollisimman tarkasti ja vaiheittain aikataulun vasempaan reunaan. Töiden kestot pitää pohjautua tietoon. Yksi viive jossain voi tahdistaa

pohjalta voidaan määritellä tarvittavat resurssit. Kun todetaan tehtävä vaativaksi, esimerkiksi suuren tarvittavan resurssimäärän vuoksi, merkitään tämä tehtävä kaavioon muita tahdistavaksi tai muuten erityiseksi työvaiheeksi. Aivan niin kuin jana-aikataulussa, myös paikka-aikakaavion yläosassa kulkee aika. Jana-aikataulusta poiketen kaavion vasemmassa reunassa on merkittynä sijainti tietoja kuten ”kerros 2 lohko 1”. Työtehtävien kesto, aloitus- ja lopetuspäivä merkitään kaavioon vinoviivoin. Mitä loivempi viiva sitä hitaampi tuotanto ja päinvastoin. [9, s. 25–27.] Kuva 4 on havainnollistava kuva paikka-aikakaavion toteutuksesta.



Kuva 4. Paikka-aikakaavio [9, s. 25].

Kaaviosta on helposti nähtävissä työvaiheita edeltävät ja tahdistavat työvaiheet. Piirtämällä suora viiva ylhäältä alas halutun päivämäärän kohdalla on helppo nähdä, mitkä työvaiheet tulisi olla käynnissä. Työvaiheiden toteuma esitetään yleensä pystysuuntaisella katkoviivalla. Paikka-aikakaaviota on paljon käytetty projektien yleisaikatauluna. Paikka-aikakaavio on etuna nähdään aikataulun kokonaiskuvan helppo hahmotettavuus. Tärkeät asiat, kuten tuotannon suoritusnopeus, sijaintitieto ja tahdistavat työvaiheet, ovat helposti luettavissa. Tuotantoaikakaavio on sopiva aikataulun seurantaväline pienempien- ja yksittäisten työ-

tehtävien seurannassa. Kaavion vasemmassa reunassa on merkattu työtehtävän määrä. Ylä- tai alareunassa etenee aika, jonka mukaisesti toteutuksen on edettävä. Tuotannon vauhti on kaaviosta helposti luettavissa. [9, s. 25–27.]

Koneteollisuudessa käytetty puolalaisen professorin luoma Honogram, on verkosuunnittelun edelläkulkija. Kaavion vasemmassa reunassa on esitetty sijainti ja yläreunassa aika. Janat esittävät työryhmän etenemistä. Työtehtävät ovat siinä työjärjestyksessä, johon työryhmä siirtyy seuraavaksi. Työtehtävät on aika- taulutettu alkavaksi peräjälkeen. Tehtävien alkaminen ja kesto on esitetty viivalla. [9, s. 24.]

Valvontavinjetti on sopiva työkalu esimerkiksi tahtiaikataulun seurantaan. Valvontavinjetin hyvä puoli on sen toteuman seurattavuus. Taulukosta on aina nähtävissä, ovatko edeltävät työvaiheet alkaneet ajallaan. Valvontavinjetin ulkomuoto poikkeaa muista. Taulukon vasempaan reunaan täytetään työtehtävän selite ja yläreunaan sijaintitieto. Tilatietojen ja työtehtävien väli täytetään ruudukolla. Jokaiseen ruutuun kirjataan esimerkiksi työryhmän numero ja aikataulu. Kun työtehtävä on lähtenyt liikkeelle, vedetään ruudun ylitse yksi viiva. Työtehtävän valmistuttua vedetään ruudun yli toinen viiva ristiin. Näin ollen seuraava työvaihe voi alkaa, ja edellinen on todettu valmistuneeksi. [9, s. 30–21.]

Toimintaverkkotyypit ovat harvoin aikataulun seurantaan käytetty tapa. Kuitenkin toimintaverkko on toiminnan ohjaukseen ja työvaiheiden vaiheistuksen hahmottamiseen hyvä tapa. Toimintaverkoissa työtehtävistä muodostetaan kokonaisuus. Jokainen työtehtävä on yhdistetty toiseen. Verkko etenee johdon mukaisesti projektin alkuvaiheesta loppua kohden. Verkon laajuus riippuu siitä, kuinka pieniksi osakohteiksi projekti on jaettu. Esimerkiksi voidaan kuvitella tilanne, jossa on vedetty viiva pohjaviemäreistä lattiavaluun. Lattiavaluun voi viemäreiden lisäksi olla vedetty viiva lattiakaivoista. Näin hahmotetaan kaikki lattiavalua edeltävät työvaiheet. [9, s. 31.]

4.2.3 Kustannusten hallinta

Rakennuspuolella kustannusarviointiin voidaan käyttää useaa eri tapaa. Yksi niistä on viitekohdemenettely, jota käytetään hankesuunnitteluvaiheessa laskennan rinnalla. Viitekohdemenettelytapaan joudutaan tyytymään, jos rakennuksesta ei ole paljon ennakkotietoja eikä vastaavanlaisia ole paljon tehty. Viitekohdemenettelyssä pyritään löytämään mahdollisimman samankaltainen rakennus, johon on suoritettu samanlainen projekti. Merkittäviä yhtäläisyyksiä tulisi olla rakennuksen sijainnissa, rakennustyyppissä ja pohjaratkaisussa. Mikäli vastaavanlainen projekti havaitaan, arvioidaan, ovatko sille koituneet kustannukset mahdollisesti samaa luokkaa kuin verrokkikohteen laskennasta saadut kustannukset. Toinen vastaavanlainen on tilastomenettely. Tilastomenettely on samanlainen ratkaisu, mutta hinta-arvio perustuu useisiin vastaaviin kohteisiin. Vastaavia menettelytapoja ei käytetä niin paljon talotekniikan projektien hinta-arvioinnissa. [10, s. 37–38.]

Laskettujen kustannusarvioiden jälkeen määritellään kustannustavoite. Kustannustavoitteen seurattavuuden kannalta on kustannustavoite jaettava osakohteisiin. On hyvä käyttää samoja litteroita kuin tarjousvaiheessakin on käytetty. Täten tarjousvaiheesta lähtien kustannustavoite, tuntikirjaukset ja materiaalikustannukset ovat kohdistettavissa samoihin litteroihin. Projektin edetessä kustannusten kirjaamisen tapahtuessa oikeille litteroille pystytään seuraamaan kustannustavoitteen toteutumista.

Projektin urakkamuodolla on kustannuksien kannalta merkitystä. Tavoitehintaurakat ovat yleensä joustavampia kuin kiinteähintaiset urakat. Näiden kahden urakkamuodon projektin sisäiset tavoitteet voivat olla täysin erilaiset. Näin ollen hankesuunnitteluvaiheessa päätetty urakkamuoto vaikuttaa eri osaurakoiden kilpailutustyyliin. Riippuen projektin tavoitteista projektissa voidaan pyrkiä mahdollisimman edulliseen toteutukseen tai esimerkiksi ympäristöystävällisyyteen. Näin urakkamuodon ja projektin tavoitteiden merkitys koskee myös mm. talotekniikkaurakoitsijoiden materiaalivalintoja tarjouslaskentaa tehdessä. [10, s. 13–14.]

Osaurakkamuodoissa projekti on jaettu pieniin osaurakoihin, jolloin tarjouskilpailuun osallistumiseen ei vaadita suurta pääomaa. Tämä mahdollistaa pienien yritysten osallistumisen tarjouskilpailuun, mikä todennäköisesti laskee urakan hintaa. Tilaajan näkökulmasta tämä on juuri se tilanne, mitä osaurakassa tavoitellaan. Urakoitsijalle projektista maksettava sopimussumma maksetaan usein osissa. Esimerkiksi sopimussumma voi olla jaettu osakohteiden mukaisesti. Kassavirran ylläpitämiseksi ja projektin eteenpäin viemiseksi kassavirtaa on tärkeä pitää yllä. Mitä pienempi yritys on, sitä tärkeämpää on, että projektin edetessä yritys saa palkkiota siihen mennessä suoritetuista töistä. Kun tietty määrä projektista on suoritettu, maksaa tilaaja osan urakan koko summasta. Mikäli yritys ei saa suoritettua sovittuja merkkipaaluja ajallaan, ei urakoitsija saa palkkiota tilaajalta. Ostolaskujen ja asentajapalkkojen juostessa on olemassa riski taloudellisille ongelmille. Tavoitehintaprojekteissa laskutus tapahtuu yleensä sovituin määrä ajoin. Kertyneet ostolaskut ja työtunnit voidaan laskuttaa esimerkiksi kuukausittain. Tavoitehintaa ja tavoitehinnasta käytettyä summaa seurataan läpi projektin. [10, s. 16–17.]

Suunnitelmien valmius, tuotannon laatu ja kohteen olosuhteet vaikuttavat projektin kustannuksiin. Suunnitelmien keskeneräisyyden takia syntyy usein muutostöitä, joista syntyy tilaajalle lisäkustannuksia. Tuotannon laatu on urakoitsijan omalla vastuulla. Heikko tuotannon laatu voi johtaa korjaustarpeisiin tai tuotannon vauhti voi olla liian hidasku. Kustannuksiin vaikuttavia olosuhteita voivat olla uudiskohteessa kesä ja talvi. Kylmyydestä johtuen talvella ulkotuotanto voi olla merkittävästi hitaampaa kuin kesällä. Tilaajan toiveet ja saneerauskohtetta tehdessä kohteen ominaisuudet ovat projektin alkuvaiheessa syntyvä merkittävä kustannuserä. Talotekniikassa merkittävä ero kustannuksissa voi syntyä materiaalivalinnoista. Käytettävät materiaalit hyväksytetään tilaajalta. Projektin organisointitapa on isoimpia kustannukseen vaikuttavia tekijöitä projektin aloituksen jälkeen. Hyvä projektin organisointi vaikuttaa tuotannon laatuun, nopeuteen ja yleiseen ilmapiiriin. Huono työn valvonta johtaa huonoon lopputulokseen. [10, s. 20–23.]

Rakennusprojektin kustannuksien kertyminen alkaa heti suunnitteluvaiheessa. Kustannuksien jakautuminen eri osa-alueille alkaa projektin alusta alkaen. Mitä aikaisemmin ja tarkemmin kustannukset pystytään ennustamaan, sitä enemmän se helpottaa urakoitsijoiden toimintaa mm. resurssien kartoituksessa. Kustannusten seuranta on suoritettava koko projektin ajan. Tarkka kustannusten seuranta mahdollistaa hyvät jälkilaskentatulokset ja realistisen tiedon siitä, onnistuiko projektin budjettitavoitteet. Hyvin suoritettuna toteutuksenaikaisen seurannan pohjalta pystytään jälkilaskennassa toteamaan, mikä meni pieleen toteutus- tai laskentavaiheessa. Sitä kautta päästään selvittämään syy ja seuraavassa projektissa voidaan välttää samojen virheiden tekeminen. Urakoitsijan projektiin osallistuvan organisaation jokaisen henkilön tulisi kiinnittää huomiota yritykselle määrättyihin tai yrityksen omiin tavoitteisiin. Kustannusten ja toteutuksen seurannassa tulisi käyttää monipuolisia ja erilaisia seurantamenetelmiä. Seurantamenetelmän tulisi pystyä ennustamaan sekä näyttämään reaaliaikaista tietoa siitä, onko projektin suunta oikea. Mikäli kustannukset ovat ylittymässä tai ennuste näyttää, että kustannukset tulevat ylittymään, tulisi seurantatyökalun kertoa siitä selkeästi. Käytettyjen tuntien ja toteutuksen on hyvä olla selkeästi verrattavissa. Mikäli tunteja on käytetty prosentuaalisesti enemmän valmiusasteeseen nähden, tulee tuotantoon tehdä muutoksia. Muutokset tulee tehdä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Ylimenevät asentajakustannukset voivat olla merkittävä kustannuserä. Ylimenevät tunnit voivat johtua mm. ”venttatunneista”. Ventttatunti eli ajanjakso, jolloin asentajat eivät pysty syystä tai toisesta suorittamaan työtään. Ventttatuntien syyt tulee selvittää, ja näistä koituvat kustannukset voidaan esittää ventttatuntien aiheuttajalle. [10, s. 85–87.]

Urakan kustannuksien seurannassa tulisi kiinnittää erityistä huomioita asentaja- ja materiaalikustannuksiin. Materiaalikustannuksien seuranta toteutetaan litteroiden kautta. Aina kun materiaalin ostolasku tulee, se ohjataan oikean litteran alle. Materiaalitulauksien seurantaan kannattaa panostaa. Suurimmista kustannuseristä, kuten oviverhopuhaltimet, patterit ja moottoriventtiilit, kannattaa pitää selkeää kirjanpitoa, mitä on tilattu, mitä on toimitettu ja toimittamatta. Kirjanpidolla vältytään tuplatilauksilta ja unohduksilta. Kaikista suurimpien yksittäisten kustannuksien maksusta voidaan sopia tilaajan kanssa erikseen. Esimerkiksi

vedenjäähdytyskeskuksen summa voi olla urakoitsijalle hyvin merkittävä. Näissä tilanteissa tilaajan kanssa voidaan sopia keskuksen laskutuksesta, heti tämän saavuttua työmaalle. Asentajien tuntiseurantaa voi pitää yllä monella tavalla. Työnjohto tekee päivittäiset kirjaukset siitä, mitä kukin asentaja on kyseisen päivän tehnyt. Litteroille erittelemättä jätetyt asentajatunnit vaikeuttavat kustannusten ennustamista ja jälkilaskentaa.

Mikäli projektille on luotu tietomalli, kannattaa sitä hyödyntää projektin eri vaiheissa. Tietomalli mahdollistaa nopeamman ja tarkemman tarjousvaiheen massalaskennan. Edellytyksenä hyvälle massalaskennalle on tarkka tietomalli. Projektin edetessä jo valmiiksi saatuja asennuksia voidaan verrata tietomallista saatuihin määriin ja tätä kautta saadaan osa-alueen tai koko projektin valmiusaste. Määrälaskentaa suorittaessa on tuloksia hyvä tarkastella ja arvioida, ovatko ne realistisia. Tietomallin visuaalisella tarkastelulla nähdään edeltävät työvaiheet. Mikäli suunnittelussa on tehty ristiriitoja osa-alueiden välille, niitä voidaan tietomallia hyödyntäen ratkoa paikan päällä. Suunnittelijalla olleiden lähtötietojen määrä ei aina ole riittävä. Tästä syystä tietomalli ja pohjakuvat eivät aina vastaa todellisuutta. Tyypillisesti vanhat olemassa olevat suunnitelmat eivät täysin pidä paikkaansa saneerauskohteissa. Näistä tilanteista koituu usein lisäkustannuksia tilaajalle. [10, s. 31.]

Projektin toteutusvaiheessakin on hyvä tehdä yksittäisiä aikataulusuunnitelmia. Mitä suurempi yksittäinen tehtävä on kyseessä, sitä tärkeämpää on sen toteutuksen yksityiskohtainen suunnittelu. Suuret yksittäiset tehtävät ovat usein muita tahdistavia ja kustannuksiltaan suuria. Yksittäisen tehtävän suunnittelua tehtäessä on otettava huomioon, miksi sitä tehdään. Mikäli urakoitsija havaitsee työtehtävässä riskejä, kuten aikataulu tai laatuvaatimusten täyttyminen, tulee niistä ilmoittaa tilaajalle. Näin vältetään ennakoitavissa olevilta yllätyksiltä.

Projektin aikaisen kustannusten seurannan tavoitteena on pitää kustannukset alkuperäisen tavoitteen mukaisena. Mahdollisia urakan ulkopuolisten lisätöiden määrää on seurattava loppuselvitystä varten. Urakoitsija voi vaatia korvauksia

ylittyneistä urakan kustannuksista. Tässä tapauksessa viimeistään loppuselvi-tyksessä tulee urakoitsijan pystyä esittämään mahdolliset syyt siihen, miksi kus-tannukset ovat ylittyneet. Loppuselvitys suoritetaan yleensä urakoitsijoiden vä-lillä, jotka ovat sopimussuhteessa toisiinsa. Loppuselvitys tehdään siinä vai-heessa, kun urakoitsijan työt on saatettu loppuun. Loppuselvityksen tavoitteena on varmistaa töiden valmius ja laatu. [10, s. 90–91.]

Jälkilaskenta aloitetaan projektin valmistuttua ja sitten kun kaikki projektille koh-distuvat kustannukset on maksettu. Jälkilaskenta aloitetaan projektin aikana ke-rättyjen kustannustietojen kartoittamisella ja niiden oikeellisuuden tarkastuk-sella. Ostolaskut ja työtunnit tulee olla kohdistettuna oikealle projektille ja litte-roille. Suurissa projekteissa pelkästään koko projektin toteutunut tulos ei ole riit-tävä laskentatarkkuus. Tarjousvaiheessa laskettuja pienempien osa-alueiden kustannuksia verrataan toteutuneisiin. Tappiolle menneissä osa-alueissa on hyvä tarkastella toteutuneita kustannuksia tarkemmin. Tarkastelemalla työtun-teja ja materiaalikustannuksia syy ylittyneisiin kustannuksiin yleensä löytyy. Mi-käli lisätyökustannuksia ei vielä ole eritelty, tulee ne eritellä tässä vaiheessa. Jälkilaskennan tarkoituksena on kartoittaa projektin rahallinen lopputulos ja mahdolliset syyt epäonnistumiselle. [10, s. 95–96.]

4.2.4 Muutos- ja lisätyöt

Muutos- ja lisätöiden seuranta on projektin edetessä tärkeää. Työkaluun luotiin välilehti muutostyökirjauksia varten. Työt, joita ei määritellä tehtäväksi urakka-sopimuksessa, ovat yleensä lisätöitä. Muutostyöllä tarkoitetaan urakoitsijan kanssa sovitun työn muuttamista suunnitelmamuutoksen takia. Suunnitelma-muutos voi olla tullut alkuperäisen suunnitelman mukaisen työsuorituksen jäl-keen tai ennen. Muutostyöt voivat olla urakkahintaa korottavia tai laskevia töitä. Sopimuksessa ei välttämättä ole yksilöity jokaista työtehtävää yksitellen. Työ-tehtävien yksilöimisen sijaan sopimuksessa voi olla määritelty tietty lopputulos. Sopimuksessa voitaisiin määritellä, että urakoitsijan tulee suorittaa kaikki edel-

tävät työtehtävät, jotta saadaan tietynlainen lopputulos. Vaikka urakkasopimuksessa ei mainittaisi viranomaisvaatimuksista, tulee urakoitsijan noudattaa viranomaisten vaatimuksia asennuksissa. [11, s. 62–63.]

Monissa tapauksissa joudutaan kiistelemään muutos- ja lisätöistä, kuuluvatko ne urakkaan vai eivät. Osassa kiistanalaisista töistä saattaa syystäkin olla epäselvyyttä siitä, kuuluvatko ne urakkaan vai ei. Kiistanalaisissa tilanteissa, joissa ei päästä lopputulokseen, on yleisissä sopimusehdoissa (YSE) määritetty, että urakoitsijan tulee suorittaa tilaajan vaatima työ. Nämä työt saattavat vaikuttaa urakan aikatauluun, hintaan ja vakuuksiin. Mikäli muutostyö vaikuttaa urakan valmistumiseen aikataulullisesti, tulee urakoitsijan ilmoittaa tästä viimeistään työn tarjousvaiheessa. Mikäli lisä- tai muutostyön tarjouksessa ei mainita aikataulumuutoksista, ei näitä voi vaatia jälkikäteen. Aikataulun vaikuttamisesta urakkaan on sovittava tilaajan kanssa erikseen. Aikataulun pitkittymisen syyt on esitettävä selkeästi. Mikäli työ vie urakoitsijalta merkittävän määrän resursseja ja aikaa, saattaa lisätyö viivästyttää muita työvaiheita ja täten koko urakkaa. Hinta ja urakan töiden uudelleen aikatauluttaminen on urakoitsijan ja tilaajan kesken sovittavissa. Sopimustasapainon säilyttämiseksi on YSE-ehdoissa mainittu, että suunnitelmamuutoksista koituvat lisäkustannukset tulee korvata urakoitsijalle ja urakkahinnan laskiessa on tilaajan saatava työstä hyvitys. Jotta urakoitsija ei voi hinnoitella työtä yli markkinahinnan, tulee hinnoittelun tapahtua urakkasopimuksen mukaisella hinnoittelulla. [11, s. 17–21.]

Urakkasopimuksessa voi olla määriteltynä yksikköhinta tai jokin muu hinnoittelutapa lisä- ja muutostöille. Mikäli kyseiselle työlle ei löydy hinnoittelua urakkasopimuksesta, voidaan hinnoittelu tehdä vertaamalla hintaa muihin työsuorituksiin tai aikaisemmin tehtyjen vastaavien töiden hinnoitteluun. YSE-ehtojen §:n 44 mukaan urakoitsijan tulee saada urakkahintaa vastaava lisäys, jota määrittäessä otetaan huomioon sekä urakoitsijan velvollisuuksien lisääntyminen että vähentyminen. Lisä- ja muutostöiden määrä voi kasvaa suurissa projekteissa merkittäväksi. Töihin käytetyistä tunneista, materiaalikustannuksista ja muista kustannuksista tulee pitää kirjaa. Myös henkilö tai taho, joka on työn määrännyt, ja

työnannon ajankohta tulee kirjata muistiin. Nämä kustannukset ja syyt tulee esittää tilaajalle mahdollisimman pikaisesti työn valmistuttua. [11, s. 17–21.]

Lisä- ja muutostöistä tulee aina olla etukäteen sovittu tilaajan ja urakoitsijan kesken. Ennen työn suoritusta urakoitsijan tulee yleensä esittää tarjous lisä- tai muutostyön kustannuksista. Lisä- ja muutostöistä voidaan sopia työmaakokouksissa. Pöytäkirjaan suositellaan tehtäväksi erillinen kohta näille töille. Kirjaus ehdotus voi tulla urakoitsijalta, mutta työn aloittamiseksi tulee tilaajan kuitata tämä työ hyväksytyksi. [11, s. 22–25.]

Lisä- ja muutostöiden syynä voi olla seuraavanlaisia aiheuttajia:

- Sopimusasiakirjojen ristiriitaisuus.
- Alkuperäiset suunnitelmat ovat keskeneräiset, joiden takia suunnitelmia ei pystytä toteuttamaan.
- Projektin aikana muuttuneet viranomais määräykset.
- Urakoitsijan, rakennuttajan tai tilaajan pyynnöstä tehty suunnitelma muutos.

Yleisin syy on suunnitelmien keskeneräisyys ja niiden projektin aikainen tarkentuminen. [11, s. 30.]

Lisä- tai muutostyön ollessa riittävän suuri tämä voi vaikuttaa vakuuksiin. Urakkasumman kasvaessa riittävästi ei urakoitsijan antama vakuus välttämättä riitä enää. Tässä tapauksessa tulee molempien ehdottaa mielestään sopivaa lisävakuutta. Mikäli urakoitsija ei hyväksy tilaajan esittämää vakuuden määrää, voi tilaaja purkaa urakkasopimuksen. [11, s. 100.]

4.3 Laadunvarmistus

4.3.1 Yleistä

Laadunvarmistuksella tarkoitetaan työn laadun valvontaa. Työn laadun valvontaa suorittavat projektin eri tahot. Urakoitsija suorittaa omaa laadun valvontaa tekemällä esimerkiksi osakohteen luovutuksia työvaiheen valmistuttua. Samoja

työtehtäviä valvoo myös pääurakoitsija ja tilaajan edustaja. Urakoitsijan laadunvarmistusprosessi alkaa materiaali- ja laitehyväksynnöillä. Kun materiaali on hyväksytetty, tehdään hyväksytetyillä materiaaleilla pyydyt malliasennukset. Kun tilaaja on hyväksynyt malliasennukset, voidaan aloittaa itse asennustyö.

Töiden valmistumisen jälkeen on tarkastuksien ja kokeiden aika. Asennuksille voidaan suorittaa mm. painekokeita, putkiston huuhtelua, toiminnan ja kytkennän tarkastuksia. Tarvittavat laadunvarmistustoimenpiteet mainitaan urakkasopimuksessa. Urakoitsijan todettua asennuksien olevan puolestaan valmiit niistä voidaan tehdä osakohteen luovutusprotokollat. Osakohteen luovutuksella urakoitsija osoittaa tarkistaneensa työnlaadun ja toteaa sen valmiiksi. Protokollassa on yleensä mainittu asennukselle merkittävät piirteet, joiden tulee täytyä. Yleisesti ottaen laadunvarmistus tulee suorittaa kaikkiin taloteknisiin järjestelmiin. Tarkastuksien dokumentoiminen tapahtuu sopimuksen mukaisella tavalla. Urakoitsijan suorittaessa omaa laadunvalvontaa tulee dokumentit säilyttää ja toimittaa tilaajalle viimeistään vastaanottotarkastuksessa. Jokaisessa tarkastusprotokollassa tulee olla tarkastuksen tai kokeen suorittajan nimi ja ajankohta. Protokollan allekirjoittanut vastaa dokumentin oikeellisuudesta. Dokumentin liitteenä voi olla video tai kuva tarkastuksesta. [12, s. 3.]

Tilaajan tulee luoda laadunvarmistussuunnitelma sekä aikataulu. Yleensä tilaaja itse ei luo näitä, vaan tilaajan edustaja luo alustavat suunnitelmat. TATE-suunnitelmat osallistuvat suunnitelmien täydentämiseen ja valmiiksi saattamiseen. Suunnittelusopimuksissa mainittuja tehtäviä ovat esimerkiksi materiaalihyväksyntöihin osallistuminen, laadunvarmistuksen aikataulutuksen teko ja laadunvarmistuksen tavoitteet. Laitteiden ja materiaalien hyväksyttämällä voidaan varmistaa, että urakoitsija käyttää standardien ja sopimuksen mukaisia materiaaleja. Suunnittelija ja TATE-valvoja tarkastavat urakoitsijan ehdottaman materiaalin sopivuuden, ja viime kädessä tilaaja hyväksyy tai hylkää materiaaliehdotuksen. [12, s. 3.]

TATE-asennusten valmistuttua on suoritettava sopimuksen mukaiset paine- ja tiiviyskokeet sekä mahdollinen verkoston huuhtelu. Jotta järjestelmä voidaan ottaa käyttöön, tulee nämä tehtävät olla suoritettu ja dokumentoitu. Kun urakoitsija on ottanut järjestelmän käyttöön, tulee urakoitsijan suorittaa toimintatarkastus. Toiminnantarkastus tulee suorittaa suunnitelman mukaisesti. Yleensä järjestelmät tarvitsevat rakennusautomaatiota toimiakseen. Rakennusautomaatiourakoitsijan tulee olla osallisena TATE-laitteiden toiminnantarkastuksissa. Toiminnantarkastuksista tehdään pöytäkirja. Pöytäkirjaan merkitään mahdolliset puutteet. Puutteille ja virheille luodaan korjausaikataulu. Jotta rakennuttaja voi suorittaa omat toimintakokeensa, tulee urakoitsijan toiminnantarkastukset olla tehtynä. Toiminnantarkastuspöytäkirjan merkintöjä tarkastellaan toimintakokeissa. Laadunvarmistuksen kannalta järjestelmien tarkastaminen useammin kuin kerran on tärkeää. Tarkastuksen suorittavia tahoja ollessa useampi kuin yksi tulevat virheet ja puutteet paremmin huomatuiksi. Rakennuttajan tulee jättää urakoitsijalle aikaa toimintakokeiden jälkeen suorittaa mahdolliset puutteet sekä mittaus- ja säätötyöt. [12, s. 7.]

Ilma- ja vesivirtojen mittaus- ja säätötyöt voivat kuulua joko urakoitsijalle, joka on suorittanut asennukset, tai rakennuttajalla voi olla toinen urakoitsija säätötöihin. Kanavien puhdistuksen, verkostojen painekokeiden ja vesityksen tulee olla suoritettuina ennen virtausten säätöä. Virtaukset säädetään suunnitteluohjelmista saatavien arvojen mukaisiksi. Virtausten säädön jälkeen yleensä sama urakoitsija suorittaa mittaukset. Mittauksilla todetaan säätöjen onnistuminen. Virheellisillä säätöarvoilla voi syntyä monenlaisia haittoja. Liiallisella ilmamäärällä saattaa tulla meluhaittaa, vedon tunnetta ja paine-ero-ongelmia. Nestevirtojen riittävyys vaikuttaa jäähdytys ja lämmitystehtäviin. Liian pienellä virtauksella lämmönsiirtimestä saatava teho jää alle suunnitellun. Säätötöillä voi olla merkitystä myös sähkönkulutukseen ja hyötysuhteisiin. [12, s. 7.]

Hyväksytyjen toimintakokeiden jälkeen TATE-valvojen johdolla suoritetaan järjestelmien koekäytöt. Koekäytön tarkoituksena on testata järjestelmän toimivuus ääriolosuhteissa. Ääriolosuhteet luodaan teennäisesti automaation avulla. Järjestelmälle syötetään eri olosuhteiden mukaisia tietoja, jolloin järjestelmän tulisi

reagoida halutulla tavalla. Onnistuneilla toiminta- ja kuormituskokeilla voidaan todeta koko järjestelmän toimivuus mukaan lukien automaatio. [12, s. 7.]

Tilaajan vastaanottotarkastusta ennen tulee viranomaistarkastukset olla tehtynä ja dokumentoituna. LVI-järjestelmistä viranomaistarkastuksen vaatii KVV- ja IV-loppukatselmus. [12, s. 8.]

4.3.2 Painekokeet

Kaikki nestekiertoiset järjestelmät tulee koepaineistaa. Ilmastointikanavistolle suoritetaan tiiviyskokeet. Nesteverkoston paineistus tulee aina tehdä ennen putkien eristämistä. Mikäli putket ovat peittymässä, esimerkiksi seinän tai alakaton sisään, tulee koepaineistus tehdä ennen niiden peittämistä. Liitoskohtien tulee olla nähtävissä koepaineistuksen aikana. Liitoksien oltaessa näkyvissä voidaan mahdollinen vuotokohta löytää äänen, vuodon tai vuotosprayn avulla. Nesteverkostojen tulee olla vuotamattomia. Ilmastointikanaviston ei tarvitse olla 100 %:n osalta vuotamaton. Ennen kanaviston tiiviiden mittausta tulee varmistua siitä, että kanavisto on puhdas.

Koepaineistus tulee tehdä urakkasopimuksessa mainitulla tavalla. Nestekiertoiset verkostot voidaan koe paineistaa vedellä tai ilmalla. Lämmitys- ja jäähdytysverkostot koe paineistetaan yleensä ilmalla. Lämmitys- tai jäähdytysverkostoa koe paineistamiseen käytetään yleensä 6 bar ilmaa, ja paineen pitää antaa olla verkostossa vähintään kahden tunnin ajan. Käyttövesiverkoston käyttöpaineet ovat korkeammat kuin lämmitys- ja jäähdytysverkostojen. Tämän takia käyttövesiverkoston koepaineen tulee aina olla vähintään 10 bar. Käyttövesiverkosto paineistetaan usein ensin ilmalla ja tämän jälkeen vedellä. Ilmastointikanavien tiiviidenmittaus suoritetaan ilmalla. Putki- ja ilmastointityöt tahdistavat usein mm. alakattotöitä. Tämän takia koepainekokeita tulee suorittaa sopivin väliajoin, eikä vasta koko verkoston valmistuttua. Pienemmissä osissa koepainetun verkoston vuodotkin ovat helpompi havaita. [13, s. 5.]

Koepaineen suoritus on aina dokumentoitava. Koepainepöytäkirjassa tulee olla esitettyinä kokeen suorittaja, päivämäärä, paineistettava verkosto, koepaineen määrä ja aika sekä tieto siitä miten koepaineistus on suoritettu. [13, s. 5.]

Exceeliin luotiin välilehti *pöytäkirjat*. Pöytäkirjat-välilehdellä on koepainepöytäkirja. Pöytäkirjan sivuun on tehty täytettävä taulukko. Täyttämällä taulukko annettujen ohjeiden mukaisesti, syötetyt tiedot täyttyvät valmiiseen pöytäkirjapohjaan. Tietojen syöttämisen jälkeen voidaan valmis pöytäkirja tulostaa. Kuvassa 5 on esitetty Exceeliin tehty taulukko.

	TÄYTÄ NÄMÄ
Koepainettu verkko Käyttövesi	
Lämpö-/ Jäähdytysjärjestelmä	x
Koeponnistettu vedellä	
Koeponnistettu ilmalla	x
Asennuksen tekijä	Keksitty Henkilö
Kohde	Kohteen nimi, osoite
Tilaaaja	Keksitty yritys Oy
Koeponnistettava verkosto	2 kerros lohko 1 lämpöjohdot
Koepaine aika (tuntia)	2
Päivämäärä	29.12.2021

Tulosta sivu 2

Kuva 5. Kuva koepainepöytäkirjan taulukosta.

4.3.3 Putkistojen huuhtelu

Putkiston huuhtelu tulee suorittaa kaikille uusille verkoston osille. Putkiston huuhtelulla pyritään saamaan putkeen joutunut lika pois. Putkistoon jäänyt lika voi tulevaisuudessa tukkia sihtejä sekä venttileitä. Venttiilin väliin joutunut roska saattaa jumiuttaa venttiilin täysin. Kupariputkien juottamisesta syntyvän pintahilseen joutumista putkeen on mahdotonta välttää. Tämän takia käyttövesiputket tulisi huuhdella ennen vesimittareiden lisäämistä. Mikäli verkostoon lisätään vesimittarit ennen huuhdonta, jää iso osa roskasta venttiilissä olevaan sihtiin. Lämmitys- ja jäähdytysputkistoon joutuneita asennusaikaisia roskia ovat usein

ylimääräisen kitin jäämät, putken sahauksesta syntyvä roska sekä hitsausroiskeet. [13, s. 5.]

Mikäli uusi verkosto tullaan liittämään osaksi vanhaa verkostoa, on hyvä huuhdella vanhakin verkosto. Mikäli vanha verkosto on projektin ajaksi tyhjennetty, se on saattanut ehtiä kuivumaan. Vanhan teräsputken kuivuessa sisäpuolelta pääsee lika ja muu roska putken seinämistä hapertumaan. Hapertunut mönjä lähtee liikkeelle, kun putkisto vesitetään uudelleen. Tämän takia vanhan verkoston huuhtelu ja mutapussien tyhjennys on hyvä tehdä ennen verkoston uudelleen käyttöönottoa. Mikäli verkoston huuhtelu ei riitä, verkosto voidaan pestä. Verkoston pesussa veden seassa käytetään pesuaineita. Pesuaineilla varmistetaan lian poistuminen putkistosta. Verkoston pesua käytetään usein paikoissa, joissa verkoston puhtaus on erittäin tärkeää.

Ilmastoinnin kanaviston puhdistus tehdään usein nuohoamalla. Kanaviston puhtaus määritetään urakkasopimuksen mukaisella tavalla. Merkittävin kanavistoon joutuva lika on työmaapöly. Avoimet kanavien päät tulisi aina suojata hyvin työmaan ajaksi. Liika pöly voi jatkossa tukkia IV-koneiden suodattimet sekä olla terveyshaitta. [13, s. 6.]

Putkiston huuhtelun jälkeen, mikäli valvoja ei pääse hyväksymään putkiston huuhtelua valmiiksi, on hyvä ottaa putkistosta vesinäyte. Huuhtelusta tulee tehdä pöytäkirja. Pöytäkirjan tulee sisältää huuhdeltavan verkoston tiedot, huuhtelun tekijän nimi ja huuhtelussa käytetty neste. Ilmastointikanaviston pöytäkirjassa tulee puhtaus olla esitetty ennen ja jälkeen valokuvilla. LVI-projektin seurantatyökaluun luotiin painepöytäkirjamallia vastaava huuhtelupöytäkirja. [13, s. 5.]

4.3.4 Konekytkentöjen tarkastukset

Kun materiaalityö saapuu työmaalle eikä sitä heti asenneta, on sen varastoinnin oltava asianmukainen. Oikeanlaisella varastoinnilla eivät olosuhteet

pääse vaikuttamaan materiaalin toimivuuteen. Asennusvaiheessa tulee asentajien asennus- ja kytkentätapoja valvoa, jotta ne ovat sopimuksen ja standardien mukaisia. Asennuksesta tarkastettavia asioita ovat mm. kytkentäkuvan mukaiset materiaalit ja laitteet, tiettyjen osien tulee olla käsien ulottuvilla huollettavissa, asennuksien sijainti on suunnitelmien mukainen ja kannakointien tulee olla standardien mukaisesti suoritettu. Viemärointiä tarkastaessa tulee kaadon riittävyyden tarkistuksessa olla erityisen tarkka. Puutteellinen kaato voi johtaa ongelmien kautta takuuajaksiin korjauksiin. Läpivientien koon riittävyys on tarkastettava, jotta suunnitelmien mukainen eriste mahtuu putken lisäksi reiästä. [13, s. 5.]

Järjestelmän toimivuuden kannalta konekytkennöissä on tärkeää noudattaa suunnitelmien mukaista kytkentää. Koneiden kytkennöistä on omat kytkentäsuunnitelmat. Konekytkentöihin on eriteltynä esimerkiksi ilmastointi koneen LTO-, jäähdytys- ja lämmityspatterin kytkennät. Kytkentätavat saattavat poiketa kohteesta, suunnittelijasta ja koneesta riippuen. Tämän takia on tarkastettava, että asentajat ovat noudattaneet kyseisen koneen ja kohteen kytkentäohjeita. Suunnitelmien mukaisen asennuksen takaamiseksi koneen kytkennästä tulee tarkastaa seuraavat asiat:

- Putken materiaalin on oltava suunnitelmien mukainen. Jäähdytysputkisto on yleensä ruostumatonta teräs- tai kupariputkea. Lämmitys on sinkittyä hiilliteräsputkea tai mustaa teräsputkea. Glykolia sisältävissä piireissä kuten lämmöntalteenotto piirissä käytetään haponkestävää teräsputkea.
- Suunnitelmien mukaiset venttiilit, mittarit, pumput ja anturit on asennettu putkistoon.
- Koneeseen tai putkistoon on lisätty tarvittavat ilmaruuvit, tyhjennykset sekä viemärointi.

Tarkastuksia voidaan tehdä yhdessä LVI-valvojan kanssa. Tarkastuksista tulee tehdä pöytäkirja. Pöytäkirjasta tulee nähdä, mitä on tarkastettu, kuka on tarkastanut ja milloin. Esimerkiksi pohjaviemäreiden asennukset on tärkeä dokumentoida valokuvaamalla. Valokuvista on hyvä nähdä kaadon riittävyys ja sijainti. Pohjaviemärit olisi hyvä tarkastaa valvojan kanssa mahdollisten ongelmien ta-

kia. Kun tarkastus on tehty yhdessä valvojan kanssa, on tulevaisuudessa helpompi osoittaa viemäreiden suunnitelmien mukaisuus asennuksen jälkeen. [13, s. 5.]

4.4 Luovutusvaihe

Projektin luovutusvaihe ja viimeistelyvaihe kulkevat käsi kädessä. Hyvin aikataulutellulla viimeistelyvaiheella taataan projektin luovutuksen onnistuminen sovituksessa aikataulussa. Viimeistelyvaihe sisältää laadunvarmistukseen kuuluvien tarkastuksien ja mittauksen suorittamisen. Projektin viimeistelyvaiheelle tulee jättää riittävästi aikaa ennen luovutusta. Pääasiassa viimeistelyvaiheessa projektin tulisi olla pitkälti valmis. Urakoitsija suorittaa omien sekä muiden tahojen toimittamia virhe- ja puutelistojen korjauksia. Ennen kuin loppusiivous voi alkaa, tulee kaikkien virheiden ja puutteiden olla korjattuna ja kuitattuna. Kun viimeistelyvaiheen puutteet on korjattu, luovutusasiakirjat toimitettu ja käytönopastukset suoritettu, on viimeistelyvaihe ohi ja kohde valmis luovutettavaksi. [9, s. 57–58.]

Viimeistelyvaiheen aikataulusta, resursseista ja osapuolista pidetään usein työmaakokous. Palaverissa laaditaan muistio siitä, missä järjestyksessä ja mitä tarkastuksia tulee olla tehtynä ennen luovutusta. Aikataulussa ensimmäisenä ovat urakoitsijoiden omat tarkastukset, minkä jälkeen rakennuttaja suorittaa toimintakokeet. Toimintakokeiden edellytysten tulee myös olla aikataulutettuna. Urakoitsijan tulee suorittaa rakennuttajan osoittamille henkilöille käytönopastus. Käytönopastuksessa urakoitsija esittelee asentamansa laitteiston ja niiden toiminnan. Yleensä käytön opastus tehdään huoltoliikkeen henkilöstölle. Käytönopastuksessa käydään mm. ilmastointikonehuoneet sekä lämmönjakohuone läpi. [9, s. 57–58.]

Urakkasopimuksessa on määriteltynä, mitä urakoitsijan tulee toimittaa osana käyttö- ja huoltoaineistoa. Aineistoon kuuluu mm. koneiden ja pumppujen huolto- ja ohjekirjat sekä projektin aikana asennuksista tehdyt pöytäkirjat ja dokumentoinnit. Osana luovutusaineistoa voivat olla sopimukseen mainittuna niin sanotut punakynäpiirustukset. Punakynäpiirustukset ovat urakoitsijan piirtämät

kuvat, joissa on alkuperäisten suunnitelmien päälle korjattu niissä olleet virheet. Punakynäpiirustukset tulisi toimittaa suunnittelijoille, jotta suunnittelijat saisivat tehtyä lopulliset toteutuneet suunnitelmat. On mahdollista, että suunnittelijat odottavat urakoitsijan toimittavan punakynäkuvat, kun taas urakoitsija odottaa lopullisia kuvia suunnittelijoilta. Urakoitsijan tehtyä kohteen luovutuksen tilaaja tekee päätöksen siitä, ottaako se kohteen vastaan. Kohteen vastaanottoon vaikuttaa kaikki aikaisemmin mainittujen kokeiden ja testien tulokset, puutelistojen valmius sekä luovutettujen dokumenttien kattavuus. [9, s. 57–58.]

4.5 Takuu aika

Takuuajan pituus on usein kaksi vuotta, jos ei toisin sovita. Takuuajan pituus on kirjattu urakkasopimukseen. Takuuajana urakoitsija on vastuussa kaikista tekemistään asennusteknisistä virheistä. Mikäli urakoitsijan asentamissa laitteissa ilmenee takuuajana vikoja, on urakoitsija vastuussa myös näistä. Jos laitteen vika ei johdu urakoitsijasta, kuuluu vika todennäköisesti laitetoimittajan takuuseen, mutta urakoitsijan tulee hoitaa asia kuntoon. Jotta mahdolliset viat ja ongelmat voidaan osoittaa urakoitsijalle, tulee laitteiden ja muiden asennuksien sopimuksen mukaisten huoltotoimenpiteiden olla tehtynä. Huolto ja kunnossapito kuuluu luovutuksen jälkeen tilaajalle. Laitteiden mukaisesti suoritetuilla oikeilla huoltoväliillä ja toimenpiteillä tilaaja voi osoittaa, että ongelma ei ole tilaajasta johtuva. [14, s. 17–18.]

Asennusteknisistä virheistä koituvia ongelmia voi esiintyä vielä vuosienkin jälkeen. Tämän takia urakoitsija saattaa joutua vastuuseen tekemistään virheistä vielä takuuajankin jälkeen [15, s. 9]. Näissä tapauksissa tilaajan tulee pystyä kiistatta esittämään urakoitsijan syyllisyys virheeseen. Kun on kulunut kymmenen vuotta kohteen luovutuksesta, ei urakoitsijalla ole enää vastuita mahdollisista virheistä.

Tilaajan olisi hyvä tehdä takuuajaisia tarkastuksia kaksi. Ensimmäinen tarkastus takuuajan puoleksavälissä ja toinen muutama kuukausi ennen takuuajan

päättymistä. Tilaajan on ilmoitettava urakoitsijalle viipymättä takuuajana ilmenneistä virheistä. Esimerkiksi jos huoneiston asukas ei ilmoita tilaajalle huoneistossa ilmenneistä virheistä ajoissa, saattavat korjauskustannukset koitua asukkaalle maksettavaksi. [14, s. 17–18.]

YSE-ehdon §:n 29 mukaiset urakoitsijaa koskevat takuuajan vastuut ovat seuraavat:

- Urakoitsijan suorittamien asennuksien tulee olla sopimuksenmukaiset ja vastaa niistä takuuajan.
- Urakoitsijan tulee korjata kaikki heidän asennuksien virheellisyydestä johtuvat puutteet ja viat viipymättä.
- Tilaajan kohteen vastaanottopäivä on takuuajan alkamispäivä.
- Kohteen vastaanoton viivästyessä aikataulunmukaisesta päivämäärästä urakoitsijasta johtumattomasta syystä, voidaan takuuajaa pidentää enintään kolme kuukautta.
- Tavarantoimittajien takuun ollessa pidempi kuin kaksi vuotta, voidaan takuuvastuu siirtää urakoitsijalta suoraan tavarantoimittajalle.

Kun vastuu siirretään urakoitsijalta suoraan tavarantoimittajalle, tulee tilaajan hyväksyä tämä. [15, s. 8–9.]

5 LVI-projektin seurantatyökalu

Tässä luvussa käsitellään työkalun sisältö. Työkalu tehtiin Excelillä. Excelin toimivuuden kannalta merkittäviä kaavoja ja sääntöjä ei tulla kertomaan. Excelissä olevista välilehdistä käydään kaikki läpi pääpiirteittäin.

Excelin välilehdet ovat lueteltuna järjestyksessä:

- ”Kohteen tiedot”
- ”Asentajat”
- ”Aikataulu”
- ”Materiaalit”
- ”Raportti”
- ”Lisätyöt”

- ”Itselleluovutus”
- ”Pöytäkirjat”
- ”Urakkamitoitus”.

Kohteen tiedoista raporttiin asti välilehdet ovat tavalla tai toiselle yhteydessä toisiinsa. Neljän ensimmäisen välilehden tärkeimmät asiat ovat yhteenvedona raporttivälilehdellä. Välilehdet Lisätyöt, Itselleluovutus ja Materiaalit ovat muistio-tyylisiä välilehtiä. Exceliin on merkitty käyttäjää varten vaalealla oranssilla rivit tai solut, joita tämän tulee täyttää. Loput solut Excel täyttää automaattisesti.

Kohteen tiedot-välilehdelle syötetään kohteen lähtötiedot. Lähtötietoihin kirjoitetaan yrityksen sisäisiä tietoja sekä pääurakoitsijaa koskevia tietoja. Välilehden merkittävimmät kirjaukset ovat seurattavien litteroiden kirjaukset. Työvaiheet, joiden valmiutta ja kustannuksia halutaan seurata. Tarjousvaiheesta saatavat metrit ja työtunnit kirjataan näiden litteroiden alle. Valmiusastetta ja käytettyjä tunteja verrataan tarjousvaiheen tietoihin.

Asentajat-välilehdellä tehdään päivittäisiä asentaja tieto kirjauksia. Asentajien sen hetkiset työtehtävät ja littera, jota työtehtävä koskee, kirjataan. Litterakirjauksien kautta Raportti-välilehti laskee asentajilta litteroiden alle kertyneitä tunteja. Kertyneiden tuntien pohjalta saadaan kertyneet asentaja kustannukset. Välilehden aikataulu näyttää tämänhetkisen päivämäärän ja sen asentajavahvuuden. Kuvassa 6 näkyy osa välilehdestä.

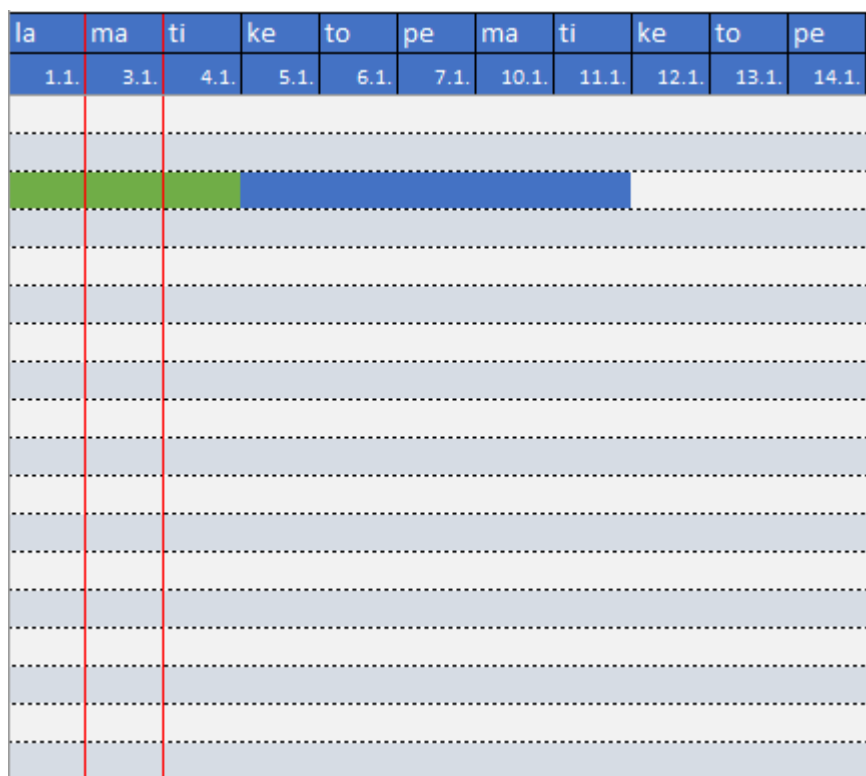
		Päivän asentaja vahvuus			
		0	0	0	0
		la	su	ma	ti
Työtehtävä	Asentaja	1.1.	2.1.	3.1.	4.1.

Kuva 6. Osa välilehdestä "Asentajat".

Aikataulu-välilehti on oman työn aikatauluttamista varten. Aikataulun laatimista varten työkirjaan on lisätty urakkamitoituslaskin. Laskin perustuu LVI-toimialan työehtosopimukseen ja on isolta osin kopioitu Rakennusliitto ry:n luomasta laskurista eikä sitä tämän takia käydä tässä työssä sen enempää läpi. Laskuri on tukemassa oman työn aikatauluttamista. Aikataulu-välilehdellä kirjataan työvaihe, työvaiheen littera, työvaiheen metrit, aloitus- ja lopetuspäivä sekä työvaiheen toteumaprosentti. Välilehti näyttää selkeästi päällekkäiset työvaiheet sekä aikataulun. Raportti-välilehti hyödyntää välilehdeltä toteutuneita metrejä, laskien niiden avulla projektin toteumaa. Kuvassa 7 on esitetty tehdyt kirjaukset ja kuvassa 8 aikataulun piirtämät viivat. Sininen viiva on suunniteltu aikataulu ja vihreä tarkoittaa toteumaa.

tot %	Metrit kok	Metrit tot	Työvaihe	Aloituspäivä	Lopetus päivä	Kesto työ päivää
40 %				1.1.2022	11.1.2022	7

Kuva 7. Aikataulu-välilehdelle tehdyt kirjaukset.



Kuva 8. Välilehden kirjauksista luotu jana.

Materiaalit-, Lisätyöt- ja Itselleluovutus-välilehdet ovat lähinnä muistioita. Materiaalit-välilehdelle merkitään projektille merkittäviä materiaalikustannuseriä. Esimerkiksi projektin kaikki patterit, puhallinkonvektorit ja oviverhokoneet voisivat olla tällaisia tuotteita. Välilehdelle kirjataan tuotteen nimi, määrä, tilaus- ja toimituspäivämäärät, toimittajan tiedot sekä tieto siitä, onko toimitus toteutunut. Lisätyö-välilehdelle kirjataan projektin aikana tulleet lisä- ja muutostyöt. Välilehdelle kirjataan mm. työntilaaaja, työnkuvaus, työn kesto ja käytetyt materiaalit. Itselleluovutus-välilehdelle kirjataan kohteen töistä riippuen osakohteen luovutuksia, mitä tulisi tehdä ja mitä on jo tehty.

Viimeisimpänä välilehtenä ennen urakkamitoitusta on välilehti Pöytäkirjat. Pöytäkirjat-välilehdelle on tehty huuhtelu- ja painekoepöytäkirjat valmiiksi. Täyttämisen tapahtuu pöytäkirjan vieressä olevan taulukon mukaisesti. Pöytäkirjat täyttyvät taulukon täyttämisen myötä. Kun taulukko on täytetty, voidaan pöytäkirja tulostaa.

6 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli luoda LVI-projektin seuranta- ja organisointia helpottava Excel-työkalu. Projektissa käytiin LVI-projektin kulku tarjousvaiheesta takuuajasta asti. Työn edetessä poimittiin projektin seurannan kannalta tärkeitä asioita Excelliin. Excelliin luodut välilehdet ja niiden sisältö perustuu raportissa käytyihin asioihin. Excelistä tuli odotettua laajempi. Excelin kattavuus saavuttaa kaikki projektin alussa sille asetetut tavoitteet.

Excellä on helppo jatkokehittää. Excelin kehittämistä varmasti jatketaan sen käyttöönoton jälkeen. Työkalun muokattavuus kohteeseen sekä projektille on helppo. Excel-työkalu tullaan muokkaamaan toimimaan myös sähköpuolen projektien tueksi.

Lähteet

- 1 Boctok Oy, Verkkoaineisto. Boctok Oy <<https://www.boctok.fi/>>. Luettu 16.12.2021.
- 2 Boctok Invest Oy. Verkkoaineisto. Finder. <<https://www.finder.fi/LVI-alaan+ty%C3%B6t/Boctok+Invest+Oy/Kerava/yhteystiedot/331107>>. Luettu 17.12.2021.
- 3 Admicom Oyj, Verkkoaineisto. Admicom Oyj <<https://admicom.fi/>>. Luettu 24.12.2021
- 4 Mikä ihmeen allianssi? Verkkoaineisto. Lapin keskussairaalan laajennushanke. <<https://lkslaajennus.fi/blogi/mika-ihmeen-allianssi>>. Luettu 17.12.2021.
- 5 Urakkamuodot. Rakentaminen. Verkkoaineisto. Kiinteistöoikeus. <<https://kiinteistooikeus.fi/palvelumme/rakentaminen/urakkamuodot/>>. Luettu 17.12.2021.
- 6 Ahlroos, Hannele. 2018. Rakennushankkeen tarjouslaskenta. Tarjouslaskentaprosessin ongelmat ja riskien hallinta. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Trepo-tietokanta.
- 7 Kivioja, Karri. 2014. YSE 1998 Käyttö ja tulkinta. Verkkoaineisto. Rakennusteollisuus. <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineistot/2014-09-30_karri-kivioja-yse1998-kaytto-ja-tulkinta.pdf>. Luettu 18.12.2021.
- 8 Aloituskokous. Verkkoaineisto. Rakentaja.fi. <<https://www.rakentaja.fi/artikkelit/636/aloituskokous.htm>>. Luettu 19.12.2021
- 9 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. 2017. Ratu. Rakennustieto Oy.
- 10 Rakennushankkeen kustannushallinta. 2018. Ratu. Rakennustieto Oy.
- 11 Laine, Ville. 2005. Lisä- ja muutostyöt rakennusurakassa. Rakennusteollisuuden Kustannus RTK Oy.
- 12 Prosessikuvaus. Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. 2018. RT 10-11301. Rakennustieto Oy.
- 13 Tehtävät ja dokumentointi. Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. 2018. RT 1011302. Rakennustieto Oy

- 14 Hallittu putkiremontti. 2008. Rakennustieto Oy.
- 15 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. 1998. RT 16-10660. Rakennustieto Oy.