

**SAVONIA**

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# LVI-URAKOIDEN OHJAUS JA VAL- VONTA ASUNTOTUOTANNOSSA PÄÄURAKOITSIJAN NÄKÖKUL- MASTA

TEKIJÄ/T Markus Räsänen

|   |                            |
|---|----------------------------|
| Koulutusala<br>Tekniikan ja liikenteen ala  |                            |
| Tutkinto-ohjelma<br>Rakennusmestarin tutkinto-ohjelma   |                            |
| Työn tekijä(t)<br>Markus Räsänen  |                            |
| Työn nimi<br>LVI-urakoiden ohjaus ja valvonta asuntotuotannossa   |                            |
| Päiväys<br>12.4.2022  | Sivumäärä/Liitteet<br>28/2 |
| Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t)<br>Pohjola Rakennus Oy Suomi  |                            |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Pohjola Rakennus Oy Suomessa huomattiin tarve kehittää LVI-urakoiden ohjausta ja valvontaa. Lisäksi rakennusmestarikoulutuksessa on huomattu heikkouksia ja kehittämismahdollisuuksia esimerkiksi talotekniikan osaamisessa. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli löytää keinoja, joilla voidaan kehittää LVI-urakoiden ohjausta, valvontaa ja aikataulutusta.</p> <p>LVI-töiden vaiheita selvitettiin opinnäytetöiden ja Ratu-kortiston avulla. LVI-urakoinnin valvonnan ja ohjauksen kehityskohteita tutkittiin haastattelemalla Pohjois-Savon alueella toimivia LVI-urakoitsijoita, jotka tekevät LVI-urakointia uudiskohteissa ja nimenomaan asuntotuotantorakennustyömailla. Lisäksi opinnäytetyössä haastateltiin pääurakoitsijan edustusta. Työssä keskityttiin vain käytännön LVI-töiden valvontaan ja ohjaukseen.</p> <p>Opinnäytetyössä löydettiin monia konkreettisia esimerkkejä, joilla pääurakoitsijat voivat kehittää LVI-urakoiden ohjausta ja valvontaa asuntotuotannossa. Yleisesti ottaen selvisi, että LVI-urakoiden aikataulutus tulee tehdä riittävän laajasti ja työvaiheita enemmän pilkkoen. Lisäksi havaittiin, että työmaamestareiden tulisi parantaa vuorovaikutusta LVI-urakoitsijoiden ja rakennusammattimiesten kanssa. Tämän opinnäytetyön tuloksia voidaan käyttää pohjana suunniteltaessa opinnäytetyön tilaajan tai muun pääurakoitsijan LVI-urakoiden valvontaa ja aikataulutusta.</p> |                            |
| Avainsanat<br>LVI-urakointi, asuntotuotanto, uudiskohde   |                            |

|   |                          |
|---|--------------------------|
| Field of Study<br>Technology, Communication and Transport   |                          |
| Degree Programme<br>Degree Programme in Construction Management   |                          |
| Author(s)<br>Markus Räsänen   |                          |
| Title of Thesis<br>Leading and Supervising HVAC-Contracts in New Residential Constructions  |                          |
| Date<br>12 April 2022   | Pages/Appendices<br>28/2 |
| Client Organisation /Partners<br>Pohjola Rakennus Oy Suomi  |                          |
| <p><b>Abstract</b></p> <p>Pohjola Rakennus Oy Suomi noticed there was a need to develop the leading and supervision of HVAC-contracts. Additionally, some weaknesses and needs for improvement on the know-how of HVAC have been noticed in construction manager education. The aim of this thesis was to discover ways to develop the leading, supervision and scheduling of HVAC-contracts.</p> <p>Theses and the RATU card register were used for clarifying the phases of HVAC-working. The development targets of HVAC-contracts were examined by interviewing HVAC-contractors working in new residential constructions in Northern-Savonia. In addition, the representatives of the prime contractor were interviewed. This thesis focused only on the leading and supervision of HVAC-works in practice.</p> <p>Many concrete examples of how prime contractors can develop the supervision and leading of HVAC-contracts in residential constructions were found in this thesis. In general, it was found out that the scheduling of HVAC-contracts must be divided into adequate stages. Also, it was noticed that construction managers should improve their interaction with HVAC-contractors and construction workers. The client of this thesis or some other prime contractor can use the findings of this thesis as a base to develop their supervision and scheduling of HVAC-contracts.</p> |                          |
| <p><b>Keywords</b></p> <p>HVAC-contracts, residential construction, new building</p>  |                          |

## SISÄLTÖ

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | JOHDANTO .....  | 5  |
| 2   | LVI-URAKOINNIN VAIHEET .....  | 6  |
| 2.1 | Runkovaihe .....  | 6  |
| 2.2 | Sisätyövaihe .....  | 13 |
| 2.3 | Viimeistelyvaihe .....  | 14 |
| 3   | LVI-URAKOIDEN OHJAUKSEN JA VALVONNAN KEHITYSKOHTTEET .....          | 16 |
| 3.1 | Yritysesittelyt.....  | 16 |
| 3.2 | Havainnot LVI-urakoiden ohjauksessa ja valvonnassa.....             | 17 |
| 4   | TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....                                    | 22 |
| 4.1 | LVI-töiden aikataulutuksen kehittäminen .....                       | 22 |
| 4.2 | Vuorovaikutuksen kehittäminen .....                                 | 24 |
| 5   | YHTEENVETO JA POHDINTA .....  | 25 |
|     | LÄHTEET .....   | 26 |
|     | LIITE 1: HAASTATTELUKYSYMYKSET ALIURAKOITSIJOIDEN TYÖNJOHDOLLE..... | 27 |
|     | LIITE 2: HAASTATTELUKYSYMYKSET VASTAAVILLE MESTAREILLE .....        | 28 |

## KUVALUETTELO

|         |  |    |
|---------|--|----|
| KUVA 1. | Lämmönjakohuoneen lattia ja seinät maalattu (Räsänen, 2022).....   | 9  |
| KUVA 2. | Kuvakaappaus työmaan työselityksestä, jossa eristystyöhön sekä materiaaleihin liittyvät määritelmät ja lyhenteet (Räsänen, 2022) ..... | 10 |
| KUVA 3. | Kuvakaappaus työmaan LVI-työselityksestä, jossa määrätyt eristesarjat (Räsänen, 2022).....   | 11 |
| KUVA 4. | Taulukko, jonka avulla eristesarjojen paksuudet saadaan selvitettyä (Paroc, 2019) .....  | 11 |
| KUVA 5. | Valmiit palokatkot (Räsänen, 2022) .....   | 13 |
| KUVA 6. | Esimerkki työmaa aikataulutuksesta (Räsänen 2022).....   | 19 |
| KUVA 7. | Esimerkki työmaa aikataulusta, jossa LVI-työt on eriteltyinä. (Räsänen 2022).....  | 23 |

## 1 JOHDANTO

Olen työskennellyt LVI-eristäjänä 13 vuotta, joten LVI-alalta minulla on kokemusta aika paljon. Jo silloin työskennellessäni havaitsin kehityskohteita ja puutteita työmaiden LVI-töihin liittyvässä aikataulutuksessa. Ammattikorkeakoulun harjoittelujen aikaan LVI-urakoiden aikataulujen suunnittelun ja valvonnan kehitystarve on korostunut. Nykyinen työnantajani Pohjola Rakennus Oy Suomi on myös huomannut tarpeen kehittää LVI-urakoiden ohjausta ja valvontaa. Yhdessä näimme, että voimme hyödyntää kokemustani LVI-alasta tässä aiheessa.

Tämän opinnäytetyön aiheena on LVI-urakoiden ohjaus ja valvonta pääurakoitsijan näkökulmasta. Opinnäytetyön idea on tutkia, kuinka työmaan kulusta saadaan mahdollisimman jouhevaa ja kustannustehokasta. Aihe on ajankohtainen jokaiselle työmaalla, jossa tehdään LVI-töitä. Hyvin tehty LVI-töiden aikataulutus mahdollistaa mahdollisimman tehokkaan työmaan etenemisen, mikä on myös kustannustehokasta pääurakoitsijan kannalta.

Työn tarkoituksena on kehittää LVI-urakoiden ohjausta, valvontaa ja aikataulutusta, jotta työmaat valmistuisivat tehokkaammin ja jotta pääurakoitsijan olisi helpompi valvoa aliurakoitsijoita. Tehokkuus on tärkeää, koska aikataulut ja laatuvaatimukset ovat nykyään tiukkoja.

Työmaamestareiden ja vastaavien työnjohtajien taloteknisessä osaamisessa on mielestäni kehitettävää. Ammattikorkeakouluissa pitäisi opettaa enemmän talotekniikkaan liittyviä asioita, mikä auttaisi parempaan ohjaukseen ja rakentamiseen työmailla (Stenius, 2016). Myös siksi tätä aihetta on tärkeä käsitellä.

Aihetta tutkin haastatteleamalla Pohjois-Savon alueella toimivia LVI-urakoitsijoita, jotka tekevät LVI-urakointia uudiskohteissa ja nimenomaan asuntotuotantorakennustyömailla. Tutkin aihetta myös Ratu-kortiston avulla. Tässä opinnäytetyössä haastatellaan myös pääurakoitsijan edustusta. Näin opinnäytetyön tulokset pohjautuvat aliurakoitsijoiden ja pääurakoitsijoiden näkemyksiin ja kokemuksiin kehitettävistä kohteista tuleville hankkeille. Opinnäytetyön tulokset auttavat pääurakoitsijoita johtamaan työmaita tehokkaammin.

Opinnäyte käsittelee asuntotuotantoa uudispuolella, joten saneerauskohteita työssä ei käsitellä ollenkaan. Työn ulkopuolelle jätetään maanrakennus – ja perustusvaihe, koska sen toteuttaa yleensä maaurakoitsija eikä LVI-urakoitsija. Lisäksi tarjousvaiheet jätetään työstä pois. Työ keskittyy vain käytännön LVI-töiden valvontaan ja ohjaukseen.

Aluksi opinnäytetyössä käydään läpi LVI-urakoinnin eri vaiheet. Aloitan runkovaiheesta, sen jälkeen tulee sisätyövaihe ja viimeistelyvaihe. Työvaiheiden jälkeen käydään läpi LVI-töiden aikataulutukseen ja ohjaukseen liittyvät huomiot, jotka nousivat esille haastatteluissa. Lopuksi kerrotaan LVI urakoinnin ja aikataulutuksen kehityskohteet ja -toimenpiteet.

## 2 LVI-URAKOINNIN VAIHEET

Rakennusmestarikoulutuksessa on huomattu heikkouksia ja kehittämismahdollisuuksia esimerkiksi talotekniikan osaamisessa (Stenius, 2016). Rakennusmestarien koulutuskuvauksessa mainitaan, että heidän tulee tuntea käytettävät työmenetelmät sekä osata aikataulutuksen suunnittelu ja töiden organisointi (Opintopolku julkaisuaika tuntematon). Jotta työnjohto voi hahmottaa helpommin työjärjestyksen, tulee heidän olla tietoisia LVI-urakoinnin työvaiheista. Seuraavaksi käydään läpi LVI-urakoinnin vaiheet aina runkovaiheesta viimeistelyvaiheeseen, jotta saadaan kuva työn etenemisestä asuntotyömailla uudiskohteissa.

### 2.1 Runkovaihe

Ennen runkovaiheen aloitusta työmaamestarin täytyy tehdä työmaan työturvallisuussuunnitelma. Runkovaiheessa on tärkeää olla hyvä työturvallisuussuunnitelma, jotta rakentaminen on turvallista. Kaikki työmaalle tulevat henkilöt pitää myös perehdyttää ennen, kuin he pääsevät työmaalle. LV-asentajille pitää kirjoittaa myös tulityölupa ennen töiden aloitusta. Asuntotuotantotyömailla aloitetaan runkovaihe heti, kun kohteen anturat ovat valmiita. Runkovaiheen LVI-työt tekee LVI-urakoitsija. Yksi LVI-urakoitsija voi tehdä LV-puolen sekä IV-puolen työt tai LV-puolelle ja IV-puolelle tulee kumpaankin oma urakoitsija. LV- ja IV-puoli kilpailutetaan erikseen. Monesti LV-urakoitsija ja IV-urakoitsija kilpailuttaa eristystyöt eristysliikkeillä. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007; Ratu G3-0297 Ilmastointityöt 2007.)

Runkovaiheessa rakennetaan kohteen alapohja, välipohja, yläpohja, kaikki kantavat seinät ja vesikatto. Alapohja voi olla maanvarainen alapohja tai tuulettuva alapohja. Välipohja voidaan tehdä ontelolaatoilla tai paikallavalettuna. Seinät voidaan tehdä valmiista elementeistä tai paikallavalettuna. Vesikattotyypit ovat yleensä harjakatto, pulpettikatto tai tasakatto. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007; Ratu G3-0297 Ilmastointityöt 2007.)

#### 2.1.1 Pohjaviemärit

Maanvaraisen laatan pohjaviemärien tekeminen aloitetaan heti, kun pohjat on täytetty, runkolinjaukset kaivettu ja tasoitettu suunnitelmien mukaisesti, alapohjan rakenteet tehty, seinälinjaukset ja lattiakorot on selvästi merkitty. Pohjaviemärit ovat yleensä muoviviemäriä. Pohjaviemärin halkaisija on yleensä 160 mm. Viemärien asennuksissa tärkeitä valvottavia asioita on viemärien kaadot, viemärien riittävä kannakointi, viemärin kaivojen ja tarkastusluukkujen oikea asennuskorkeus. Korkeudet on merkitty LVI-kuviin. Alapohjaan tulee myös radonviemäri, jonka asennus kuuluu yleensä maanrakennusurakoitsijalle. Alapohjasta ylöspäin radonviemärin teko kuuluu yleensä IV-urakkaan. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007; Lehtonen, 2020.)

Ennen maanvaraisen laatan valua työmaamestarin täytyy kuvata kaikki tekniikka, joka jää valun sisään. Kuvat dokumentoidaan tietokoneelle ja kuviin merkataan aina alue, josta kuvat on otettu. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.)

Tuulettuvassa alapohja mallissa pohjaviemärit asennetaan vasta, kun ensimmäisen kerroksen lattiat on saatu valmiiksi. Työmaamestarin täytyy valvoa, että pohjaviemäreille tarvittavat varaukset jäävät valujen yhteydessä auki. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007; Lehtonen, 2020.)

## 2.1.2 Pohjaviemärit sekä lämpö- ja vesirungot

Alapohjan/maanvaraisenlaatan jälkeen aloitetaan talon rungon nostaminen ylös. Tässä vaiheessa pohjaviemärit on tehty. Runko rakennetaan nostamalla elementtiseinät torni tai mobiilinosturilla paikoilleen. Rungon seinät voidaan tehdä myös paikallavaletuilla seinillä, joka on hitaampaa, kuin valmiilla elementeillä rakentaminen. Paikallavalettuihin seiiniin pitää tehdä myös varaukset kaikille talotekniikalle tarkoitetuille läpivientirei'ille. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.)

Seinien asennuksen jälkeen asennetaan mahdolliset betonirunkoiset elpot, joissa kulkee jokaisen kerroksen LVIS-tekniikat alimmasta kerroksesta vesikatolle asti. Kohteeseen ei välttämättä tule elpoja vaan hormit, joissa kuljetetaan LVIS-tekniikka vesikatolle asti. Mahdollisten elpojen asennuksen jälkeen asennetaan ontelolaatasto ja kerroksen rappuset. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.)

Kohteeseen voi tulla myös ontelolaataston sijaan paikalla valettu holvi. Jos kohteeseen tulee paikallavalettu holvi, putkiasentajat asentavat suurimman osan jokaisen kerroksen viemäreistä paikallavalu holvin sisään ennen kuin holvi betonoidaan. Tässä työvaiheessa työmaamestarin pitää kuvata kaikki viemärit ulkoapäin ennen valua ja dokumentoida kuvat tietokoneelle. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.)

Työt tehdään yksi kerros kerrallaan. Kun runkoa nostetaan ylöspäin samalla putkimiehet ja ilmastointiasentajat voivat aloittaa runkolinjojen, viemäreiden ja ilmanvaihtokanavien asennukset. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.)

Pohjajohtojen sekä lämpö- ja vesirunkojen teko aloitetaan heti, kun alimman kerroksen ja seuraavan kerroksen holvit ovat valmiit kannakointia varten, lävistykset on aukaistu ja kaikki tarvittavat korkeusmerkinnät on tehty. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.)

Putkiasentajat asentavat kannakkeet jokaisen kerroksen rappukäytävien kattoon, jokaisen asunnon kylpyhuoneisiin ja eteisten kattoon. Kannakoinnin jälkeen putkiasentajat asentavat kannakkeisiin kaikki vesijohdot ja lämpölinjat. Runkovaiheessa vesijohdot tuodaan jokaisen asunnon kylpyhuoneen puolelle ja tulpataan siihen. Rappukäytävän puolelle voidaan jättää messinkivaraukset mahdollisille vesimittareille, jotka asennetaan myöhemmin. Vesijohdot ovat kupariputkea, komposiittiputkea tai pex-muoviputkea. Kupariputket voidaan tehdä juotososilla tai puristusosilla. Jos kupariputket juotetaan, täytyy putkimiehellä olla voimassa oleva tulityökortti ja tulityölupa, jonka voi kirjoittaa pääura-koitsijan työnjohtajat, joilla itsellään on voimassa oleva tulityökortti. Tulitöiden jälkeen pitää suorittaa vähintään yhden tunnin tulityövärtiointi. Komposiitti putki tehdään aina puristusosilla. Pex-muoviputki liitetään messinkisillä kierreosilla. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.)

Runkolinjoja tehtäessä työmaamestarin täytyy valvoa, että putket ovat kannakoitu oikein ja putket on sijoitettu oikein. Putkiasentajien pitää merkata tarvittavat mahdolliset reiät ja niiden koot esim. kylpyhuoneisiin. Reikien teko ei kuulu putkimiehelle, joten työmaamestari tilaa porarin poraamaan reiät. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.)

Lämpölinjat voivat olla teräsputkea tai sinkittyputkea. Teräsputket voidaan tehdä hitsaamalla tai kierreosilla. Jos teräsputket hitsataan, pitää putkiasentajalla olla voimassa oleva tulityökortti ja tulityölupa. Tulitöiden jälkeen on suoritettava vähintään yhden tunnin tulityövartiointi. Sinkitty putki tehdään puristusosilla. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.)

Putkiasentajat asentavat viemäreille tarvittavat kannakkeet kattoon, lattiaan tai seinään kiinni. Sen jälkeen voidaan asentaa viemärit ja lattiakaivot paikoilleen. Viemärit voi olla valurautaisia tai muoviviemäreitä. Tässä vaiheessa työmaamestarin täytyy katsoa viemäreiden riittävä kannakointi, mahdollisten puhdistusluukkujen oikea sijainti, viemäreiden kaadot ja asennuskorkeudet. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.)

### 2.1.3 IV-runko- ja haarakanavat

Kun talon runko on valmis asennettavalta alueelta, IV-asentajat voivat aloittaa pystykanavien, haarakanavien ja mahdollisen radonviemäriin teon. Ilmastointiasentajat asentavat jokaisen asunnon kattoihin kannakkeet ilmanvaihtokanavia varten. Ilmastointiasentajat asentavat myös jokaisen asunnon kylpyhuoneeseen ilmastointikoneen asennuslevyn, jos asuntoihin tulee oma ilmanvaihtokone. Jos kohteeseen tulee vesikatolle tuleva iv-kone, joka pyörittää koko kohteen ilmanvaihtoa, jää asunto-kohtaiset ilmanvaihtokoneet pois. (Ratu G3-0297 Ilmastointityöt 2007.)

Ilmanvaihtokanavien päät täytyy pitää tulpattuna aina, jottei kanaviston sisään pääse pölyä. Jokaiseen asuntoon tulee myös äänenvaimentajat ilmastointikanaviston väliin. Tässä vaiheessa työmaamestarin pitää katsoa, että kanavat ovat kannakoitu oikein, kanavat kulkevat oikeissa paikoissa ja kaikkien ilmanvaihtokanavien päät on tulpalla suojattu. (Ratu G3-0297 Ilmastointityöt 2007.)

Jos kohteeseen tulee keskitetty ilmanvaihto ja jos kohteeseen ei tule tarpeeksi isoa IV-konehuoneen huolto-ovea, josta IV-koneen saisi nostettua sisään, täytyy IV-kone nostaa sisään ennen kuin IV-konehuoneen kattoa aloitetaan tekemään. Tässä vaiheessa työmaamestarin täytyy järjestää mahdolliset nostot ja katsoa oikea paikka, johon IV-kone nostetaan. (Ratu G3-0297 Ilmastointityöt 2007.)

### 2.1.4 Lämmönjakohuone

Lämmönjakohuoneen LVI-työt voidaan aloittaa, kun lämmönjakohuoneen seinät, lattia ja kattorakenteet ovat valmiit esimerkki kuvassa 1. Lisäksi mahdollinen kaukolämpöputki pitää olla tuotuna lämmönjakohuoneeseen putkiurakoitsijan toimitusrajaan asti. Lämmönjakohuoneen teko alkaa lämmönvaihtimen kantamisella paikoilleen. Kun lämmönvaihdin on paikoillaan, voi putkiasentaja kytkeä lämpö- ja vesirungot vaihtimeen kiinni. Putkitöiden valmistuttua voidaan seinien läpi menevien putkien ympärille tehdä palokatkot. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.)



KUVA 1. Lämmönjakohuoneen lattia ja seinät maalattu (Räsänen, 2022)

### 2.1.5 Lämmityspatterien asennus

Lämmityspatterien asennus voidaan aloittaa, kun tarvittavat kiinnitysalustat ovat valmiina ja lämmityspatterien taustat on maalattu valmiiksi. Yleensä LV-urakkaan kuuluu yksi lämmityspatterien irrottaminen tasoitus- ja maalaustöiden takia. Ensin putkimies kiinnittää patterien kannakkeet seinälle oikeaan korkoon, jonka jälkeen patterit nostetaan paikoilleen. Tämän jälkeen putkimies kytkee armiputket lämmityspattereihin kiinni. Tässä vaiheessa työmaamestarin pitää katsoa, että putket menevät oikeista paikoista ja patterien korot ovat oikeissa kohdissa. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.)

### 2.1.6 Lattialämmityksen teko

Kohteeseen voi tulla lämmityspatterien sijaan lattialämmitys, jolloin lämmityspattereita ei asenneta. Jokaiseen asuntoon asennetaan lattialämmityksen alle yleensä ohut noin 20 mm oleva eristelevy, johon putkiasentajat voivat kiinnittää lattialämmityspotket putkikiinnikkeillä. Tässä vaiheessa työmaamestarin pitää katsoa, että lattiakorot ovat oikein ja lattiat ovat tasaiset. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.)

Lattialämmityspiirejä tulee jokaiseen asuntoon LVI-suunnittelijan suunnittelema määrä. Lattialämmityspotket ovat muoviputkea. Putkiasentaja asentaa jokaiseen asuntoon lattialämmityskaapin, johon lattialämmityspotket kytketään kiinni. Kun putkiasentaja on saanut lattialämmityspotket asennettua ja koeponnistettua, voidaan lattialämmityspotkien päälle tehdä valu. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.)

### 2.1.7 Yläpohjan IV-kanavat ja viemärit

Kun kohteen runko on saatu tehtyä vesikattoon asti, aloitetaan vesikatolle ja vesikaton alle tulevien tekniikoiden teko. Vesikaton alapuolelle jäävää tekniikka on muun muassa mahdolliset sadevesiputket, tuuletusviemäreiden teko ja ilmanvaihtokanavien teko. Vesikaton kattotuoleja ja kattotuolien sivureivauspuita ei saa katkoa. (Ratu G3-0297 Ilmastointityöt 2007.)

Puusiin voidaan kiinnittää viemäreille tulevat kannakkeet. Kannakkeet kiinnitetään yleensä ruuvamalla LVI-ruuvi puosaan ja kannake käy suoraan LVI-ruuvin toiseen päähän kiinni. Ennen eristystöitä työmaamestarin täytyy katsoa, että kaikkien yläpohjan läpi menevien IV-kanavien ja viemäreiden läpivientikohdat on valettu umpeen. (Ratu G3-0297 Ilmastointityöt 2007.)

Jos kohteeseen tulee tasakatto ja sadevedet ohjataan talon sisältä sadevesikaivoihin. Putkiasentajat voivat aloittaa sadevesiviemäreiden teon heti vesikaton valmistuttua. Sadevesiviemäriin käytetään yleensä muoviviemäriä, jonka ulkopintaan sähkömies asentaa saattolämmityskaapelin. Tämän jälkeen sadevesiviemäri eristetään, jotta sadevesiviemäri ei jäätyisi koskaan. Sadevesiviemärit eristetään LVI-suunnittelijan määräämällä eristeellä. Eriste on yleensä armafex-solukumia, palovillaa tai mineraalivillaa. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.) Määrätty eriste on merkattu LVI-työselitteeseen. Kuvassa 2 on esimerkki, kuinka eristemateriaali on merkattu LVI-työselitykseen. Kuvassa 3 on esimerkki, kuinka eristesarja paksuudet on merkattu LVI-työselitykseen. Erityssarjojen paksuudet pystyvät selvittämään eritysmateriaaleiden valmistajien verkkosivuilta. Kuvassa 4 esimerkki miten eristepaksuudet on merkattu Parocin (2019) Talotekniikan eristykset asennusoppaaseen.

| Lyhenne | Eriste, määrite   |
|---------|---|
| Aa      | Päälystämätön mineraalivillakouru   |
| Ac      | Alumiinipaperilla päälystetty mineraalivillakouru (tehdasvalmisteinen)                              |
| Ef      | Solukumieriste jonka saumat liimataan yhteen. Eristeen alku- ja loppupäät liimataan putkeen kiinni. |
| Ba      | Alumiinipaperilla päälystetty lamellimatto  |
| Bb      | Verkkomatto   |
| Db      | Paloeristelevy  |
| K       | Höyrysulku  |
| 6       | PVC-muovilevy (syttymisherkkyyssluokka 1, palonleviämislukokka I)                                   |
| 10      | Kuumasinkitty teräslevy   |
| MCu     | Muovitettu kuparijohto  |

| Määritelmä     | Selite  |
|----------------|---|
| KytKentä-johto | Palvelee yhtä kalustetta  |
| Jakojohto      | Palvelee 2 kalustetta (tässä työselostuksessa käsitettä jakojohto ei käytetä) |
| Runkojohto     | Palvelee 3 (2) useampaa kalustetta  |

KUVA 2. Kuvakaappaus työmaan työselityksestä, jossa eristystyöhön sekä materiaaleihin liittyvät määritelmät ja lyhenteet (Räsänen, 2022)

| Putkiston osa   | Eriste-sarja, paksuus | Tyyppi         | Päällyste       | Paikka, huomautuksia   |
|---|-----------------------|----------------|-----------------|--|
| Kaukolämpösiirrin laitteineen ja lämmönjakohuoneen kaukolämpöputket     | 25                    | Aa             | 6               | Lämmönjakohuone (1) (5)  |
| Lämpöjohdot   | 23<br>23              | Aa<br>Ac       | 6<br>-          | Näkyvä eristys<br>Ei näkyvä eristys  |
| Lämminvesijohto: runkojohdot  | 23<br>23              | Aa<br>Ac       | 6<br>-          | Näkyvä eristys<br>Ei näkyvä eristys  |
| Lämminvesijohto: kytkentäjohdot   | -<br>-                | -<br>-         | -<br>-          | Näkyvä eristys<br>Ei näkyvä eristys (3)  |
| Kylmävesijohto: runkojohdot   | 21<br>21              | Aa<br>Ac       | 6K<br>K         | Näkyvä eristys<br>Ei näkyvä eristys (9)  |
| Kylmävesijohto: kytkentäjohdot  | -<br>9 mm<br>MCu      | -<br>Ef<br>MCu | -<br>-<br>Muovi | Näkyvä eristys<br>Ei näkyvä eristys (2) (3) (4)<br>Ei näkyvä eristys (2) (3) (4) |
| Kylmän- ja lämpimänkäyttöveden kytkentäjohdot alakattorakenteissa       | 9 mm                  | Ef             | -               | Ei näkyvä eristys (2) (3) (4)  |
| Sadevesiviemäri (sisäpuoliset sadevesiviemärit eristetään kauttaaltaan) | 22<br>22              | Aa<br>Ac       | 6K<br>K         | Näkyvä eristys<br>Ei näkyvä eristys (7)  |
| Jätevesiviemäri   | 50 mm                 | Bb             |                 | Viemäri hormissa (6) (8)<br>Viemäri kylpyhuoneen katossa (6)                     |
| Tuuletusviemärit  | 22                    | Aa             | -               | Ullakkotilassa   |

KUVA 3. Kuvakaappaus työmaan LVI-työselityksestä, jossa määrätty eristesarjat (Räsänen, 2022)

| Putken<br>ulkohalkaisija | Eristepaksuus mm |         |         |          |         |         |          |         |         |
|--------------------------|------------------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|
|                          | Sarja 21         |         |         | Sarja 22 |         |         | Sarja 23 |         |         |
| $d_u$<br>mm              | s<br>mm          | a<br>mm | b<br>mm | s<br>mm  | a<br>mm | b<br>mm | s<br>mm  | a<br>mm | b<br>mm |
| 10...49                  | 20               | 90      | 60      | 30       | 110     | 70      | 40       | 130     | 80      |
| 50...89                  | 30               | 110     | 70      | 40       | 130     | 80      | 50       | 150     | 90      |
| 90...168                 | 40               | 130     | 80      | 50       | 150     | 90      | 60       | 170     | 100     |
| 170...324                | 50               | 150     | 90      | 60       | 170     | 100     | 80       | 210     | 120     |
| 325...714                | 60               | 170     | 100     | 80       | 210     | 120     | 100      | 260     | 140     |
|                          | Sarja 24         |         |         | Sarja 25 |         |         | Sarja 26 |         |         |
| 10...49                  | 50               | 150     | 90      | 60       | 170     | 100     | 80       | 210     | 120     |
| 50...89                  | 60               | 170     | 100     | 80       | 210     | 120     | 100      | 260     | 140     |
| 90...168                 | 80               | 210     | 120     | 100      | 260     | 140     | 120      | 300     | 170     |
| 170...324                | 100              | 260     | 140     | 120      | 300     | 170     | 140      | 340     | 190     |
| 325...714                | 120              | 300     | 170     | 140      | 340     | 190     | 160      | 380     | 210     |

KUVA 4. Taulukko, jonka avulla eristesarjojen paksuudet saadaan selvitettyä (Paroc, 2019)

Putkiasentajat asentavat myös viemärintuuletukset vesikaton läpi. Vesikaton yläpuolelle pitää laittaa tiivisläpivienti kappale. Vesikaton alapuolelle jäävä tuuletusviemäri täytyy eristää LVI-suunnittelijan määräämällä eristeellä. Yleensä tuuletusviemärit eristetään ensin palovillalla ja sen päälle asennetaan vielä mineraalivilla lämpöeristeeksi. Määrätty eriste on merkattu LVI-työselitteeseen. Tuuletusviemärit eristetään vesikaton alapuolella tulipalon takia ja myös siksi, ettei viemäri ala kondensoimaan vettä kylmässä tilassa. Tässä vaiheessa työmaamestarin pitää tarkistaa, että läpivienti kappaleet on asennettu oikein. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.)

Kun vesikatto on täysin valmis, voivat putkiasentajat asentaa vesikaton päälle tuleviin tuuletusviemäriin tuuletusputken jäätymissuojan. Ilmastointiasentajat asentavat vesikaton alle jäävät ilmanvaihtoputket. Kannakkeet voidaan ottaa puuosista. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007; Ratu G3-0297 Ilmastointityöt 2007.)

Kun vesikatto on saatu vesitiiviiksi, voidaan aloittaa ilmanvaihtokanavien eristystyöt. Ilmanvaihtokanavat eristetään LVI-suunnittelijan määräämällä eristeellä, joka on yleensä palovilla paloeristeeksi ja sen päälle mineraalivilla lämpöeristeeksi. Määrätty eriste on merkattu LVI-työselitteeseen. Ilmanvaihtokanavat eristetään vesikaton alla tulipalon takia, jottei tulipalo pääse leviämään kanavien sisällä. Ilmanvaihtokanavat eristetään myös siksi, etteivät kanavat ala kondensoimaan vettä kylmässä tilassa. (Ratu G3-0297 Ilmastointityöt 2007.)

#### 2.1.8 Lämmityspatterien päälle laitto

Lämmityspatterit voidaan kytkeä lämmittämään taloja heti, kun vesikatto on valmis ja kaikki ikkunat ja ovet on asennettu paikoilleen lämmitettävällä alueella. Yleensä lämmityspatterit käytetään kerran irti mahdollisten tasoitus- ja maalaustöiden takia. Lämmityspatterit asennetaan takaisin paikoilleen, kun tasoitus- ja maalaustyöt on saatu valmiiksi. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.)

#### 2.1.9 Kylpyhuone hajotukset

Putkiasentajat asentavat kylpyhuoneiden alakattoon jäävät vesiputkihajotukset sekä mahdollisiin putkirailoihin tulevat putket. Putkien päät juotetaan umpeen alakaton alapuolelle jäävistä putkista, jotta alakattoon jäävät putket saadaan koeponnistettua. Umpeen juotetut putken päät katkaistaan myöhemmässä vaiheessa, kun aloitetaan kylpyhuoneen kalustus. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.)

Putkimiehet koeponnistavat putket paineilmalla tai vedellä. Kun putket on koeponnistettu onnistuneesti, voidaan alakattojen yläpuolelle jäävät putket eristää. Putket eristetään usein armaflexilla ahtaiden tilojen takia. Putket voidaan eristää myös mineeraalivillakouruilla, mikä on nykyään harvinaisempaa ahtaiden tilojen takia. Määrätty eriste on merkattu LVI-työselitteeseen. Tässä vaiheessa työmaamestarin täytyy katsoa, että putket on asennettu oikeaan korkoon. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.)

#### 2.1.10 Eristystyöt rappukäytävissä ja asuntojen sisällä

Ennen eritystöiden aloitusta työmaamestarin täytyy tarkastaa, että kaikki palokatkot on tehty. Esi-merkki kuvassa 5. Eristystyöt voidaan aloittaa, kun vesikatto on valmis, kaikki vesi- ja lämpöputket

on koeponnistettu ja IV-kanavat on tehty valmiiksi. LVI-eristykset aloitetaan asuntojen eteisistä, jotta eteisiin pystytään tekemään kipsialakatot. Eteisten jälkeen eristetään kylpyhuoneiden alakattoon jäävät lämpölinjat, vesiputket ja IV-kanavat. Kun eristeet ovat asennettu, voidaan kylpyhuoneiden puupaneelikatot tehdä valmiiksi. Asuntojen sisällä lämpölinjat, vesiputket ja IV-kanavat voidaan eristää myös armaflexilla ahtaiden tilojen takia. Määrätyt eristeet on merkattu LVI-työselitteeseen. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007; Ratu G3-0297 Ilmastointityöt 2007.)

Rappukäytäviin jäävät lämpölinjat ja vesiputket ja IV-kanavat eristetään LVI-suunnittelijan suunnittelemana eristeellä. Yleensä kaikki asuntojen ulkopuolelle jäävät lämpölinjat, vesiputket ja IV-kanavat eristetään palovillalla tai lämpövillalla. Määrätty eriste on merkattu LVI-työselitteeseen. Eristystöiden jälkeen voidaan rappukäytävien alakatot tehdä valmiiksi. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007; Ratu G3-0297 Ilmastointityöt 2007.)



KUVA 5. Valmiit palokatkot (Räsänen, 2022)

## 2.2 Sisätyövaihe

### 2.2.1 IV-konehuoneen IV-työt

Kun IV-konehuoneen lattia on maalattu ja suojattu, voidaan IV-koneet siirtää paikoilleen. Kun koneet ovat paikoillaan, voidaan aloittaa IV-kanavien asennustyöt. (Ratu G3-0297 Ilmastointityöt 2007.)

### 2.2.2 Ilmastointikonehuoneen putkiasennukset

Ennen IV-konehuoneen putkiasennuksia pitää IV-konehuoneen lattia olla maalattu ja suojattu. Lisäksi IV-koneiden, IV-pattereiden ja suurimpien IV-kanavien tulee olla asennettu paikoilleen. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.)

### 2.2.3 Näkyviin jäävät eristykset

Kun kaikki seinät ja katot maalattu valmiiksi, voidaan aloittaa näkyviin jäävien putkien ja kanavien eristystyöt. Näitä töitä on yleensä lämmönjakohuoneessa, IV-konehuoneessa, ja yleisissä varastoissa. Näkyviin jäävät putket eristetään yleensä mineraalivillakourulla, joka päällystetään PVC-muovilla tai pellillä. Näkyviin jäävät IV-kanavat eristetään yleensä armaflexilla, lämpövillalla tai palovillalla. Näkyviin jäävien IV-kanava eristeiden päälle asennetaan usein pelti, joka voidaan maalata eri väriseksi. Määrätyt eristeet ja pinnoitteet on merkattu LVI-työselitteeseen. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007; Ratu G3-0297 Ilmastointityöt 2007.)

### 2.2.4 Vesi- ja viemärikalusteet

LVI-asentajat asentavat jokaiseen asuntoon tulevat vesikalusteet, joita on muun muassa Wc-pöntöt, Wc-altaat ja niiden viemärit, vesihanat, bideesuihkut, suihkut, keittiöallas ja sen viemärit sekä pyykinpesukoneventtiilit. Kun nämä kaikki on asennettu, putkiasentajat voivat huuhdella vesijohdot juoksuttamalla vettä hanoista. Huuhtelun jälkeen voidaan asentaa asuntokohtaiset vesimittarit paikoilleen. Vesimittarit menevät todella herkästi tukkoon, minkä vuoksi ne asennetaan vasta putkien huuhtelun jälkeen. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007.)

### 2.2.5 Asuntokohtaiset IV-koneiden asennus

Kun asuntojen kylpyhuoneiden alakatot ovat valmiit, voidaan asuntokohtaiset IV-koneet asentaa paikoilleen. IV-koneiden asennuksessa on yleensä kaksi ilmastointiasentajaa. IV-koneiden asennuslevyissä on hahlot, joihin ilmastointikone lukitaan kiinni. (Ratu G3-0297 Ilmastointityöt 2007.)

## 2.3 Viimeistelyvaihe

### 2.3.1 Ilmanvaihdon päätelaiteasennukset

Kun kaikki väliseinätyöt, kiinnitysalustat, siivoustyöt ja maalaustyöt on tehty, voidaan aloittaa kaikki päätelaiteasennustyöt, joita ovat tuloilmalaitteet, poistoilmalaitteet, siirto- ja ulkoilmalaitteet. Kaikkiin päätelaitteisiin jätetään muovisukka suojaksi, jottei laitteisiin pääse pölyä. Suojat poistetaan vasta, kun IV-laitteiden koekäyttö aloitetaan. (Ratu G3-0297 Ilmastointityöt 2007.)

### 2.3.2 Sääto ja mittaustyöt

Kun kaikkien koneiden LVIS-työt ovat valmiit, rakennuksen seinät, ovet ja ikkunat on asennettu, voidaan aloittaa sääto- ja mittaustyöt. LVI-asentajat ilmaavat lämmitysverkon, säättävät lämmityspatterien tai lattialämmityksen säädöt LVI-suunnittelijan määräämiin arvoihin. Ilmastointiasentajat säättävät ilmanvaihdon virtausarvot kohdilleen käymällä jokaisen venttiilin ilmamäärämittarilla läpi. Venttiileistä mitataan paine-ero ja säätöarvo. Ilmastointiasentaja tekee myös dokumentoinnin mittauspöytäkirjasta, kanavapaineen asetusarvosta, taajuusmuuttajan arvoista ja kanaviston painekokeesta. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007; Ratu G3-0297 Ilmastointityöt 2007.)

### 2.3.3 Luovutus

LVI-urakoitsija aloittaa tehtyjen LVI-töiden tarkastukset heti, kun kaikki LVI-työt on saatu valmiiksi. Tarkastuksessa korjataan mahdolliset virheet ja puutteet. Kun kaikki virheet ja puutteet on korjattu, voidaan aloittaa toimintakokeet. Toimintakokeissa tarkastetaan, että kaikki laitteet ja järjestelmät

toimivat, kuten on suunniteltu. Toimintakokeiden jälkeen jaetaan luovutusmateriaalit. Näitä ovat tarkastuskansio, loppupiirustus kansio ja tilaajalle jäävä huoltokirja. Tarkastuskansioon merkataan LVI-töiden mittaustulokset ja tarkastukset. Huoltokansioon merkataan asennettu LVI-tekniikka ja kuinka tekniikkaa huolletaan. Loppupiirustus kansio sisältää kaikki LVI-töiden suunnitelmat myös kaikki pu-nakynällä tehdyt muutokset. (Ratu G2-0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt 2007; Ratu G3-0297 Il-mastointityöt 2007; Hietala, 2014.)

### 3 LVI-URAKOIDEN OHJAUKSEN JA VALVONNAN KEHITYSKOHTTEET

Tässä kappaleessa esitellään LVI-urakoiden ohjaukseen ja valvontaan liittyvät havainnot ja kehityskohteet, jotka nousivat esille pääurakoitsijoiden ja aliurakoitsijoiden haastatteluissa. Ensinnä esitellään lyhyesti haastatellut yritykset. Tämän jälkeen kerrotaan tarkemmin havainnoista ja kehityskohteista.

#### 3.1 Yritysesittelyt

Haastattelin yhtä pääurakoitsijana toimivaa yritystä ja neljää eri LVI-alalla toimivaa yritystä, jotka toimivat Pohjois-Savon alueella. LVI-alan yritysten haastateltavat henkilöt ovat yrityksen toimitusjohtajia, yrityksen osakkaita, työnjohtajia tai projektipäälliköitä. Aliurakoitsijoina toimivista yrityksistä yksi on erikoistunut LVI-eristystöihin ja kolme LVI-töihin. Aliurakoitsijoiden haastattelut pidimme etänä Teams-kokouksina tai puhelinhaastatteluina. Pääurakoitsijalta haastattelin kolmea vastaavaa mestaria kasvokkain. Haastattelin jokaisen yrityksen edustajat erikseen. Alla jokaisen yrityksen lyhyt esittely.

##### 3.1.1 Pohjola Rakennus Oy Suomi

Pohjola Rakennus Oy Suomi on vuonna 1989 perustettu vakaasti kasvava suomalainen perheyritys. Yritys on ensimmäisiä projektinjohtourakoinnin toimintamallin käyttönottaneita rakennusalan yrityksiä. Nykyään yritys on tunnettu vahvasta aluesuunnittelun osaamisesta sekä hankekehittämisestä. Yrityksen pääpaino on asuinkerrostalojen rakentamisessa. Pohjola Rakennuksella on omaa henkilökuntaa noin 300 henkilöä ja yritys on yksi Suomen suurimmista rakennusliikkeistä. (Pohjola Rakennus julkaisuaika tuntematon.)

##### 3.1.2 Kuopion Putkiapu

Kuopion Putkiapu Oy on vaativiin uudis- ja saneerauskohteisiin erikoistunut LVI-alan asiantuntija. Yritys toteuttaa kaikki LVIA-työt ammattitaidolla ja asiakkaan toiveita kuunnellen. Palveluihin kuuluvat mm. KVR-urakointi, putkiremontit, saneeraus- ja korjausrakentaminen sekä huolto- ja kunnossapitopalvelut. Toimialueena on koko Pohjois-Savo. Yritys on perustettu 1986 ja alkuvaiheessa he toteuttivat pienimuotoisempia putkiasennuksia muun muassa Kuopion Kaupungille. Vuonna 2009 toiminta laajeni ja yritys alkoi palvelemaan rakennusliikkeitä kokonaisvaltaisemmin LVIA-töissä. Tänä päivänä yli 30 vuotta toiminut Putkiapu työllistää noin 40 työntekijää ja on kasvanut yhdeksi Pohjois-Savon suurimmista yksityisistä LVI-alan toimijoista. Toimisto ja varasto sijaitsevat Kuopion Itkonniemellä. (Kuopion Putkiapu julkaisuaika tuntematon.)

##### 3.1.3 Kuopion Lämpölaite

Kuopion Lämpölaite Oy on vuonna 1974 perustettu LVI-alan urakoitsijaliike. Yritys on täyden palvelun LVI-alan urakointiyritys. Yritys palvelee LVI-urakointiin liittyvissä asioissa uudis- ja saneerauskohteissa Pohjois-Savon alueella. Yli 45 vuotisen toiminnan aikana yritys on ollut mukana rakentamassa ja saneeraamassa yli 10 000 asuntoa, useita kouluja, päiväkoteja, vanhusten taloja, sairaaloita, teollisuuslaitoksia sekä hotelleja Kuopiossa ja eri paikkakunnilla. Yritys työllistää noin 15 työntekijää. (Kuopion Lämpölaite julkaisuaika tuntematon.)

### 3.1.4 Keski-Savon Eristys Oy

Keski-Savon Eristys Oy on vuonna 2011 perustettu LVI-eristysliike. Palveluihin kuuluu kaikki LVI-eristykset sekä teollisuuseristykset, mutta pääpaino on LVI-eristyksissä. Yritys toimii pääasiassa Itä-Suomen alueella, mutta tarvittaessa myös koko Suomessa. Työkohteina on ollut isoja kerrostaloja, kouluja sekä sairaaloita. Yritys työllistää tällä hetkellä 8 työntekijää. (Keski-Savon Eristys Oy julkaisuaika tuntematon.)

### 3.1.5 Savon LVI-Talo

Savon-LVI-Talo on LVI-alan yritys, joka on perustettu vuonna 1997. Yritys toteuttaa LVI-urakat, LVI-suunnitelmat ja LVI-huoltopalvelut huolellisesti ja aina asiakkaiden toiveita kuunnellen. Yrityksellä on Kuopiossa ja Lapinlahdella myymälät, joista löydät laadukkaat ja tyylikkää LVI-tuotteet kotisi tarpeisiin. (Savon LVI-Talo Oy julkaisuaika tuntematon.)

## 3.2 Havainnot LVI-urakoiden ohjauksessa ja valvonnassa

Haastatteluissa keskusteltiin asuntotyömaiden LVI-urakoiden ohjaukseen ja valvontaan liittyvistä kehityskohteista. Aliurakoitsijoiden haastattelukysymykset löytyvät liitteestä 1 ja pääurakoitsijoiden haastattelukysymykset liitteestä 2. Haastatteluissa nousi esiin LVI-suunnitteluun, työmaan aikatauluihin, vuorovaikutukseen ja työturvallisuuteen liittyviä kehityskohteita. Näihin liittyvistä havainnoista kerrotaan tässä kappaleessa tarkemmin.

### 3.2.1 LVI-suunnittelu

LVI-suunnittelun tasoa aliurakoitsijat ja pääurakoitsijat pitivät heikkona. He kertoivat, että monesti, kun he avaavat suunnitelmat, he huomaavat, että niitä on mahdotonta toteuttaa. Aliurakoitsijat joutuvat useasti ottamaan yhteyttä LVI-suunnittelijaan ja pääurakoitsijaan, jotta he voivat varmistua yksityiskohdista. Usein suunnitelmia joudutaan suunnittelemaan uudestaan. Sekä pääurakoitsijat että aliurakoitsijat olivat yhtä mieltä siitä, että tilaajien ja urakoitsijoiden tulisi saada tarkastaa suunnitelmat hyvissä ajoin ennen töiden aloitusta, jotta työt saataisiin jouhevasti käyntiin hyvissä ajoin.

Sekä pääurakoitsijat ja aliurakoitsijat kokivat, että 3D-mallinnusohjelmista on hyötyä työn suunnittelussa ja toteutuksissa.

”Mallinnusohjelmat ovat käteviä talotekniikan törmäystarkasteluissa ja parantavat suunnitelmien laatua. Kyllä ne helpottavat työmaata” (Pohjola Rakennus Oy Suomi 2022).

”Mallinnusohjelmista on hyötyä isoissa konehuoneissa” (Kuopion Putkiapu Oy 2022).

### 3.2.2 LVI-töiden ohjaus ja valvonta työmaalla

Pääurakoitsijat kokivat, että LVI-töiden valvonta ja ohjaus on sitä helpompaa mitä parempi tietotaito LVI-töistä on. Siksi työjohdon tietotaito tulisi pitää riittävän hyvällä tasolla. Työnlaadun valvominen on heidän mielestään parempaa, kun tiedetään LVI-töiden vaatimukset. Työmaamestarit kokivat, että työnjohdolle olisi hyvä järjestää lyhyitä koulutuksia talotekniikkaan liittyen. Lisäksi uusista LVI-määräyksistä voisi ilmoittaa kaikille tuotannon työntekijöille esimerkiksi sähköpostilla tai työnantajan intraan. Näin uudet määräykset tulisivat nopeasti työmaamestareiden tietoon, ja he voisivat nopeasti

tulostaa uudet ohjekortit tekijätasolle. Yksi työmaamestareista mainitsi, että yksi tapa lisätä työmaamestareiden tietoutta talotekniikasta ja niiden aikataulutuksesta olisi tehdä aikataulutus yhdessä LVI-urakoitsijoiden kanssa.

Pääurakoitsijat kokivat myös, että LVI-töiden ohjaus olisi helpompaa, jos LVI-suunnitelmia verrattaisiin esimerkiksi sähkösuunnitelmien kanssa. He kertoivat, että esimerkiksi talotekniikalle on suunniteltu ahtaat tilat varsinkin LVV putkien, sähkön ja ilmanvaihtokanavien risteyskohdissa. Nämä kohdat pitäisi ottaa paremmin huomioon jo suunnittelussa ja verrata eri suunnitelmia toistensa kanssa, jolloin ongelmia voitaisiin välttää.

Pääurakoitsijoiden haastatteluissa selvisi, että tuotannonohjauksessa olisi myös kehitettävää. Tuotannonohjauksen kehitystarpeita olisi selvittää tarkemmin, jotta sitä pystytään kehittämään.

### 3.2.3 Työmaan aikataulut

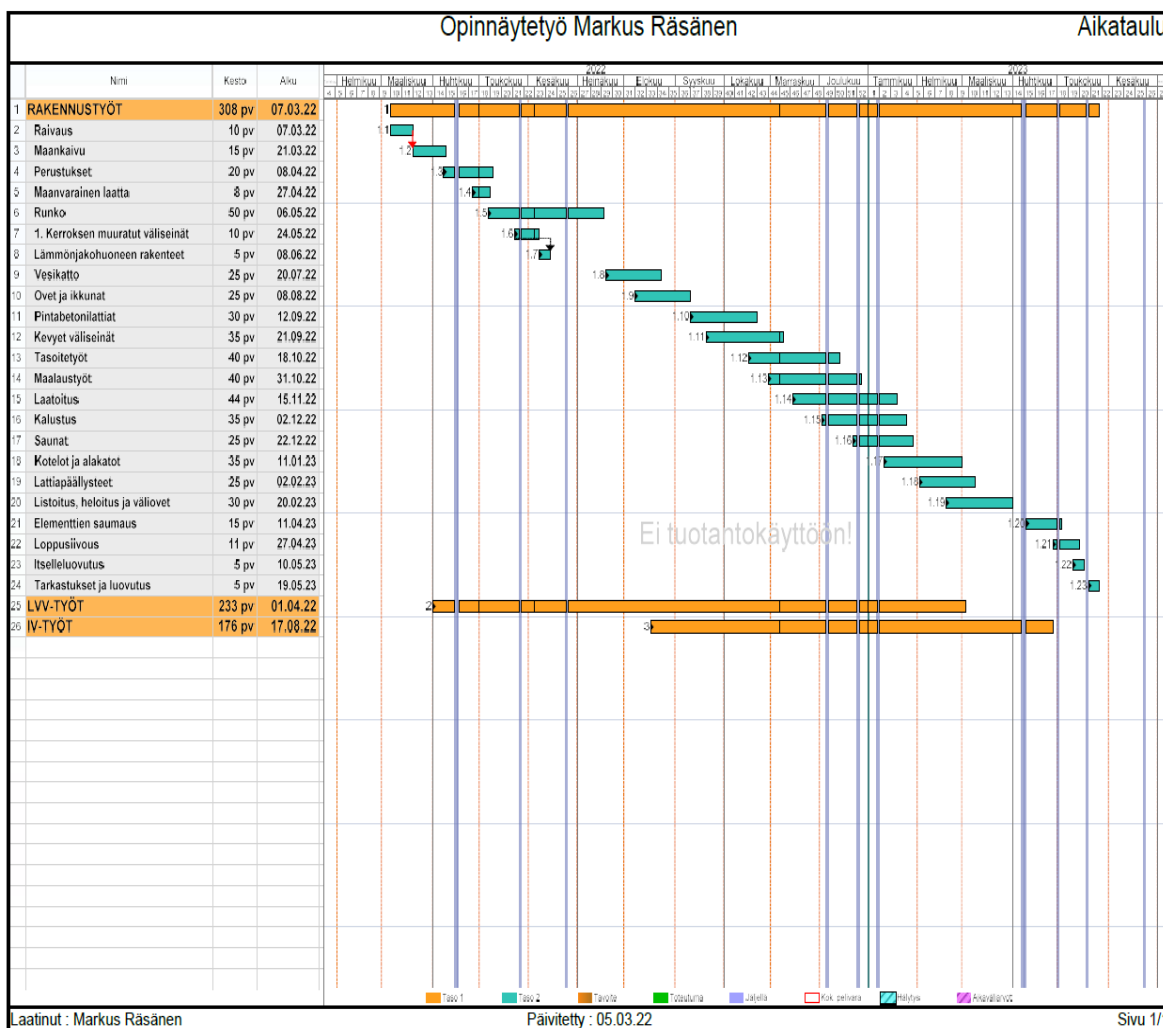
Moni aliurakoitsijoiden ja pääurakoitsijoiden edustajista korosti hyvin tehtyjen aikataulujen merkitystä. Yleisesti ottaen he kokivat, että aikataulut ovat hyvin tehty, mutta kehityskohteitakin löytyi.

LVI-urakoiden aikataulutus tehdään pääurakoitsijan vaatimalla tavalla, joka on yleensä todella suppea. Pääurakoitsijoiden edustajat kertoivat, että yleisaikataulu tehdään yleensä rakennusurakan näkökulmasta, ja että talotekniikkaurakoitsijat sovittavat omat työt ja resurssit tähän yleisaikatauluun.

Aliurakoitsijoiden kokemus tukee pääurakoitsijoiden kertomusta yleisaikataulusta. Moni pääurakoitsija tyytyy aliurakoitsijoiden mukaan siihen, että LVI-urakoitsija tekee yleisaikatauluun yhden ainoan viivan, johon sisältyvät kaikki LVI-työt kuten kuvassa 6 näkyy. Aliurakoitsijoiden edustajat kertoivat, että monesti tällä tyylillä eristystöille ei ole laskettu aikaa ollenkaan, minkä vuoksi eristystöille jää kiire. Pääurakoitsijat tekivät saman huomion:

”Kipsikattojen ja koteloiden kanssa tulee usein haasteita, koska tekniikkaa ei ole vielä ehditty teemmään tai tekniikasta puuttuu tarvittavat eristeet, kun rakenteita ollaan jo laittamassa umpeen” (Pohjola Rakennus Oy Suomi 2022).

Pääurakoitsijoiden edustajat totesivat, että LVI-töiden aikataulusta saataisiin paremmaksi, jos se tehtäisiin yhdessä LVI-työnjohdon kanssa, jolloin rakennuspuolen aikatauluun olisi helpompi liittää talotekniikan aikataulut. Myös pääurakoitsijoiden edustuksen mielestä talotekniikan aikatauluttamista tulisi kehittää ja liittää paremmin rakennuspuolen työvaiheisiin.



KUVA 6. Esimerkki työmaa aikataulutuksesta (Räsänen 2022)

Aliurakoitsijoiden mukaan LVI-urakoiden aikataulutusta pitäisi tehdä riittävän laajasti. Eristystöille pitää varata aikaa ja LVV-työt ja IV-työt pitää pilkkoa pienempiin osiin. Tämä auttaa työmaamestareita arvioimaan tiettyjen työvaiheiden kestoa. Yhdessä haastattelussa tuli ilmi, että aliurakoitsijat saattavat itse huomauttaa urakoitsijoille eristyksen lisäämisestä aikatauluihin, millä on ollut positiivinen vaikutus aikatauluihin.

”Yleensä, kun pyytää eristysten lisäämistä aikatauluihin, ne lisätään ja työt hoidetaan hyvin aikataulussa” (Keski-Savon Eristys Oy 2022).

Toinen kehityskohde liittyi aikatauluissa pysymiseen.

”Aikataulu on hyvin tehty, mutta niitä pitää myös hyvin noudattaa. Kesken työmaan ei aloiteta muuttamaan työmaata suuntaan tai toiseen. Ei yllättäen kiristetä aikataulua ilmoitusluontoisesti, mutta ei tule myös jäädä jälkeen” (Savon LVI-Talo 2022).

Aliurakoitsijoiden haastatteluista ilmeni, että rakennustyömailla on parannettavaa myös maanrakennuspuolella. Heidän mukaansa maarakennuspuoli jää monesti aikataulusta jälkeen, mikä aiheuttaa ongelmia seuraaville työvaiheille. Usein maanrakennuspuoli saattaa rikkoa LVI-osia. Rikkoutumisista ei ilmoiteta heti vaan ne paljastuvat myöhemmin, jolloin ne saattavat olla paljon vaikeampia korjata,

kuin rikkoutumishetkellä. Pääurakoitsijat kokivat, että maarakennuspuolen urakoitsijat ovat yleensä ammattitaitoisia. Kun maaurakoitsija suostuu ottamaan ulkopuolen vesi- ja viemäriasennukset omaan urakkaansa, työt etenevät pääurakoitsijoiden mukaan saumattomammin verrattuna tilanteeseen, jossa LVV-urakoitsija hoitaa putkien asennukset.

### 3.2.4 Vuorovaikutus

Pääurakoitsijan työjohdon ja aliurakoitsijan välisen vuorovaikutuksen koettiin olevan tärkeä tekijä työmaiden johtamisessa. Aliurakoitsijoiden edustajat kertoivat, että työmaapalavereita on riittävästi eikä niitä pitäisi olla ainakaan enempää. Aluksi palavereita on paljon ja heidän mukaansa kerran kuussa olisi sopiva määrä. Kun päästään liikkeelle, se on samojen tehtävien monistamista, jolloin palavereille ei ole niin kova tarve.

Haastateltavat kokivat, että on hyvä, kun kommunikoidaan paljon. Sekä aliurakoitsijat että pääurakoitsijat toivoivat, että asioita voisi käsitellä myös palaverien ulkopuolella. Aina ei tarvitse palaveria järjestää tai odottaa asioiden ilmoittamisesta palaveriin asti. Aliurakoitsijat toivoivat, että sen sijaan esimerkiksi yllätyksistä ja muutoksista voisi soittaa tai laittaa sähköpostia. Pääurakoitsijat kertoivat, että esimerkiksi työmaakohtaisen WhatsApp -ryhmän käyttö helpottaa paljon työmaan kulkua. Työmaamestari voi esimerkiksi laittaa kuvan jostain korjattavasta kohdasta tai puutteesta ryhmään. Kun LVI-asentajat ovat korjanneet asian, he voivat kuitata asian hoidetuksi ryhmään esimerkiksi viestillä tai kuvalla. Sähköisen viestinnän lisäksi työmaamestarit ehdottivat, että LVI-työnjohto voisi vieraila useamminkin työmailla eikä vain pakollisten palaverien aikaan.

Aliurakoitsijat huomauttivat, että kun asiat ilmoitetaan ja sovitaan hyvissä ajoin, selvittää monelta haasteelta. He kertoivat, että korona on aiheuttanut pitkiä toimitusaikoja varsinkin IV-koneille. Toimitusajat saattavat olla jopa yli kuukauden mittaisia, joten pääurakoitsijoiden kannattaisi ottaa tämäkin aikatauluissa huomioon.

Vuorovaikutusta tulisi aliurakoitsijoiden mukaan kehittää myös tekijäportaalle päin.

”Työmiesten pitäisi tietää seuraava työvaihe ja siihen liittyvät detaljit. Esimerkiksi Väliseinän tekijöillä tulee olla tiedossa, mitä seuraavassa vaiheessa tehdään” (Keski-Savon Eristys 2022).

Näin hänen mukaansa pystytään ennakoimaan seuraavia työvaiheita eikä samaa työtä jouduttaisi tekemään uudelleen.

### 3.2.5 Työturvallisuus

Työturvallisuus nousi aliurakoitsijoiden haastatteluissa esille. Yleisesti ottaen he kokivat työturvallisuuden olevan hyvällä tasolla työmailla. Haastateltavat kertoivat, että eroja työturvallisuuden tasosta löytyy työmaiden ja pääurakoitsijoiden väliltä. Aliurakoitsijoiden parannusehdotukset liittyivät putoamissuojiiin ja paikallavaluholvien työturvallisuuteen.

”Työturvallisuus todella hyvällä tasolla monella työmailla. Muutamissa kohteissa putoamissuojauksessa parannettavaa. Paikallavaluholveissa saataisiin työturvallisuutta varmasti parannettua ottamalla yksi päivä kerroskiertoon lisää” (Kuopion Putkiapu 2022).

”Työturvallisuus riittävän hyvällä tasolla. Eroja on tosi paljon firmojen välillä” (Keski-Savon Eristys 2022).

”Työturvallisuustasossa on parannettavaa. Yleisintä on huono putoamissuojaus” (Savon LVI-talo 2022).

## 4 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Pääurakoitsijat ja aliurakoitsijat olivat samaa mieltä, että LVI-suunnitelmissa on kehitettävää. Pääurakoitsijoiden mielestä myös tuotannon ohjauksessa on kehitettävää. Tämä löydös voi olla hyvä tutkimusaihe tuleville opinnäytetöille. Seuraavaksi käsitellään LVI-töiden aikataulutuksen kehittämistä. Sen jälkeen vuorovaikutuksen kehittämistä.

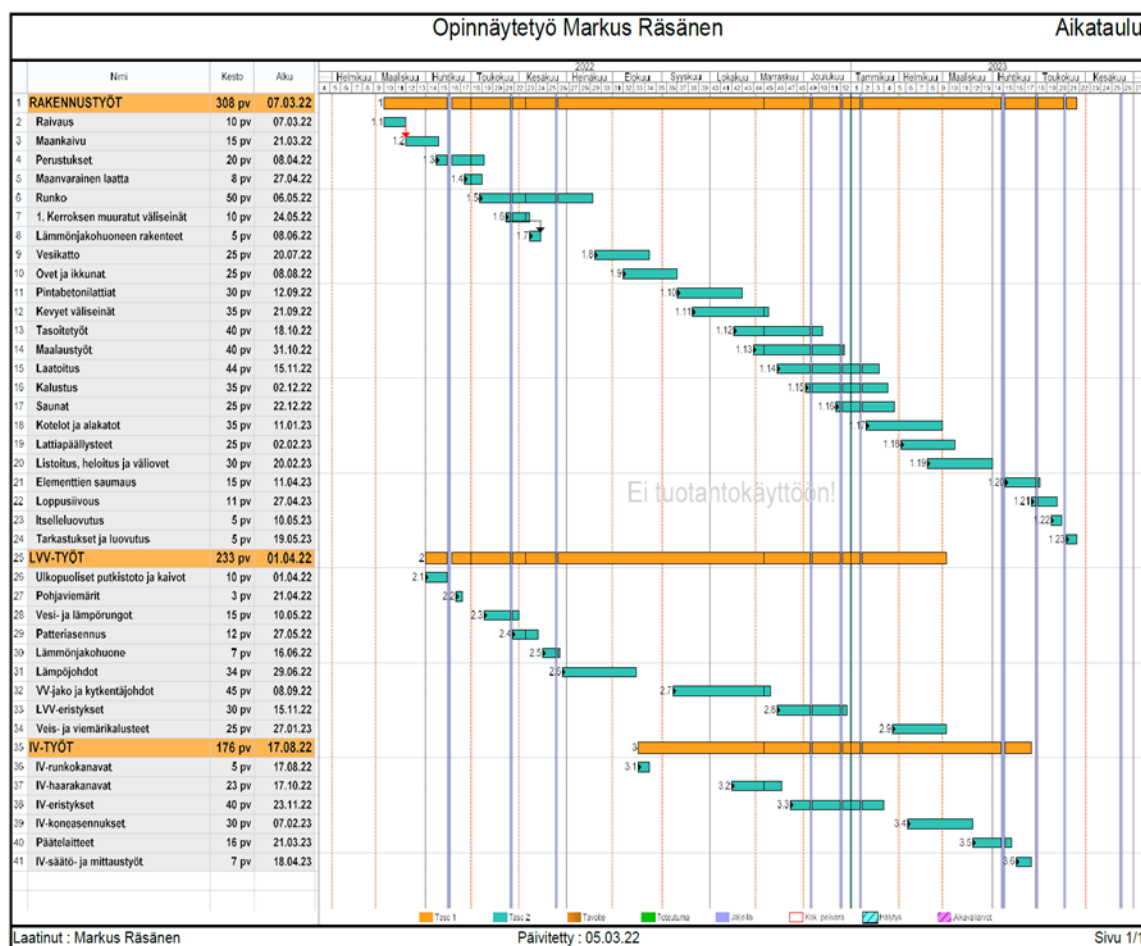
### 4.1 LVI-töiden aikataulutuksen kehittäminen

Yhden vastaavan mestarin ehdotus siitä, että LVI-töiden aikataulutus tehtäisiin yhdessä LVI-urakoitsijan kanssa, on mielestäni hyvä idea. Kun LVI-työnjohto olisi vastaavan mestarin kanssa saman pöydän ääressä aikatauluttamassa työvaiheita, varmistetaan, että LVI-töiden aikataulutus osuu paremmin yhteen muiden työvaiheiden aikataulutuksen kanssa.

Aliurakoitsijat kokivat, että rakennusliikkeissä on isoja eroja työmaan aikataulutuksessa. Jotkut rakennusliikkeet saattavat tyytyä yhteen viivan, jossa kerrotaan LVI-töiden aloitus- ja lopetuspäivämäärä. Tämä tyyli on mielestäni huono, koska se saattaa aiheuttaa ongelmia työmaan aikana. Esimerkiksi johonkin tiettyyn työvaiheeseen ei osata varautua ja kyseinen työvaihe saattaa viedä paljonkin aikaa. Pahimmassa tapauksessa tämä viivästyttää muiden työvaiheiden aloittamista ja työmaa jää jälkeen aikataulusta.

Jotkut firmat vaativat LVI-urakoitsijoita jakamaan oman aikataulunsa useampaan osaan, mikä on mielestäni erittäin hyvä asia. Kun aikataulu jaetaan useampaan osaan, tiedetään paljonko kukin työvaihe kestää, mikä helpottaa työmaan kulkua paljon. Samalla vastaavien mestareiden on helpompi hahmottaa mitkä LVI-työvaiheet tulevat muiden työvaiheiden kanssa samaan aikaan. Myös vastaavat mestarit kokivat, että tarkemmasta työvaiheiden aikataulutuksesta olisi hyötyä. Kuvassa 7 on esimerkki aikataulusta, jossa LVI-työt on avattu useampaan osaan.

Sekä aliurakoitsijoiden että pääurakoitsijoiden haastatteluissa nousi esille, että isoin ongelma aikatauluissa on eristystöille jäävä aika. Eristystyöt pitäisi merkata erikseen aikatauluun, mikä auttaisi työmaan kulkua. Kun eristystyöt otetaan aikatauluun mukaan ymmärtävät työnjohtajat paremmin eristystöihin kuluvan ajan ja mahdollisten yllätysten määrä vähenee. Usein LVI-urakoitsijat myyvät eristystyöt alihankkijoilleen. LVI-urakoitsijat joutuvat viestimään alihankkijoille, milloin työt voidaan aloittaa. Tämänkin vuoksi olisi tärkeää, että eristystyöt on merkitty selkeästi aikatauluun.



KUVA 7. Esimerkki työmaa aikataulusta, jossa LVI-työt on eriteltyinä. (Räsänen 2022)

Vaikka vastaavat mestarit kokivat, että maanrakennuspuolella ei yleensä ole ongelmia, on vastaavien mestareiden hyvä tiedostaa vaiheen mahdolliset ongelmat ja valvoa sitä tarkasti. Työmaames- tareiden kannattaisi kuvata kaikki pohjaviemärit ja sadevesiviemärit ulkoapäin ja tarkastaa, että ne ovat ehjät ja että kaadot ovat kohdallaan ennen kuin maarakennusmiehet peittelevät putket täyttö- mailla. Näin mahdolliset rikkoutuneet osat havaittaisiin heti. Rikkoutuneiden osien korjaus myöhem- mässä vaiheessa aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia ja vie turhaa aikaa.

Aliurakoitsijat kertoivat työturvallisuustason olevan rakennusliikekohtaista: toiset pitävät korkeam- masta tasosta kiinni, kuin toiset. Vaikka aliurakoitsijat kokivat työturvallisuustason olevan yleisesti hyvällä tasolla, löysivät he siitä myös kehityskohteita. Työmailla, joissa holvit tehdään paikallavalet- tuina, voisi pohtia yhden päivän lisäämistä kerroskohtaiseen kiertoaikaan. Kun tähän panostetaan enemmän aikaa, työmaaturvallisuus saadaan varmasti paremmalle tasolle. Lisäksi tämä tarkoittaa työmaan näkökulmasta lisäkustannuksia ja työmaa pitkeyttä päivää per kerros. Toinen vaihtoehto, joka on kustannustehokkaampi, voisi olla työmaaresurssien lisääminen esimerkiksi yhdellä henkilöllä, jonka vastuulla olisi työmaaturvallisuudesta huolehtiminen.

## 4.2 Vuorovaikutuksen kehittäminen

Työmaapalaverien määrää ei tule ainakaan lisätä aliurakoitsijoiden haastattelujen perusteella. Heidän haastatteluissaan korostuivat enemmän puhelimitse ja sähköpostitse tehtävien ilmoitusten tärkeys. Pääurakoitsijoiden ehdotus WhatsApp -ryhmästä on myös hyvä matalan kynnyksen tapa ottaa yhteyttä ja hoitaa asioita. Pääurakoitsijoiden haastatteluiden perusteella LVI-työnjohto voisi käydä useammin työmailla. Käymisen syy ei tarvitse olla muodollinen palaveri vaan vapaampi työmaavierailu. Näin LVI-työnjohto pysyisi paremmin kartalla, missä kohti töitä ollaan tekemässä. Kun asiat ilmoitetaan ja sovitaan hyvissä ajoin, selvittää monelta haasteelta. Korona on aiheuttanut pitkiä toimitusaikoja varsinkin IV-koneille. Toimitusajat saattavat olla jopa yli kuukauden mittaisia, mikä pääurakoitsijoiden kannattaa ottaa aikatauluissa huomioon.

Haastatteluissa selvisi detaljien tärkeys. Monessa eri työvaiheissa huomataan puutteita vasta siinä vaiheessa, kun talotekniikkaa aloitetaan tekemään kyseiseen kohtaan. Monesti nämä pienet virheet ovat paljon työläämpiä ja kalliimpia korjata jälkikäteen. Virheet, joita tulee yleensä, on reikien väärä koko tai reikien väärä sijainti. Esimerkiksi väliseinien läpi menevien ilmastointikanavien reiät voivat liian pienet, koska ei ole tiedetty että jäteilma- ja raitisilmakanavat täytyy eristää. Taulukkoon 1 on kerätty lisää eri työvaiheita, joissa detaljien merkitys on suuri. Työmaamestarin tulisi käydä nämä asiat läpi aloituspalaverissa ja antaa työvaihetta suorittavalle rakennusammattimiehelle taulukossa 1 mainitut detaljit ennen työn aloitusta. Näin vähennetään turhaa ylimääräistä työtä ja korjaamista, mikä on myös kustannustehokasta ja mikä auttaa työmaata etenemään aikataulussa.

TAULUKKO 1. Eri työvaiheiden detaljit, jotka on hyvä huomioida ennakoivasti.

| TYÖVAIHE                       | SUORITTAVA TAHO     | DETALJ  |
|--------------------------------|---------------------|---|
| <b>Maanvarainenlaatta</b>      | Rakennusammattimies | LVI-putkien ja kanavien reikäkuva   |
| <b>Holvinteko</b>              | Rakennusammattimies | LVI-putkien ja kanavien reikäkuva   |
| <b>Runko</b>                   | Rakennusammattimies | LVI-putkien ja kanavien reikäkuvat, palokatko detalj                                  |
| <b>Muuratut väliseinät</b>     | Rakennusammattimies | LVI-putkien ja kanavien reikäkuva, palokatko detalj                                   |
| <b>Vesikatto</b>               | Rakennusammattimies | Vesikatto reikäkuva, palokatko detalj   |
| <b>Kevyet väliseinät</b>       | Rakennusammattimies | LVI-putkien ja kanavien reikäkuva, palokatko detalj                                   |
| <b>Kotelot ja alakatot</b>     | Rakennusammattimies | LVI-putkien ja kanavien reikäkuva, alakaton ja koteloiden korkokuva, palokatko detalj |
| <b>Kylpyhuoneiden alakatot</b> | Rakennusammattimies | LVI-putkien ja kanavien reikäkuva, alakaton korkokuva                                 |

Vuorovaikutusta helpottaisi myös 3D-mallikuvien hyödyntäminen nykyistä useammin. Erityisesti isoissa konehuoneissa siitä on hyötyä, koska asentajat voivat paremmin hahmottaa miten putket kulkevat ja huomataan talotekniikan törmäyskohdat paremmin.

## 5 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä on tuotu monia konkreettisia esimerkkejä, joilla pääurakoitsijat voivat kehittää LVI-urakoiden ohjausta ja valvontaa asuntotuotannossa. Päähavaintoja on kaksi. Ensiksi LVI-urakoiden aikataulutusta tulee tehdä riittävän laajasti ja työvaiheita pilkkoen. Erityistä huomiota tulee kiinnittää eristystöiden viemään aikaan. Lisäksi maanrakennustöitä pitää valvoa paremmin. Näin voidaan arvioida työnkestoa paremmin ja pienentää aikataulun pitkittymisen ja ylimääräisten kustannusten riskiä. LVI-töiden aikataulutuksen teko kannattaisi tehdä yhdessä LVI-urakoitsijan kanssa saman pöydän ääressä. Näin aikataulusta tulisi todennäköisesti parempi ja se tarjoaisi samalla rakennusmestareille tietoa LVI-töiden kestoista ja työvaiheiden yksityiskohdista.

Toiseksi työmaamestareiden tulisi parantaa vuorovaikutusta LVI-urakoitsijoiden ja rakennusammattimiesten kanssa. Vuorovaikutus LVI-urakoitsijoiden kanssa voisi painottua ennakoivaan ja kevyen kynnyn ilmoittamiseen esimerkiksi sähköpostilla tai puhelimitse. Ennakointia tulisi tehdä myös työmaan edetessä ilmoittamalla tietyissä vaiheissa rakennusammattimiehille detaljit.

Työmaamestarit tuntuvat tunnistavan LVI-töiden ohjauksen ja valvonnan haasteet. Heiltä tuli myös hyviä ideoita ja keinoja, joilla LVI-töiden ohjausta ja valvontaa voidaan kehittää. Tämä opinnäytetyö on ensiaskel sille, että ideat tulevat julki. Mielestäni olisi hyvä, jos tämän opinnäytetyön pohjalta opinnäytetyön tilaaja järjestäisi yhteisen ideointipalaverin, jossa tämän opinnäytetyön tuloksia jalostettaisiin ja otettaisiin käytäntöön. Mukaan ideoimaan voisi ottaa vastaavien mestareiden lisäksi myös LVI-urakoitsijoiden edustajia.

Haastatteluissa nousi esiin, että tuotannon ohjauksessa olisi parannettavaa. Miksi ja miten tuotannon ohjausta tulisi kehittää sekä miten tuotannon ohjauksen ja työmaan ohjauksen yhteistyötä voisi kehittää, voisivat olla hyviä aiheita tuleville opinnäytetöille.

Tässä opinnäytetyössä keskityttiin LVI-urakoiden ohjaukseen ja valvontaan asuntotuotantotyömailla ja nimenomaan uudiskohteissa. Saneerauskohteissa työvaiheet ovat erilaiset, joten LVI-töiden urakointi ja valvonta on myös erilaista. Tämä voisi olla myös hyvä aihe tuleville opinnäytetöille.

Kirjallisuutta oli vaikea löytää. Ratu-kortisto ja toiset opinnäytetyöt olivat ainoat kirjalliset lähteet. Opinnäytetöidenkin joukosta oli haastava löytää aiheeseen sopivia lähteitä. Haastatteluiden teko oli mukavaa ja sain samalla paljon tietoa.

## LÄHTEET

- Hietala, Henri 2014. LVI-luovutusaineiston laatiminen ja standardimalli. Opinnäytetyö. Rakennusalan työjohto. Metropolia Ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201402132299> Viitattu 2.4.2022
- Kataja, Juha 2014. Työnjohtaminen kerrostalon runkotyövaiheessa. Opinnäytetyö. Rakennusalan työjohtoon koulutusohjelma. Turun ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2014112817392> Viitattu 26.3.2022.
- Keski-Savon Eristys Oy julkaisuaika tuntematon. Kotisivut. <https://www.kseristys.fi/>. Viitattu 13.3.2022.
- Keski-Savon Eristys Oy 2022. Haastattelu. 23.2.2022.
- Kuopion Putkiapu julkaisuaika tuntematon. Kotisivut. <https://www.putkiapu.fi/yritys>. Viitattu 27.2.2022.
- Kuopion Putkiapu 2022. Haastattelu. 25.2.2022.
- Kuopion Lämpölaite julkaisuaika tuntematon. Kotisivut. <https://www.kuopionlampolaite.fi/>. Viitattu 27.2.2022.
- Lehtonen, Mika 2020. Uudiskerrostalo-kohteen LVI-tarkastukset. Opinnäytetyö. Rakennusalan työjohtoon tutkinto-ohjelma. Metropolia Ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202005098090>. Viitattu 26.3.2022.
- Opintopolku julkaisuaika tuntematon. Verkkosivu. <https://opintopolku.fi/konfo/fi/koulutus/1.2.246.562.13.000000000000000000189>. Viitattu 26.3.2022
- Paroc, 2019. Talotekniikan eristyksen asennusopas. Verkojulkaisu. <https://www.paroc.fi/-/media/files/brochures/finland/hvac-installation-guide-paroc-fi.ashx>. Viitattu 20.3.2022.
- Pohjola Rakennus Oy Suomi julkaisuaika tuntematon. Kotisivut. <https://www.pohjolarakennus.fi/meista/>. Viitattu 2.4.2022.
- Pohjola Rakennus Oy Suomi 2022. Haastattelu. 30.3.2022.
- Ratu G2-0296, 2007. Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt. Verkojulkaisu. Rakennusteollisuus RT ry ja Rakennustietosäätiö RTS. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/resource/juha/content/11392#page=1>. Viitattu 13.3.2022.
- Ratu G3-0297, 2007. Ilmastointiyöt. Verkojulkaisu. Rakennusteollisuus RT ry ja Rakennustietosäätiö RTS. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/resource/juha/content/10894#page=1>. Viitattu 13.3.2022.
- Savon LVI-Talo julkaisuaika tuntematon. Kotisivut. <https://savonlitalo.fi/>. Viitattu 13.3.2022.
- Savon LVI-Talo 2022. Haastattelu. 22.2.2022.
- Stenius, Antero 2016. Rakennusmestari- ja koulutuksen kehittäminen. Erillisjulkaisu. Oulun ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201702082158> Viitattu 26.3.2022.

## LIITE 1: HAASTATELUKYSYMYKSET ALIURAKOITSIJOIDEN TYÖNJOHDOLLE

**Haastattelukysymykset**

- Mitä hyvää sanottavaa teillä on pääurakoitsijoista asuntotuotanto työmailla?
  - o Kertoisitko esimerkin hyvin onnistuneesta asuntotuotanto työmaasta?
  - o Mitkä tekijät tekivät asuntotuotanto työmaasta onnistuneen? Oliko siellä esimerkiksi jotain tiettyjä käytäntöjä ja prosesseja, jotka olivat hyviä?
- Mitä pääurakoitsijoiden tulisi huomioida paremmin asuntotuotanto työmailla?
- Järjestetäänkö teidän mielestänne tarpeeksi työmaapalavereita?
  - o Mikä olisi sopiva määrä palavereita? Mistä vaiheessa palavereita olisi hyvä olla ja mistä aiheista?
- Onko teidän mielestänne aikataulut riittävän laajasti tehtyjä (yleisaikataulu, hankinta-aikataulu, luovutusaikataulu)?
  - o Jos kyllä, niin miksi?
  - o Jos ei, niin miten niitä tulisi muuttaa?
- Onko toimintakokeille varattu tarpeeksi aikaa?
- Mitä mieltä olette työturvallisuudesta, onko se riittävän hyvällä tasolla
- Onko mitään muita kehitysehdotuksia pääurakoitsijoille?
  
- Onko teillä käytössä mallinnusohjelmia?
  - o Jos on, onko niistä ollut hyötyä?

## LIITE 2: HAASTATTELUKYSYMYKSET VASTAAVILLE MESTAREILLE

- Mitä hyvää sanottavaa teillä on LVI-urakoitsijoista asuntotuotanto työmailla?
- Kertoisitko esimerkin hyvin onnistuneesta työmaasta?
- Mitkä tekijät tekevät asuntotuotanto työmaasta onnistuneen?
- Onko jotain huonoa sanottavaa LVI-urakoitsijoista?
- Toimiiko kommunikointi hyvin?
- Käykö LVI-työnjohto riittävästi työmaalla?
- Missä työvaiheessa tulee eniten haasteita/ongelmia?
- Mitä seurauksia näistä ongelmista ilmenee?
- Kuinka näitä ongelmia saataisiin ratkaistua?
- Onko LVI-suunnittelu mielestänne hyvällä tasolla?
- Kuinka saataisiin kehitettyä LVI-urakoinnin ohjausta ja valvontaa?
- Onko maapuolen urakoinnit hyvällä tasolla?
- Kuinka maanrakennuspuolta pystytään kehittämään?
- Mitä pääurakoitsijan tulisi huomioida paremmin?
- Onko aikataulut tarpeeksi hyvin suunniteltu?
- Mitä mieltä olet mallinusohjelmista?