



Tommi Salminen

LVI-urakointi linjasaneeraushank- keessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

5.8.2024

Tiivistelmä

Tekijä: Tommi Salminen
Otsikko: LVI-urakointi linjasaneeraushankkeessa
Sivumäärä: 35 sivua
Aika: 5.8.2024

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto: LVI-tekniikka
Ohjaaja(t): Lehtori Markku Leino

Projektipäällikkö Jaakko Saarimaa

Tämän opinnäytetyön aiheena oli LVI-urakan toteutus ja dokumentointi linjasaneeraushankkeessa. Linjasaneeraus on laaja käsite, joka voi sisältää koko LVISA-urakan tai vain osia siitä. Vanhojen kerrostalojen saneeraushanke on haastava niin tilaajalle, suunnittelijoille kuin urakoitsijoillekin. Alkuperäiset suunnitelmat ja dokumentit saattavat olla hyvinkin puutteelliset, tästä syystä toteutusvaiheessa saattaa tulla vastaan hyvinkin haasteellisia tilanteita, joihin on reagoitava nopealla aikataululla.

Opinnäytetyössä käytettiin jo valmistuneen linjasaneeraushankkeen dokumentaatiomateriaaleja ja havaintoja. Opinnäytetyössä hyödynnettiin myös käynnissä olevaa linjasaneerausurakkaa sekä kohteen dokumentointia. Kohteet sijaitsevat Helsingissä, joten opinnäytetyössä perehdyttiin Helsingin rakennusvalvonnan määräyksiin ja ohjeistuksiin. LVI-urakoitsija toimi kohteissa pääurakoitsijan alihankkijana.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin LVI-urakan toteutuksesta aloitusvaiheesta takuuaikaan saakka kattava kirjallinen aineisto, jota voidaan tulevaisuudessa hyödyntää urakoinnissa. Tässä opinnäytetyössä ei käsitelty tarjouslaskentavaihetta.

Avainsanat: Linjasaneeraus, LVI-urakointi

Abstract

Author(s): Tommi Salminen
Title: HVAC Contracting in Construction
Number of Pages: 35 pages
Date: 5 August 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Building Services Engineering
Specialisation option: HVAC Engineering
Instructor(s): Markku Leino, Senior Lecturer
Jaakko Saarimaa, Project Manager

The thesis is aimed at collecting comprehensive information about HVAC contracting in renovation projects, especially about the documentation of these projects. The challenges in the renovations of old apartment buildings for the planners, contractors, and the owner were identified in the thesis. First, renovation in itself is a broad concept and can include either some of the HVAC systems or all of them. Second, the original plans and documents of the building may have incomplete information or none at all, which can result in difficult situations during the project, requiring almost instant solutions.

This thesis collected documents and materials from two HVAC renovation projects: a completed one and an ongoing one. As both the renovation sites were in Helsinki, the thesis also discussed the rules and regulations of the building inspectors in the Helsinki region. The HVAC contractor was a subcontractor in these projects.

The result of the thesis was comprehensive written material that is useful in future HVAC construction projects. The material covers the projects from initiation to guarantee period.

Keywords: renovation, HVAC contracting, construction

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Linjasaneeraus	2
2.1	Linjasaneeraushankkeen rakennuslupamenettely	3
2.2	Hankkeen vastaavat työnjohtajat	4
3	LVI-urakointi	5
3.1	LVI-urakoinnin haasteet	6
3.2	Urakan aloitusvaihe	6
3.2.1	Budjetti	7
3.2.2	Maksuerätaulukko	8
3.2.3	Alihankkijat	10
4	Toteutusvaihe	11
4.1	Aloituskokous	11
4.2	Työmaakokoukset	11
4.3	Urakoitsijapalaverit	13
4.4	Materiaalit	13
4.5	LVI-asennukset	15
4.6	Painekokeet	17
4.7	Tilaukset	20
4.8	Lisä- ja muutostyöt	20
5	Luovutusvaihe	21
5.1	Mittaukset ja säädöt	21
5.2	Itselleluovutukset	23
5.3	Luovutusmateriaalit	25
5.4	Loppukatselmus	27
5.5	Taloudellinen loppuseelvitys	28
6	Yhteenveto	29
	Lähteet	31

1 Johdanto

Opinnäytetyö käsittelee LVI-urakan toteutusta ja dokumentointia linjasaneeraus-hankkeessa, joka toteutetaan kokonaisurakkana. Linjasaneeraus on laaja käsite, joka voi sisältää koko LVISA-urakan tai vain osia siitä. Vanhojen kerrostalojen saneeraushanke on haastava niin tilaajalle, suunnittelijoille kuin urakoitsijoillekin. Alkuperäiset suunnitelmat ja dokumentit saattavat olla hyvinkin puutteelliset. Tästä syystä toteutusvaiheessa saattaa tulla vastaan hyvinkin haasteellisia tilanteita, joihin on reagoitava nopealla aikataululla.

Opinnäytetyössä selvitetään urakan vaiheet alusta projektin valmistumiseen saakka sekä LVI-urakoitsijan vastuita sekä velvollisuuksia projektissa. Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää urakan työvaiheet ja dokumentointi sekä viranomaismenettelyt LVI-projektipäällikön näkökulmasta. Lopputuloksena pyritään saamaan LVI-urakan toteutuksesta aloitusvaiheesta takuuajaksi saakka kattava kirjallinen aineisto, jota voidaan hyödyntää tulevissa hankkeissa sekä uusien työntekijöiden perehdyttämisessä alalle.

Opinnäytetyön materiaaleina käytetään jo valmistuneen linjasaneeraushankkeen ja käynnissä olevan urakan dokumentaatiota. Kohteissa tehtyjä havaintoja hyödynnetään työn tekemisessä. Kohteet sijaitsevat Helsingissä, ja työssä perehdytään Helsingin rakennusvalvonnan määräyksiin sekä ohjeistuksiin. LVI-urakoitsija toimii hankkeissa pääurakoitsijan aliurakoitsijana.

Opinnäytetyö tehdään yhteistyössä Putkiwuorio Oy:n kanssa. Yritys on perustettu vuonna 1978. Putkiwuorio on keskisuuri talotekniikka-alan yritys, joka harjoittaa LVI-urakointia uudisrakentamisessa ja saneeraus sekä peruskorjauskoh-teissa Uudenmaan alueella. Yrityksen liikevaihto vuonna 2022 oli 22 miljoonaa euroa, ja se työllistää 77 henkilöä. [1.]

2 Linjasaneeraus

Linjasaneeraus tarkoittaa kiinteistön vesi- ja viemärijärjestelmien kunnostusta tai uusimista. Linjasaneeraus voi sisältää myös ilmanvaihtokanavien ja hormien uusimista tai nuohousta sekä lämmitysjärjestelmien päivitystä ja tasapainotusta soveltuvien osien. Linjasaneerauksen yhteydessä uusitaan yleensä myös kiinteistön sähköjärjestelmät vastaamaan nykyaikaa tämän ollessa kustannustehokasta samaan aikaan teetettäessä. Linjasaneerauksen laajuus määräytyy tyypillisesti korjaustarpeen, tahtotilan sekä yhtiön rahoitusmahdollisuuksien mukaan. Linjasaneeraushankkeen tilaajana on yleensä taloyhtiö, jonka yhtiökokouksen perusteella hallitus tekee päätöksen hankkeeseen ryhtymisestä ja käyttää useimmiten apunaan rakennuttajakonsulttia sekä isännöitsijää. Rakennuttajakonsultti toimii yleensä tilaajan edustajana linjasaneeraushankkeen suunnittelu- ja toteutusvaiheessa yhteistyössä taloyhtiön isännöitsijän kanssa taloyhtiön määräysten ja ohjeistusten mukaisesti. [2.]

Linjasaneeraushankkeen tarveselvitykseen, hankesuunnitteluun, toteutussuunnitteluun ja rakentamisen valmisteluun sekä kilpailutukseen on hyvä varata aikaa 12–24 kuukautta. Urakan kilpailutuksen avulla hankkeelle valikoituu pääurakoitsija, joka vastaa linjasaneeraushankkeen rakentamisvaiheen toteutuksesta. Rakentamisvaiheeseen kuuluu urakkamuodon mukaan suunnitelmat, työmaan perustaminen, tiedottaminen, aikataulun laadinta, turvallisuus koordinointi, laadunvalvonta, purkutyöt, kaivannot, poraukset, LVIS-asennukset, rakennustekniset työt, tarkastukset ja koekäyttö, viranomaisyhteistyö, luovutus, käytön opastus sekä takuu-aika. Toteutusvaiheeseen on linjasaneeraushankkeen laajuuden mukaan varattava aikaa 3–12 kuukautta. [2.]

Linjasaneeraushankkeessa korostuu kohteen perusteellinen kartoittaminen ja ammattitaitoinen toteutussuunnitelmien laadinta, jotka ovat lähtökohtia onnistuneelle sekä kustannustehokkaalle hankkeelle. Huolellinen tehtäväsuunnittelu ja aikataulun laadinta ovat tärkeä osa hankkeen toteutusvaihetta ja sen onnistumista. Pääurakoitsija käyttää yleensä hankkeen toteutuksessa aliurakoitsijoita,

jotka vastaavat omalta osaltaan pääurakoitsijalle kokonaisuuden toteutuksesta.
[2.]

2.1 Linjasaneeraushankkeen rakennuslupamenettely

Rakennusluvan hakijana, eli rakennushankkeeseen ryhtyvänä, toimii kiinteistön omistaja, joka on useimmiten taloyhtiö. Kiinteistön edustajana toimii yleensä isännöitsijätoimisto. Taloyhtiö tekee päätöksen linjasaneeraushankkeeseen ryhtymisestä yhtiökokouksessa. Linjasaneeraushankkeen toteutukseen taloyhtiö tarvitsee pätevytyneet suunnittelijat. Hankkeelle tulee nimetä pääsuunnittelijan lisäksi LVI-, rakennus-, ja rakennesuunnittelija. Mikäli lisäksi uusitaan tai lisääntään sähkö- ja tietojärjestelmiä, tulee hankkeeseen nimetä myös sähkösuunnittelija. Pääsuunnittelijana linjasaneeraushankkeessa toimii rakennus- tai LVI -suunnittelija, joka vastaa hankkeesta suunnittelun osalta rakennusvalvonnalle.
[3.]

Hankkeeseen on syytä kiinnittää pätevät ja ammattitaitoiset rakennus- ja talotekniikkatöiden valvojat jo linjasaneerauksen alkuvaiheessa, jolloin he toimivat myös suunnittelun ohjaajina. Pienemmissä hankkeissa suunnittelijat voivat toimia myös kohteen valvojina. Taloyhtiön on kyseisessä tilanteessa hyvä tehdä erilliset sopimukset suunnittelun ja valvonnan osalta. On myös syytä huomioida, että tällöin suunnittelija valvoo omaa suunnitteluaan, ja tämä ei välttämättä ole taloyhtiön etujen mukaista. [3.]

Suunnitelmien ollessa valmiina voidaan hakea varsinaista rakennuslupaa hankkeelle. Rakennusluvan hakijaksi merkitään kiinteistön omistaja, joka voi valtuuttaa pääsuunnittelijan tai erillisen asiamiehen hoitamaan varsinaisen hakuprosessin taloyhtiön puolesta. [3.]

Linjasaneeraushankkeen rakennuslupaa hakiessa tarvittavia asiakirjoja ovat:

- lupahakemus
- suunnittelijatiedot
- hankeselvitys

- korjausrakentamisen energiaselvitys
- naapureiden kuuleminen ja suostumus
- pääpiirustukset
- asemapiirros
- kellarikerroksen pohja
- asuinkerrosten pohjat, ullakko ja vesikatto
- alustavat kotelodetaljit
- selvitys vesijohtonousujen asennustavasta
- palo-osastoinnit
- KVV suunnitelmat
- liitoskohtalausunto
- KVV- laitteist selvitys vesilaitosta varten
- selvitys hulevesiputkituksesta
- IV- suunnitelmat sekä hormikartoitus. [3.]

2.2 Hankkeen vastaavat työnjohtajat

Rakennuslupaa haettaessa tulee nimetä hankkeelle vastaava työnjohtaja sekä erityisalojen vastaavat työnjohtajat, jotka tulee olla hyväksytyinä ennen varsinaisen rakentamisen aloittamista. Hankkeeseen ryhtyvä kutsuu rakennusvalvonnan sähköisen järjestelmän kautta vastaavat työnjohtajat hankkeeseen. Kunkin työnjohtajan on tehtävä rakennusvalvonnalle selvitys pätevyydestään esittämällä tutkinto- ja työtodistuksensa sekä referenssiluettelonsa. [3.]

Rakennustyöstä tulee pitää yllä tarkastusasiakirjaa, johon kaikki työvaiheet kirjataan. Rakennusvaiheeseen ryhtyvän nimeämät työnjohtajat, suunnittelijat ja valvojat tarkastavat sekä kirjaavat kukin omalta osaltaan kaikki työvaiheet. Mahdolliset poikkeamat ja hyväksytyt asennukset kirjataan tarkastusasiakirjaan, jonka jokainen työnjohtaja kuittaa allekirjoituksellaan. Tarkastusasiakirjasta tulee tehdä loppukatselmukseen mennessä yhteenveto, jonka kopio luovutetaan rakennusvalvontaviranomaiselle. Tarkistusasiakirjan yhteenveto arkistoidaan loppukatselmuspöytäkirjan liitteenä rakennusvalvonnan arkistoon tulevaisuutta varten. [3.] Kuvassa 1 on esitetty talotekniikan tarkastusasiakirjan yhteenveto.

TALOTEKNIIKAN TARKASTUSASIAKIRJA, YM5/601/2015
KORJAUS- JA MUUTOSHANKKEET, UUDISRAKENTAMISESSA SOVELTUVIN OSIN

LUPATUNNUS		
RAKENNUSPAIKKA	Kiinteistötunnus	Osoite
TOIMENPIDE		

Hankkeen keskeiset osapuolet Henkilö ja yritys

Rakennushankkeeseen ryhtyvä	Rakennushankkeeseen ryhtyvän edustaja	Turvallisuuskoordinaattori
Rakennusteknisten töiden valvoja	Palokatkotöiden valvoja	LVI-tekniisten töiden valvoja
Sähkövalvoja	Pääsuunnittelija	Rakennussuunnittelija
Rakennesuunnittelija	LVI-suunnittelija	Palokatkosuunnittelija
Sähkösuunnittelija	RAU-suunnittelija	SPR-suunnittelija
Vastaava työnjohtaja	KVV-työnjohtaja, sisätyöt	KVV-työnjohtaja, ulkotyöt
IV-työnjohtaja	Sähkötyönjohtaja	Energia vastuhenkilö

Tarkastusasiakirjan yhteenveto poikkeamat on merkitty lisätietoja ja huomautuksia sivulle

Olen todennut, että rakennusvaiheisiin kuuluvat työvaihetarkastukset on asianmukaisesti toteutettu tarkastusasiakirjan ja aloituskokouksessa tai aloittamisilmoituksen yhteydessä sovitun mukaisesti ja että rakentaminen tältä osin vastaa suunnitelmia ja että se on muutoinkin toteutettu hyvän rakennustavan mukaisesti. Lisäksi olen todennut, että rakennustuotteiden kelpoisuus vastaa määräysten vaatimuksia ja että kelpoisuus selvitykset on koottu ja tallennettu.

		Rakennusvaiheen vastuuhenkilön allekirjoitus
Rakennustekniset työt	Päivämäärä	Nimenselvennys
KVV-työt, sisätyöt	Päivämäärä	Nimenselvennys
KVV-työt, ulkotyöt	Päivämäärä	Nimenselvennys
Ilmanvaihtotyöt	Päivämäärä	Nimenselvennys
Rakennusautomaatio	Päivämäärä	Nimenselvennys

MRL 153 §:n mukainen ilmoitus Loppukatselmus Osittainen loppukatselmus, koskee seuraavia:

- Rakennustyö on saatettu loppuun rakennusluvan sekä rakentamista koskevien säännösten ja määräysten mukaisesti.
- Rakennustyön valvonta sekä työn tarkastaminen ja todentaminen samoin kuin työssä käytettyjen rakennustuotteiden kelpoisuuden toteaminen on hoidettu säännösten edellyttämällä tavalla.
- Rakennusvalvontaviranomaisen määräämät katselmuksat ja tarkastukset sekä niissä vaaditut toimenpiteet on tehty.
- Muuhun lakiin perustuvat ja rakennuksen käyttöturvallisuuteen olennaisesti vaikuttavat tarkastukset ja niissä vaaditut toimenpiteet on tehty.
- Rakennusvaiheiden vastuuhenkilöt sekä työvaiheita tarkastaneet henkilöt ovat varmentaneet tekemänsä tarkastukset rakennustyön tarkastusasiakirjaan.
- Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje on riittävässä laajuudessa valmis ja toimitettavissa rakennuksen omistajalle.

Rakennushankkeeseen ryhtyvä (= kiinteistön omistaja, esim. taloyhtiö)	Päivämäärä	Rakennushankkeeseen ryhtyvän tai hänen edustajansa allekirjoitus
		Nimenselvennys

Kuva 1. Talotekniikan tarkastusasiakirja.

3 LVI-urakointi

Linjasaneeraushankkeessa LVI-urakoitsijan tehtäviin kuuluvat kohteen mukaan esimerkiksi uusien käyttövesiputkistojen asentaminen, viemäreiden uusiminen ja lämmitysjärjestelmien venttiileiden vaihto sekä ilmanvaihtojärjestelmän paran-

taminen. Opinnäytetyön referenssikohteissa uusitaan käyttövesi- sekä viemäri-järjestelmät kokonaisuudessaan. Lämmitysjärjestelmän osalta uusitaan patteriventtiilit ja kellareiden linjasäätöventtiilit. Kohteissa on painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä, jonka hormit kartoitetaan, ja tarpeen mukaan avataan tukoksia niitä havaittaessa. Ilmanvaihtojärjestelmän tulo- ja poistoventtiilit uusitaan sekä lopuksi nuohotaan kaikki ilmanvaihtokanavat.

3.1 LVI-urakoinnin haasteet

Linjasaneeraushankkeissa LVI-urakoitsija kohtaa yleensä samat toistuvat haasteet. Näitä ovat urakan sisällön määrittely neuvotteluissa, budjetin ylitys, aikataulujen paikkansa pitävyys sekä henkilöstöressurssien määrittäminen. Urakan sisällön määrittely yksityiskohtaisesti on ensisijaisen tärkeää, jotta sopijaosapuolet ovat tietoisia mitä ollaan tekemässä ja mikä tehtävä kuuluu kenellekin. Urakan sisältö määritellään urakkaneuvotteluissa ja neuvottelupöytäkirja lisätään urakkasopimuksen liitteeksi. Urakkasopimuksen rajauksen puutteet ja kohteen suunnitelmapuutteet ovat yleisimpiä haasteita linjasaneeraushankkeissa. Urakkasisällön tarkentaminen kohteen jo käynnistettyä johtaa aikataulun sekä resurssien riittävyyden kanssa monesti ongelmiin. [4, s. 168.]

3.2 Urakan aloitusvaihe

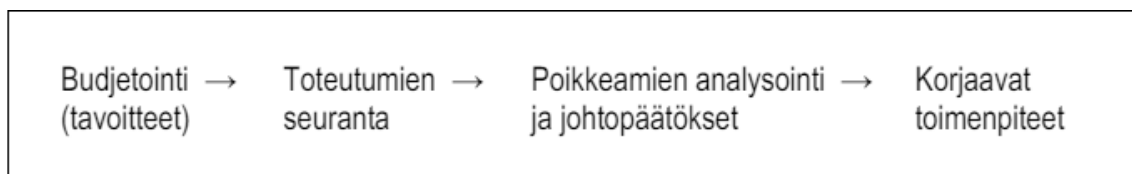
Toimeksiantajayrityksen yleisen ohjeistuksen mukaisesti käydään jokaisen saadun urakan alussa laskennan ja tuotantopäällikön sekä työnjohtajan väliset neuvottelut kyseisen kohteen tulevasta budjetista ja resursseista sekä hankinnoista. Neuvottelujen tavoitteena on antaa kohteen työnjohtajalle selkeät ja tarvittavat tiedot kohteen budjetista sekä käytettävistä olevista resursseista, joiden mukaisesti urakka tulee toteuttaa.

Työnjohtajan tehtävänä on laatia kohteeseen budjetti sekä maksuerätaulukko, jotka viedään yrityksen käyttämään Admicom-järjestelmään, josta näitä voidaan seurata reaaliaikaisesti kohteen edetessä. Yritys teettää ilmanvaihto- sekä eristystyöt alihankintana, jotka työnjohtajan tulee kilpailuttaa. Työnjohtajan vastuulla

on laatia budjetti sekä maksuerätaulukko kohteesta, ja ne ovat ohjaavassa osassa hankkeen läpiviennissä.

3.2.1 Budjetti

Budjetin, eli hankkeen talousarvion, onnistumisen edellytyksenä voidaan pitää laaditun budjetin toteumatarkkailua. Mikäli laaditun budjetin toteutumista ei seurata säännöllisesti, on budjetin laadinta lähes turhaa. Budjetin ajantasainen seuranta auttaa tarkastelemaan hankkeen etenemistä ja sitä, kuinka hyvin tavoitteet ovat toteutuneet sekä havainnoimaan mahdollisia poikkeamia tavoitearvion ja toteuman välillä. Budjettierojen löytymisen lisäksi on tärkeää, että näihin johdaneita syitä analysoidaan, jotta opitaan laatimaan budjetti entistä paremmin. [5, s. 10.] Budjettiseurantaan liittyvät toimenpiteet on havainnollistettu kuvassa 2.



Kuva 2. Budjettiseuranta. [5, s. 77.]

Yrityksen kohteelle nimeämä projektipäällikkö laatii hankkeelle lopullisen budjetin urakkasopimuksen pohjalta. Budjettia laadittaessa tulisi olla mahdollisimman tarkasti tiedossa kulutukset hankkeen materiaaleille, tarvikkeille sekä työn osuudelle. Yrityksellä on käytössä valmis budjettipohja, johon projektipäällikkö listaa laskennasta saadun tiedon perusteella tavoitekulutukset kaikille materiaaleille omille litteroilleen. Excel-budjettipohja on laadittu yrityksessä siten, että tiedot voidaan kopioida sellaisenaan yrityksen käyttämään Admicom-taloushallintaohjelmaan samoilla litteranumeroinneilla. Kuvassa 3 on kuvakaappaus yrityksen budjettipohjasta.

4000	Tavarat	0
0020	Viemärit, valurauta	0
0030	Putket, mustat/sinkityt	0
0100	Putket, RST	0
0150	Putket, Cu- ja kromi	0
0200	Putket, muovi	0
0240	Viemärit, muovi	0
0250	Vesi- ja viem. nousuelementit, materiaalit	0
0260	Kaivot, ulkopuoliset	0
0330	Kaivot ja kannet, sisäpuoliset	0
0360	Erottimet, esim. HEK/REK	0
0370	Venttiilit	0
0390	Vesimittarit keskuksineen	0
0401	Patteriventtiilit ja -termostaatit	0
0460	Pumput	0
0490	Pumppaamot	0
0530	KL-keskus ja tarvikkeet	0
0535	Jäähdytyslaitteet, materiaalit	0
0540	Patterit	0
0548	Käyttövesipatterit	0
0560	Posliinit	0
0610	Hanat	0
1600	Sekalaiset tarvikkeet	0
1700	Eristetyt putkielementit	0
2000	Kannakkeet	0
2200	IV-tarvikkeet (pienet työt)	0
R2	Rahti	0

Kuva 3. Havainnollistava kuvakaappaus yrityksen budjettipohjasta.

3.2.2 Maksuerätaulukko

Maksuerätaulukon etusivulle yksilöidään hanke-, ja urakkasopimus. Lisäksi ilmoitetaan urakoitsija, tilaaja sekä kyseessä oleva rakennuskohde. Etusivulla esitetään myös urakan kokonaishinta ilman arvonlisäveroa, arvonlisävero sekä kokonaishinta arvonlisäverollisena. Varsinainen maksuerätaulukko laaditaan seuraaville sivuille. Taulukkoon merkitään jokaisen maksuerän kohdalle kyseisen erän määrä ilman arvonlisäveroa ja viereiseen sarakkeeseen erän arvonlisäveron suuruus. Maksuerätaulukon vahvistavat urakoitsija sekä tilaaja tai heidän edustajansa allekirjoituksillaan. [6.]

Maksuerätaulukon laadinnassa pääsääntönä pidetään, että maksuerät seuraavat urakan edistymistä siten, että osasuoritukset ovat realistisessa suhteessa urakan kokonaishintaan sekä kulloinkin kysymyksessä olevan urakkasuorituksen vaiheeseen. Poikkeuksena tähän ovat ensimmäinen ja viimeinen maksuerä. Ensimmäinen maksuerä on yleisesti suurempi, ja siinä maksetaan urakoitsijalle ennakko, jolla pystytään kattamaan työmaan perustamisesta sekä tarvikkehankinnoista aiheutuvat kulut. Ensimmäisen erän suuruus on yleensä puolet rakennusaikaisen vakuuden määrästä tai esimerkiksi viisi prosenttia kokonaissummasta. Viimeinen maksuerä on yleisesti 5–10 prosenttia urakan kokonaishinnasta, ja se on tilaajan hallussa kohteen vastaanottoon tai tarvittaessa loppuselvitykseen saakka turvaamassa tilaajan etua. [6.]

Projektipäällikön tulee laatia maksuerätaulukko tarkasti suunnitellen, jotta kasviritta pysyy koko hankkeen ajan positiivisena ja ettei urakoitsija joudu tilanteeseen, jossa yritys päätyy rahoittamaan kohdetta huonosti laaditun maksuerätaulukon vuoksi. Maksuerätaulukko tulee mieluummin laatia siten, että erää on suhteellisen paljon ja laskutusta päästään suorittamaan tasaisesti. Tämä vaatii projektipäälliköltä ammattitaitoa sekä kokemusta maksuerätaulukon laadinnasta.

Kuvassa 4 on esitetty yrityksen käyttämä Excel-maksuerätaulukkopohja

Maksaja		Laskutusosoite:				Proj.päällikkö:					
Hanke											
Työnro											
Ntohint:	0,00 €										
ALV	0,00 €										
Hinta:	0,00 €										
Pvm:											
Eriä yht.											
Nro	Selite	Netto	ALV	Brutto	%	Maksueran valmistusennuste (pvm)	Valvojan hyv. päivä	Valvojan nimi	Proj. paallikon hyv. päivä	Proj. paallikon nimi	Hyväksytyt maksuerät brutto
1			0,00	0,00	5,0%						
2			0,00	0,00	0,0%						
3			0,00	0,00	0,0%						
4			0,00	0,00	0,0%						
5			0,00	0,00	0,0%						
6			0,00	0,00	0,0%						
7			0,00	0,00	0,0%						
8			0,00	0,00	0,0%						

Kuva 4. Maksuerätaulukkopohja.

3.2.3 Alihankkijat

Yritys käyttää alihankkijoita linjasaneeraushankkeissa, jotka projektipäällikön tulee kilpailuttaa ennen urakan varsinaista aloitusta ja alihankkijat on myös hyväksyttävä pääurakoitsijalla. Alihankintana toteutetaan putkieristys-, ilmanvaihto- sekä vesivirtojenmittaus- ja säätötyöt.

Aliurakoitsijoiden kilpailutuksessa tarjouspyynnöt on syytä lähettää 3–5:lle eri urakoitsijalle jokaisesta alaurakasta, jotta saadaan tarpeeksi kattava kokonaisuus urakkahinnoista sekä kilpailua aikaan. Hankkeen projektipäälliköllä on tiedot jokaisen alaurakan kokonaissummista, jotka saadaan urakkalaskennasta. Kyseisten summien ei tule ylittyä, pikemminkin alittua, jolloin yritys saa mahdollisimman paljon katetta.

Tarjouspyyntöjen liitteinä lähetetään mahdollisille aliurakoitsijoille kyseisen kohteen LVI-suunnitelmat ja työselostus sekä mahdolliset muut liitteet, jotka vaikuttavat urakan laskentaan. Kaikkien valittujen aliurakoitsijoiden kanssa käydään urakkaneuvottelut ja laaditaan aliurakkasopimus, johon kirjataan urakan sisältö sekä mahdolliset erityispiirteet. Molemmat osapuolet allekirjoittavat aliurakkasopimuksen ja se on täten molempia osapuolia sitova asiakirja. Aliurakoitsijan on tämän jälkeen laadittava maksuerätaulukko omasta urakastaan ja hyväksyttävä se kohteen projektipäälliköllä.

Aliurakoitsijoiden on huolehdittava omien työntekijöidensä pätevyyksistä ja tarvittavista työkorteista sekä luvista. LVI-urakan kokonaisvastuu on Putkiwuorion projektipäälliköllä, joka ohjaa jokaista aliurakoitsijaa. Jokaisen aliurakoitsijan tulee laatia omasta työstään tarvittavat pöytäkirjat ja toimittaa ne viipymättä kohteen projektipäällikölle, joka toimittaa nämä edelleen pääurakoitsijalle sekä LVI-valvojalle.

4 Toteutusvaihe

4.1 Aloituskokous

Työmaan aloituskokouksessa on oltava läsnä vastaava työnjohtaja, KVV-työnjohtaja, IV-työnjohtaja, rakennushankkeeseen ryhtyvän edustaja, pääsuunnittelija ja LVI-suunnittelija sekä kohteen valvojat. Aloituskokouksen ennakoon täytettävä pöytäkirja tulee lähettää rakennusvalvontaan viimeistään kaksi työpäivää ennen varsinaista aloituskokousta. Aloituskokouksessa pöytäkirjaa täydennetään tarvittavilta osin ja se tallennetaan lupapisteeseen, jossa se myös allekirjoitetaan jokaisen toimesta. [3.]

Aloituskokouksessa sovitaan työn edistymisen seuranta ja mahdollisten osavastaanottojen ajankohdat linjoittain tai portaittain. Rakennusvalvontaviranomainen suorittaa valvontaa pistokoemaisesti, joten rakennushankkeeseen ryhtyvän suorittama oma valvonta on valvontaa, jolla varmistetaan rakennustyön laatu kaikilta osiltaan. [3.]

Aloituskokouksen tarkoituksena on siis selvittää rakennushankkeeseen ryhtyvälle hankkeen keskeiset ja vastuulliset toimijat sekä määritellä heidän tarkastustehtävänsä sekä suoritettavat viranomaiskatselmukset ja tarkastukset. Kunnan rakennusvalvontaviranomainen voi lisäksi vaatia työmaan aikana pidettävistä viranomaiskatselmuksista lämpö-, -vesi- ja ilmanvaihtolaitteille, jos hän näkee tämän tarpeelliseksi. Mahdollisista työmaa-aikaisista tarkastuksista tehdään merkintä kohteen rakennuslupaan. [7.]

4.2 Työmaakokoukset

Työmaakokousten tarkoituksena on varmistaa rakennusprojektin onnistunut ja taloudellisesti kannattava läpivienti. Työmaakokoukset ovat yksi laadukkaan ja onnistuneen rakennushankkeen tärkeimmistä työkaluista, jotka oikeanlaisesti

pidettynä takaavat rakennushankkeen aikataulussa pysymisen ja tuovat selkeyden kaikille rakennusprojektin osapuolille. Työmaakokouksia pidetään aina rakennushankkeen alusta loppuvaiheeseen asti.

Linjasaneeraushankkeen kokouksissa paikalla ovat yleisesti tilaajan edustaja, isännöitsijä, taloyhtiön hallituksen jäsenet, vastaava työnjohtaja, erityisalojen työnjohtajat, työmaamestarit ja valvojat sekä tarvittaessa suunnittelijat. Kokousten tärkein tehtävä on päästä sopimaan asioista kasvotusten kaikkien osapuolten ollessa paikalla. Näin säästytään mahdollisilta väärinymmärryksiltä ja vaivalta yrittää sopia sekä tiedottaa asioista eteenpäin. Työmaakokouksiin onkin syytä osallistua, ja yleisesti osallistumisesta on maininta urakkasopimuksessa, jossa tämä veloitetaan. Työmaakokous on paikka, jossa yhteisiä päätöksiä voidaan tehdä sujuvasti kaikkien osapuolten kesken. [8, s. 23.]

Työmaakokousten keskeisimmät tavoitteet:

- rakennushankkeen aikataulussa pysymisen varmistus
- taloudellisten tavoitteiden varmistus
- laadun varmistus
- työvaiheiden suunnittelu ja etenemisen seuraaminen
- asioista sopiminen yhteisesti
- tulevan ennakointi
- lisä- ja muutostöiden läpikäynti.

Opinnäytetyön referenssikohteessa ensimmäisessä työmaakokouksessa päätettiin pidettäväksi kokouksia kahden viikon välein aina samana viikonpäivänä ja kellonaikaan, jolloin työmaakokousten ajankohdat ovat kaikille osapuolille tiedossa työmaan aloituksesta loppuvaiheeseen saakka. Kokouksissa puheenjohtajana sekä sihteerinä toimii projektipäällikkö, joka on tilaajan edustaja. Jokaisesta työmaakokouksesta laaditaan pöytäkirja, joka lähetetään kaikille osallistujille tarkistettavaksi sekä tallennettavaksi. Edellisen kokouksen pöytäkirja hyväksytetään aina seuraavan kokouksen alussa. Kohteen työmaakokoukset ovat

kestoltaan 2–3 tuntia johtuen taloyhtiön iästä ja haasteellisuudesta sekä useista muuttujista työmaan aikana.

4.3 Urakoitsijapalaverit

Urakoitsijapalaverit ovat nimensä mukaisesti tarkoitettu pääurakoitsijan ja aliurakoitsijoiden välisten asioiden läpikäyntiin. Palaverit ovat tärkeässä osassa työmaan viestin kulussa. Palavereissa tulee olla paikalla LVIS-urakoitsijat, muut aliurakoitsijat ja vastaava mestari sekä työmaamestarit. Kaikkien osapuolten ollessa läsnä on työmaan asioiden käsittely nopeaa ja välitöntä eri osapuolten välillä. Työmaakokouksen läpiviennistä ja koolle kutsumisesta on vastuussa työmaan vastaava mestari. Urakoitsijapalavereista laaditaan jokaisesta oma pöytäkirja, joka liitetään osaksi seuraavan työmaakokouksen pöytäkirjaa. [8, s. 27.]

Esimerkkikohteessa urakoitsijapalavereita pidetään noin kahden viikon välein, ja paikalla ovat LVIS-urakoitsijat, pääurakoitsijan edustajat ja tarpeen mukaan muita aliurakoitsijoita. Palavereissa käydään läpi työvaiheaikataulua ja kirjataan poikkeuksista, joita on mahdollisesti ilmennyt. Keskeiset päivämäärät käydään yksityiskohtaisesti läpi, esimerkiksi lähestyvät linjojen valmistumiset, jolloin kaikilla urakoitsijoilla on tiedossa, milloin tietty työvaihe tulee olla valmiina, jotta työmaa pysyy aikataulussa ja luovutukset saadaan suoritettua onnistuneesti. Urakoitsijapalavereissa käydään läpi myös mahdolliset aliurakoitsijoiden ilmi tuomat lisätyöaiheet sekä niiden todenmukaisuus. Lisätyöt on syytä käydä läpi ja niiden oikeellisuus selvittää sisäisissä palavereissa, jotta työmaakokouksessa lisätöiden läpikäynti olisi jouhevaa sekä säästettäisiin kaikkien kallisarvoista aikaa.

4.4 Materiaalit

LVI-järjestelmissä käytettäville tuotteille ja materiaaleille on Suomessa asetettu määräyksiä sekä vaatimuksia, joita tulee noudattaa kaikissa rakennushankkeissa. Näitä määräyksiä säätää ja ohjaa ympäristöministeriö. Yleisenä vaatimuksena käytettäville LVI-tuotteille on, että niiden tulee täyttää eurooppalaiset

ja kansalliset säädökset sekä asetuksina annetut oleelliset vaatimukset. LVI-suunnittelijan tulee laatia yhteistyössä tilaajan kanssa listaus merkittävimmistä LVI-laitteista, joiden mukaan hanke tulee toteuttaa. Laitteita ovat esimerkiksi LVI-kalusteet, linjasäätöventtiilit, pumppaamot ja viemärimateriaalit sekä kaivot. Suunnittelija on vastuussa siitä, että valitut tuotteet vastaavat ympäristöministeriön vaatimuksia sekä ohjeistuksia. [9.]

LVI-urakoitsija voi halutessaan ehdottaa vaihtoehtoisia tuotteita, jotka hän on kokemuksensa perusteella todennut hyväksi, kestäviksi sekä luotettaviksi. LVI-tuotteiden vaihdolle urakoitsijan tulee hankkia hyväksyntä hankkeen LVI-suunnittelijalta, valvojalta sekä tilaajalta. Urakoitsijan on esitettävä ehdottamistaan tuotteista dokumentit, joissa kyseisten materiaalien todetaan olevan ympäristöministeriön vaatimusten mukaisia. LVI-urakoitsijan pitää laatia listaus hankkeessa käytettävistä materiaaleista ja tuotteista, jotka tulee hyväksyttävä suunnittelijalla sekä valvojalla. [9.]

Esimerkkikohteessa vaihtoa ehdotettiin lattiakaivoihin sekä patteriventtiileiden malleihin yrityksen yleisen ohjeistuksen mukaisesti. Lattiakaivon mallia vaihdettiin edellisissä hankkeissa ilmenneiden kytkentäongelmien vuoksi ja lisäksi edullisemman hinnan perusteella. Patteriventtiileiden mallia ehdotettiin vaihdettavaksi, koska havaittiin että kohteessa on osa venttiileistä DN 25 -kokoisia, ja kyseistä kokoa valmistaa vain Danfoss. Patteriventtiileiden vaihdolla ei ollut hintavaikutusta venttiileiden ollessa lähes saman hintaisia kaikilla valmistajilla. LVI-suunnittelija, valvoja ja tilaaja hyväksyivät nämä muutosehdotukset sekä materiaaliluettelon kokonaisuudessaan. Kuvassa 5 on kohteen materiaalitulokko.

Palloventtiilit		Altech Pro, Onnline pro
Kuulasulkuventtiili		Onnline Pro
Pinta-asennuskulma		Onnline Pro
Käyttöveden linjasäädöt		IMI STAD
Lämpöverkoston linjasäädöt		IMI STAD
Kupariputki		Cupori, Yorkshire
Muoviviemäri		Pipelife/Uponor
DB viemäri		Wavin AS+
Lattikaivo		Merika
Hanat		Oras
Wc-istuimet		IDO+ kansi 91170
PEX putki		Wehosani/Uponor
Patteriventtiilit		TRV 3 Muutos Danfoss RA-N 24.4.2024.
Vesimittarit		KOKA Air
Lattiakaivon RST kansi		Euro rosteri
Patterit		Purmo hygiene

Kuva 5. Kohteen materiaalitulukko.

4.5 LVI-asennukset

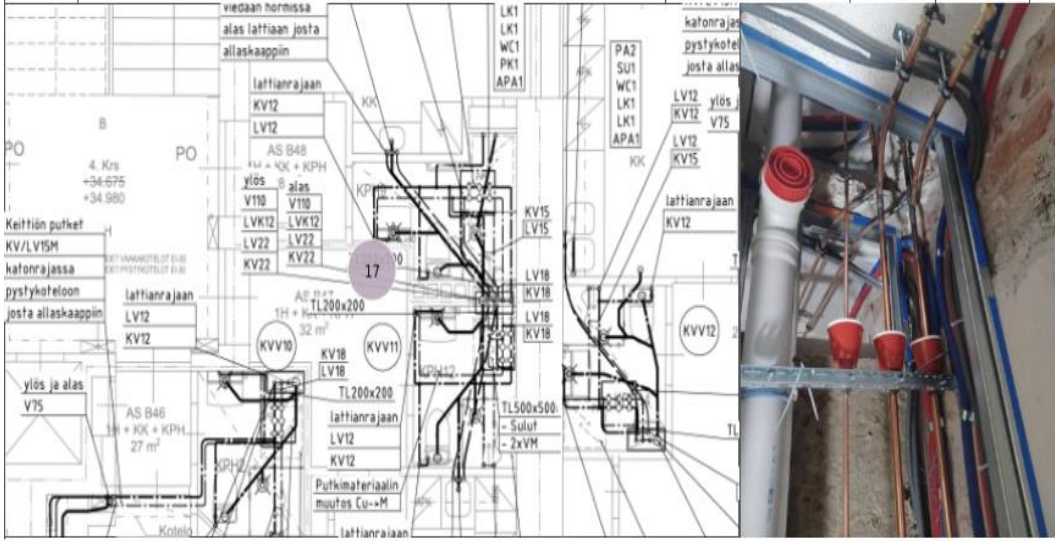

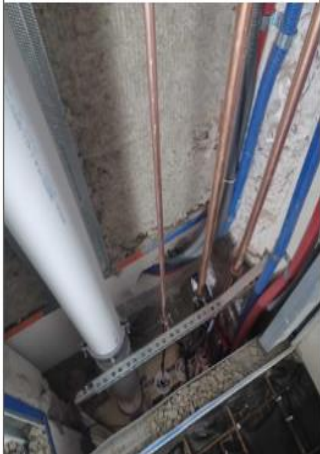

LVI-asennukset tulee tehdä hyviä työmenetelmiä sekä valmistajan ohjeita noudattaen. Työtehtävissä noudatetaan kunkin asennustyön edellyttämiä turvallisuus-, luvanvaraisuus-, ja laadunvarmistusvaatimuksia. Asennukset tulee suorittaa siten, että turvataan järjestelmien sekä tuotteiden turvallinen käyttö, puhdistettavuus sekä huollon ja korjausten edellyttämät tilat sekä kulkureitit. Putkien ja kanavien asennustyö tulee suorittaa niin, ettei niihin jää esteitä, jotka rajoittavat virtausta. Näkyville jäävien asennusten esteettisyyteen tulee kiinnittää erityistä huomiota. LVI-asennusten (putket, kanavat, laitekilvet, kalusteet ja muut asennukset) suunnissa noudatetaan huoneen seinien pysty- sekä vaakalinjoja ja näkyviä saumalinjoja. Näkyviin jäävissä putki- ja kanavaryhmissä kaikkien putkien sekä kanavien on oltava yhdensuuntaisia. LVI-urakoitsijan tulee

esittää malliasennukset hyvissä ajoin ennen lopullisen asennustyön aloittamista, jotka LVI-valvoja hyväksyy ja laatii malliasennuspöytäkirjan. Lopulliset asennukset tehdään hyväksytyjen malliasennusten mukaisesti. [10.]

Urakoitsijan vastuulla on noudattaa sopimusasiakirjassa edellytettyä laadunvarmistusta. Urakoitsijan on ennen varsinaisen työn aloitusta vaadittaessa esitettävä kirjallisesti, kuinka hän suorittaa työnsä laadunvarmistuksen. Urakoitsijan on joka tapauksessa meneteltävä siten, että sopimuksen mukainen työnlaatu saavutetaan. Urakoitsijan tulee itse tarkastaa suorittamansa työnlaatu ja korjata mahdolliset virheet sekä puutteet ennen tilaajalle luovutusta. Urakoitsija on velvollinen ilmoittamaan tilaajalle tai hänen edustajalleen havaitsemistaan vakavista virheistä urakkasuorituksessaan ja toimenpiteistä näiden korjaamiseksi. [2.]

Esimerkkihankkeessa LVI-asennukset suoritetaan edellä mainittujen säännösten ja ohjekorttien mukaisesti. Kohteessa vesi- ja viemärinousut asennetaan siten, että nousut sijaitsevat kylpyhuoneissa omassa nousuhormissaan. Käyttövesiputkiston materiaalina käytetään kupariputkia ja viemärimateriaalina desibelimuoviviemäriä. Käyttövesiputket eristetään 30 mm:n paksulla villakourulla ja viemärit 50 mm:n paksulla äänieristevillalla.

Ensimmäisten nousujen asennustyön valmistuttua ennen eristyksiä suoritetaan malliasennuskatselmus LVI-valvojan toimesta, joka laatii tästä pöytäkirjan. Kohteen kaikki seuraavat asennukset tulee suorittaa malliasennusten mukaisesti. LVI-urakoitsija laatii myös oman asennustarkastuspöytäkirjan nousujen asennuksista. Malliasennukset suoritetaan lisäksi viemärihajotuksista, kylpyhuoneiden vesijohtojen kattohajotuksista, keittiön PEX-muoviputkien asennuksista, ja kylpyhuoneiden pintaputkien asennuksista sekä vesikalusteiden asennuksista. Kaikista edellä mainituista malliasennuksista laaditaan kustakin oma pöytäkirjansa urakoitsijan sekä valvojan toimesta. Pöytäkirjat liitetään osaksi luovutusasiakirjoja, jolloin ne ovat tarvittaessa tarkistettavissa tulevaisuudessa. Kuvassa 6 on ote urakoitsijan laatimasta asennustarkastuspöytäkirjasta, jossa asennukset on suoritettu aiemman malliasennuksen mukaisesti.

ID	Kuvaus	Vastuuyritys	Ajankohta	Hyväksytty	
17	4 kerros: KVV 11 nousun asennustarkastus. → Asennukset ok. Ja suoritettu aiemman malliasennuksen mukaisesti.	Putkiuuri Oy	23.05.24		TS
					
Havainto 17		Havainto 17		Havainto 17	
					

Kuva 6. Ote asennustarkastuspöytäkirjasta.

4.6 Painekokeet

Rakennusvalvonnan aloituskokouksessa sovitaan vesilaitteiston tiiveyden toteutamiseen liittyvistä menetelmistä hankkeeseen ryhtyvän, KVV-työnjohtajan, LVI-valvojan ja rakennusvalvojan sekä LVI-suunnittelijan kesken. Tässä yhteydessä sovitaan myös pöytäkirjamallista ja painekokeiden tarkastajasta sekä pöytäkirjojen allekirjoittajasta, jonka tulee olla rakennusvaiheen vastuhenkilö. [11.]

KVV-työnjohtajan on huolehdittava siitä, että vesilaitteiston tiiveys on todettu ennen rakennuksen käyttöönottoa. Paineetesti suoritetaan ennen vesijohtojen ja liittokkien eristämistä sekä niin, että mahdolliset vuodot ovat helposti havaittavissa. Koepaineen aikana mahdollisesti ilmenneet vuodot on korjattava, jonka jälkeen kyseinen putkiston osa koepainetaan uudelleen. [11.]

Paineetesteessä putkisto täytetään vedellä alimmasta kohdasta aloittaen, jotta verkostoon ei jää ilmaa. Alustava koepaine voidaan suorittaa myös paineilmalla, mikäli kohteen lämpötila ei salli paineetestin suorittamista vedellä jäätymisriskin takia. Paineilmalla tehtävä koepaine suoritetaan tarpeeksi alhaisella paineella työturvallisuussyistä. [11.]

Paineetesteeseen tulee olla virheetön ja tiivis. Koepaine todetaan käyttöpaineen mukaiseksi, kun painetta mitataan alimmasta pisteestä vähintään 10 minuuttia. Käyttövesiverkostossa koepaineena käytetään 1000 kPa:n painetta ja lämmitysverkostossa 600 kPa:n painetta. Käytettäessä muoviputkea, jonka tilavuus laajenee paineen noustessa, mitataan koepainetta 30 minuuttia, ja verkostoon lisätään tarvittaessa vettä. Tämän jälkeen verkoston paine lasketaan puoleen ja painetta tarkastellaan 90 minuuttia. Paineen noustessa tarkastelun aikana vakiotasolle voidaan järjestelmä todeta tiiviiksi. Paineetesteeseen käynnissä ollessa on koko verkosto kierrettävä mahdollisten vuotojen havaitsemiseksi. Koepainetta ei tule jättää verkostoon yön tai viikonlopun ajaksi. Koepaine poistetaan ja verkosto tyhjennetään, kun verkosto on todettu tiiviiksi. [11.]

Paineetesteeseen ulkopuolelle jätetään vesikalusteet ja osat, joita ei ole tarkoitettu kestävänsä korkeaa veden painetta sekä saattavat rikkoontua tai mahdollisesti laskea painetta koepaineen suorituksen aikana. Paineetestiä ei myöskään tehdä varoventtiiliä vasten. Puristusliitoksia käytettäessä paineetesti tulee tehdä alhaisella paineella, johtuen kyseisten liitososien tiiveyden säilymisestä korkeassa vedenpaineessa, vaikka niitä ei olisi puristettu. Puristamattomat liitokset sen sijaan pettävät alhaisemmassa paineessa. [11.]

Esimerkkikohteessa painekokeet suoritetaan jokaiselle vesijohtonousulle niiden valmistuttua. LVI-valvojalle tulee ilmoittaa painekokeen ajankohta kaksi päivää etukäteen, jotta varmistetaan valvojan paikalle pääsy. Painekokeet suoritetaan nousujen lisäksi kellarissa kulkeville vesijohtorungoille ja kylpyhuoneiden kattohajotuksille sekä pintaputkituksille. LVI-valvojan ei tarvitse olla läsnä kaikissa suoritettavissa painekokeissa niiden merkittävän määrän vuoksi.

Aloituspalaverissa sovitun mukaisesti valvojalle lähetetään jokaisesta hyväksytysti suoritetusta painekokeesta kuvat sekä pöytäkirjat urakoitsijan työnjohtajan toimesta. Painekokeiden suoritusten jälkeen putkistot huuhdellaan rakennusvaiheen aikana syntyneistä epäpuhtauksista, mistä laaditaan myös pöytäkirja hankkeen tarkastusasiakirjaan liitettäväksi. Lämmitysverkostolle ei esimerkkikohteessa suoriteta painekoetta. Patteriventtiileiden vaihdon jälkeen lämmitysverkosto vesitetään ja suoritetaan silmämääräinen mahdollisten vuotojen tarkistus. Kuvassa 7 on painekoepöytäkirjamalli esitettynä.

KOEPAINEPÖYTÄKIRJA

Kohde: As Oy
Työnumero: 00100
Osoite: Helsinki
Talo ja linja: B- porras KVV 11
Tarkennukset: KVV 11 kuparinousujen koepaine

Verkosto:	
<input type="checkbox"/>	Patteriverkosto
<input checked="" type="checkbox"/>	Käyttövesiverkosto
<input type="checkbox"/>	Jäähdytysverkosto
<input type="checkbox"/>	Kaukolämpökeskus
Koepaine:	
<input type="checkbox"/>	4 Bar
<input checked="" type="checkbox"/>	10 Bar
<input type="checkbox"/>	21 Bar
Koepaineen Aika:	
<input type="checkbox"/>	30 min
<input checked="" type="checkbox"/>	2 h
<input type="checkbox"/>	1 vrk

Pvm: 21.5.2024

Pvm: 21.5.2024

 Tommi Salminen

 Valvoja:

Kuva 7. Esimerkkimalli painekoepöytäkirjasta.

4.7 Tilaukset

Putkiuuriolla tilaukset keskitetään hankintapäällikölle, joka kilpailuttaa ja hoitaa asentajien tilaukset työmaalle. Työmaan etumiehen tehtävänä on tarkistaa jokaisen toimituksen materiaalit niiden saapuessa työmaalle. Mahdollisista puutteista toimituksessa tulee etumiehen ilmoittaa viipymättä, joko hankintapäällikölle tai kohteen työnjohtajalle, joka reklamoi tavarantoimittajaa. Projektipäällikön tehtävänä on seurata materiaalien menekkiä sekä kulutusta. Materiaalien kulutusta tulee verrata laskentamateriaaleihin sekä budjettiin ja seurata ettei kulutus ylitä budjetoitua summaa. Budjettia voi olla tarpeellista muokata, jos esimerkiksi jokin tuote näyttää ylittävän tai alittavan laskennan mukaisen määrän. Tällöin on myös erittäin tärkeää informoida urakkalaskentaa, jolloin he ovat tietoisia asiasta ja voivat tulevissa urakkalaskennoissa ottaa havaitut poikkeamat huomioon.

4.8 Lisä- ja muutostyöt

Urakoitsijalla on velvollisuus toteuttaa kaikki tilaajan vaatimusten mukaiset muutostyöt, elleivät nämä olennaisesti muuta urakkasuoritusta toisenluontoiseksi. Tilaajan tulee osoittaa muutokset selkeästi urakoitsijalle. Urakoitsijan tulee suorittaa esitetyt muutostyöt viipymättä sekä tilaajan on käsiteltävä muutostyö tarjoukset mahdollisimman pikaisesti ne saatuaan. Muutostyötä ei kuitenkaan saa lähteä toteuttamaan ennen kirjallista sopimusta sen vaikutuksesta urakkaan. [2.]

Lisätyöllä tarkoitetaan työsuoritetta, joka ei kuulu urakkasopimuksessa sovittuun urakoitsijan kokonaisuuteen. Lisätöiden tekemisestä tulee tehdä sopimus, kuten mistä tahansa uudesta työstä. Lisätöiden ollessa urakkasopimukseen kuulumattomia, voi tilaaja periaatteessa kilpailuttaa lisätyön, kuten minkä tahansa uuden urakan. Tämä on kuitenkin harvinaista, sillä uuden urakoitsijan saapuminen työmaalle ei saa häiritä jo käynnissä olevaa urakointia. [2.]

Käytännön kokemuksen mukaan linjasaneeraushankkeissa lähes kaikki ilmaantuvat niin kutsutut lisätyöt kuuluvat muutostöihin. Vanhojen taloyhtiöiden saneerauksissa muutostöitä suoritetaan huomattavan suuri määrä kohteiden vajavaisien alkuperäissuunnitelmien takia sekä osakkaiden haluamista muutoksista esimerkiksi vesikalusteisiin ja niiden sijoitukseen. Muutostöitä ei myöskään aina ehditä hyväksyttää tilaajalla ennen niiden suorittamista linjasaneeraushankkeen ripeän etenemisen takia. Tällä ei kuitenkaan ole käytännön merkitystä, sillä kuten yleisissä sopimusehdoissa todetaan, on urakoitsijalla velvollisuus suorittaa muutostyöt.

5 Luovutusvaihe

5.1 Mittaukset ja säädöt

Lämmitysjärjestelmän mittauksella ja säädöllä on tarkoituksena saavuttaa putkistoihin sekä lämmönluovuttimiin mahdollisimman energiataloudelliset virtaamat huomioiden suunnitelmien mukaiset tavoite lämpötilat. Lämmityksen mittauksella ja säädöllä on merkittävä rooli rakennuksen energiatehokkuuden tehostamisessa. Yhden asteen lämpötilan laskemisella voidaan saada aikaan noin 5 %:n säästö lämmityskustannuksissa. Järjestelmän optimaalisella ja oikealla säädöllä voidaan saavuttaa 10–15 %:n vuosittaiset säästöt lämmitysenergian kulutuksessa. [12.]

Vesivirtojen mittaukset ja säädöt suoritetaan urakoinnin loppuvaiheessa, jolloin kaikki uusittavat järjestelmät sekä venttiilit ovat asennettuina. Lämmitysverkoston säätö aloitetaan asentamalla suunnitelmissa annetut linjasäätöventtiileiden säätöarvot sekä patteriventtiileiden esisäätöarvot kohdilleen, minkä jälkeen verkostosta tulee poistaa ilma huolellisesti. Verkoston varsinainen mittaus suoritetaan linjasäätöventtiileistä ja mittaustulosten virtaamia sekä painehäviöitä verrataan suunniteltuihin arvoihin, minkä jälkeen verkoston kiertopumppu säädetään suunnitelmien mukaisiin arvoihin. Mahdolliset poikkeamat virtaamissa kirjataan

5.2 Itselleluovutukset

Itselleluovutus on merkittävässä osassa rakennushankkeen laadunvarmistus- ja luovutusprosessissa, joka vaaditaan tehtäväksi ennen luovutusta rakennuttajalle tai tilaajalle. Itselleluovutuksen tarkoituksena on varmistaa tehdyn työn virheettömyys ja laatu. Hyvä lähtökohta tarkastuksiin on, että urakoitsija käy työvaiheet läpi ja tarkistaa, hyväksyisikö hän tehdyn työn omaan käyttöönsä. [13.]

Virheiden ja puutteiden korjaus ennen kohteen luovutusta varmistaa virheettömän luovutuksen tilaajalle, sekä näin välttyään ylimääräisiltä uudelleen tarkastuksilta ja korjauksilta myöhemmässä vaiheessa [2]. Itselleluovutus olisi suotavaa suorittaa samalla tavalla, kun LVI-valvoja suorittaisi ennakkotarkastuksen. Kaikki työt käydään läpi ja havaituista virheistä laaditaan puuteluettelo. Yhteisen näkemyksen saavuttamiseksi ensimmäiset tarkastukset tulisi suorittaa yhdessä LVI-valvojan kanssa sekä näin helpottaa tulevia tarkastuksia. [14, s. 27.]

Opinnäytetyön esimerkkikohteissa itselleluovutukset suoritetaan Congrid-sovellusta käyttäen, jota voidaan käyttää puhelimeen ladattavalla sovelluksella sekä internetselaimessa tietokoneella. Sovellus on helppokäyttöinen ja siihen saadaan ladattua kaikki hankkeen pohjakuvat, joka mahdollistaa helpon sekä käytännöllisen tarkastusten tekemisen. Ohjelmistolla saadaan suoritetuista tarkastuksista luotua PDF - tai Excel-raportti, joka tallennetaan projektin materiaaleihin.

Kohteessa itselleluovutukset suoritetaan jokaisen nousulinjan valmistuttua ja hankkeen loppuvaiheessa kellareista sekä yleisistä tiloista. Kaikista tarkastuksista laaditaan raportti, joka lähetetään LVI-valvojalle sekä pääurakoitsijalle. Urakoitsijan tarkastuksissa havaitsemat puutteet ja virheet tulee korjata pikimmiten sekä kuitata nämä korjatuksi valvojalle. LVI-valvoja suorittaa tämän jälkeen oman ennakkotarkastuksensa ja toimittaa tästä raportin urakoitsijalle, jonka tulee korjata mahdolliset valvojan havaitsemat puutteet ennen tilaajalle luovutusta. Kuvassa 9 on esitetty osa itselleluovutustarkastuksesta, joka on toteutettu Congrid-sovelluksella.

ID	Kuvaus	Vastuuyritys	Ajankohta	Hyväksytty	
126	3 kerros A-B: <i>Itselleluovutus</i> → Altaan kaivon kansi puuttuu.	Putkiuriorio Oy	06.07.23		TS



Kuva 9. Kuvakaappaus itselleluovutusraportista.

5.3 Luovutusmateriaalit

Rakennushankeen sopimusasiakirjoihin on kirjattu vaaditut luovutusdokumentit. Tarvittavat dokumentit kootaan luovutuskansioon, jota urakoitsijan tulee ylläpitää sekä täydentää hankkeen aikana. Luovutuskansion dokumenteilla todennetaan asennettujen laitteiden ja järjestelmien täyttävän lainsäädännön, rakennuttajan sekä viranomaisten vaatimukset. Dokumentoinnin laadukkaalla toteutuksella vältetään epäselvyydet vaatimustenmukaisuuden toteutumisesta, asennustyöstä ja käytetyistä materiaaleista sekä tuotteista. LVI-valvoja tarkastaa aineiston ennen sen hyväksymistä luovutusaineistoksi. [15.]

Käyttö- ja huolto-ohjeet sekä huoltokirjamateriaalit tallennetaan luovutuskansioon, josta ne ovat helposti löydettävissä tulevaisuudessa. Näihin kuuluvat yleisesti seuraavat dokumentit.

- mittaus ja säätöpöytäkirjat
- koneiden ja laitteiden käyttö- sekä huolto ohjeet
- konekortit täytettyinä
- vesikalusteiden käyttö ja huolto-ohjeet loppukäyttäjälle
- laitteiden esitteet tehokäyrästöineen
- painekokeiden pöytäkirjat
- kanavien nuohospöytäkirjat
- viemäreiden kuvausraportit
- todistukset viranomaistarkastuksista
- paineastioiden todistukset ja asiakirjat
- erityistä huomiota vaativien laitteiden piirustukset
- huolto- ja takuuasiakirjat
- tarkepiirustukset
- verkoston huuhtelupöytäkirjat
- vesimittareiden käyttöönottopöytäkirja. [15.]

Saadun kokemuksen mukaan luovutusmateriaalikansiota on hyvä alkaa rakentamaan heti urakan alkuvaiheessa, jotta saadaan ylläpidettyä kansiota ajantasaisesti sekä välttään loppuvaiheen kiireeltä kansion kasaamisessa. Esimerkikohteessa luovutuskansiota aloitettiin täydentämään heti materiaalien hyväksytyksen jälkeen. Esitteet, materiaalit, vesikalusteet ja näiden sertifikaatit sekä dokumentit saatiin näin jo valmiiksi kansioon. Tarkepiirustukset, eli punakynät laaditaan heti niiden tarpeen ilmaantuessa, jotta välttään mahdollisilta unohduksilta sekä puutteilta loppupiirustuksien laadinnassa. Kansiota päivitetään urakan edetessä välittömästi tarpeen ilmaantuessa.

Painekoe- ja huuhtelupöytäkirjat lisätään luovutuskansioon heti niiden valmistuttua, joten ne ovat kansiossa valmiina ja helposti löydettävissä tarpeen vaatiessa. Viimeisiä kansioon lisättäviä dokumentteja ovat loppupiirustukset, mitaus- ja säätöpöytäkirjat, nuohouspöytäkirjat ja todistus patteritermostaattien asennuksesta sekä käytönopastuspöytäkirja. LVI-valvoja tarkistaa ja allekirjoittaa luovutuskansion ennen sen tilaajalle luovutusta. Kuvassa 10 on esitetty luovutuskansion rakenne.

- Asennustarkastukset Congrid
- Asennustarkastuksia
- Asukaskansio
- Eristeet
- Esitteet
- Huuhtelupöytäkirjat
- Itselle luovutukset
- Kannakkeet
- Kupari
- LVI- valvojan tarkastukset ja malliasennu...
- Painekeopöytäkirjat
- Pex-putket+rasiat
- Venttiilit
- Viemärit
- Yhteystiedot

Kuva 10. Luovutuskansion rakenne.

5.4 Loppukatselmus

Rakennusvalvonnan loppukatselmuksen kutsuu koolle rakennushankkeeseen ryhtyvä tai hänen edustajansa. Kutsun yhteydessä vakuutetaan kaikkien töiden olevan valmiit loppukatselmusta varten. Loppukatselmusta ei pidetä osittaisena vaan lopullisena. Mahdollisesta uusintakatselmuksesta rakennusvalvonta las-kuttaa voimassa olevien viranomaismaksujen mukaisesti hankkeeseen ryhty-vää. Loppukatselmuksesta laaditaan rakennusvalvontaviranomaisen toimesta pöytäkirja, jonka liitteeksi työmaa aikainen tarkastusasiakirja lisätään. [3.]

Loppukatselmukseen osallistuvat vastaavamestari, LVI-suunnittelija, LVI-val-voja, KVV- ja IV-vastaava sekä työnjohtaja. Katselmuksessa tarkistetaan LVI-urakoitsijan luovutusmateriaalit ja allekirjoitetaan mahdolliset avoimet pöytäkir-jat. Esimerkkikohteessa vaaditaan lisäksi, että luovutusmateriaalit ovat tallen-nettuina kahdelle muistitikulle ja tulostettuna sekä kansioituna kahtena kappa-

leena. Yleisesti rakennusvalvoja tarkistaa asiakirjoja pistokoemaisesti sekä lisäksi pidetään työmaakerros yleisissä tiloissa. Lopuksi LVI-suunnittelija allekirjoittaa loppukatselmuspöytäkirjan, jolla hän vakuuttaa toteutuksen olevan suunnitelmien mukainen.

5.5 Taloudellinen loppuselvitys

Urakoitsijan tulee lähettää tilaajalle yksilöity lopputilitys kaikista avoimista ja epäselvistä saatavista, johon tilaaja antaa oman vastineensa. Avoimet tilitykset käsitellään loppuselvityksessä, joka tulee pitää kuukauden kuluessa urakoitsijan lopputilityksen lähettämisestä. Loppuselvityksestä pidetään pöytäkirjaa, jossa tulee ilmetä urakoitsijan sekä tilaajan toisiinsa kohdistuvat taloudelliset vaateet. Urakoitsijan ja tilaajan on tuotava kaikki vaateensa esille viimeistään tässä tilaisuudessa, muutoin kyseinen osapuoli menettää puhevaltansa omiin vaateisiinsa. Loppuselvityksen jälkeen molemmat osapuolet tarkistavat pöytäkirjan ja allekirjoittavat sen. [2.]

Putkiwuoriolla lopputilityksen laatii talouspäällikkö yhdessä kohteen projekti-päällikön kanssa. Tilitykseen listataan maksetut ja maksamattomat maksuerät sekä kaikki lisä- ja muutostyöt, joita kohteessa on tehty. Tilaaajan kanssa pidettävässä loppuselvityksessä käydään läpi avoimet lisätyöt ja niiden maksaminen sekä tilaajan mahdolliset vaateet. Mikäli tilaajalla on tilityksiä urakoitsijaa kohtaan, nämä vähennetään avoimien lisätöiden loppusummasta. Lisäksi sovitaan viimeisten maksuerien tilityksien ajankohdasta sekä takuuajan vakuuden jättämisestä. Molemmat osapuolet tarkistavat pöytäkirjan tahoillaan ja lähettävät sen allekirjoitettuna toisilleen.

LVI-urakoitsijan takuu aika alkaa kohteen virallisesta luovutuksesta tilaajalle ja kestää kaksi vuotta. Linjasaneeraushankkeissa takuuajan toimenpiteisiin sisältyy yleisesti lämmitysverkoston säätötoimenpiteet ensimmäisellä lämmityskaudella luovutuksesta. Lämmitysverkoston säätö toteutetaan irrottamalla kaikki asuinhuoneistojen patteritermostaatit, minkä jälkeen jokaisen huoneiston lämpötila mitataan ja tästä laaditaan mittauspöytäkirja, jonka LVI-valvoja tarkistaa

sekä hyväksyy. Mikäli lämpötiloissa on suurta vaihtelua huoneistojen välillä, säädetään patteriventtiileiden esisäätöarvoja ja huoneistojen lämpötilat mitataan uudelleen sekä laaditaan uusi pöytäkirja valvojan hyväksyttäväksi. [15.] Lisäksi takuuaikaisiin toimenpiteisiin kuuluvat kaikki LVI-järjestelmissä ilmaantuvat huolto- sekä korjaustyöt, jotka Putkiwuorio suorittaa omalla kustannuksellaan.

Takuuajan yleisenä käytäntönä on jättää 1–2 viimeistä LVI-urakoitsijan maksuerää sisään takuuajan päättymiseen saakka, jolloin nämä maksetaan aliurakoitsijalle. LVI-urakoitsijan tulee lisäksi hakea takuuajan vakuus näihin erikoistuneilta vakuutusyhtiöiltä. Näillä toimenpiteillä saadaan turvattua pääurakoitsijan ja tilaajan mahdolliset takuuaikana ilmaantuvat LVI-urakoitsijan asennuksista johtuvat virheet sekä vauriot. Putkiwuoriolla takuuajan vakuuden hakee yleisesti talouspäällikkö ja dokumentin saatuaan lähettää sen projektipäällikölle, joka toimittaa sen pääurakoitsijalle.

6 Yhteenveto

Opinnäytetyössä tutkittiin LVI-urakan läpivientiä linjasaneeraushankkeissa ja urakoitsijan dokumentaatiota sekä näihin liittyviä yleisiä ohjeita ja määräyksiä. Työssä hyödynnettiin jo valmistuneen urakan aineistoa sekä käynnissä olevan hankkeen havaintoja. Työn tarkoituksena oli saada kattava kirjallinen aineisto linjasaneeraushankkeen läpiviennistä, jota voidaan hyödyntää Putkiwuorion tulevissa hankkeissa sekä auttaa uusia projektipäälliköitä perehtymään tehtäviinsä.

Käynnissä olevaa linjasaneeraushanketta käytettiin opinnäytetyön pääasiallisena referenssinä, jotta saatiin ajantasaista ja paikkaansa pitävää tietoa hankkeen läpiviennistä. Menetelmä oli onnistunut sekä auttoi työntekijää kehittymään ammatillisesti ja edelleen kehittämään ammattitaitoaan jatkossa. Lisäksi apuna käytettiin yrityksen olemassa olevia pöytäkirjapohjia sekä materiaalikansioita ja näin saatiin kattava ja onnistunut kokonaisuus aikaiseksi.

Työn tuloksena saatiin kattava kirjallinen aineisto linjasaneeraushankkeen läpiviennistä LVI-urakoitsijan näkökannalta. Aineistoa tullaan hyödyntämään Putkiuuriolla uusia projektinhoitajia sekä projektipäälliköitä perehdytettäessä työhönsä ja yrityksen toimita malleihin. Aineisto lisätään yrityksen jokaisen tulevan linjasaneerausprojektin kansioon, jolloin se on helposti saatavissa sekä käytävissä mahdollisissa ongelmatilanteissa. Materiaalia voidaan päivittää tarpeen mukaan määräysten ja rakentamislakien muuttuessa sekä yrityksen sisäisten kansiorakenteiden niin vaatiessa.

Lähteet

- 1 Putkiwuorio Oy. Verkkoaineisto. Kauppalehti. <<https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/putkiwuorio+oy/0201904-7>>. Luettu 30.4.2024.
- 2 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. RT 16-10660. Rakennustieto.
- 3 Verkkoaineisto. Helsingin kaupunki. <https://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/Linjasaneerauksen_rakennuslupamenettely.pdf>. Luettu 30.4.2024.
- 4 Pelin, Risto. 2020. Projektihallinnan käsikirja. 8. painos. Helsinki: Projektijohtaminen Oy Risto Pelin.
- 5 Lindfors, Hannele & Syväpuro, Outi. 2010. Pk- yrityksen budjetointi ja raportointi käytännönläheisesti. 3 painos. Helsinki: Edita Prima.
- 6 Maksuerätaulukon laatiminen. (YSE 1998 asiakirjamalli). RT 16-10736. Rakennustieto.
- 7 Maankäyttö- ja rakennuslaki. 1999. 132/5.2.1999.
- 8 Järvinen, Hannu. Vastaavan työnjohtajan tarkastusluettelo. 3. painos. Helsinki: Rakennustieto.
- 9 Talotekniikka RYL. Verkkoaineisto. Rakennustieto. <ryl.rakennustieto.fi/ryl/TalotekniikkaRYL/2023_1/20.00.1.html#id20.00.1.1.1>. Luettu 24.5.2024.
- 10 Talotekniikka RYL. Verkkoaineisto. Rakennustieto. <https://ryl.rakennustieto.fi/ryl/TalotekniikkaRYL/2023_1/20.00.3.html>. Luettu 27.5.2024.
- 11 Vesi- ja viemäristölaitteistot- opas. Verkkoaineisto. Talteka. <<https://talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/20-vesilaitteiston-tiiviydentoteaminen>>. Päivitetty 7.6.2023. Luettu 29.5.2024.
- 12 Lämmitysverkosto perussäätö. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/files/7976/Lammitysverkoston_perussaato.pdf>. Luettu 31.5.2024.
- 13 Linjasaneeraus toteutusohje. RATU G-0295. Rakennustieto.
- 14 Kiviniemi, Markku. 2001. Asuntotuotannon laadunvarmistus. VTT rakennustekniikka. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 15 Talotekniikan laadunvarmistus, - ja vastaanotto menettely. Prosessikuvaus. RT 10-11301. Rakennustieto.