

Tommy Niemelä

RAKENNUSVAIHEEN LVI-ASENNUKSEN MENETELMÄT JA LAADUNVARMISTUS

RAKENNUSVAIHEEN LVI-ASENNUSMENETELMÄT JA LAADUNVARMISTUS

Tommy Niemelä
Opinnäytetyö
Kevät 2021
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikan tutkinto-ohjelma, Insinööri (AMK)

Tekijä(t): Tommy Niemelä

Opinnäytetyön nimi: Rakennusvaiheen LVI-asennusmenetelmät ja laadunvarmistus
Installation Procedures and Quality Assurance in HVAC Construction

Työn ohjaaja(t): Martti Rautiainen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2021

Sivumäärä: 36

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää LVI-projektien rakennusaikaista toimintaa asentaja- sekä työnjohtotasolla ja luoda laadunvarmistusjärjestelmä AHS-tekniikka Oy:n käytettäväksi. Tavoitteena oli myös perehtyä LVI-rakentamisen laadunvarmistukseen ja miettiä miten varmistetaan ensiluokkainen lopputulos jokaisella työmaalla.

Laadunvarmistus on yksi tärkeimpiä osia LVI-urakassa, ja rakennuttajat vaativat yhä useammin kattavaa laadunvarmistussuunnitelmaa urakoitsijoiltaan varmistuakseen työn laadusta. Työllä pyrittiin luomaan perusteellinen manuaali, jota seuraamalla LVI-urakan laadunvarmistus onnistuu jouhevasti vaihe vaiheelta.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	VOIMASSA OLEVAT MÄÄRÄYKSET, ASETUKSET JA OHJEET	7
2.1	Rakentamismääräykset.....	7
2.2	LVI kortit.....	7
2.3	Muut ohjeet.....	8
3	RAKENNUKSEN ULKOPUOLISET LVI-ASENNUKSET	9
3.1	Ulkopuolisten viemärien asennus.....	9
3.2	Vesijohtojen veto rakennukselle	10
3.3	Ulkopuolisten työvaiheiden dokumentointi ja tarkistaminen.....	11
4	RAKENNUKSEN SISÄPUOLISET LVI-ASENNUKSET	13
4.1	Tyyppihyväksyntä.....	13
4.2	Lattiavaluun ja sen alle jäävät työvaiheet	13
4.3	Viemäriasennus.....	14
4.4	Käyttövesi- ja lämmityslinjojen asennus	14
4.4.1	Lämmitysputket.....	15
4.4.2	Käyttövesiputket.....	17
4.4.3	Puserrusliitos	18
4.4.4	Puristusliitos.....	19
4.4.5	Pistoliitos.....	19
4.4.6	Kierreliitos	20
4.4.7	Laippaliitos	20
4.4.8	Juotosliitos	21
4.4.9	Hitsausliitos.....	21
4.5	Valualueen tarkastaminen.....	21
4.6	IV -asennus	22
5	MITTAUKSET, TARKASTUSKET JA KATSELMUKSET	24
5.1	Mittaukset.....	24
5.1.1	Mittauskaluston varastointi ja ylläpito.....	24
5.1.2	Ilmavirtojen mittaukset ja säädöt.....	24
5.1.3	Vesivirtojen mittaukset ja säädöt.....	26
5.1.4	Vesijohtojen painekokeet	27

5.2	Tarkastukset ja katselmukset	28
5.2.1	Asennustapatarkastukset.....	28
5.2.2	Malliasennuskatselmukset	28
5.2.3	Itselleluovutus	29
5.2.4	Loppukatselmus.....	29
6	TOIMINTAKOKEET	30
7	LUOVUTUSMATERIAALI JA TYÖNJOHDON TARKASTUSLISTAT	31
7.1	Takuu aika.....	32
7.2	Tarkastuslistat	33
8	YHTEENVETO	34
	LÄHTEET.....	35

1 JOHDANTO

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli luoda työn tilanneelle yritykselle käyttöön LVI-urakan laadunvarmistussuunnitelma, joka voidaan tarvittavassa laajuudessa pienillä muokkauksilla liittää tarjoukseen. Lisäksi luotiin tarkastuspöytäkirjoja laadunvarmistukseen sekä ohjeet asennustöihin ja niiden tarkastamiseen. Tavoitteena oli siis luoda selkolukuinen ohjekirjanen asennustyön suorittajalle, ja työtä valvovalle työnjohtajalle aina LVI-urakan rakennusvaiheen alusta loppuun saakka.

Työn tilaajan toimi AHS Tekniikka Oy, joka on Pohjois-Pohjanmaalta toimiva LVI-urakointiyritys, jonka toimialue on jo viiden vuoden ajan käsittänyt koko Suomen aina Lapista pitkälle Etelä-Suomeen. Yritys keskittyy pääosin uudisrakentamiseen keskikokoisissa kohteissa, kuten hoivakotien ja rivitaloissa. Toimihenkilöitä yrityksessä on yhteensä viisi henkeä sekä kymmenen LVI-asentajaa.

Kasvavalla nuorella yrityksellä paras mainos on laadukas työn jälki, tämän takia yritys kaipasi päivitystä laadunvarmistusjärjestelmäänsä. Oikein suoritettulla laadunvarmistuksella taataan myös rakennuksen pitkäikäisyys kuin myös ylläpitokustannusten pieneneminen. Oikein asennettu lvi-järjestelmä ei tarvitse ylimääräisiä korjaustöitä, sekä energiankulutus pysyy suunnitelluissa arvoissa. Hyvä laadunvarmistus myös helpottaa tulevia rakennusprojekteja, kuten muutos- ja huoltotöitä. Luovutusmaterialista löytyy tällöin kaikki tarvittavat dokumentit ja suunnitelmat, joilla nykyisen tekniikan huoltaminen ja muuttaminen onnistuu ongelmitta. Yrityksen tavoitteena oli saada käyttöönsä ohjekirja asentajista työnjohtajiin, jotta työmaalla sattuneet virheet saataisiin minimoitua, ja ne huomattaisiin nopeammin, jolloin urakat saataisiin aikataulussa laadukkaasti maaliin.

Yritys palkkaa myös paljon nuoria ihmisiä, joilla työkokemusta vielä ei ole. Siksi insinööriyöhön sisällytettiin myös asennusohjeita, joilla uusi taikka vanha asentaja voisi virkistää muistiaan asennusten oikeaoppisesta suorituksesta. Jokainen LVI-urakka on erilainen, joten tarkastus- ja laadunvarmistuspohjat on tarkoitettu muokattaviksi työmaakohtaisesti kuitenkin sisältäen yleisiä tekijöitä kaikista uusiorakennuskohteista.

Insinööriyö on tehty vain yrityksen käyttöön, eikä sen liitteitä julkaista kokonaisuudessaan. Työ sisältää luottamuksellista tietoa tilaajayrityksestä ja sen tavoista toimia.

2 VOIMASSA OLEVAT MÄÄRÄYKSET, ASETUKSET JA OHJEET

Hyvää rakennustapaa sekä työn ja sen laadun -valvontaa määrittää monet asetukset kuten rakentamismääräyskokoelma ja RT sekä LVI -kortisto. Jokainen LVI työselostus nojaa näihin määräyksiin ja ohjeisiin, vaaten urakoitsijaa suorittamaan työvaiheet niiden mukaisesti. Rakentamismääräyskokoelma ohjeistaa pääosin suunnittelupuolta, johon ei tässä raportissa syvennytä. Siitä huolimatta nämä ovat erittäin olennaisia ja hyvä tietää myös työnjohtajana monissa tilanteissa.

2.1 Rakentamismääräykset

Valtioneuvoston asetus pääsuunnittelijan ja työnjohtajan tehtävistä rajaa näiden kahden osapuolen vastualueet. Vastaava työnjohtaja on vastuussa pitämään huolen siitä, että viranomaiskatselmukset pyydetään riittävän ajoissa ja tarkastukset ja toimenpiteet tehdään asianmukaisissa työvaiheissa. Työnjohtaja on myös vastuussa siitä, että työmaalla on käytettävissä hyväksytyt pääpiirustukset ja erityissuunnitelmat sekä muut asiakirjat. Riskienhallinta on myös olennainen osa työnjohtajan tehtävää.

Ympäristöministeriön ohje rakennustyön suorituksesta ja valvonnasta (YM5/601/2015) selittää rakennusprojektin perusasioista, kuten rakennustyöstä valvonnasta ja eri osapuolten tehtävistä rakennushankkeessa. Ohjeessa avataan vaiheita aina aloituskokouksesta loppukatselmukseen.

2.2 LVI kortit

LVI kortit selostavat oikean asennustavan, mittausmenetelmät ja materiaalit LVI rakentamiselle. LVI kortit ovat maksullisia, joten kaikki kortit täytyy olla yrityksellä ostettuna jotta työt voidaan suorittaa oikeaoppisesti, laadussa ei kannata säästää. Muutama yleishyödyllinen LVI-kortti:

- LVI 01-10355, TalotekniikkaRYL 2002 määrittää talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset
- LVI 20-10348, Putkistojen asennus kertoo erilaisista putkimateriaaleista ja niiden oikeaoppisista asennusmenetelmistä.

- LVI 12-10370, Putkistojen kanavointi ja kannakointi esittää lämmitys-, käyttövesi- ja viemäriputkistojen sekä ilmanvaihtokanavien kannakointitavat, kannatusvälit ja kannakkeiden kiinnityksen rakenteisiin
- LVI 14-10291, Lämmitysverkostojen vesivirran mittaus käsittelee vesivirran mittaussuunnitelmia, joita käytetään lämmitysverkoston vesivirtojen tarkkailussa ja verkostojen perussäädössä
- LVI 03-10277, Rakennusalan yleiset sopimusehdot YSE 1998 on pohja rakennusurakkasopimuksiin, jota käytetään vähintäänkin pohjana suurimmassa osassa rakennusprojekteja

2.3 Muut ohjeet

Muita ohjeita on loputtomasti, jokaiselle eri valmistajan tuotteelle löytyy asennusohjeita, joista esimerkkinä Uponorin mallityöselostus, joka ohjeistaa oikeaoppista viemärointiä Uponorin tuotteilla. Nämä ohjeet tosin pätevät hyvin yleisellä tasolla myös muiden valmistajien tuotteilla.

”Rakennuksen huoltokirjan laadinta ja hyödyntäminen” ohjeistus neuvoo taas huoltokirjan laatimisessa. Huoltokirja on tärkeää tehdä oikeaoppisesti, jotta rakennusta ja talotekniikkaa voidaan hyödyntää parhaimmalla mahdollisella tavalla ja mahdollisimman pitkään.

Ohjeiden ja määräysten lisäksi on myös lakivelvoitteita. Esimerkiksi Ympäristöministeriön asetus rakennustuotteiden hyväksynnästä (555/2013) määrää, että asennetut komponentit täytyy olla tyyppihyväksytyjä.

3 RAKENNUKSEN ULKOPUOLISET LVI-ASENNUKSET

Rakentamisprojektin alussa suunnittelija toimittaa LVI-urakoitsijalle LVI-työselostuksen, josta selviää projektin urakkarajat, vaatimukset urakoitsijalle sekä LVI-hankintojen ja -töiden yleiset vaatimukset. Yleensä ei tarvitse työselostusta pidemmälle katsoa, kun mietityttää miten jokin asennusvaihe tulisi suorittaa.

Ennen töiden aloittamista, on tärkeää tarkistaa alueen sähkö-, kuitu- ja energialinjat ynnä muut ennen tehdyt asennukset, jottei maata kaivettaessa tuhota vanhempaa tekniikkaa, jos suunnitelmat sattuvat risteämään.

Uusiorakentamisessa rakennusvaiheessa, ensimmäisenä työmaalle tulevat maanrakentajien lisäksi putkiasentajat. Ensimmäisiin työvaiheisiin sisältyy vesi- ja viemäriliitosten tekeminen vesilaitoksen runkojohtoihin. Vesilaitos tekee ensimmäisen liitoksen tontille tulevaan vesijohtohaaraan, josta alkaa putkiurakoitsijan urakkaraja. Heti ensimmäisessä työvaiheessa on laadunvarmistus oltava mukana, kun maan alle tehdään töitä, sillä on kallista ja aikaa vievää ryhtyä korjaamaan näitä työvaiheita maatöiden valmistuttua, kun maanrakennusurakoitsija on mahdollisesti jo poistunut työmaalta.

Maanrakennusvaihetta ja sen putkitusta ohjaavat kunnalliset ympäristönsuojelumääräykset, Ympäristönsuojelulaki 527/2014, luku 6, ja ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista. Oulun kaupunki on myös laatinut työmaavesiohjeen jossa kerrotaan, miten Oulun alueen työmailla syntyvien työmaavesien kanssa tulee menetellä.

3.1 Ulkopuolisten viemärien asennus

Rakennusten ulkopuolisten viemärien maa-asennus suoritetaan maaviemäriputkilla kumirengastiivistein. Viemäryyppi valitaan peitesyvyuden mukaan ja kumirengastiivisteiden materiaali valitaan virtaavan nesteen koostumuksen ja lämpötilan mukaan. Lisäksi noudatetaan Talotekniikka RYL:n ja LVI-ohjekortin LVI 20 – 10348 ohjeita.

Asemakuvasta nähdään oikea paikka urakkarajalle, eli mistä putkitusta lähdetään vetämään rakennukselle. LVI-työselostuksesta sekä asemakuvasta tarkistetaan viemäriinjan vaadittu materiaali, korko, koko sekä kaadot.

Viemäriputken leikkaus tapahtuu kohtisuoraan akseliin nähden, yleisimmin puukkosahalla, minkä jälkeen jämmät eli putken päähän jäävät jäysteet ja epätäydellisyydet poistetaan vuolemalla puukolla, tai jäysteenpoistajalla. Putki puhdistetaan hiekasta, mullasta ja muusta liasta. Rungas liukuaineen käyttö on tärkeää, jotta asennustyö olisi helpompaa, ja ettei viemäriyhteen tiivisteet irtoa paikaltaan ylimääräisen kitkan vuoksi. Täytyy myös varmistaa, ettei irrallinen maa-aines pääse viemäriputkeen, jolloin putket täytyisi huuhdella tai pahimmassa tapauksessa kaivaa esille ja korjata. Lopuksi viemäri varustetaan suojatulpalla välittömästi asennuksen jälkeen.

Viemäriliitosten on pysyttävä tiiviisti kiinni riippumatta maan elämisestä. Tämä tarkoittaa, ettei maan noste, paine, liikenteen aiheuttama rasitus tai muu syy saa aiheuttaa putken liikkumista tai liitosten irtautumista. Viemäriin kaadot tarkastetaan laservaaituskoneella ja rullamitalla, tai jos vaaituskojetta ei löydy työmaalta, niin kaadot voidaan tarkastaa vatupassilla. (1.)

3.2 Vesijohtojen veto rakennukselle

Vesijohdon asennusta aloitettaessa on ensimmäisenä tarkistettava vesijohdon virheettömyys, kuten ettei putki ole tullut tehtaalta kolhiintuneena tai ettei se ole vaurioitunut kuljetuksen tai varastoinnin aikana. Asemakuvasta tarkistetaan tonttisulun paikka, josta lähdetään etenemään. Juomavedelle soveltuvan siniraitaisen PN 12,5 PEM-putken liittämässä pistoliittimin varustettuun tontti-

sulkuun (Kuva 1) voidaan käyttää liukuvoidetta, mutta täytyy varmistaa, että se on käyttövesijohtoi-
doille soveltuvaa. Vesijohto on myös mahdollista liittää kunnan verkkoon paineenalaisena satula-
liittimellä.



KUVA 1 Tonttivesijohdon sulkuventtiili (AVK)

Putki puhdistetaan liasta ja suoritetaan jäysteenpoisto. Muoviputken sisään asennetaan tukihela, jottei liitin purista putkea kasaan, jolloin putki voi jopa irrota. Putken pää tuodaan tekniseen tilaan suoja-putkessa, joka ylittää talosta päin routaeristeiden ulkopuolelle loivilla kaarilla, jottei se painuisi kasaan asennusvaiheessa, tai vuosien rasituksen ja paineiskujen johdosta. Putkistojen on pysyttävä rakennukseen nähden muuttumattomassa asennossa. Putkien ja putkielementtien päälle (+200 mm) asennetaan maahan värikäs varoitusnauha. Vesijohtojen päät pidetään aina tulpatuina, jottei sinne joutuisi ylimääräisiä epäpuhtauksia, jotka voivat johtaa tukoksiin, sairastumisiin, tai laitteiden vaurioitumiseen. (2.)

3.3 Ulkopuolisten työvaiheiden dokumentointi ja tarkistaminen

Piiloon jäävissä työvaiheissa paras laadunvarmistuskeino on kamera, joka jokaiselta löytyy matkapuhelimesta. Maan alle jäävistä vesi- ja viemäriputkista on otettava valokuvat, joilla pystytään todentamaan oikeanlainen asennus, ja virhetilanteissa paikantamaan kyseiset putket. On hyvä tehdä yrityksen sisäinen työmaakohtainen WhatsApp-ryhmä, jonne jokainen asentaja lisää itse kuvat jokaisesta tekemästään työvaiheesta. On erityisen tärkeää kuvata esimerkiksi liitoskohdat tarkemmin, jotta voidaan todeta oikeaoppinen asennustapa. (kuva 2).

Viemäriputket kuvataan viemärikameralla sisäpuolelta aina asennusvaiheen jälkeen. Viemäriin kaadetaan vettä, joka paljastaa mahdolliset lanttoalueet ja liitosten repeämät. Vaikka asennus ja täyttövaiheessa viemärit olisivatkin oikein asennettu, voivat liitokset revetä auki esimerkiksi nosteen, vesisateen ja maanpainaumien yhteydessä. Viemärikuvausmateriaalin tarkastaa kvv-

työnjohtaja sekä valvoja, sekä raportti kuvauksista toimitetaan rakennuttajalle.

Ympäristöministeriön asetuksen 1047/2017, Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistosta mukaan rakennusvaiheen vastuuhenkilön on tehtävä merkintä rakennustyön tarkastusasiakirjaan jätevesilaitteiston tiivyyden toteamisesta. Talotekniikkainfon vesi- ja viemärlaitteistot -oppaassa kerrotaan, että tämä vastuuhenkilö nimetään LVI-aloittamiskokouksessa.



KUVA 2 Ulkopuolisten viemärien valokuvaus (AHS Tekniikka Oy)

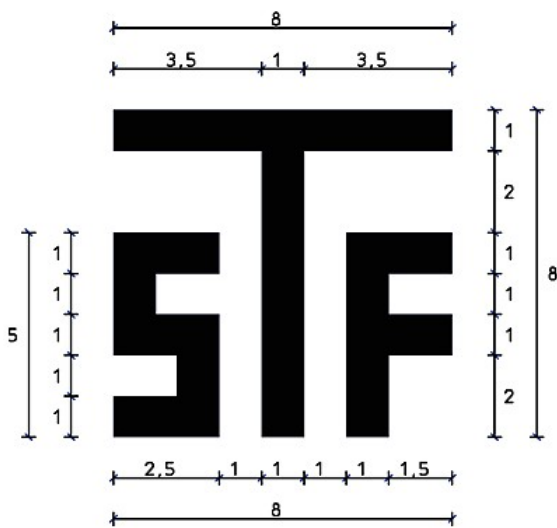
Vesilaitosyhdistyksen kuntotutkimusoppaan mukaan viemäriverkon eheys voidaan testata painekokeella. Painekoe voidaan suorittaa ilmalla tai vedellä, mutta ilmalla suorittaessa koe voi antaa väärän tuloksen, sillä ilma tunkeutuu noin 20-kertaa pienemmän aukosta kuin vesi putkimateriaalin läpi. On myös mahdollista suorittaa väri- tai savukokeita, joissa väriainekokeilla tarkastetaan viemäriin kulkusuuntaa kaivoilta sekä tarkastusputkilta ja savukokeilla tutkitaan kiinteistöjen mahdollisia liitoskohtia hulevesiverkkoon. (3)

4 RAKENNUKSEN SISÄPUOLISET LVI-ASENNUKSET

Suurin osa asennustöistä LVI-projektin rakennusvaiheessa tehdään sisäpuolella. Asennustavat ja laadunvarmistus ei tosin eroa paljoa ulkopuolisista töistä. Putkien leikkaamiset, asentaminen ja dokumentointi tapahtuvat pitkälti samalla periaatteella kuin ulkonakin.

4.1 Tyypihyväksyntä

Tyypihyväksyntäpäätöksessä on ilmoitettava, miltä osin rakennustuote täyttää rakennuksen suunniteltuun käyttöön liittyvät maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999) tai sen nojalla säädetyt olennaiset tekniset vaatimukset. Sen lisäksi päätöksessä voidaan myös selostaa rakennustuotteen käyttöön liittyvät ominaisuudet luokkina tai lukuarvoina. Tyypihyväksytty rakennustuote on merkitty STF merkillä käyttäen oikeita mittasuhteita (kuva 3). (7.)



KUVA 3 Tyypihyväksyntämerkintä (7)

4.2 Lattiavaluun ja sen alle jäävät työvaiheet

Asennettaessa lattiavaluun viemäri- lämmitys- tai käyttövesiputkia on oltava erityisen huolellinen. Korjaustöiden suorittaminen lattiavalun jälkeen on kallista ja erittäin aikaa vievää. Tarkastamalla työn muistilistan kera vähintään kerran, voidaan välttyä satojen ja jopa tuhansien eurojen lisätöistä, jotka maksaa virheen tehnyt urakoitsija.

4.3 Viemäriasennus

Sisäpuolisina jätevesiviemäreinä käytetään yleisimmin harmaata PP-muoviputkea. Jätevesiviemärien sijaitessa ääniteknillisesti vaativissa olosuhteissa, kuten asuintilojen yhteyteen rakennetavassa hormitilassa, viemärit tehdään desibeliputkesta. Viemärien todellinen tyyppi selviää LVI-työselityksestä merkattuna nuolella jokaisen putkiosuuden kylkeen. Asennuksissa on käytettävä saman valmistajan tuotelinjaa projektin alusta loppuun. Eri valmistajilla voi olla eri paksuisia tiivisteitä, jolloin liitokset voivat jäädä löysäksi tai liian tiukaksi vaarantaen liitoksen tiiveyden. Jätevesilaitteiston on oltava tiivis ja sen on kestävä mahdollisen padotuksen aiheuttamat voimat. Pysyviemärien ja niihin liittyvien vaakaviemärien liitososina käytetään 45° yhteitä. (4)

4.4 Käyttövesi- ja lämmityslinjojen asennus

Rakennuksen sisäiset putket asennetaan siten, että putkivuodot ovat vaivattomasti havaittavissa. Vuotoveden tulee ohjautua näkyville helposti havaittavaan paikkaan, joten suojaputkien on oltava rikkoutumattomia alusta loppuun saakka. Vauriokohdissa voidaan käyttää vain valmistajan sallimia vesitiiviitä suojaputken jatkokappaleita. Putkien asentaminen käsittelemättömään paikkaan ilman suojaputkea on kielletty. Liitoksia ei saa tehdä piiloon jääviin paikkoihin, kuten alakaton yläpuolelle ilman suojaputkea, tai vuodonilmaisua. Suojaputkettomat putket on mahdollisuuksien mukaan parasta asentaa mahdollisimman paljon näkyville.

Lämmitys- ja käyttövesiputkien asennusten tulee täyttää Rakentamismääräyskokoelman asetusten 796/2017 ja 782/2017 vaatimukset putkistojen tarkastettavuuden, huollettavuuden, korjattavuuden ja vuotojen havaittavuuden osalta.

Laitteiden molemmille puolille tehdään putkistoon avattavia liitoksia varustettuna sulkuventtiileillä siten, että laitteet ovat helposti irrotettavissa tyhjentämättä verkostoa. Putkien liittämässä noudatetaan valmistajien ohjeita.

Lämmitysputkien pystylinjan T-haaroissa patterille on otettava huomioon runsas lämpölaajeneminen. Haaraputken kannaketta ei tule sijoittaa lähemmäksi kuin 500 mm liitoskohdasta. (2.)

4.4.1 Lämmityspotket

Lämmityspotkien eri asennustapoja ovat piiloasennus, jalkalista-asennus ja pinta-asennus. Piiloasennuksessa, esimerkiksi lattiavaluun asennettaessa, saa käyttää vain suojaputkiin asennettuja taipuisia muoviputkia. Suojaputkien päät nostetaan vähintään 15 mm valmiin lattiataason yläpuolelle ja on parempi jättää myös vähän ylimääräistä varmuuden vuoksi kuten kuvassa 4.



KUVA 4 Lattialämmityspotket jakotukissa valettuna

Patteriputket tehdään teräs- tai kupariputkista. Teräsputkina DN 10 – DN 40 käytetään standardin SFS 3312 mukaista keskiraskasta kierteytyskelpoista teräsputkea, ja isommissa putkissa käytetään standardin SFS 3313 mukaista teräsputkea. Kuparivalmisteiset patteriputket valmistetaan taas standardin SFS-EN 1057 mukaisesta kupariputkesta. Teräsputket liitetään hitsausliitoksien tehdasvalmisteisilla putkenosilla. Kupariputkien liitokset tehdään kapillaariliitoksien tai mekaanisin liittein.

Lämmitysjärjestelmien sulkuventtiilit asennetaan siten, että ne ovat helposti huollettavissa, käytettävissä ja vaihdettavissa. Jos venttiilejä ei asenneta näkyviin, niiden kohdalle on tehtävä selvästi merkitty tarkastusluukku. Venttiilit asennetaan lisäksi niin, että arvokilven tiedot ovat helposti luettavissa. Toimilaitetta ei saa asentaa venttiin alapuolelle.

Lattialämmitysputkina käytetään tarkoitukseen soveltuvia happidiffuusiosuojattuja muoviputkia, pehmeäksi hehkutettuja standardin SFS-EN 1057 mukaisia muovipäälysteisiä kupariputkia tai muita korroosion kestäviä putkimateriaaleja. Ennen asennus tarkistetaan, ettei putkien pinnoitus tai happidiffuusiosuojaus ole vaurioitunut. (2.)

Lattialämmitysputket asennetaan lattiarakenteeseen suunnitelmien mukaisesti tasavälein ilman lattiaan jääviä liitoksia. Jos asennuksen jälkeen putki vaurioituu, esimerkiksi joku on lattiavalun jälkeen lyönyt naulan putkesta läpi, täytyy korjattaessa käyttää putken valmistajan sallimaa yhdekappaletta. Tällöin voidaan taata liitoksen pitävyys käsittelemättömässä paikassa, kun putkea ei saada vaihdettua.

Betonilattiassa putket kiinnitetään kiinnityssiteillä tai kiinnityskannakkeilla tiukasti betonilattian raudoitukseen tai käytetään asennusalustana tehdasvalmisteisia asennuselementtejä, joihin putkisto asennetaan ilman kiinnityssiteitä valmistajan ohjeiden mukaisesti. Lattialämmitysjärjestelmä on esitetty LVI-ohjekortissa LVI 13-10261 Vesikiertoinen lattialämmitys. Lattialämmityksen kiinnityksen asennus on esitetty LVI-ohjekortissa LVI 12-10370 Putkistojen ja kanavien kannakointi.

Valmistajan ilmoittamia putken pienimpiä sallittuja taivutussäteitä ei saa alittaa. Lattialämmitysputkea asennettaessa on putki vedettävä rullalta asennuspisteeseen varovasti, jottei putki vahingossa taitu kasaan. Tämän tapahtuessa putki täytyy leikata painauman toiselta puolen, ja aloitettava ehjällä putkella uudestaan. Lattialämmitysputkistojen meno- ja paluuputkiin jakotukkien yhteyteen asennetaan kiintopisteet lämpöliikkeen estämiseksi.



Kuva 5 Lattialämmitysputkisto

Lattialämmitysputkia ei yleensä asenneta väliseinien kohdalle. Poikkeuksena ovat siirrettävät muuntojoustavat väliseinät. Kynnysten ja muiden sellaisten kohdalla lattialämmitysputket suojataan kulmateräksellä tai kynnykset kiinnitetään liimakitillä tai muulla ruuvittomalla tai naulattomalla kiinnitystavalla. Lattialämmityksen siirtoputket asennetaan suojaputkeen tai eristeeseen, ettei putkisto lämmittäisi aluetta, jota sillä ei haluta lämmittää. Käyttö- ja lämmitysvesiputkien kannakointivälit on esitetty kuvassa 6.

Taulukko G4-T2. Kupariputkien kannakointivälit.

Ulkohalkaisija mm	Kannakointiväli m
15...22 pehmeä	≤ 1
22... < 54 puolikova	≤ 2
56...67 puolikova	≤ 3

Taulukko G4-T3. Teräsputkien kannakointivälit.

Nimellishalkaisija mm	Kannakointiväli m
15...25	≤ 1
32...50	≤ 3
65...80	≤ 3,5
100...175	≤ 4
200...350	≤ 6
400...450	≤ 7,5

KUVA 6 Käyttö- ja lämmitysvesiputkien kannakointivälit (3)

Lattialämmitysputkistolle suoritetaan painekoe ilmalla, ennen kuin lattian betonointi, levytys tai vastaava peittävä lattiatyö aloitetaan ja kun lattialämmitysputkisto ja sen liitokset ovat kokonaan näkyvillä. Lattiavalun ajaksi putkistoon jätetään koepaine 1 bar ilmaa, joka tukee putkea, ettei betoni purista putkea kasaan valun aikana. Valupaineen pitävyys täytyy todeta ennen lattiavalun alkamista jättämällä paine putkiin esimerkiksi yön yli ja tarkastamalla onko paine pysynyt samassa kuin mihin se asetettiin.- (2.)

4.4.2 Käyttövesiputket

Rakenteiden sisään piiloon jäävissä käyttöveden asennuksissa käytetään liitoksetonta, suojaputkellista muoviputkea. Suojaputken täytyy jatkua katkeamattomana aina jakotukilta päätehuoneeseen, jolloin vuotovesi valuu suojaputkea pitkin näkyville ja vika voidaan havaita välittömästi.

Vesivahinkosuojaus jakotukkikaapissa toteutetaan hukkaputkella, jonka toinen pää vedetään tähän tarkoitukseen tehdyn vesitiiviin läpiviennin kautta kaapin seinämän läpi ja toinen pää seinärakenteen ulkopuolelle. Kaappiin voidaan myös asentaa elektroninen tai muu vesivuotohälytys. Suojaputket tuodaan tarkoitukseen suunniteltujen läpivientiholkkien kautta kaappiin, jotka kiinnittävät suojaputket tiiviisti kaappiin ja sulkevat vesivuodot tiiviisti kaapin sisälle.

Hanakulmarasiat asennetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti ottaen huomioon seinän rakennusmateriaalin. Seinärappauksen ajaksi hanakulmarasian suojaamiseksi on käytettävä tiivistä valusuojatulppaa virtausosien peittämiseksi lialta ja jätteeltä. Astian- ja pyykinpesukoneen täyttöletkun liitännöineen on oltava hyväksyttävää mallia. Huolto- ja käyttöohjekirjaan letkun vaihtoväliksi merkitään 10 vuotta. Letku täytyy varustaa suojaputkella kaapin seinämän läpiviennin kohdalla. Pesukoneen alle tulee asentaa kuivassa tilassa etureunaltaan avoin vuotoallas. (2.)

4.4.3 Puserusliitos

Puristusliitoksia käytetään vain paikoissa, joissa liitoksen tiiviys on helposti tarkastettavissa. Hehkutettua kuparia käytettäessä käytetään aina tukiholkkia, ellei liitintä ole hyväksytty käytettäväksi ilman tukiholkkia. Liitos saadaan tiiviiksi sinkkikatoa kestävillä kartiorenkailla (helmillä), jotka puristetaan putken ympärille kiristysmutterein. Kumitiivistepuristusliitoksen sisällä voi myös olla butyylikuminen O-rengastiiviste, joka toimii lisävarmistuksena metalli metallia vastaan tapahtuvassa puristusliitoksessa. Asennusvaiheessa on varottava kiristämästä liittimiä liikaa. Liiallinen kiristäminen voi murtaa liittimen helmen, jolloin liitoksen tiiviys häviää. Kuvassa 6 esitetty messinkinen suora puserusliitin vasemmalla ja kuparinen kulmapuristusliitin oikealla. (2.)



Kuva 7 Erilaiset puserrus- ja puristusliittimet

4.4.4 Puristusliitos

Puristusliitos on nopea tapa korvata juotettavat liitokset kohteissa, joissa niiden käyttö on sallittua. Puristusliitoksia tehtäessä on käytettävä liittimen valmistajan sallimia puristuskoneita ja -leukoja. Putki merkataan liittimen ja putken liitoskohdasta tussilla, jotta varmistutaan ettei putki ole päässyt liikkumaan ulos liittimestä ennen kiristystä tai sen aikana. Puristettaessa on varmistuttava, että leuat suorittivat puristuksen loppuun asti, sillä kesken jäänyt puristus jättää liittimen alttiiksi epätiiviydelle tai irtoamiselle. Liittimen päällä on ohut muovinen suojuus, joka irrotetaan liittimen päältä puristuksen jälkeen, jolloin tiedetään, että kyseinen liitos on puristettu. Liittimen sisällä on O-rennastiiviste, joka luo puristettaessa tiiviin liitoksen. Kuvassa 7 oikein puristettu kulmaliitin, josta päällysmuovi irtoaa oikein. (2.)



Kuva 8 Oikein asennettu puristuskulmaliitin (Geberit Oy, Mapress)

4.4.5 Pistoliitos

Pistoliitosta käytetään kun halutaan nopeasti asennettava tiivis liitos. Liitostapa soveltuu asennuksiin, joissa ei haluta tai voida tehdä tulitöitä. Liittimet asennetaan näkyville tai paikkaan, jossa liitos

on jälkeinpäin helposti käsiteltävissä. Putkien katkaisussa on suositeltavaa käyttää putkileikkuria kuten kuvassa 8. Jäysteet poistetaan putken sisä- ja ulkopinnalta. Pistoliitokset jäävät asennuksen jälkeen paineenalaisenakin käännettäviksi muutostöitä helpottaen. Pistoliitos voidaan avata oikeanlaisella työkalulla asennuksen jälkeen. Kuvassa 8 vasemmalla muoviputken leikkaustyökalu ja oikealla pistoliitoksen purkutyökalu. (2.)



Kuva 9 Muoviputken leikkuri sekä pistoliitoksen purkutyökalu (ROTH FINLAND OY)

4.4.6 Kierreltiitos

Kierreltiitoksen suurin etu on liitoksen asentamisen ja purkamisen helppous. Liitoksen tiivistysaineena käytetään hammppua tai puhdasta PTFE-nauhaa. Hammppua käytetään putkissa, joiden lämpötila on korkeintaan 120 °C ja PTFE-nauhaa putkissa, joiden lämpötila on korkeintaan 185 °C. Hampun kanssa on käytettävä myös putkikittiä tiiviin liitoksen saavuttamiseksi. (5.)

4.4.7 Laippaliitos

Laipan materiaalina tulee käyttää samaa materiaalia kuin kyseisessä putkistossa. Kupariputket tosin liitetään silumiini/kevytmetallilapoin. Laipan pulttien on oltava sinkittyjä, jos olosuhteet ovat korroosiota edistävät. Laipat ovat rakenteeltaan kierre-, hitsaus- tai irtolaippoja. Irtolaipat ovat tarkoitettu joko kaulusputkille tai asennettavaksi irtokauluksen avulla. Ennen liittämistä laipan tiivistepinnat ja -urat puhdistetaan. Laipan tiiviste asennetaan paikoilleen ja putket keskitetään ja kohdistetaan ennen liitoksen kiristämistä. Laipan pultit on kiristettävä ristikkäin eli esimerkiksi yläpultti – alapultti – vasen – oikea -järjestyksessä. Asennuksen jälkeen, kun laitosta otetaan käyttöön tavallisissa käyttölämpötiloissa, on pultit kiristettävä uudelleen. Laippaliitokset pultteineen on suojattava korroosiolta muiden putkiston osien mukaisesti. (2.)

4.4.8 Juotosliitos

Putki katkaistaan putkileikkurilla, rautasahalla tai leikkauslaikalla. Jäysteet poistetaan putken sisä- ja ulkopuolelta. Taivutettaessa kupariputkea käytetään aina asianmukaista ja putkelle oikeankokoista taivutustyökalua. Vedettyä kovaa kupariputkea voidaan kylmätaivuttaa kokoon 28 mm asti. Tätä suuremmat putkikoot tulee lämmittää 450...550 °C lämpötilaan ennen taivutusta. Taivuttimilla taivutussäteen tulee olla vähintään 4 x putken ulkohalkaisija, taivutusjousilla säde täytyy olla 6 x ulkohalkaisija. Hehkutetussa putkessa säde tulee olla 8x ulkohalkaisija putken litistymisen välttämiseksi.

Putkea juotettaessa on asentajalla oltava mukana palosammutusvälineet (kaksi käsiammutinta ja sammutuspeite) sekä työkaveri kipinävahtina. Tulitöitä tehtäessä palavat rakenteet tulee suojata märällä rätilällä tai muulla paloa kestäväällä suojauksella. Myös lattiat on suojattava kipinävaurioiden välttämiseksi.

Putken juotospinta puhdistetaan kirkkaaksi ja pinnasta poistetaan rasva ynnä muut epäpuhtaudet. Putket ja putkiosat lämmitetään tasaisesti juotosaineelle sopivaan työskentelylämpötilaan. Juote syötetään liitokseen lämmittämällä sitä osittain kuumennusliekillä. Todistus käytetyistä juotosaineista esitetään rakennuttajalle. (2.)

4.4.9 Hitsausliitos

Hitsausauma ei saa missään kohdassa olla ohuempi kuin perusmateriaali, eikä siinä saa esiintyä suuria reunasiirtymiä. Hitsaukseen käytettävän lisäaineen on oltava perusmateriaalille sopivaa.

Hitsauksen alkujärjestelyt ovat samat kuin juottamisessa putken leikkuun ja puhdistamisen osalta.

Hitsaustyön valmistuttua hitsi puhdistetaan ulkopuolisesta kuonasta ja epäpuhtauksista.

Muovihitsaus suoritetaan tehdasvalmisteisilla osilla, ja osien valmistajien suosittelimilla hitsausasetuksilla, -laitteistolla ja -menetelmillä. (2.)

4.5 Valualueen tarkastaminen

Lattiavaluvaiheessa on lähes aina kiire, eikä mikään ole niin iso virheiden aiheuttaja kuin kiire, joten valualueen tarkastamiseen on hyvä varata kaikki mahdollinen aika. Mittauspöytäkirjaesimerkki kuvassa 4. Yleisimpiä vikoja lattiavalun alle jäävissä asennuksissa ovat esimerkiksi seuraavat

- viemäripisteiden sijaintien heitot

- huonosti kiinnitetyt lattialämmitysputket, ja sidontalankojen polkematta jättäminen
- lattiakaivojen korkoheitot
- liitoksista irronnut viemäriin osa.

AHS Tekniikka

Mittaus/ tarkastuspöytäkirja, lattiavaluun asennettavat putkitukset						
Kohde:						
Osoite:						
Ohje: tarkastaja merkkää ok ja nimikirjaimet, jos tarkastettava asia on valukunnossa.						
Viemärointi						
Tila	pvm	Viemäripist eiden sijainnit ja määrä on tarkistettu	Lattiakaivojen korko on tarkistettu	Viemäritulpat on paikoillaan	Viemärit on kuvattu	Jakotukki kaappi on seinän sisällä

KUVA 10 Valualueen tarkastuspöytäkirja (AHS Tekniikka Oy)

4.6 IV-asennus

Ilmanvaihtokanavat tehdään yleisimmin 0,7 - 1,2 millimetriä paksusta galvanoidusta teräksestä valmistetusta pyöreästä kierresaumakanavasta, tai kanttikanavasta. Tiloista, joista poistetaan rasvaista tai muuten ilmanvaihtojärjestelmää vahingoittavaa ilmaa/kaasua, voidaan käyttää saman paksuista haponkestävää HST-kanavaa. Ruostekorrosiolle alttiiseen tilaan asennetut kanavat valmistetaan ruostumattomasta teräksestä. Jotkut valmistajat tarjoavat valmiiksi eristettyjä kanavaelementtejä, mutta yleisimmin vielä nykypäivänä kanavat eristetään itse työmaalla solukumieristeellä tai mineraalivillalla. Kierresaumakanavan liitokset tiivistetään käyttämällä tehdasvalmisteisia tiivisteellä varustettuja yhdekappaleita ja tarvittaessa teippaamalla liitokset kylmäkutisteteipillä. Kierresaumakanavat kiinnitetään yhdekappaleisiin poraamalla kanavaan ja yhdekappaleeseen halkaisijan vastakkaisilta suunnilta tarvittava määrä reikiä ja asentamalla vetoniitti porattuihin reikiin. Vetoniittien vähimmäislukumäärät on esitetty kuvassa 11.

Kanavakoko mm	Popniittien lukumäärä vähintään kpl
63... 250	3
315... 500	4
630... 1250	8

KUVA 3 Kanavatyön vähimmäisvetoniittimäärät (4)

Reikää porattaessa on huolehdittava, ettei porattu reikä osu yhdekappaleen tiivisteeseen vahingoittaen kanavaliitoksen tiiveyttä. Kanttikanavaliitokset tiivistetään asentamalla liitoskohtiin asennettuihin tiivisteaurarautoihin tiivistenauhaa, sekä viimeistelemällä liitokset tiivistemassalla. Ilmanvaihtokanavien enimmäiskannakointiväli on putken koosta riippumatta 3 metriä. (5.)



Kuva 12 Ilmanvaihtokanavisto

5 MITTAUKSET, TARKASTUKSET JA KATSELMUKSET

Tarkastukset, katselmukset, mittaukset sekä hyväksynyt ovat laadunvarmistuksen tärkein osa. Nämä hyvin dokumentoimalla voidaan todeta asennusten ja tuotteiden vastaavan tilaajien vaatimuksia. Projektin päätteeksi dokumentit sijoitetaan luovutuskansioon ja annetaan tilaajalle.

5.1 Mittaukset

LVI-projektissa suoritetaan useita mittauksia, joilla varmistetaan, että LVI-suunnittelijan suunnitelmat pitävät paikkaansa, ja asennukset ovat onnistuneet niiden mukaisesti. Nämä mittaukset dokumentoidaan pöytäkirjoihin, jotka sijoitetaan luovutuskansioon.

Talotekniikkainfon sisäilmasto ja ilmanvaihto-oppaan osio 27; Ilmanvaihtojärjestelmän suunnitelman mukaisuuden toteaminen opastaa ilmapvirtamittauksia ja kertoo niiden virhemarginaaleista sekä menetelmistä. Ympäristöministeriön rakennusten paine-erojen mittausohje (A-INSINÖÖRIT, 2019) perehtyy ja kertoo yksityiskohtaisesti paine-eromittausmenetelmistä erilaisissa kohteissa.

5.1.1 Mittauskaluston varastointi ja ylläpito

Mittauslaitteet ja niiden anturit ovat hyvin herkkiä ulkopuolisille olosuhteille ja voivat vaurioitua odottamatta. Mittauslaitteistoa tulee säilyttää aina käytön ulkopuolella suljetuissa laatikoissa tai laukuissa, jotka suojaavat mittareita iskuilta ja lämpötilan sekä ilmankosteuden muutoksilta. Mittareita tulee säilyttää lämmitetyssä sisätiloissa, sillä herkäät anturit voivat sekoittua tai jopa rikkoutua lopullisesti altistuessaan rajuille olotilan muutoksille. Ennen mittausmittarit täytyy kalibroida valmistajan ohjeiden mukaisesti, vaikka mittareita olisikin säilytetty oikeissa olosuhteissa.

5.1.2 Ilmavirtojen mittaukset ja säädöt

Ilmanvaihdon ilmavirtaa mitattaessa mittausmenetelmä sekä laitteet valitaan mitattavan kohteen mukaan. Siipipyöräänemometrillä voidaan mitata ilmannopeutta sekä ilmamääriä päätelaitteelta. Mittapään on saatavilla erilaisille päätelaitteille sopivia sovitussyhteitä ja mittauskartioita. Mittarin

kunto on tarkistettava ennen mittausten aloittamista. Pyörän täytyy olla tasapainossa, eikä laakeristossa tai siivillä saa olla likaa, joka voisi epätasapainottaa siipipyörän pyörinnän vääristäen mittaustulosta. Imukartio asetetaan seinälle ja sen läpi kulkeva ilmavirta saa siipipyörän pyörimään, jolloin mittarista voidaan lukea mittaustulos lukeman tasaantumisen jälkeen.

Kuumalanka-anemometrin toiminta perustuu sähköisesti lämmitettävään metallijohtoon, jonka lämmitykseen käytettävä sähköteho on suunnilleen yhtä suuri kuin langasta konvektiolla siirtyvä lämpöteho. Tällöin on teoreettisesti mahdollista laskea virtausnopeus lämpötehosta lämmönsiirtokorrelaatioilla. Mittalaitteen kuumalanka on erittäin ohut ja todella helppo vaurioitumaan. Siksi kuumalangan kunto on tarkistettava ennen jokaista mittausta ja mittari on kalibroitava usein.

Mikromanometrillä mitataan paine-eroa esimerkiksi eri huoneiden tai huonetilan ja ulkoilman välillä painesuhteita määrittäessä. Mittarin - ja + -yhteisiin kytketään joustavat letkut, joista toisen letkun pää voidaan sijoittaa seinän toiselle puolelle.

Pääte-elimien ilmavirtaa määrittäessä mitataan päätelaitteen valmistajan säätöoppaan ohjeen mukaisesti paine-ero venttiilin yli, määritetään venttiilin asento (A -arvo) ja sen avulla päätelaitekohtainen korjauskerroin (k). Sijoittamalla tiedot säätöoppaassa esitettyyn kaavaan saadaan laskettua venttiilikohdainen ilmavirta. Mittaletkut ovat herkkiä haurastumaan tai tukkeutumaan normaalissa käytössä, joten niiden kunto on tarkistettava aina ennen käyttöä.

Kuvassa 13 vasemmalta oikealle: siipipyöräänemometri, kuumalanka-anemometri ja mikromanometri.



Kuva 4 Erilaisia ilmavirta- ja paine-eromittareita

Mittaustoleranssit suunnitelluista arvoista ovat erityyppisissä kohteissa seuraavanlaiset

- järjestelmäkohtainen poikkeama +/- 10 %
- huonekohtainen poikkeama +/- 20 %
- ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho (SFP) +/- 10 %
- huoneistokohtainen poikkeama +/- 10 % (10).

5.1.3 Vesivirtojen mittaukset ja säädöt

Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista (1047/2017) luku 4, pykälät 23 ja 24 määräävät, että työnjohtajan on huolehdittava siitä, että vesilaitteiston paine ja vesikalusteiden virtaamat säädetty, mitattu ja todettu suunnitelmien mukaisiksi ennen käyttöönottoa.

Linjasäätöventtiilistä virtausta mitattaessa työ etenee seuraavasti

- Kirjataan venttiilin sijaintia kuvaava tunnus, venttiilikoko, tyyppi ja esisäätöarvo
- Kiinnitetään mittausvälineen liittimet ja painemittariin, sekä toinen pää linjasäätöventtiiliin. Ilma poistetaan letkuista mittarin ohjeiden mukaisesti
- Mitataan paine-ero venttiilistä. Osaan mittareista voidaan asettaa käytetty linjasäätöventtiili ja sen esisäätöarvo valmiiksi, jolloin mittari laskee virtaaman automaattisesti. Muissa tapauksissa venttiilin ominaiskäyrältä luetaan paine-eroa ja esisäätöarvoa vastaava vesivirta.

Ominaiskäyrämenetelmän virhemarginaali on +-10 – 15 %. Mittausvirheen muodostumiseen vaikuttaa valitun mittarin tarkkuus, venttiilin kunto sekä käyrästön tarkkuus ja sen lukemisesta aiheutuva virhe.

Pumpun vesivirran mittaus voidaan myös suorittaa perinteiseen tapaan mittaamalla paineenkorotus pumpun yli ja lukemalla paineenkorotusta vastaava vesivirta pumpun ominaiskäyrästä. Oikean tuloksen saaminen vaatii, että juoksupyörän halkaisijatieto on oikea ja laskelmiin on käytettävissä sitä vastaava ominaiskäyrä. Menetelmä on silti epätarkka ja sen takia tämän käyttö on jäänyt vähäiseksi muiden menetelmien kehityttyä. (6.)

5.1.4 Vesijohtojen painekokeet

Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista (1047/2017) luku 4, pykälä 20 määrää, että työnjohtajan on huolehdittava vesijohtolaitteiston tiiveyden koestuksen suorittamisesta ennen käyttöönottoa. Vesilaitteiston tiiviys varmistetaan painekokeella vettä käyttäen. Työnjohtajan on tehtävä merkintä rakennustyön tarkastusasiakirjaan vesilaitteiston tiiveyden toteamisesta.

Asennusten jälkeen, ennen putkistojen ja laitteiden peittämistä ja eristämistä tehdään painekokeet. Metallisten vesijohtojen koepaine on talousvesiverkostoissa vähintään 10 bar. Paine ja tiiviyskokeet tehdään puhtaalla vedellä. Painekekeen kesto aika on vähintään 10 minuuttia. Veden lämpötilan täytyy olla kokeiden aikana vakio. Puristusliitoksia täytyy koe tehdä matalammalla paineella kuin tavallisesti, sillä on todettu että puristusliitokset saattavat säilyttää tiiveytensä korkeassa koepaineessa, mutta pettävät väärin puristettuina matalammassa käyttöpaineessa. Koepaineopöytäkirjaan määritellään käytettävä paine ja kokeen kesto.

Muovivesijohtojen painekoe tehdään seuraavasti: Suurin sallittu koepaine on 15 bar, ja sitä ei saa ylittää tiiviyskokeen aikana. Tavanomaisessa tiiviyskokeessa veden paine saa joustavan muoviputken laajenemaan, mikä näkyy mittarissa paineen alenemisena. Voi kestää jopa vuorokauden ennen kuin painetaso vakiintuu ja putkiston tiiviys on todettavissa. Muoviputkistolle tarkoitettu nopea koemenettely näyttää putkiston tiiveyden jo 2,5 tunnissa. Nopea koemenettely tehdään seuraavasti

- järjestelmä täytetään vedellä ja ilmataan.
- paine kohotetaan arvoon 1,5 x työpaine (enimmäistyöpaine 10 bar). Paine pidetään tällä tasolla puoli tuntia lisäämällä vettä putkiston laajentuessa. Varmistetaan, että putkistoon liitetyt laitteet kestävät koepaineen ja suljetaan ne tarvittaessa pois putkiston painekokeesta.
- tyhjennetään nopeasti vettä, kunnes paine on alentunut puoleen työpaineesta. Suljetaan tyhjennysventtiili.
- Tiiviissä putkistossa paine kohoaa muutamassa minuutissa vakaaseen arvoon (10 bar:n verkostossa 5 bar:ista noin 7 bar:iin).
- Painetasoa tarkkaillaan 1,5 tunnin ajan. Jos se ei alene tässä ajassa, järjestelmä on tiivis. Pieninkin vuoto näkyy heti painemittarissa. (4.)

5.2 Tarkastukset ja katselmukset

Viranomaisten suorittamilla katselmuksilla valvotaan projektin vastuuhenkilöiden eli työnjohtajien toimintaa. Katselmuksen suorittava taho katsoo, että onko heidän asettamansa määrätyt toimenpiteet ja tarkastukset tehty sekä onko heidän ilmoittamat puutteet korjattu. Katselmusten lisäksi rakennusvalvontaviranomainen voi määrätä pidettäväksi myös tarkastuksia.

Rakennusprojektin edellyttävät katselmukset on merkitty rakennuslupapäätökseen. Katselmuksen sisällöstä ja luonteesta voi rakennusvalvonta myös antaa erillisiä ohjeita rakennuslupapäätöksen yhteydessä. Vastaavan työnjohtajan tai KVV- tai IV-työnjohtajan on aina oltava mukana katselmuksessa, kuten myös rakennuttajan tai hänen valtuuttaman henkilön.

Kohteissa missä edellytetään myös terveystarkastajan katselmus kuten ravintoloissa, päiväkohteissa ja kuntosaleissa yms., suoritetaan katselmukset seuraavassa järjestyksessä:

- LVI-loppukatselmus
- palotarkastajan katselmus
- Käyttöönotto- ja/tai loppukatselmus
- terveystarkastajan katselmus.

5.2.1 Asennustapatarkastukset

Asennustapatarkastuksella voidaan valvoa peitettävän työosuuden oikeaoppinen asennustapa, jolla varmistetaan esimerkiksi käyttövesiputken tiiviys. Tarkastettavat kohteet täytyy pitää peittämättöminä siihen asti, kunnes niille määrätyt tarkastukset ja kokeet on tehty hyväksytysti.

5.2.2 Malliasennuskatselmukset

Malliasennuskatselmuksia suoritetaan eritoten useasti kohteissa, joissa tulee paljon samanlaisia huoneistoja, esimerkiksi kerrostalon asunnot. Urakoitsija valitsee tilaajan kanssa sopivan malliasennuskohteen, johon suoritetaan asennustyöt ensimmäisenä. Tilaaja sekä valvoja hyväksyttävät malliasennuskohteen, jolloin urakoitsija referensoi tätä suoritusta tuleviin asennuksiin.

5.2.3 Itselleluovutus

Itselleluovutuksessa urakoitsija tarkastaa itse suoritusvelvollisuuteensa kuuluvan työn laadun sekä korjaa mahdolliset virheet ja puutteet ennen tilaajalle luovutusta. Urakoitsijan täytyy ilmoittaa tilaajan edustajalle havaitsemistaan vakavista virheistä urakkasuorituksessaan ja toimenpiteistään niiden korjaamiseksi. Ennen vastaanottotarkastusta urakoitsijan on varmistettava itselleluovutuksella, että työ on heidän osaltaan valmis ja täyttää sopimuksen asettamat vaatimukset. (8.)

5.2.4 Loppukatselmus

Loppukatselmuksella rakennusviranomainen hyväksyy rakennuksen käyttöönotettavaksi. Loppukatselmus suoritetaan, kun kaikki muut tarkastukset ja katselmukset on suoritettu hyväksytysti. Ennen loppukatselmusta rakennuksen täytyy olla valmis rakennusluvan määräysten mukaisesti.

6 TOIMINTAKOKEET

LVI-järjestelmille suoritettavat toimintakokeet testaavat kaikki toiminalliset ja automaatiojärjestelmässä olevat laitteet. Toimintakokeissa tarkastetaan säätökaavion ja kojeluettelon pisteet, jotta tiedetään kaikkien kohteessa sijaitsevien laitteistojen toimivan suunnitellun mukaisesti.

Ennen toimintakokeita täytyy kaikkien eri urakoitsijoiden asennukset suoritettuina ja urakoitsijoiden väliset yhteiset toimintakokeet pidettyinä.

LVI-järjestelmien toimintakokeet pidetään yleensä kahdessa osiossa. Nämä osiot ovat ilmanvaihto, sekä käyttövesi ja lämmitys.

Toimintakokeet kirjataan pöytäkirjaan rasti ruutuun periaatteella. Käyttövesi- ja lämmityspuolen toimintakokeissa osiot voivat sisältää esimerkiksi seuraavia kohtia

- Kiertovesipumpun tilan näyttö ja hälytykset
- säätöventtiin säätö
- menoveden ylä- ja alarajahälytys (65 °C ja 52 °C)
- menoveden lämpötilamittaus täsmää automaatiosta fyysisiin mittareihin verrattuna
- toimilaitteiden ja antureiden merkintä
- veden lämpötilojen asetusarvot ja säätökäyrät
- pumppujen säätökäyrät
- kuormituskoe.

Koska moni LVI-puolen säädöistä perustuu ulkoilman lämpötilan vaihteluihin, monien toimintojen testaaminen voi olla hidasta. Tällöin voidaan järjestelmän toimintaa simuloida asetusarvoja muuttamalla, jolloin järjestelmä säätää itseänsä tämän tiedon avulla ja näin järjestelmät saadaan testattua. Testauksissa tarkoituksellisesti aiheutetut hälytykset on todettava alakeskuksen näytöltä, kuin myös fyysisesti järjestelmästä, kuten venttiin asennon muutoksesta.

Toimintakokeissa testataan rakennuksen kaikkien laitteiden yhteistoimintaa, jolloin toimintakokeiden suorittajalta vaaditaan osaamista koko talotekniikan alalta, automaatiosta ja sähköstä. Useimmiten järjestelmien yhteistoimintaa testattaessa onkin hyvä olla mukana konsultoimassa automaatiourakoitsijan edustaja.

7 LUOVUTUSMATERIAALI JA TYÖNJOHDON TARKASTUSLISTAT

Luovutusmateriaali luovutetaan yleisesti pääurakoitsijalle, tilaajalle ja rakennusvalvonnalle. LVI-luovutuskansio sisältää yleensä kolme eri osa-aluetta, jotka ovat tarkastusmateriaali, huoltomateriaali sekä loppupiirustukset.

Tarkastusmateriaaliin kuuluu ainakin mittaus- ja säätötulokset, tarkastukset, asennustodistukset ja viranomaisasiakirjat. Näiden dokumenttien avulla voidaan todeta että urakka on toteutunut suunnitelman mukaisesti, ja että asennettu talotekniikka on hyväksytty viranomaisilla, valvojilla ja siinä on seurattu hyvää rakennustapaa.

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan vuoden 2000 jälkeen on täytynyt luoda huoltokirja kaikille uudisrakennuksille, jotka ovat tarkoitettu pysyvään asumiseen tai työskentelyyn. Sama koskee myös saneerauskohteita, jotka ovat verrattavissa uusiorakentamiseen.

Huoltokirja on apuväline kiinteistön elinkaaren hallintaan ja sen avulla rakennus saavuttaa tavoitteellisen elinkaarensa toimivana kokonaisuutena oikeaoppisen huollon ja ylläpidon kautta. Huoltokirjaan kootaan kiinteistön huollon, kunnossapidon ja hoidon lähtötiedot, tavoitteet, ohjeet sekä tehtävät sekä tilojen käyttäjille annetut ohjeet. Huoltokirjassa johdetaan rakennusosien ja laitteiden käyttöikäavoitteista niiden kunnossapitajaksot sekä edelleen tarkastusten ja huoltojen ohjelmat. Huoltokirjassa esitetään myös hyvän energiatalouden ja sisäilmaston edellyttämiä hoito-, huolto- ja kunnossapitotehtäviä.

Oikein käyttöön otettu, ylläpidetty ja hyödynnetty huoltokirja liiteosineen on arvokas tietolähde kiinteistön omistajille, isännöitsijälle, käyttäjille ja huolto-organisaatiolle. Huoltokirja varmistaa tietojen säilymisen myös vastuuhenkilöiden vaihtuessa.

LVI-huoltokirjan tulisi sisältää ainakin seuraavat pääosat

- Toimitettujen laitteiden huolto- ja käyttöohjeet
- laitteiden toimittajien yhteystiedot
- täytettävä huoltopöytäkirja huoltoväleineen.

Tarkastusmateriaaliin kuuluu ainakin mittaus- ja säätötulokset, tarkastukset, asennustodistukset ja viranomaisasiakirjat. Näiden dokumenttien avulla voidaan todeta urakan toteutuneen suunnitelman mukaisesti, sekä että asennettu talotekniikka on hyväksytty viranomaisilla, valvojilla ja siinä on seurattu hyvää rakennustapaa.

Loppupiirustuksiin sisällytetään lopulliset LVI-kuvat. Yhdessäkään urakassa ei voida edetä alusta loppuun täydellisesti suunnitelmien mukaisesti ja muutoksia tulee tehtyä aina. Siitä syystä urakan päätteeksi urakoitsijan on korjautettava kuvat todelliseen muotoon ilmoittaen tehdyistä muutoksista

suunnittelijalle ja tilaajalle. Loppupiirustuksiin on myös hyvä merkitä mahdolliset riskialueet. Esimerkkinä voidaan mainita tapaus, jossa naula on iskenyt lattialämmitysputkeen reiän, joka on paikattu jälkeenpäin, koska putkea ei voida vaihtaa lattiavalusta. Tästä on hyvä tehdä merkintä loppukuviin, jotta ongelmatilanteessa voidaan tarkastaa ensimmäisenä riskialue. (10.)

7.1 Takuu aika

Takuu aika tavallisessa LVI-urakassa on kohteen luovuttamisesta alkava kahden vuoden pituinen aika, jolloin on suoritettava vaadittuja urakkahintaan kuuluvia huolto- ja tarkastustoimenpiteitä. Urakoitsija on myös velvollinen korjaamaan takuuajana huomatu virheellisestä tuotteesta tai asennustavasta johtuvat viat veloituksetta.

Vuositarkastus on suoritettava rakennuksen käyttöönoton jälkeen aikaisintaan 12 ja viimeistään 15 kuukauden kuluttua. Urakoitsijan on ilmoitettava vuositarkastuksen ajankohdasta kohteen omistajalle, vakuuden antajalle ja käyttäjälle vähintään kuukautta ennen sen suorittamista. Vakuuden antajalla ja sen edustajalla on oikeus osallistua vuositarkastuksien katsauksen suorittamiseen.

Urakoitsijan tulee laatia vuositarkastuspöytäkirja, johon kirjataan havaitut virheet. Jos vuositarkastuksen jälkeen huomataan virhe, jonka olisi voinut havaita ennen vuositarkastusta käyttäjän toimesta, voi hän menettää oikeutensa vedota takuuseen.

Takuuajan toimenpidelistat on kerrottu projektin LVI-työselostuksessa.

Kerran vuodessa suoritettavia takuuajan toimenpiteitä voivat olla

- pumppujen toimivuuden kokeilu
- hälytysarvojen testaus
- putkistojen ja liittimien vuotojen ja hapettumisen tarkastus
- laitteiden nestepitoisuuksien tarkkailu ja tarvittaessa täyttäminen

Kahdesti vuodessa suoritettavia takuuajan toimenpiteitä voivat olla

- säätö- ja palopeltien toiminnan tarkastus
- suodattimien kunnon tarkastus ja puhdistaminen
- toimintojen ja säätöjen tarkastaminen
- ilmanvaihtokoneen hihnan tarkistaminen ja tarvittaessa kiristäminen

Kerran takuuajana suoritettavia takuuajan toimenpiteitä voivat olla

- lämmitysverkostojen tasapainotus
- mutataskujen ja vastaavien laitteiden puhdistaminen
- laitteiston lämpötilojen ja paineiden tarkastaminen
- liitosten tiiveyden tarkastaminen ja tarvittaessa korjaaminen, sekä tarvittavien voiteluaineiden lisääminen
- vuositarkastuksessa huomattujen ja muiden puutteiden tai virheiden korjaus

7.2 Tarkastuslistat

Osana opinnäytetyötä luotiin ja täydennettiin AHS Tekniikka Oy:lle tarkastuslistoja eri rakennusvaiheille. Tarkoituksena olisi, että työnjohtaja kävisi tarkastamassa valmistuneen osa-alueen tarkastuslistan kanssa raksi ruutuun menetelmällä. Tällä tavoin varmistutaan siitä, että asennukset on suoritettu oikeilla asennusmenetelmillä suunnitelmien mukaisesti.

Työvaiheet on helppo jaotella seitsemään osaan LVI-urakan kannalta. Suorittamisjärjestyksessä nämä ovat

- ulkopuoliset vesijohdot ja viemäroinnit
- valutarkastus
- väliseinävaihe
- alakaton yläpuoliset asennukset
- ullakko ja vesikatto
- kalustusvaihe
- toimintakokeet ja käyttöönotto

Listoja on tarkoitus tehdä enemmän ajan kuluessa ja uusien näkökulmien avautuessa ja nykyisetkin listat on tarkoitettu muokattaviksi kohdekohtaisesti. Esimerkki tarkastuslistasta on esitetty kuvassa 14.

AHS Tekniikka

Mittaus/ tarkastuspöytäkirja, lattiavaluun asennettavat putkitukset						
Kohde:						
Osoite:						
Ohje: tarkastaja merkkää ok ja nimikirjaimet, jos tarkastettava asia on valukunnossa.						
Viemärointi						
Tila	pvm	Viemäripist eiden sijainnit ja määrä on tarkistettu	Lattiakaivojen korko on tarkistettu	Viemäritulpat on paikollaan	Viemärit on kuvattu	Jakotukki kaappi on seinän sisällä

Kuva 14 Lattiavalun alapuolisten asennusten tarkastuslista

8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selventää LVI-projektien rakennusaikaista toimintaa asentaja- sekä työjohtotasolla ja luoda laadunvarmistusjärjestelmä AHS-tekniikka Oy:n käytettäväksi. Tavoitteena oli myös perehtyä LVI-rakentamisen laadunvarmistukseen ja miettiä miten varmistetaan ensiluokkainen lopputulos jokaisella työmaalla.

Opinnäytetyössä luotiin tarkastuslistoja, laadunvarmistussuunnitelma sekä asennusmuistio, joita voidaan käyttää tulevilla projekteilla hyödyksi. Tämä raportti sisältää tietoa ja viitteitä lähteisiin, joiden avulla voidaan tutustua ja kerrata asennukseen sekä laadunvarmistukseen liittyviä asioita.

Työssä käytettiin hyväksi paljon töissä opittua ja kollegoilta opittua tietoa ja kokemusta. Suurin osa tiedoista kuitenkin löytyi alan ammattilaisten kirjallisuudesta ja rakentamismääräyksistä.

Tämä opinnäytetyö tulee toimimaan ohjenuorana asentajille sekä työjohdolle. Sitä tullaan päivittämään jatkuvasti tulevaisuudessa.

LÄHTEET

1. Uponor. Mallityöselostus. Hakupäivä 4.12.2020. <https://www.uponor.fi/UponorInternet/DirectDownload?did=BAA4EDF1402840DEA48EC9A06511E69D>.
2. LVI 20-10348 2004. Putkistojen asennus. Hakupäivä 4.3.2021. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/LVI%2020-10348>. Vaatii lisenssin.
3. Lampola, Tiia & Kuikka, Sakari. Viemäreiden kuntotutkimusopas 2018, Helsinki. Hakupäivä 27.3.2021. https://www.vvy.fi/site/assets/files/2519/viemareiden_kuntotutkimusopas.pdf
4. LVI 01-10355 2002. TalotekniikkaRYL 2002 Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset Osa 1. RTS, LVI-Keskusliitto ry & Sähkötieto ry. Hakupäivä 4.3.2021. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/LVI%2001-10355>. Vaatii lisenssin.
5. RT 84-10818 2004. Putkistojen ja kanavien kannakointi. RTS. Hakupäivä 4.3.2021. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2084-10818?page=1>. Vaatii lisenssin.
6. LVI 014-10291 1999. Lämmitysverkostojen vesivirran mittaus. RTS, LVI-Keskusliitto ry. Hakupäivä 4.3.2021. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/LVI%20014-10291>. Vaatii lisenssin.
7. Ympäristöministeriön asetus eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä. 555/2013. Hakupäivä 10.1.2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130555>.
8. RT 16-10660 1998. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. RTS, RAKLI ry. Hakupäivä 4.3.2021. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2016-10660>. Vaatii lisenssin.
9. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdesta. 1009/2017. Hakupäivä 4.3.2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171009%23Pidp446795120>.

10. Pirinen, Auli & Kukkonen, Esko 2000. Rakennuksen huoltokirjan laadinta ja hyödyntäminen. Hakupäivä 4.3.2021. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020601.pdf>.