

Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Iida Laurell

# Kerrostaloasuntojen LVI-urakoitsijan laadunvalvonta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari, LVI (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

3.12.2021

|   |   |
|---|---|
| Tekijä<br>Otsikko   | Iida Laurell<br>Kerrostaloasuntojen LVI-urakoitsijan laadunvalvonta |
| Sivumäärä<br>Aika   | 28 sivua<br>3.12.2021   |
| Tutkinto  | rakennusmestari (AMK)   |
| Tutkinto-ohjelma  | rakennusalan työnjohto  |
| Ammatillinen pääaine  | LVI-tekniikka   |
| Ohjaajat  | lehtori Jyrki Viranko<br>projektipäällikkö Tapio Korpi              |
| <p>Opinnäytetyön toimeksiantaja on SRV Rakennus Oy:n pääkaupunkiseudun asuntotuotannon talotekniikkaosasto. Yksikön sisälle haluttiin saada toimiva LVI-urakoitsijan itselleluovutuslista, joka takaisi LVI-urakoitsijan paremman oman työn laadunvalvonnan. Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä LVI-urakoitsijan itselleluovutuslista ja avata listaa LVI-urakoitsijan näkökannasta, mitä asioita ja miten niitä tulisi tarkastaa ja mihin asioihin tulisi kiinnittää huomiota.</p> <p>Opinnäytetyössä on käytetty tiedonlähteenä pitkälti Suomen rakentamismääräyskokoelmia ja niiden taustamateriaaleja sekä Rakennusinfoa. Lisäksi tietoa on kerätty haastattelulla alan ammattilaiselta.</p> <p>Opinnäytetyö on jaettu kahteen eri osioon. Ensimmäisessä osiossa avataan LVI-urakoitsijan itselleluovutuslista ja tarkastellaan listan kohtia LVI-urakoitsijan näkökannalta. Toisessa osiossa tarkastellaan LVI-urakkaan kuuluvaa takuuaikaa ja mitä vaateita siihen LVI-urakoitsijalle ja tilaajalle kuuluu. Viimeiseksi on haastattelu, jossa käsitellään LVI-urakoitsijan itselleluovutuslistan ja laadunvalvonnan tärkeyttä projekteissa.</p> <p>Työn tuloksena on saatu koottua itselleluovutuslista LVI-urakoitsijalle, jotta tulevaisuudessa laadunvalvonta työmailla olisi kattavampaa ja tarkempaa. Samalla itselleluovutuslista on avattu, jotta osataan tarkastaa oikeat asiat oikein. Työ antaa myös käsityksen takuuajasta ja siihen liittyviin vastuisiin. Lukija saa työstä hyvän kokonaiskuvan siitä, mitä laadunvalvontaa LVI-urakassa tulee toteuttaa ja miksi.</p> |   |
| Avainsanat  | Itselleluovutuslista, laadunvalvonta, takuu aika, vastuut           |

|  |   |
|--|---|
| Author<br>Title  | Iida Laurell<br>HVAC Contractor's Quality Control for Apartment Buildings |
| Number of Pages<br>Date  | 28 pages<br>3 December 2021   |
| Degree   | Bachelor of Construction Management                                       |
| Degree Programme   | Construction Site Management  |
| Professional Major   | HVAC Engineering  |
| Instructors  | Jyrki Viranko, senior lecturer<br>Tapio Korpi, project manager            |
| <p>The aim of the final year project was to create a list for HVAC contractors for self-handover in a unit in order to guarantee better quality control. Furthermore, an aim was to discuss the list from the contractor's point of view to decide what should be inspected and how, and what should be paid attention to.</p> <p>The thesis discussed the HVAC contractor's self-handover list and its items, looked into the warranty period of an HVAC contract, and the requirements for the contractor and the customer. Furthermore, an interview on the importance of the list and quality control in projects was conducted.</p> <p>The thesis resulted in a self-handover list for an HVAC contractor. With the list, quality control at construction sites will be more comprehensive and accurate in the future. Furthermore, the discussion in the thesis explains the self-handover list so that one can check the right things correctly. The thesis also introduces the warranty period and the responsibilities associated with it. The reader gets a good overview of the quality control that should be implemented in the HVAC contract and reasons for it.</p> |   |
| Keywords   | quality control, warranty period and responsibilities                     |

## Sisällys

### Lyhenteet

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Johdanto  | 1  |
| 2     | KVV- ja lämpötyöt   | 2  |
| 2.1   | Lämpö- ja vesiputkien asennukset, kannakoinnit ja eritykset               | 2  |
| 2.1.1 | Lämpö- ja käyttövesiputkien asennus                                       | 2  |
| 2.1.2 | Lämpö- ja käyttövesiputkien kannakointi                                   | 2  |
| 2.1.3 | Lämpö- ja käyttövesiputkien eristys                                       | 3  |
| 2.2   | Lämmönluovuttimen asennus   | 4  |
| 2.3   | Viemäriin asennus, eristys ja kannakointi                                 | 5  |
| 2.3.1 | Viemäriin asennus   | 5  |
| 2.3.2 | Viemäriin eristys   | 6  |
| 2.3.3 | Viemäriin kannakointi   | 7  |
| 2.4   | Vesi- ja viemärikalusteiden asennus                                       | 8  |
| 2.4.1 | WC-istuimen asennus   | 8  |
| 2.4.2 | Pesualtaan asennus  | 10 |
| 2.4.3 | Suihkun ja suihkuhanan asennus  | 11 |
| 2.4.4 | Hanan asennus   | 12 |
| 2.4.5 | Astian- ja pyykinpesukoneen kytkentä                                      | 13 |
| 2.5   | Huoltoluukut  | 15 |
| 2.6   | Vesijohto-, lämmitys- ja jäähdytysverkoston huuhtelu, tyhjennys ja ilmaus | 16 |
| 2.6.1 | Lämmitys- ja jäähdytysverkoston huuhtelu                                  | 16 |
| 2.6.2 | Vesijohtoverkoston huuhtelu   | 16 |
| 2.6.3 | Putkiston tyhjennys ja ilmaus   | 17 |
| 2.7   | Vesijohto- ja lämmitysverkoston tiiveys- ja painekoe                      | 17 |
| 2.8   | Materiaalien ja laitteiden sekä koneiden hyväksyttäminen                  | 18 |
| 3     | IV-työt   | 18 |
| 3.1   | IV-kanavien asennus, kannakointi ja eristys                               | 18 |
| 3.1.1 | IV-kanavien asennus   | 18 |
| 3.1.2 | IV-kanavien kannakointi   | 19 |

|     |                                 |    |
|-----|---------------------------------|----|
| 3.2 | IV-kanaviston tiiveyden mittaus | 20 |
| 3.3 | IV-kanaviston puhtaus           | 22 |
| 3.4 | Ilmamäärien mittaus ja säätö    | 23 |
| 3.5 | Ilmanvaihdon äänimittaus        | 24 |
| 4   | LVI-urakan takuu                | 25 |
| 5   | Haastattelu                     | 26 |
| 6   | Yhteenveto                      | 27 |
|     | Lähteet                         | 29 |

## Lyhenteet

|     |                           |
|-----|---------------------------|
| IV  | ilmanvaihto               |
| KVV | käyttövesi ja viemärointi |
| LVI | lämpö, vesi, ilma         |
| SRV | Suomen rakennusvientti    |

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön toimeksiantaja on SRV Rakennus Oy:n pääkaupunkiseudun asuntotuotannon talotekniikkaosasto. Opinnäytetyö on kohdistettu asuinkerrostalohankkeisiin, joissa SRV toimii rakennuttajana. SRV Rakennus Oy:n pääkaupunkiseudun asuntotuotannossa keskitytään rakentamaan keskisuuria ja suuria asuinkerrostalohankkeita.

Opinnäytetyön tarkoitus on laatia LVI-urakoitsijalle oman työn tarkastuslista, jota LVI-urakoitsija tulee käyttämään kerrostaloasunnoissa oman työn laadunvalvonnassa. Oman työn tarkastuslistan tavoitteena olisi parantaa LVI-urakoitsijan työnjälkeä ja varmistaa, että työ tarkastetaan kunnolla. Tavoitteena olisi myös päästä eroon kerrostalon luovutusvaiheessa olevista itselleluovutuslistoista.

Ongelmana on ollut, etteivät LVI-urakoitsijat tee kunnolla oman työn laadunvalvontaa, vaan se jää valvojalle tehtäväksi, vaikka se kuuluisi urakoitsijalle. Urakoitsijan jättäessä laadunvalvonnan työn edetessä jää se usein luovutusvaiheeseen, jolloin tarkastuksia ei tehdä kunnolla, varsinkin piiloon jäävää tekniikkaa on vaikea tarkastaa. Opinnäytetyössä tehtävällä listalla on tarkoitus ratkaista kyseinen ongelma LVI-urakoitsijan kohdalla.

Opinnäytetyön aihe valittiin SRV:n tarpeesta parantaa laadunvalvontaa LVI-urakoitsijoiden kohdalla. Tämän tapaisen listan toteutusta on suunniteltu pitkään. SRV tarvitsi listan, jolla LVI-urakoitsija voi työn edetessä tehdä laadunvarmistusta, jolloin tarkastus ei jää luovutusvaiheeseen.

Opinnäytetyössä käsitellään standardeja, määräyksiä, asetuksia ja ohjeistuksia. Näiden pohjalta tehdään selkeä teoriapohja kerrostaloasuntojen LVI-urakoitsijan työvaiheista ja niiden tarkastuskohdista. Opinnäytetyössä eritellään jokainen työvaihe, jonka LVI-urakoitsija tulee tekemään kerrostaloasunnossa. Oman työn tarkastuslistasta tehdään mahdollisimman monipuolinen, jotta sitä pystyy käyttämään kaikissa kerrostalokohteissa.

## 2 KVV- ja lämpötyöt

### 2.1 Lämpö- ja vesiputkien asennukset, kannakoinnit ja eritykset

#### 2.1.1 Lämpö- ja käyttövesiputkien asennus

Lämpö- ja käyttövesiputkien asennuksessa on ensisijaisesti huomioitava, huolellinen asennus ettei vesivahinkoja satu. Tämä saadaan toteutettu siten, että putkivuodot ovat helposti havaittavissa. Vuotovedet on ohjattava näkyvillä olevaan helposti havaittavaan paikkaan. [1, s. 1.]

Asentaessa on aina otettava huomioon kannakoinnin ja eristykseen vaadittava tila.

Jos putkia tullaan asentamaan rakenteiden sisälle, tulee asennuksissa käyttää liitoksettomia suojaputkia. Suojaputkien päät tulee ulottua näkyville niin, että vuoto on helposti havaittavissa esim. jakotukkikaappiin holkkien avulla, kylpyhuoneen alakattoihin, tms. [1, s. 4.]

Käyttövesiputkiin liitetään yleensä vesimittari, joka mahdollistaa asuntokohtaisen vedenmäärä mittauksen. Talotekniikkainfon mukaan vesimittari tulee asentaa niin, että se on helposti luettavissa yleensä alhaaltapäin, asennettavissa, huollettavissa ja vaihdettavissa. Huoneistokohtaiset vesimittarit tulee tarkastaa ja niistä tulee laatia tarkastusasiakirja. Jos vesimittari on etäluettava, tehdään sen koestuksesta erillinen pöytäkirja. [2, s. 18.]

#### 2.1.2 Lämpö- ja käyttövesiputkien kannakointi

Lämpö- ja käyttövesiputket tulee kannakoida aina ohjeiden ja määräysten mukaisesti. Kannakkeen tulee kestää erinäiset rasitukset, kuten putkien, venttiilien, nesteiden virtauksen, lämpöliikkeen, eristeen ja mahdollisten ulkoisten kuormituksen paino. Nämä rasitukset tulee huomioida myös kannakkeen kiinnityksessä rakenteisiin. Kannake tulee kiinnittää tarpeeksi massiiviseen rakenteeseen, jotta kannake ei irtoa. Kannakkeiden kannakointivälit on esitetty taulukossa 1. Taulukossa on määritetty eri materiaalien ja putkikokojen vaadittava kannakointivälit. Kannakkeiden tulee aina olla tehdasvalmisteisia kannakkeita, joista ei tule putkiin kulumisen jälkiä tai aiheudu äänihaittaa. Jos kan-



nake ja putki ovat eri materiaaleja, tulee niiden väliin asentaa kumieriste. Jos asennuksessa käytetään kahta eri materiaalia tai joudutaan tekemään putkiliitos, tulee liitoskohdan molemmiin puolin asentaa kannake. Samoin haara- tai mutkakohdan lähelle on asennettava kannake. Kannakointi on toteutettava sillä tavoin, että putkiston lämpölaajeneminen on mahdollista. [2; 3.]

Taulukko 1. Suurimmat sallitut kannakointivälit [3].

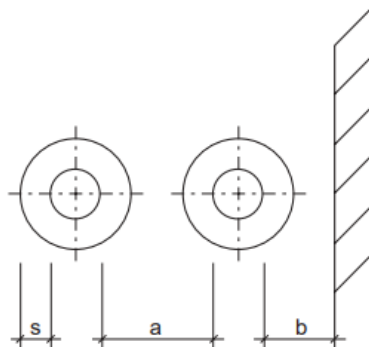
| Teräsputket |      | Kupariputket   |                         | Muoviputket    | PVC, PEH, PEM | PEL, PEX, PB | Monikerrosmuoviputket <sup>2)</sup> |      |
|-------------|------|----------------|-------------------------|----------------|---------------|--------------|-------------------------------------|------|
| DN          | mm   | d <sub>u</sub> | mm                      | d <sub>u</sub> | mm            | mm           | d <sub>u</sub>                      | mm   |
|             |      | 8...15         | 400...600 <sup>1)</sup> |                |               |              |                                     |      |
| < 20        | 2500 | < 22,0         | 1250                    | < 20           | 700           | 300          | < 20                                | 1200 |
| 20          | 2500 | 22,0           | 2500                    | 20             | 700           | 300          | 20                                  | 1300 |
| 25          | 2500 | 28,0           | 2500                    | 25             | 900           | 400          | 25                                  | 1300 |
| 32          | 2500 | 35,0           | 2500                    | 32             | 1000          | 400          | 32                                  | 1400 |
| 40          | 2500 | 42,0           | 2500                    | 40             | 1100          | 500          | 40                                  | 1400 |
| 50          | 3000 | 54,0           | 2500                    | 50             | 1200          | 500          | 50                                  | 1500 |
| 65          | 4000 | 63,0           | 2500                    | 63             | 1400          | 600          | 63                                  | 1500 |
| 80          | 4000 | 76,1           | 3000                    | 75             | 1500          | 600          | 75                                  | 1500 |
| 100         | 5000 | 88,9           | 3000                    | 90             | 1600          | 700          |                                     |      |
| 125         | 5000 | 108,0          | 3000                    | 110            | 1700          | 700          |                                     |      |

1) pinta-asennuksessa lämmitysputket 400...500 mm, käyttövesiputket 600 mm, hehkutettu kupariputki enintään 300 mm

2) pinta-asennuksessa putket 500...800 mm

### 2.1.3 Lämpö- ja käyttövesiputkien eristys

Lämpö- ja käyttövesiputkien eristyksessä on tarkastettava, että materiaali on suunnitelmien mukainen sekä eriste on valmistajan ohjeiden mukainen [4], paksuus ja mitoitus katsotaan kuvan 1 ja taulukon 2 mukaan, joissa esitetään putkien eristysvälit putkikoon mukaan [3, s. 2]. Kiinnitykset, päällysteet, pinnoitteet, asennuksen moitteettomuus ja asennustyön ulkonäkö ovat siistit. Jos eriste on rikkoutunut tai vaurioitunut, tulee se paikata tai uusita. [5, s. 302.]



Kuva 1. Putkien asennus- ja eristysvälit. Mitat s, a ja b taulukon 1. mukaan.

Taulukko 2. Putkien eristyspaksuus s ja asennusvälit a ja b eristystilat huomioon ottaen. Mitat s, a ja b on esitetty kuvassa 1. [3].

| Putken<br>Halkaisija<br>d <sub>u</sub><br>mm | Sarja 21 |         |         | Sarja 22 |         |         | Sarja 23 |         |         | Sarja 24 |         |         | Sarja 25 |         |         | Sarja 26 |         |         |
|--|----------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|
|  | 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 | 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       | 150     | 90      | 60       | 170     | 100     | 80       | 210     | 120     |
| 50 ... 89                                    | 30       | 110     | 70      | 40       | 130     | 80      | 50       | 150     | 90      | 60       | 170     | 100     | 80       | 210     | 120     | 100      | 260     | 140     |
| 90 ... 169                                   | 40       | 130     | 80      | 50       | 150     | 90      | 60       | 170     | 100     | 80       | 210     | 120     | 100      | 260     | 140     | 120      | 300     | 170     |
| 170 ... 324                                  | 50       | 150     | 90      | 60       | 170     | 100     | 80       | 210     | 120     | 100      | 260     | 140     | 120      | 300     | 170     | 140      | 340     | 190     |
| 325 ... 714                                  | 60       | 170     | 100     | 80       | 210     | 120     | 100      | 260     | 140     | 120      | 300     | 170     | 140      | 340     | 190     | 160      | 380     | 210     |

s = eristyspaksuus, a = eristettävien putkien väli, b = eristettävän putken ja rakenteen väli

## 2.2 Lämmönlvovuttimen asennus

Lämpöpatterit tulee asentaa suunnitelmien mukaisesti. Suunnitelmissa kerrotaan lämpöpattereiden sijainti ja malli. Lämpöpatterit asennetaan vaakasuoraan, jotta ilmaus (ilman poisto patterista) on mahdollista. Pattereiden kannakkeiden määrä riippuu patterin koosta. Taulukossa 3 annetaan kannakkeiden lukumäärä katsoen patterin tyyppiä ja pituutta. Lämpöpatteriin asennetaan esisäädettävä patteriventtiili, sulkuliitin ja ilmaruuvi. Lämpöpattereissa käytetään venttiileinä joko itsesäädettäviä termostaatteja tai sähkökäyttöisellä säätimellä toimivaa venttiiliä. [6, s. 5–6.]

Taulukko 3. Kannakkeiden lukumäärät patterityypin ja pituuden perusteella [6].

| RADIAATTORIT<br>Radiaattorin pituus          | Kannakkeiden<br>määrä |
|--|-----------------------|
| 400...1800 mm                                | 2 kpl                 |
| 2000...3000 mm                               | 3 kpl                 |
| KONVEKTORIT<br>Konvektorin pituus            | Kannakkeiden<br>määrä |
| Yksilevyiset/<br>seinäkannakkeet             |                       |
| 600...1400 mm                                | 2 kpl                 |
| 1600...3000 mm                               | 3 kpl                 |
| Kaksi- ja kolmilevyiset/<br>lattiakannakkeet |                       |
| 600...1400 mm                                | 4 kpl                 |
| 1600...3000 mm                               | 6 kpl                 |

### 2.3 Viemäriin asennus, eristys ja kannakointi

Viemäreiden tarkastuksessa tarkastetaan viemäriin putkikoko, kannakointi, eristys, putkien kaadot, viemärireitit ja suunnitelmienmukaisuus.

#### 2.3.1 Viemäriin asennus

Viemäri tulee sijoittaa padotuskorkeuden yläpuolelle. Jos viemäri asennetaan padotuskorkeuden alapuolelle, tulee se viemäroidä pumppaamon kautta. Vaakaviemäriissä suunnanmuutokseen riittää loiva 90° tai kaksi 45° käyttäen muhvikulmaa tai kulmayhdistettä. Viemäriasennuksissa viemäriin tulee olla joko kokonaan valun sisällä, vähintään 15 mm betonin ympäröimänä tai kokonaan irti valusta. Putkiin asennetaan puhdistusluukku pystyviemäreissä aina sen alaosaan ja vaakaviemäreissä maksimissaan 20 metrin välein. Puhdistusluukun kansi on kiinnitettävä siten, ettei se irtoa padotuksessa. Puhdistusluukkujen sijainnista eri viemäreissä on kerrottu taulukossa 6 ja osiossa 2.5 Huoltoluukut LVI-tekniikka. [2, s. 35–36.]

Viemäriasennuksissa tulee huomioida äänenvaimennus. Yleisimmät viemärit ovat PVC-, PP- ja valurautaviemäreitä. Jos halutaan käyttää muita viemärimateriaaleja, tulee suunnittelijan ja viemäri valmistajan selvittää niiden äänenvaimennus. Pystykokoojaviemäri pyritään sijoittamaan hormitiloihin, betonisiin seinärakenteisiin tai tilaan, joka rajoittuu äänitasovaatimuksiltaan toisarvoisiin tiloihin, esim. WC ja kylpyhuone. Kerrostaloasuntojen pystyviemäriin pohjakulma tehdään loivakaarisena ja siihen asennetaan betoninen äänenvaimennin tai tarkoitusta varten tehty tehdasvalmis elementti. Pystyviemäriin pohjakulman kahden yläpuolisen kerroksen pystyviemärit on lisä-ääneneristettävä mineraalivillalla. Kytöntä- ja vaakakokoojaviemärit tulisi aina sijoittaa siihen huoneiston sisälle tai lattiarakenteisiin, jota ne palvelevat. Huoneistossa olisi hyvä käyttää viemäri asennuksissa korokelattiaa, joka on noin 200 mm korkea, tämä toimii erittäin hyvänä äänieristeenä. [7, s. 8.]

Huoneistossa olevien vesipisteiden yhteydessä tulee olla viemäripiste, joka on liitetty viemäri kalusteen kautta viemäriin. Lattiakaivolla varustettavia tiloja ovat suihkutila ja kylpyhuone sekä saunan pesuhuone, tekninen tila, jossa on vesivahingon mahdollisuus, ja erityistilat, jotka puhdistetaan vesihuuhtelulla. [5, s. 4.] Viemäri laitteiston asennuksessa on huomioitava, että siitä ei aiheudu hajuhaittoja. Tämän takia, jos vesipiste on varustettu viemäri llä, on siihen asennettava oma vesilukko, jonka pystyy puhdistamaan. Yhteiseen vesilukkoon viemäri n liittämisen on sallittu muutamissa tapauksissa. Pesuallas ja suihku on viemäri öity samassa tilassa yhteiseen lattiakaivoon, pesuallas ja astianpesukone voidaan liittää samaan vesilukkoon, pesuallasryhmät ja kuivakaivot, joita saa liittää kaksi kappaletta lattiakaivoon ja niiden pitää sijaita enintään kolmenmetrin päässä lattiakaivosta. [2]

### 2.3.2 Viemäri n eristys

Viemäri n eristyksessä on tarkastettava, että materiaali on suunnitelmien mukainen ja eriste on valmistajan ohjeiden mukainen. [5.] Viemäreiden eristys on toteutettava suunnitelmien mukaan, mutta jos niitä ei ole siinä mainittu, voidaan eristys tehdä kuvan 1 ja taulukon 2 mukaan, jossa kerrotaan eristeen paksuus ja asennusväli putken koon ja materiaalin mukaan. [3, s. 2.] Kiinnitykset, päällysteet, pinnoitteet, asennuksen moitteettomuus ja asennustyön ulkonäkö ovat siistit. Jos eriste on rikkoutunut tai vaurioitunut se tulee paikata tai uusia. [5, s. 302.]

### 2.3.3 Viemäriin kannakointi

Viemärit tulee kannakoida aina ohjeiden ja määräysten mukaisesti. Viemäriputkien kannakoinnissa käytetään ainoastaan niille tarkoitettuja kannakkeita, joiden tulee ympäröidä putki kokonaan. Kannakoinnin on aina täytettävä palo- ja äänitekniset määräykset. Kannakkeen tulee kestää erinäiset rasitukset, kuten putkien, venttiilien, nesteiden, nesteen virtauksen, lämpöliikkeen, eristeen ja mahdollisten ulkoisten kuormituksen paino. Kannake on myös kiinnitettävä tarpeeksi vahvaan rakenteeseen, joka tulee kestäväksi edellä mainitut rasitukset. Taulukoissa 4 ja 5 esitetään määräysten mukaiset kannakointivälit putkikoon ja materiaalin mukaan. Näitä noudatetaan asennuksissa. Kannakkeiden asennuksissa on aina huomioitava suunnitelmat ja valmistajan ohjeistukset. [2; 3.]

Taulukko 4. Valurautaviemärin suurimmat sallitut kannakointivälit [2].

| Putkikoko DN<br>mm | Sallittu kannakointiväli |                         |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|
|                    | Vaaka-<br>viemäri<br>mm  | Pysty-<br>viemäri<br>mm |
| ≤ 100              | 1500                     | 2500                    |
| 150                | 2000                     | 2500                    |
| ≥ 200              | 2500                     | 2500                    |

Taulukko 5. Muoviviemäreiden suurimmat sallitut kannakointivälit [2].

| Putkikoko<br>$d_u$<br>mm | Suurin sallittu kannakointiväliväli<br>mm |      |              |      |
|--------------------------|---|------|--------------|------|
|                          | Vaakaviemäri                              |      | Pystyviemäri |      |
|                          | L1  | L2   | L1           | L2   |
| 32                       | 500                                       | 2000 | 1200         | 2000 |
| 50                       | 1000                                      | 2000 | 1500         | 2000 |
| 75                       | 1000                                      | 3000 | 2600         | 3000 |
| 110                      | 1500                                      | 3000 | 2600         | 3000 |
| 160                      | 2000                                      | 3000 | 2600         | 3000 |

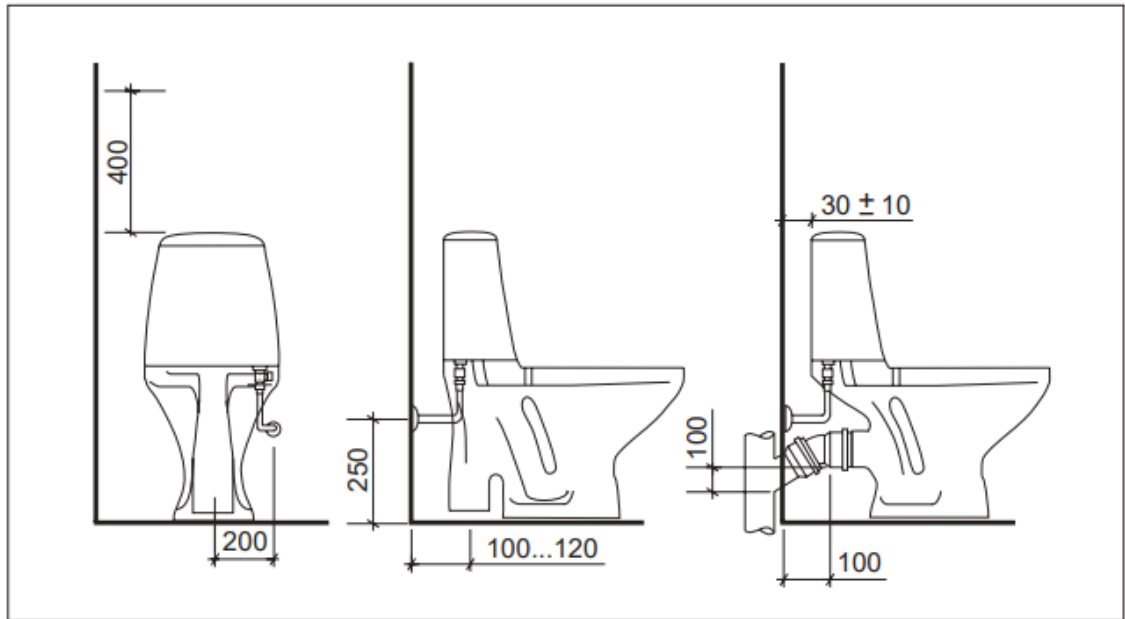
Eristetyissä viemäreissä on huomioitava, että viemäri kannakoidaan putkesta eikä eristeen päälle. Vaakaviemäreissä on käytettävä kannakkeita, joissa on säätömahdollisuus, putken tarpeellisen kaltevuuden saavuttamiseksi. [3, s. 10.]

## 2.4 Vesi- ja viemärikalusteiden asennus

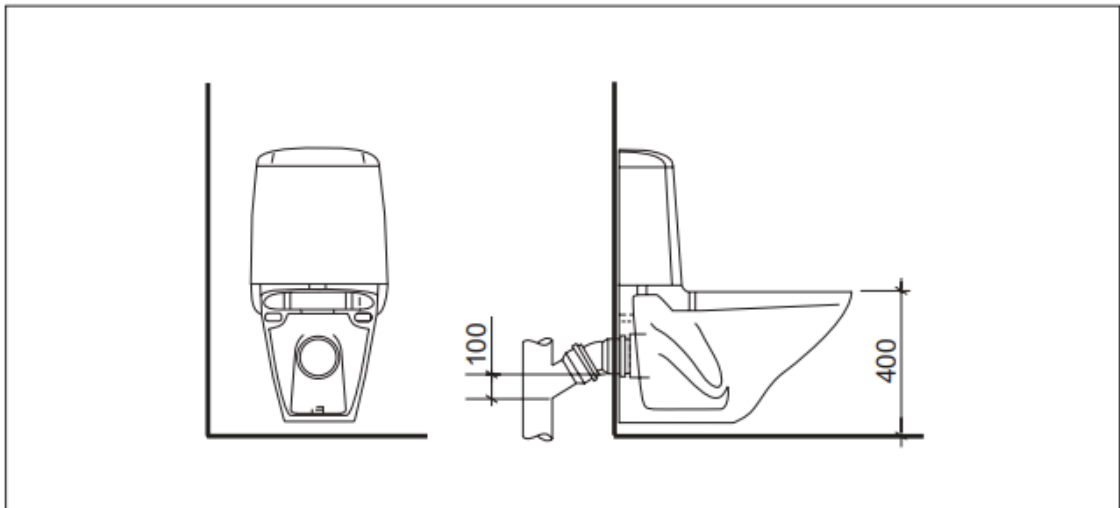
### 2.4.1 WC-istuimen asennus

WC-istuin kiinnitetään joko lattiaan tai seinään. Kiinnitys tehdään viemäriin sopivalla liitoksella huomioiden vesitiivistys. WC-istuin kiinnitetään liimalla tasaiselle vaakasuoralle lattialle, huomioiden valmistajan ohjeet. Seinään asennettava WC-istuin kiinnitetään sii-

hen tarkoitukseen olevalla tehdasvalmisteisella asennustelineellä, johon on yleensä liitetty huuhtelusäiliö. WC-istuimen jalka ja ruuvinreiät tiivistetään homesuojatulla massalla niin, että vesi ei pääse tunkeutumaan jalan alle lattia- tai seinärakenteisiin. WC on säädettävä valmistajan ja suunnittelijan ilmoittamalle huuhteluvesimäärälle. WC-istuimen asennuksessa käytetään kuvien 2 ja 3 mukaisia asennusohjeita, joissa on selvitetty lattiaan asennettavan ja seinään asennettavan WC-istuimen asennusmitat. [8, s. 2–3.]



Kuva 2. Lattialle asennettavan WC-istuimen asennusmittoja. Viemäriliitoksen korkeustaso tulee olla 100 mm WC-istuimen lähtötaso alempana liitettäessä suoraan pystyviemäriin. Säiliön yläpuolelle on varattava 400 mm:n huoltotila. Esitetyt mitat ovat etäisyyksiä valmiista pinnasta.

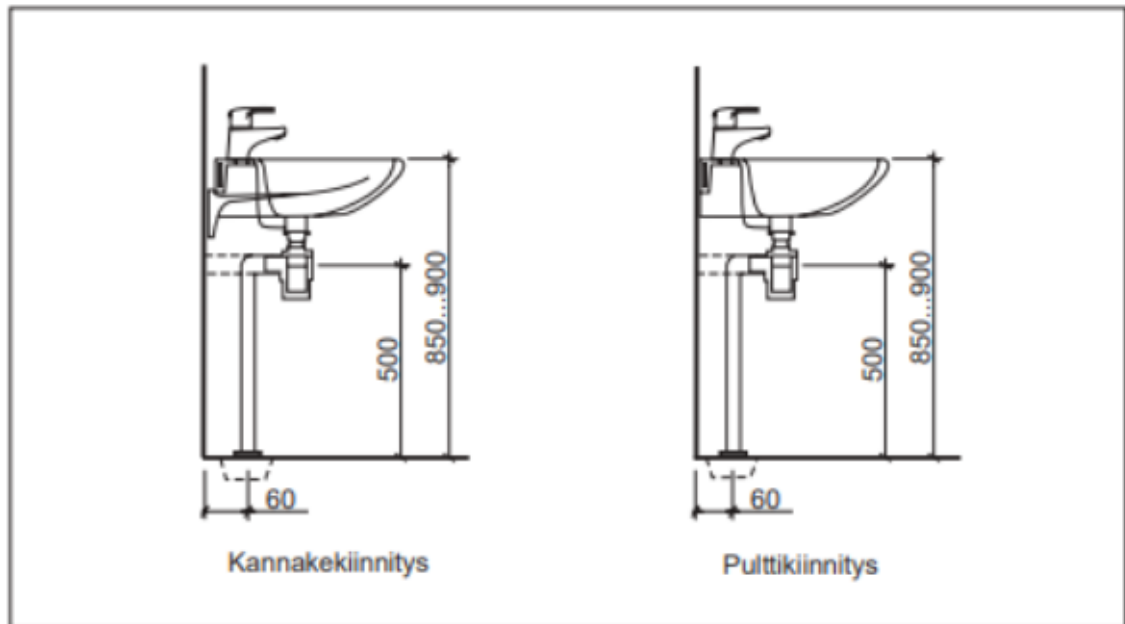


Kuva 3. Seinään kiinnitettävän wc-istuimen asennusmittoja. Viemäriiitoksen korkeustaso tulee olla 100 mm wc-istuimen lähtötasoa alempana liitettäessä suoraan pystyviemäriin. Esitetyt mitat ovat etäisyyksiä valmiista pinnasta.

#### 2.4.2 Pesualtaan asennus

Pesualtaan asennuksessa tulee huomioida suunnitelmat ja pesualtaan valmistajan ohjeistukset. Asennuksissa tulee huomioida asennuskorkeus (kuva 4), jossa kuvataan pesualtaan asennusmitat. Pesuallas tulee kiinnittää tukevasti, kiinnityksessä huomioidaan työseloste ja suunnitelmat. Pesualtaalle tuodut putket kiinnitetään hanalle altaan alla siististi taivutettuina ja pystysuuntaisesti asennettuna. Pesualtaan tarkemmat kiinnitysohjeet kerrotaan aina työselosteessa. Parhain kiinnitys levyseinään on kannakointi ja kiviseinään ruuvaus, asennuksissa on myös mahdollista käyttää tehdasvalmisteista seinätelinettä. Upotetuissa pesualtaissa on käytettävä altaan ja tason välissä homesuojattua ja vedenpitävää saumausainetta. [8, s. 3.]



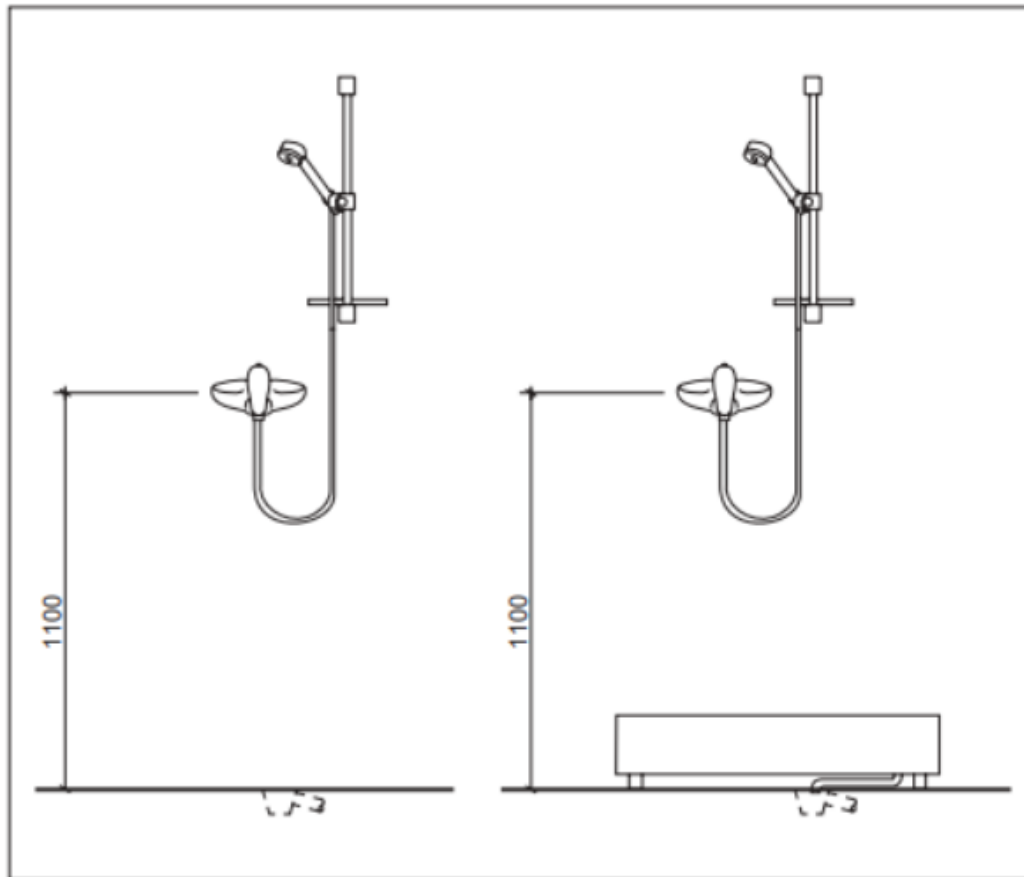


Kuva 4. Pesualtaan asennus. Esitetyt mitat ovat etäisyyksiä valmiista pinnasta. Vaihtoehtoisesti voidaan viemäroidä lattiakaivon tai seinän kautta.

#### 2.4.3 Suihkun ja suihkuhanan asennus

Suihkun ja suihkuhanan asennuksissa tulee huomioida suunnitelmat ja valmistajan ohjeistukset. Suihkun ja suihkuhanan asennuskorkeudet on esitetty kuvassa 5. Valmistajan ohjeissa mainitaan myös suihkun ja suihkuhanan virtaamat, jotka tulee säätää suunnitelmien mukaisesti. [8, s. 4].

Vesijohdot on suositeltavaa asentaa pinta-asennuksina yläkautta. Jos vesijohdot asennetaan uppoasennuksin, ne tulee asentaa aina suoja-putkeen ja hanakulmarasiaan tai käyttää muovipinnoitettua kupari-putkea. Jos kylpy- ja suihkutilojen seiniin joudutaan tekemään läpivientejä, reiät tiivistetään tarkoitukseen soveltuvalla elastisella saumausmassalla tai kohteessa käytetyn vesieristetyypin detaljin mukaan. Tämä huomioidaan myös kannakkeiden kiinnityksessä. [8; 9.]



Kuva 5. Suihkuhanan ja suihkualtaan asennus. Esitetyt mitat ovat etäisyyksiä valmiista pinnasta.

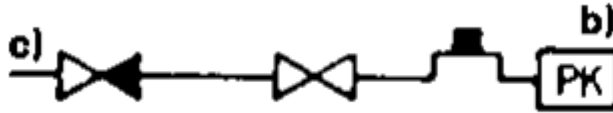
#### 2.4.4 Hanan asennus

Hanan asennuksessa tulee huomioida suunnitelmat ja valmistajan ohjeistukset. Suunnitelmissa mainitaan hanojen mallit ja tyypit. Valmistajan ohjeistuksissa määritetään hanan virtaamat, jotka tulee säätää suunnitelmien mukaisesti. Hanojen kytkennässä tulee myös huomioida, että kylmävesiliitokset ovat oikealla ja lämminvesiliitokset vasemmalla. Hanan juoksuputken asennuksessa tulee huomioida juoksuputken rajoitus, jottei juoksuputki pääse liikkumaan altaan ulkopuolelle. Hanaan on myös asennettava poresuutin, jotta vältetään ulosvirtauksen haitalliselta roiskumiselta. [10, s. 17.]

Alapesusuihkut tulee asentaa kylpyhuoneeseen ja WC-tiloihin sopiville käyttösijainneille [8, s. 5].

### 2.4.5 Astian- ja pyykinpesukoneen kytkentä

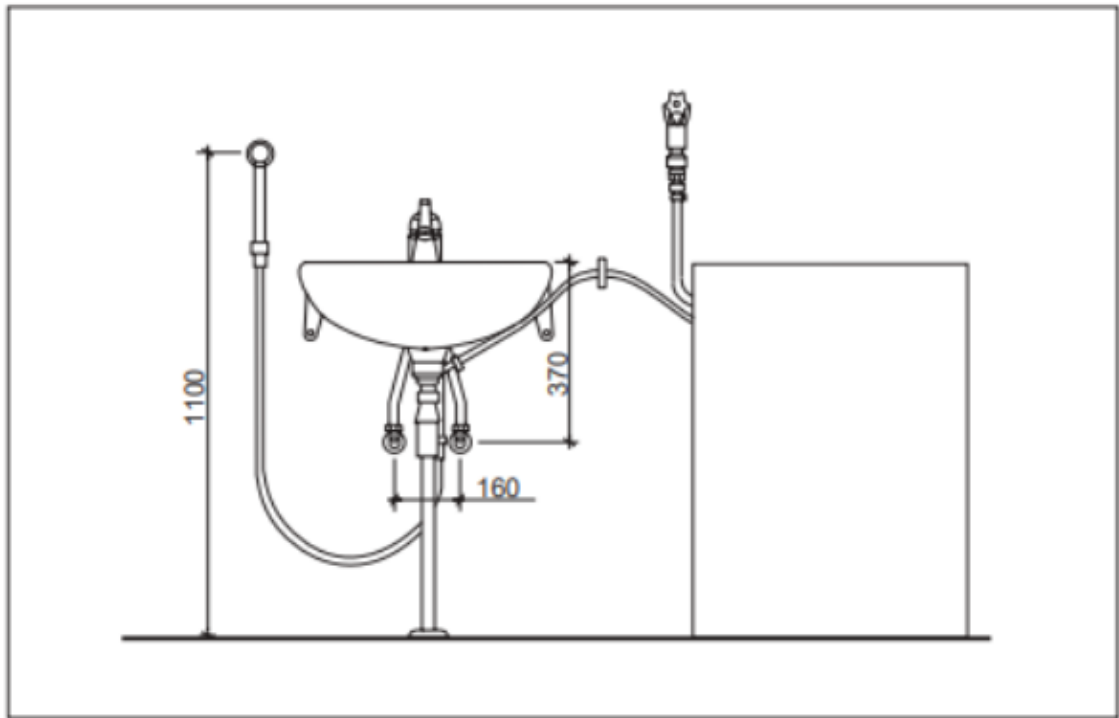
Pesukoneen hana asennetaan pesukoneen lähetyville niin, että se on helppoa käyttää ja asentaa, ja niin että hanan auki-kiinni-asento on helposti havaittavissa [10, s. 17].



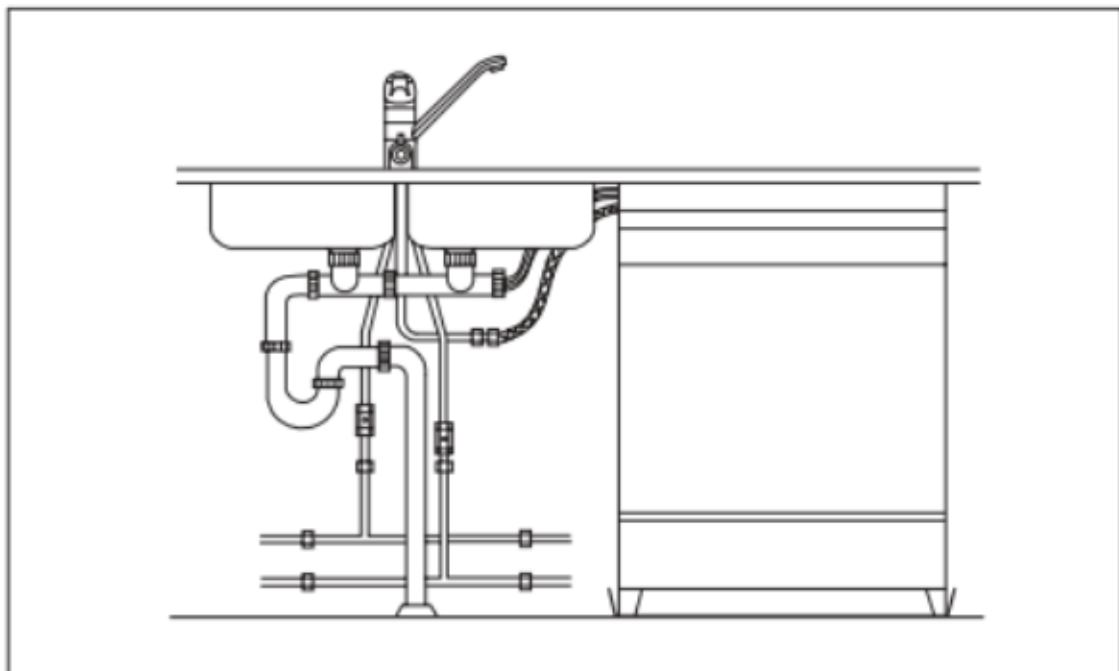
Kuva 6. Astian- ja pyykinpesukoneen vähimmäissuojaus.

Astian- ja pyykinpesukone, jossa on sisäänrakennettu takaisinimusoija, voidaan asentaa vesikalusteeseen ilman yksisuunta- ja tyhjäventtiiliä. Jos pesukoneessa on letkuliitäntämahdollisuus, käytetään siinä takaisinimusoijaa. Tämä on poikkeama kuvaan 6, jossa kuvataan asennustapaa, jossa astian- tai pyykinpesukoneessa ei ole sisäänrakennettua takaisinimusoijaa. [8, s. 33.]

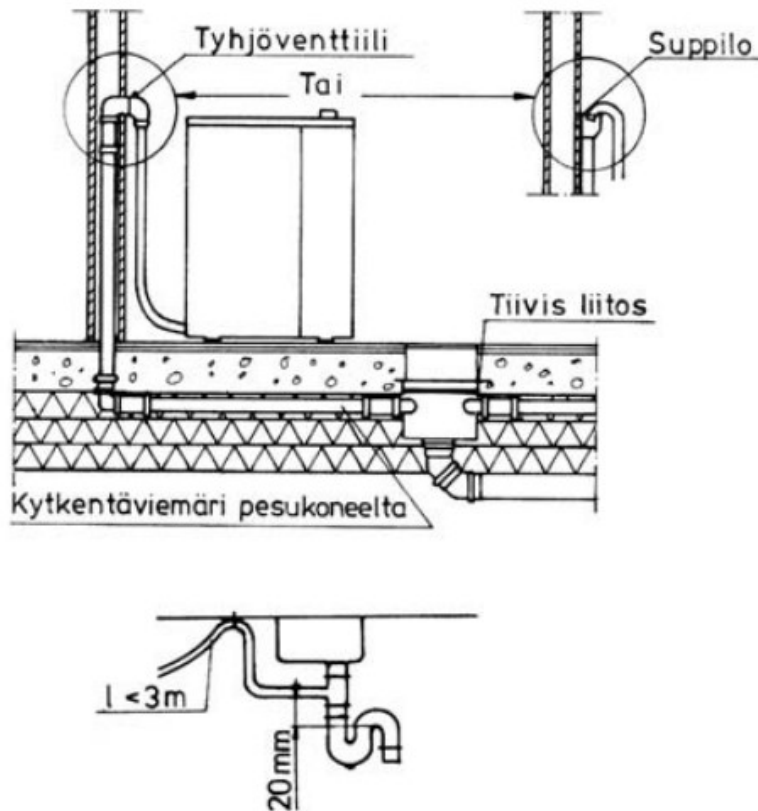
Astian- ja pyykinpesukone viemäroidään vesilukollisen viemärikalusteen kautta siten, että koneen poistoputki päättyy vesilukon vedenpinnan yläpuolelle. Pyykinpesukoneen poistoletku liitetään lattiakaivoon johtavaan kytkentäviemäriin. Astia- tai pyykinpesukoneen poistoletku liitetään pesualtaan ja vesilukon väliin kiinteällä liitoksella, ja se voidaan liittää korokerenkaaseen ja/tai lattiakaivon yhteeseen. [8, s. 7.] Kuvissa 7 ja 8 esitetään esimerkit pyykinpesukoneen ja astianpesukoneen kytkennöistä. Kuva 9 selvittää astian- ja pyykinpesukoneen viemärintitapaa.



Kuva 7. Esimerkki pyykinpesukoneen kytkennästä. Usein pesukoneen hana asennetaan kuvasta poiketen allashanan lähelle tai käytetään yhdistettyä allas- ja pesukonehانا. Esitetyt mitat ovat etäisyyksiä valmiista pinnasta.



Kuva 8. Esimerkki astianpesukoneen tai pyykinpesukoneen asennuksesta. Allastason ja pesukoneen alle asennetaan vesitiivis matto tai vastaava pinnoite, joka ohjaa mahdollisen vuotoveden näkyviin kaapin ja koneen alta.



Kuva 9. Esimerkkejä kotitalouskäyttöön tarkoitettujen pesu- tai astianpesukoneiden viemärintaivoista.

## 2.5 Huoltoluukut ja viemäreiden puhdistusaukot

Huoltoluukkuja tulisi asentaa alakattoihin ja koteloiteihin siten, että asentajalla on mahdollisuus kaksin käsin vaihtaa tai korjata huoltokohde. Huoltoluukun koon tulee olla vähintään kokoa 300 mm x 300 mm, mutta suositeltavaa olisi käyttää kokoa 500 mm x 500 mm tai isompaa. Tarkastusluukkujen palo-osastoinnin tulee vastata pystykuilun osastointia. Tarkat luukkujen koot selviävät suunnitelmista. [2, s. 22.]

Viemäreiden tarkastus-/huolto-/puhdistusluukkuja ja aukkoja tulisi olla taulukon 6 mukaisesti [2].

Taulukko 6. Viemäreiden puhdistusaukot [2].

| Viemäriin sijainti       | Viemäri              | Puhdistusaukko                    | Puhdistusaukkojen enimmäisvälimatka | Huomautus   |
|--------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---|
| Rakennus                 | Kytöntä-Viemäri      | Vesilukko                         |                                     | Vesilukoissa puhdistusmahdollisuus.                             |
|                          | Pystykokooja-Viemäri | Puhdistusyhte                     |                                     | Jokaisen pystyviemäriin alaosassa puhdistusyhte <sup>3)</sup> . |
|                          | Vaakakokooja-Viemäri | Puhdistusyhte                     | 20 m                                |   |
| Alapohjan alla           | Vaakakokooja-Viemäri | Puhdistusyhte tai tarkastusputki  | 20 m                                | Puhdistusyhteen ympärillä vähintään DN 600 kaivo.               |
| Perusmuurin ulkopuolella | Vaakakokooja-Viemäri | Tarkastuskaivo tai tarkastusputki | 40 m                                | Tarkastuskaivon koko vähintään DN 400 mm. <sup>1,2)</sup>       |

## 2.6 Vesijohto-, lämmitys- ja jäähdytysverkoston huuhtelu, tyhjennys ja ilmaus

### 2.6.1 Lämmitys- ja jäähdytysverkoston huuhtelu

Huuhtelulla poistetaan verkostosta epäpuhtauksia. Jos todetaan, että putkistoon jää hyvin paljon epäpuhtauksia vesihuuhtelun jälkeen, tulee verkosto silloin pestä. [11, s. 6.]

### 2.6.2 Vesijohtoverkoston huuhtelu

Huuhtelulla poistetaan verkostosta mahdolliset liat ja epäpuhtaudet. Lisäksi kupariputkien huuhtelulla parannetaan putkien sisäpinnan suojakerroksen muodostumista. Kaikki rakennusaikaiseen ja lopulliseen käyttöön otettavat uusien verkostojen osat on huuhteltava tai puhdistettava ennen käyttöönottoa. Verkostojen huuhtelu ja puhdistus tehdään rakennuttajan valvomana, ja niille on saatava rakennuttajan hyväksyntä. Lopullisten verkostosuodattimien on oltava asennettuina ennen näiden verkosto-osien käyttöönottoa. Mikäli verkostoja otetaan käyttöön useassa osassa, on kukin verkosto-osa puhdistettava erikseen sitä ennen. [11, s. 6.]

Vesilaitteiston huuhtelulla poistetaan putkistosta mahdollinen lika ja irtoaines. Putkisto huuhdellaan mahdollisimman pian putkiston valmistuttua järjestelmän ensimmäisen täy-

tön ja painekokeen yhteydessä. Huuhtelu suoritetaan talousveden voimakkaalla virtauksella putkiston kaikissa osissa putkilinja tai putkiston osa kerrallaan. Kylmä- ja lämminvesijohdot sekä kiertojohto huuhdellaan erikseen. Mahdolliset pore-suuttimet poistetaan ja kiertojohdon säätöventtiilit avataan täysin auki huuhtelun ajaksi. [11, s. 6.]

### 2.6.3 Putkiston tyhjennys ja ilmaus

Vesijohtoverkoston putkiin tai laitteisiin, joita ei voi muuten tyhjentää, sijoitetaan alimpaan kohtaan tyhjennyshana, jossa on letkuliitin. Laitteet, joita ei voi muuten ilmata, varustetaan ylimpään kohtaan sijoitetulla ilmanpoistimella. Ilmanpoistin asennetaan virtaussuunnassa kohtaan, jossa putki kääntyy alaspäin. Lämmönkehittimien yhteyteen asennetaan aina ilmausventtiili. Tyhjennysventtiilit ja ilmanpoistimet sijoitetaan eristeen ulkopuolelle ja helposti luokse päästävään paikkaan. Automaattiset, pysyvät tai valmistumisen jälkeen kahdeksi viikoksi asennettavat ilmanpoistimet varustetaan sulkuventtiilillä. [1, s. 7.]

Vesijohtoverkoston asennus tulisi tehdä siten, että ilma voi poistua niistä veden virtauksen mukana [1, s. 7].

## 2.7 Vesijohto- ja lämmitysverkoston tiiveys- ja painekoe

Asennusten jälkeen, ennen putkiston ja laitteiden peittämistä ja eristämistä tehdään painekokeet [1, s. 4].

Painekokeessa verkosto täytetään alimmasta kohdasta vedellä siten, että verkostoon ei jää ilmaa. Tiiviys- ja painekokeiden aikana on koestettavan LVI-järjestelmän tai sen sovitun osan liitosten oltava näkyvissä. Tiiviys- ja painekokeissa on kokeiltavien LVI-tuotteiden, kanavien ja putkien pintojen oltava kuivia vuotojen paikallistamiseksi. Painekoe vesijohtoverkostoon tehdään yleensä koepaineella 1 000 kPa, alimmasta pisteestä mitattuna noin 10 minuuttia. Jos verkosto on muoviputkea, pidetään koepainetta yllä 30 minuuttia ja sen jälkeen lasketaan paineet puoleen ja annetaan olla vielä 90 minuuttia. Jos paine nousee 90 minuutin aikana vakiotasolle, on verkosto tiivis. Lämmitysputkistojen painekokeet tehdään suurimmalla käytössä esiintyvällä paineella koepaineajan ol-

lessa 30 minuuttia, ellei suunnitelma-asiakirjoissa muuta edellytetä. Painekokeet tehdään ennen kyseisten asennusten eristämistä ja/tai peittämistä. Tiiviys- ja painekokeista pidetään pöytäkirjaa. Painekekokeessa verkosto on todettava tiiviiksi ja virheettömäksi. Tiiviys- tai painekokeissa todetut viat ja vuotokohdat korjataan. LVI-järjestelmän osille, jotka eivät läpäise koetta, tehdään tiiviys- tai painekoe uudelleen korjauksen jälkeen. [2, s. 29.]

## 2.8 Materiaalien ja laitteiden sekä koneiden hyväksyttäminen

Ennen kunkin asennustyövaiheen aloittamista pitää urakoitsijan hyväksyttää rakennuttajalla kaikki ko. työvaiheessa käyttämänsä tuotteet (sekä laitteet että materiaalit). Ennen rakennuttajan hyväksyntää ei hyväksymättömiä tuotteita saa tuoda työmaalle eikä käyttää asentamisessa. [11, s. 4.]

## 3 IV-työt

### 3.1 IV-kanavien asennus, kannakointi ja eristys

#### 3.1.1 IV-kanavien asennus

Ilmanvaihtojärjestelmää pitää pystyä ohjaamaan, säätämään ja valvomaan. IV-järjestelmään asennetaan mittarit/mittauslaitteet, joilla on mahdollista seurata ja valvoa järjestelmää mahdollisimman tarkasti. IV-järjestelmään asennetaan yleensä tarkastusluukkuja ja ikkunoita mahdollisten toimintojen seurantaan varten. [10, s. 50.]

Ilmanvaihtojärjestelmää voidaan toteuttaa monella eri tavoin. Yleisimpiä toteutusmalleja ovat huoneistokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä ja kiinteistökohtainen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. [10]

Koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä varustetaan kiinteillä ilmavirran mittausantureilla ja laitteilla rakennuksen ilmavirran mittaamista varten. Jos ilmavirta on alle 0,5 m<sup>3</sup>/s, voidaan kiinteitä mittauslaitteita korvata sopivilla mittausyhteillä. [10, s. 15–17.]



Ilmanvaihtokoneiden lämmitys- ja jäähdytyspattereiden tulo- ja lähtöpuolelle asennetaan lämpömittarit. Lämmöntalteenottolaitteella varustetun ilmanvaihtokoneen ulko-, tulo-, poisto- ja jäteilmavirtaan tarkoituksenmukaiseen paikkaan asennetaan lämpömittarit. Ilmansuodattimille asennetaan paine-eromittarit. Jos ilmavirta on alle 0,5 m<sup>3</sup>/s, voidaan kiinteitä mittauslaitteita korvata siirrettäville laitteille sopivilla mittausyhteillä. [10, s. 15–17.]

IV-järjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että hätätilanteessa koko järjestelmän saa pysäytettyä siihen tarkoitettulla kytkimellä. Kytkin sijoitetaan yleensä poistumisreitien varrelle helposti saavutettavaan paikkaan. [10, s. 15–17.]

### 3.1.2 IV-kanavien kannakointi

Ilmanvaihtokanavien kannakoinnin on täytettävä palo- ja äänitekniset määräykset. Kannakoinnin on kestettävä oman painonsa lisäksi ilmanvaihtokanavien eristeiden ja pinnoitteiden painot, värähtelyn sekä nuohouksen aiheuttamat rasitukset. Taulukossa 7 kerrotaan ilmavaihtokanavien enimmäiskannakointiväli ja aukkovaraukset kanavan koon mukaan [3, s. 17.] Taulukossa 8 kerrotaan popniittien määrä kanavan kiinnityksessä sen koon mukaan.

Taulukko 7. Ilmanvaihtokanavien enimmäiskannakointivälit ja aukkovaraukset.

| Kanava-koko<br>mm | Enimmäis-kannakointiväli<br>m | Aukko-varaus<br>mm |
|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| 63                | 3                             | 80                 |
| 80                | 3                             | 100                |
| 100               | 3                             | 125                |
| 125               | 3                             | 160                |
| 160               | 3                             | 200                |
| 200               | 3                             | 250                |
| 250               | 3                             | 315                |
| 315               | 3                             | 400                |
| 400               | 3                             | 500                |
| 500               | 3                             | 630                |
| 630               | 3                             | 800                |
| 800               | 3                             | 1000               |
| 1000              | 3                             | 1250               |
| 1250              | 3                             | 1500               |

Taulukko 8. Popniittien lukumäärä ilmanvaihtokanavien ja osien kiinnityksessä.

| Kanavakoko<br>mm | Popniittien lukumäärä<br>vähintään<br>kpl |
|------------------|---|
| 63... 250        | 3   |
| 315... 500       | 4   |
| 630...1250       | 8   |

### 3.2 IV-kanaviston tiiveyden mittaus

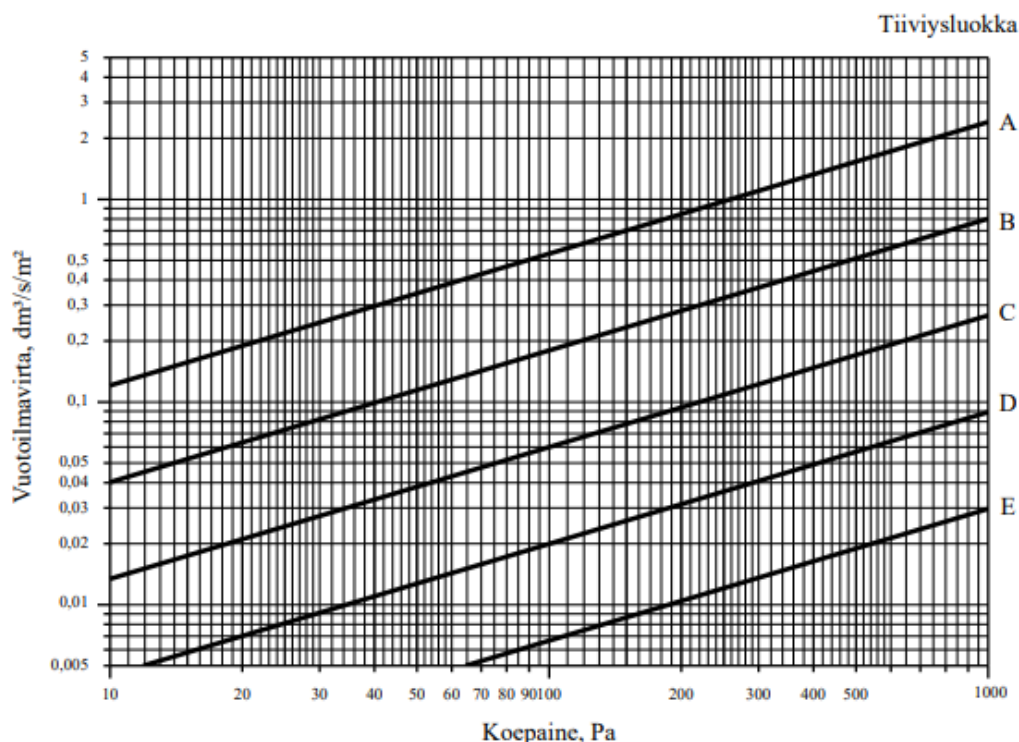
IV-kanaville tulee tehdä painekokeet/tiiveyden mittaus, jotta voidaan todentaa, että kaikki osat ovat riittävän tiiviit ja lujat.

Talotekniikkainfon mukaan, jos kanavisto koostuu tehdasvalmisteisista kierresaumakanavista ja osista, voidaan tiiveys mitata 20 prosentin osuudelta. Kuitenkin kaikkien kantikanavien muotokappaleiden ja kammioiden tiiveys on mitattava 100-prosenttisesti asennusten jälkeen. Tiiveys mitataan koeponnistuksella, jossa käytetään koepaineena tavanomaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä 300 Pa ja ylipaineisissa ulospuhallusilmanvaihtokanavissa 1 000 Pa. [10, s. 54.]

IV-kanavan osat ovat yleensä riittävän tiiviit, kun ne saavuttavat luokan C, taulukossa 9 ja kuvassa 10, jossa kerrotaan ilmanvaihtojärjestelmän, ilmakehän ja kanavanosien suurimmat sallitut vuotoilmavirrat. Ilmanvaihtokone on yleensä tarpeeksi tiivis, kun se ylittää vähintään tiiveysluokkaan A. [10, s. 41–42.]

Taulukko 9. Ilmanvaihtojärjestelmän, ilmakehän ja kanavan osien suurimmat sallitut vuotoilmavirrat vaipan pinta-alaa kohti  $q_{VIA}$ , [ $\text{dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$ ], eri tiiviysluokissa.  $p_s$  on koepaine, [Pa].

| Tiiviysluokka | Sallittu vuotoilma enintään $q_{VIA}$ $\text{dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$ |
|---------------|---|
| A             | $0,027 \times p_s^{0,65}$   |
| B             | $0,009 \times p_s^{0,65}$   |
| C             | $0,003 \times p_s^{0,65}$   |
| D             | $0,001 \times p_s^{0,65}$   |
| E             | $0,0003 \times p_s^{0,65}$  |



Kuva 10. Ilmanvaihtojärjestelmän ja sen osien suurimmat sallitut vuotoilmavirrat pinta-alaa kohti eri tiiviysluokissa. Kuvassa viitataan tekstin osioon 3.2 IV-kanaviston tiiveyden mittausta.

### 3.3 IV-kanaviston puhtaus

Ennen IV-järjestelmän käyttöönottoa on tarkastettava, että kanavistot ovat puhtaita ja että ne ovat helposti puhdistettavissa. Kun tarkastetaan IV-kanaviston puhtautta, on huomioitava, ettei kanaviston sisäpinnoille ole päässyt, öljyä, pölyä tai muita epäpuhtauksia. Kanavan osista ei saa irrota ilmaan haitallisia aineita tai hajuja. Jotta kanavat pysyisivät mahdollisimman puhtaina, on tärkeää huomioida niiden säilytys. Kanavien tulee olla työmaalla aina tulpattuna ja varmistaa, ettei ne joudu alttiiksi sateelle, lialle tai kolhuille. Asennustyön aikana tulee IV-kanavat edelleen pitää suojattuna. Suojaukset voi poistaa vasta, kun asunnot on siivottu. IV-kanavistoon pitää suunnitella tarpeeksi puhdistusluukkuja, jotta puhtauden ylläpito olisi mahdollisimman helppoa. Puhdistusluukut tulee sijoittaa siten, että puhdistus tapahtuu mahdollisimman helposti ja turvallisesti. Puhdistusluukkujen kanavistossa tulisi olla 10 metrin välein tai siten, että kahden puhdistusluukun väliin jää enintään kaksi 45°:n mutkaa. Puhdistusluukkuna käy puhdistusta varten irrotettava ja tarpeeksi suuri kanavaosa tai -varuste. [10, s. 49–52.]

Kanavien puhtauskriteerit ja puhtauden toteamismenetelmät määritetään suunnitelmissa. Kanavistojen puhtaus tarkastetaan, ja jos syntyy epäily siitä, että kanavistot ovat liian likaisia, puhtaus varmistetaan suunnitelmien mukaisesti ja kanavistot puhdistetaan tarvittaessa. Kanavistot puhdistetaan alipaineistettuina harjaamalla. Urakoitsija tekee pöytäkirjat kaikista kanavistojen puhdistuksista. [11, s. 6.]

Kanavistojen puhtaus todetaan erilaisin keinoin, joista yleisin tapa on kuvaamalla. Kamera työnnetään kanavan sisään putsausluukusta, päätelaitteen takaa tai IV-koneesta. Kameran kuvasta voidaan todeta kanavan puhtausluokan P1.

P1-puhtausluokassa on asuinitilat, joissa pyritään sisäilmastoluokan S1 tai S2 mukaiseen hyvään sisäilman laatuun. IV-kanavat P1-luokassa voivat sisältää pölykertymän  $2 \text{ g/m}^2$ . P2-puhtausluokassa on asuinitilat, joissa pyritään sisäilmastoluokan S3 mukaiseen sisäilman laatuun. Kuitenkin luovutusvalmiin ilmanvaihtojärjestelmän pölykertymä saa olla vain  $0,7 \text{ g/m}^2$ .

### 3.4 Ilmamäärien mittaus ja säätö

Ennen ilmamäärien mittausta ja säätöä on tarkastettava, että kanavisto täyttää sille määritetyn puhtausluokituksen P1. Kohteen määrätty puhtausluokka määritetään suunnitelmissa ja/tai työselosteessa [10, s. 49–52.]

Talotekniikkainfon mukaan ilmanvaihdon ilmamäärät mitoitetaan yleensä ulkoilmavirtojen perusteella siten, että asuntojen ilmanvaihtokerroin on vähintään  $0,35 \text{ (dm}^3/\text{s)/m}^2$  koko rakennuksen lattian pinta-alaa kohden. Tämä vastaa ilmanvaihtokerrointa  $0,5 \text{ 1/h}$   $2,5 \text{ m}$  korkeassa tilassa. Asuinhuoneiston ilmavirraksi on mitoitettava vähintään  $18 \text{ dm}^3/\text{s}$ . Huoneiston ilmanvaihtoa on pystyttävä tehostamaan  $30 \%$  suuremmaksi kuin käyttäjän ilmanvaihtoa. Ilmanvaihdossa voidaan myös käyttää  $60 \%$  suunnitteluarvoa pienempää käyttötehoa huoneiston ollessa tyhjä. Ilmamääriä säädettäessä on huomiotava, ettei huoneisto jää ylipaineiseksi tai merkittävästi alipaineiseksi. Taulukossa 10 esitetään huonekohtaisesti vähimmäisilmavirrat. [10, s. 18–20.]

Taulukko 10. Asunnon tilojen normaalin käyttötilanteen vähimmäisilmavirrat [10].

| Huonetila   | Ulkoilma-<br>virta<br>dm <sup>3</sup> /s  | Poistoilma-<br>virta<br>dm <sup>3</sup> /s | Huomautus   |
|---|---|--|---|
| Suurin tai ainoa makuuhuone tai yli 11 m <sup>2</sup> makuuhuone                | 12  |  |   |
| Muut makuuhuoneet   | 8   |  |   |
| Muut asuinhuoneet kuten olohuone alle 22 m <sup>2</sup> , ei kuitenkaan keittiö | 8   |  | Ulkoilma voidaan osittain korvata siirtoilmalla makuuhuoneesta.   |
| Muut asuinhuoneet kuten olohuone yli 22 m <sup>2</sup> , ei kuitenkaan keittiö  | 0,35<br>dm <sup>3</sup> /s,m <sup>2</sup> |  | Ulkoilma voidaan osittain korvata siirtoilmalla makuuhuoneesta.   |
| Keittiötila, keittiö, keittokomero, saarekekeittiö (KT)                         |   | 8 (25)                                     | Liesikuvun/keittiötilan ilmavirran tulee tehostustilanteessa olla vähintään 25 dm <sup>3</sup> /s. Ulkoilman saannista tehostuksen aikana on huolehdittava. Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta |
| Kylpyhuone WC:llä tai ilman (KPH)   |   | 10   | Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta.  |
| Erillinen WC (WC)   |   | 7  | Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta.  |
| Vaatehuone (VH)   |   | 6  | Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta.  |
| Varasto   |   | 6  | Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta.  |
| Huoneistosauna (S)  | 6   | 6  |   |
| Kylpyhuoneesta erillään oleva kodinhoituhuone                                   |   | 8  | Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta.  |
| Tekninen tila   |   | 3  | Mitoitetaan lämpökuorman mukaan, vähintään 3 dm <sup>3</sup> /s.  |

### 3.5 Ilmanvaihdon äänimittaus

Ilmanvaihdon äänimittaukset olisi hyvä suorittaa täysin valmiissa asunnossa. Ilmanvaihtojärjestelmänkin on oltava täysin valmis ja mitattu suunnitelmien mukaisesti.

Ilmanvaihtokoneen on oltava päällä mittauksen aikana ja taustamelujen on oltava mitattavaa ääntä alhaisempi 10 dB, jotta mittauksesta saadaan oikea tulos. Mittaus suositellaan tekemään huoneessa noin kolmessa eri kohtaa, pitäen mikrofonia noin 1,2–1,5 metrin korkeudella. Mittauksen ajaksi on suljettava kaikki ovet ja ikkunat. [13, s. 7.] Taulukossa 11 esitetään suurimmat sallitut äänitasot kerrostaloasunnoissa.

Taulukko 11. Ilmanvaihtolaitteiden aiheuttama suurin sallittu äänitaso asunnossa.

| Tila              | Keskiaänitaso<br>$L_{A,eq,T}$<br>(dB) | Enimmäisäänitaso<br>$L_{A,max}$<br>(dB) |
|-------------------|---------------------------------------|---|
| Keittiö           | 33                                    | 38                                      |
| Muut asuinhuoneet | 28                                    | 33                                      |

#### 4 LVI-urakan takuu

Kohteen valmistuttua urakoitsijalla alkaa sopimuksen mukainen takuu-aika, joka on kaksi vuotta, mutta voi olla pidempi, jos siitä on urakkasopimuksessa sovittu. Takuu-aika alkaa, kun kohde tai kohteen osa vastaanottotarkastuksessa todetaan hyväksytysti vastaanotetuksi. [14, 29 §, s. 8–9.]

Urakoitsija on vastuullinen takuu-aikana korvaamaan kustannuksellaan kaikki urakkasuorituksestaan ilmenneet virheet. Urakoitsijan ei tarvitse kuitenkaan korjata virheitä, jotka hän pystyy osoittamaan esim. virheellisen käytön, normaalin kulumisen tai tilaajan vastuulla oleva huoltotyön laiminlyönnin aiheuttamaksi viaksi. [14, 29 §, s. 8–9.]

Kahden vuoden takuuajan jälkeen urakoitsija on edelleen velvollinen korvaamaan kustannuksellaan sellaiset virheet, joissa tilaaja voi todistaa, että virheet ovat aiheutuneet urakoitsijan törkeästä laiminlyönnistä, täyttämättä jääneestä suorituksesta tai olevan seurausta sovitun laadunvarmistuksen olennaisesta laiminlyönnistä, ja joita tilaaja ei ole kohtuuden mukaan voinut havaita vastaanottotarkastuksessa eikä takuu-aikana. Tästä vastuusta urakoitsija vapautuu kymmenen vuoden päästä kohteen vastaanotosta. [14, 30 §, s. 9.]

Takuuaika kahden vuoden jälkeen on hyvin merkittävä käänös urakoitsijan ja tilaajan kymmenvuotisvastuulle asuinkerrostalossa. Urakkasopimuksissa mainitun takuuaikajakson jälkeen jää urakoitsijalle vielä vastuu korjata kohteessa havaitut virheet, mutta nyt tilaajan tulee pystyä todistamaan, että se johtuu urakoitsijan urakkasuorituksessa tehdystä virheestä. Takuuajan aikana taas urakoitsija joutuu todistamaan, ettei ilmennyt virhe kuulu urakoitsijan vastuulle ja kustannettavaksi.

Tämän takia urakoitsijan laadunvalvonta on hyvin tärkeä niin tilaajalle kuin urakoitsijalle. Takuuajana urakoitsija pystyy hyödyntämään tehtyä laadunvalvontaa tilanteissa, joissa hän kokee, etteivät vikojen korjaukset ja kustantaminen kuulu hänelle. Takuuajan jälkeen taas näistä dokumenteista on hyötyä tilaajalle, jotta hän pystyy selvittämään, kenen vastuulle ilmenneet virheet kuuluvat.

## 5 Haastattelu

Haastattelin aiheesta LVI-urakoitsijan laadunvalvonnan ja itselleluovutuksen tärkeydestä takuuvaiheessa SRV Rakennus Oy:n vastuukorjauspäällikköä.

Miksi LVI-urakoitsijan tekemät itselleluovutuslistat ovat niin tärkeitä?

Urakoitsijan itselleluovutus on osa urakoitsijan omaa laadunvalvontaa ennen urakkaan kuuluvan työsuorituksen luovuttamista tilaajalle. Tämän tarkoituksena on varmistaa, että urakkaan liittyvä työsuoritus toimii myös käytännössä suunnitelmien mukaisesti. Mikäli urakoitsija havaitsee itselle luovutuksen aikana urakkasuorituksessaan puutteita, tulee hänen korjata puutteet siten, että suunnitelmien toteutus on suunnitelmien ja määräysten mukainen. Urakoitsijan tulisi myös huomioida, että mikäli jokin suunniteltu kohta ei täytä annettuja ohjeita ja määräyksiä, tulee hänen informoida niistä tilaajaa ja suunnittelijaa. Tämän lisäksi urakoitsijan tulee tehdä tarvittavat korjaukset suunnittelijan antamien ohjeiden mukaisesti, jotta määräykset ja ohjeet täyttyvät.

Miksi tarkastukset tulee tehdä mahdollisimman huolellisesti?



Tarkastuksella on tarkoitus varmistaa urakkaan kuuluvien työsuoritusten määräysten ja suunnitelmien mukainen ja määräysten mukainen toiminta. Samalla varmistetaan tilojen loppukäyttäjien tyytyväisyyttä ja terveysturvallisuutta. Myös eri urakkasuoritusten eri rajapintojen toimivuus kokonaisuudessa ja sen varmistaminen toimintakokein on erittäin tärkeää.

Minkälaista haittaa voi syntyä, jos tarkastuksia/itselleluovutusta ei ole tehty kunnolla?

- Toteutus ei toimi suunnitelmien mukaisesti. Tästä voi aiheutua loppukäyttäjien reklamaatioita ja jopa rakenteiden vaurioitumisia. Rakenteiden vaurioitumiset voivat myös tapahtua pidemmällä ajanjaksolla, jonka vuoksi myös korjauskustannukset voivat olla suuriakin.
- Tämä voi lyhentää myös asennettujen teknisten laitteiden ja järjestelmien teknistaloudellista käyttöikä.

Kuinka suuria kustannuksia voi LVI-urakoitsijalle syntyä, jos tarkastuksia/itselleluovutusta ei ole tehty kunnolla?

Kustannukset voivat olla suuriakin, kymmenistä euroista aina satoihin tuhansiin euroihin.

Minkälaisia esimerkkejä sinulla on antaa tämmöisistä tilanteista?

Kohteen eri teknisten järjestelmien ja urakkasuoritusten itselle luovutukset oli jätetty pääosin tekemättä. Lisäksi ko. kohteen käyttöönottestauksia oli tehty virheellisesti eikä niiden teknistä toimivuutta kokonaisuuden osalta oltu testattu. Tästä on aiheutunut suuria kustannuksia niin tilaajalle kuin urakoitsijoillekin. Edellä olevan vuoksi on myös jouduttu ja joudutaan rakentamaan uusia teknisiä järjestelmiä, jotta tilojen loppukäyttäjille luvatut asiat pystytään toteuttamaan ja täyttämään.

## 6 Yhteenveto

Asuinkerrostalon rakennusprojektiin liittyy monia eri työvaiheita ja järjestelmiä, jo pelkääntään LVI-tekniikan näkökulmasta. On saatava toimiva kokonaisuus järjestelmästä, joka

tulee kestämaan mahdollisimman kauan ja palvelemaan tulevia käyttäjiä mahdollisimman laadukkaasti. Tämän takia on erittäin tärkeää, että LVI-urakoitsijalla on käytössään mahdollisimman helppo ja selkeä laadunvarmistuksen työkalu, jolla voi varmistaa oman työn laadun. Tällä voidaan välttää niin pieniä kuin mittavia virheitä, joiden korjaus voi loppupelissä kasvaa hyvin kalliiksi korjattaviksi ongelmiksi. Jos LVI-järjestelmiä ei tarkasteta kunnolla ja myöhemmin huomataan, että asennuksia on tehty virheellisesti, voi pahimmassa tapauksessa asuinkerrostalosta tulla asuinkelvoton tai syntyä vakavia henkilö- ja omaisuusvahinkoja.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia mahdollisimman kattava oman työn laadunvarmistuslista, jota LVI-urakoitsijat ja työnjohtajat pystyvät käyttämään rakennusprojektin aikana, jotta kaikki asennukset varmasti toteutuvat selostusten, määräysten ja suunnitelmien mukaisesti. Opinnäytetyö aloitettiin kokoamalla itselleluovutuslista, missä haettiin mahdollisimman laajasti LVI-urakkaan kuuluvia laadunvarmistuksen tarkastuksia. Kun itselleluovutuslista oli saatu koottua, aloitettiin tiedon etsiminen tarkastuskohtiin. Opinnäytetyöhön lisättiin myös osa, jossa käsiteltiin LVI-urakkaan kuuluvaa takuuaikaa ja itselleluovutuksen merkitystä takuuaikana.

Opinnäytetyössä onnistuttiin kokoamaan kattava ja selkeä lista LVI-urakoitsijalle, jota pystytään tulevaisuudessa käyttämään rakennustyömaalla apuna laadunvalvonnassa. Lukijalle opinnäytetyö antaa kattavan kokonaisuuden laadunvalvonnasta LVI-urakoitsijan silmin katsottuna. Työstä saa käsityksen siitä, mitä tarkastuksia tuli rakennustyömaalla tehdä, että asennusten laadusta voidaan olla varma ja välttyä tulevaisuudessa ongelmilta. Samalla saadaan tietoa siitä, mitä velvoitteita ja vastuita on LVI-urakoitsijalla ja tilaajalla asuinkerrostalon valmistuttua.

Jos opinnäytetyötä haluttaisiin jatkaa, voitaisiin tehdä LVI-valvojille laadunvalvontalista. Siinä selvitetäisiin laadunvalvontaa heidän näkökulmastaan ja tiedettäisiin, minkälaisia tarkastuksia heidän tulisi tehdä sekä mitä velvoitteita ja vastuita laadunvalvonta sisältäisi.

## Lähteet

- 1 Putkistojen asennus. 2004. Ohje. LVI 20-10348. Rakennustieto Oy.
- 2 Vesi- ja viemärlaitteistot -opas. 2021. Talotekniikkateollisuus. < <https://www.talotekniikkainfo.fi/rakennusten-vesi-ja-viemarilaitteistot-opas> >. Päivitetty 11.6.2021. Luettu 26.10.2021.
- 3 Putkistojen ja kanavien kannakointi, Ohje. 2004. LVI 12-10370. RT 84-10818. Rakennustieto Oy.
- 4 Talotekniikassa yleisesti käytettävät eristysmateriaalit ja niiden asennus, Ohje. 2003. LVI 50-10344. Rakennustieto Oy.
- 5 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista. Suomen säädöskokoelma 1047/2017. RakMK-103335. Rakennustieto Oy.
- 6 Vesikiertoinen patterilämmitys, ohje. 2003. RT 52-10797. Rakennustieto Oy
- 7 Vesi- ja viemärlaitteiden äänitekniinen suunnittelu ja äänenvaimennus, ohje. 2001. LVI 20-10328. Rakennustieto Oy.
- 8 Vesi- ja viemärikalusteiden asennus, ohje. 2004. LVI 20-10347. Rakennustieto Oy.
- 9 Märkätilojen rakenteet, ohje. 2001. RT 84-10759. Rakennustieto Oy.
- 10 Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas. 2021. Verkkoaineisto. Talotekniikkateollisuus. < <https://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas> >. Päivitetty 11.6.2021. Luettu 26.10.2021.
- 11 Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. Tehtävät ja dokumentointi. 2018. ohje. LVI 03-10631. Rakennustieto Oy.
- 12 Sisäilmastoluokitus, ohje. 2018. LVI 05-10629. Rakennustieto Oy.
- 13 Ilmanvaihtolaitteet asuinrakennuksessa. Äänitekniinen suunnittelu, Ohje. 2004. RT 56-10815. Rakennustieto Oy.
- 14 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE, ohje. 1998. LVI 03-10277. Rakennustieto Oy.
- 15 Vastuukorjauspäällikkö, SRV Rakennus Oy. Espoo. Haastattelu 30.1.2021