



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Mika Lehtonen

Uudiskerrostalokohteen LVI-tarkastukset

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari, LVI (AMK)

Rakennusalan työjohto

Opinnäytetyö

8.5.2020

Tekijä Otsikko	Mika Lehtonen Uudiskerrostalokohteen LVI-tarkastukset
Sivumäärä Aika	27 sivua + 1 liitettä 8.5.2020
Tutkinto	Rakennusmestari, LVI (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennusalan työnjohtto
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tekniikka
Ohjaajat	lehtori Aamos Lemström projektipäällikkö Mikael Ahola
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda T2H Rakennus Oy:n työnjohtajille opas uudiskerrostalokohteen tavanomaisimmista LVI-töistä ja niiden laadunvarmistuksesta.</p> <p>Työ etenee rakennusteknisten töiden mukaan vaiheittain maanrakennustöistä luovutusvaiheeseen käsitellen vesi- ja viemärijärjestelmiä, ilmanvaihtoa ja lämmitystä. Jokaisen eri vaiheen kohdalla on avattu silloin tehtäviä LVI-töitä, asennustapoja ja materiaalitietoja. Työssä on käytetty tietolähteinä materiaali- ja tavarantoimittajien ohjeistuksia, sekä hyvän rakennustavan määrittäviä dokumentteja.</p> <p>Työn tuloksena syntyi selkeässä rakennusteknisten töiden määrittämässä järjestyksessä etenevä tietopaketti kerrostalokohteen LVI-töistä. Työn sisältö ja laajuus määrittyi lähinnä asukastarkastus listojen, yksivuotistarkastuslistojen ja omien kokemusten perusteella.</p> <p>T2H Rakennus Oy:lle tehtiin tarkastuslomakepohja, jota työnjohtaja voi hyödyntää laadun varmistamiseksi. Pohja on yksinkertainen tarkastuslista tyyppinen ratkaisu.</p>	
Avainsanat	LVI, työjärjestys, tarkastus

Author Title	Mika Lehtonen HVAC inspections in new apartment building
Number of Pages Date	27 pages + 1 appendices 8 May 2020
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	HVAC Engineering
Instructors	Aamos Lemström, Senior Lecturer Mikael Ahola, Project Manager
<p>The purpose of this bachelor's thesis was to create a guide for the site supervisors of a company. The guide was to include quality control principles and the description of the most common HVAC systems and installation methods. The scope of the final year project was defined on the basis of residential check lists, one-year inspection check lists and personal experience.</p> <p>This thesis discussed the HVAC tasks, installation methods and materials of water and sewer systems, ventilation and heating at each of the construction phases from excavation to handover. The discussion in the thesis was based on installation and material manuals from suppliers, written installation introductions and documents that define good practices in construction.</p> <p>The outcome of this thesis was compact information package about the HVAC, plumbing and sewage works in a new apartment building. The commissioning company received a simple check list tool that the site supervisors can use to ensure better quality at each construction phase.</p>	
Keywords	HVAC, procedure, inspection

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Opinnäytetyön rajaus	1
1.2	Opinnäytetyön rakenne	2
1.3	Tutkimusongelma	2
2	Pohjustus ennen töiden aloittamista	3
3	Maanrakennus- ja perustusvaihe	3
3.1	Rakennepohjan salaojitus	4
3.2	Sade- ja hulevesiputkistot	5
4	Runkovaihe	6
4.1	Käytävien putkirunkolinja ja -nousut	6
4.1.1	Kupariputket	6
4.1.2	Teräsputket	7
4.1.3	Kupari- ja teräsputkien kannakointi	8
4.2	Viemärit	8
4.2.1	Muoviviemärit	9
4.2.2	Valurautaviemärit	9
4.2.3	Viemäreiden kannakointi	10
4.3	Ilmanvaihtokanavistot	11
4.3.1	Kanavistojen asennukset	11
4.3.2	Puhdistusluukut	12
4.3.3	Säätöpellit	12
4.3.4	Äänenvaimentimet	12
4.4	Lattialämmitys, runko- ja sisätyövaihe	13
4.4.1	Lattialämmitysputkien asennuksen aloitus	13
4.4.2	Materiaalit ja asennustapa	13
5	Sisätyövaihe	14
5.1	Asuntokohtaiset vesijohdot ja vesikalusteet	14
5.1.1	PEX-putket	14

5.1.2	Vesikalusteet	15
5.2	Radiaattorit	15
5.3	Lämpö- ja vesijohtojen eristäminen	16
5.4	Ilmanvaihtojärjestelmän viimeistely	18
5.4.1	Ilmanvaihtokanaviston puhtaus ja ilman laatu	18
5.4.2	Tulo- ja poistoilmaventtiileiden asennus	19
5.4.3	Ilmanvaihtokanaviston palopellit	20
5.4.4	Ilmanvaihtokanaviston lämpö- ja paloeristäminen	20
6	Viimeistelyvaihe	21
6.1	Vesilaitteiston paineen ja vesikalusteiden virtaamien mittaus ja säätö	21
6.2	Vesilaitteiston huuhtelu	21
6.3	Jätevesilaitteiston tiiviys	22
6.4	Ilmanvaihtojärjestelmä suunnitelmanmukaisuuden todentaminen	22
7	Yhteenveto	23
8	Pohdinta	24
	Lähteet	26

1 Johdanto

Opinnäytetyö tehdään T2H Rakennus Oy:lle, joka on perustajaurakoitsija. Se tarkoittaa siis sitä, että yhtiö hankkii tontin, suunnittelee, rakentaa ja markkinoi sekä myy kohteensa itse.

Uudiskohteita tulee jatkuvasti markkinoille monilta tahoilta ja kilpailua asiakkaista riittää. Tämän vuoksi on tärkeä erottua muista tarjoajista. Yksi merkittävä tekijä on laatu. Tämän työn tarkoitus on mahdollistaa myös rakennusteknisen koulun käyneen työnjohtajan LVI-puolen töiden valvonnan. Talotekniikan toimivuus näyttelee suurta osaa asumismukavuudessa ja sen toimivuus on avainasemassa, kun halutaan tyytyväisiä asiakkaita. Toimiva talotekniikka ja huolella viimeistellyt pinnat tekevät asiakkaat tyytyväisiksi ja jopa hankkimaan lisää asuntoja.

Asuinrakentamisessa LVI-järjestelmät ovat suhteellisen yksinkertaisia, mutta niiden toimivuudella on suuri merkitys asumismukavuudessa ja työssä on tarkoitus luoda niitä valvovalle työnjohtajalle mahdollisimman yksinkertaisesti ja helposti käytettävä työkalu halutun ja toimivan lopputuloksen saamiseksi.

T2H Rakennus Oy:n myyntivaltteja asunnoissa ovat normaalia korkeampi huonekorkeus ja suuret ikkunat. Näiden tekijöiden vuoksi on erityisen tärkeää, että talotekniset työt on tehty suunnitelmien mukaan mm. ilmanvaihto ja lattialämmitysjärjestelmä.

1.1 Opinnäytetyön rajaus

Työ rajattiin käsittelemään vain betonielementeistä rakennettuja kerrostaloja, koska suurin osa T2H Rakennus Oy:n tekemistä valmiista asunnoista on juuri näitä. Työssä pyritään tuomaan esille kaikki LVI-urakointiin ja urakoitsijaan liittyvät vaiheet betonielementtikerrostalon rakentamisessa ja sen valmistumisesta. Jokaista aihealuetta ei avata kuitenkaan perinpohjaisesti vaan annetaan suuntaviivat ja mahdollisuus ymmärtää esimerkiksi tietyn rakennusvaiheen LVI-työt ja se, mitä ne työvaiheet pitävät sisällään. Myös

LVI-tekniisiin materiaaleihin, asennuksiin ja asennus ja materiaalien työstötapoihin on otettu kantaa.

Työ etenee vaihe vaiheelta maanrakennustöistä luovutusvaiheeseen ja on jaoteltu neljään suurempaan kokonaisuuteen: maanrakennus-, runko-, sisätyö- ja viimeistelyvaihe.

1.2 Opinnäytetyön rakenne

Opinnäytetyöstä oli tarkoitus tehdä mahdollisimman johdonmukainen ja helposti lähestyttävä. T2H Rakennus Oy:n opinnäytetyön ohjaajan kanssa käytiin aloitusvaiheessa läpi, minkälaisen rakenne ja jaksotus työhön pyritään saamaan. Keskusteltiin myös siitä, minkälaisiin ongelmiin/reklamaatioihin on työmailla törmätty ja sisältö on painotettu näihin osa-alueisiin. Työn kirjallisuusselvitys päädyttiin jakamaan neljään eri pääotsikkoon – maanrakennus, runko-, sisätyö- ja luovutusvaiheeseen.

Jokaisen pääotsikon alla on pyritty avaamaan mahdollisimman paljon kyseiseen työvaiheeseen liittyvää kirjallisuustietoa ja kuvia. Tällöin tuleva LVI-töiden työnjohtaja voi helposti seurata tekstin ja työn etenemistä samaan aikaan, eikä tietoa tarvitse niinkään etsiä työn sisältä. Lisäksi työhön kuuluu johdanto ja yhteenveto. Kirjallisuusselvityksessä on pyritty pysymään tavanomaisimmissa uudiskerrostalo asuintuotannon järjestelmissä, niiden materiaaleissa ja asennustavoissa

1.3 Tutkimusongelma

Asumismukavuuteen vaikuttaa merkittävästi LVI-järjestelmien toimivuus. Silloin tällöin asiakkailta tulee reklamaatioita tai huomautuksia, ja pohjimmainen ongelma on peräisin taloteknisistä järjestelmistä.

Kävin kolmen vuoden ajalta eri T2H Rakennus Oy:n kohteiden asukastarkastus- ja yksi-voitustarkastuslistoja läpi. Muistelin myös oman työurani aikaisia haasteita järjestelmien asennukseen ja toimivuuteen liittyen. Näiden tietojen pohjalta on kasattu mahdollisimman kattava, mutta yksinkertainen selvitys liittyen taloteknisten järjestelmien rakentamiseen, materiaaleihin ja luovutusvaiheeseen.

2 Pohjustus ennen töiden aloittamista

LVI-työt perustajaurakoitsijan osalta alkavat suunnittelijalta saatujen laskentakuvien jälkeen hankinnalla. Kohteen hankkija lähettää tarjouspyynnöt urakoitsijoille ja valitsee saamistaan tarjouksista sopivimman urakoitsijan, jonka kanssa pyritään tekemään sopimus kyseisen kohteen urakasta. Urakan sisällöt ja työn tekniset suoritukset vaihtelevat kohdekohtaisesti. Eikä yleensä ole koskaan saman sisältöistä sopimusta kohteissa, vaikka suunnitelmat ja tietyt asennus- ja toimintatavat ovat vakioitu. Hankintavaiheessa mukana projektiorganisaatiosta ovat yleensä projektipäällikkö, vastaava työnjohtaja ja hankintainsinööri.

Urakoitsijan valikoiduttua esitellään vielä kohdetta ja pidetään aloituspalaveri, jossa käydään T2H:n työnjohdon ja urakoitsijan kanssa sopimuksen tekninen sisältö yhdessä läpi LVI-työselostuksen kanssa. Myös suunnitelmissa oleviin epäkohtiin puututaan, mikäli niitä on havaittu ennen töiden aloitusta ja pyydetään suunnittelijaa korjaamaan ne kuviin. Työn päivittäistä teknisen osan suorittamista valvoo T2H Rakennus Oy:n siihen nimetty työnjohtaja sekä vastaava työnjohtaja. Teknisen työn valvonnassa on myös syytä käyttää ulkopuolista valvojaa tai konsulttia apukätenä, jolle T2H Rakennus Oy:n kohteet ja toimintatavat ovat tuttuja. Ulkopuolisen ja ammattitaitoisen valvojan apu ja tarkastuskäynniltä saatavat raportit ovat hyvä lisä laadunvarmistuksessa.

Urakoitsijan on hyväksyttävä LVI-työnjohtaja rakennusvalvonnalla, minkä jälkeen pidetään rakennusvalvonnan kanssa LVI-aloituskokous ennen varsinaisten töiden aloitusta.

3 Maanrakennus- ja perustusvaihe

Maanrakentaja tekee lähtökohtaisesti kaikki talon ulkopuolella sijaitsevat KVV-järjestelmät. Tätä työtä varten heidän tulee hyväksyttävä rakennusvalvonnassa ulkopuolen KVV-työnjohtaja ennen töiden aloitusta. Tyypillisiä ulkopuolen KVV-työnjohtajan valvottavia työvaiheita ovat salaojien teko, tonttijohdon vetäminen lämmönjakohuoneeseen asti, ulkopuolisten jäte- ja sadevesiviemäröintien teko viivytysputkineen sekä mahdolliset pumppaamojärjestelmät. Tilaajan, eli tässä tapauksessa T2H:n edustajan on myös oltava valppaana kaukolämmön tilaamisen suhteen. Se on huomattavasti helpompi viedä

kellarissa sijaitsevaan lämmönjakohuoneeseen, kun rakennuksen sivustat ovat vielä auki.

3.1 Rakennepohjan salaojitus

Rakennussuunnittelija suunnittelee rakennuspohjan salaojituksen veden kapillaarivirtauksen katkaisemiseksi ja pohjavedenpinnan pitämiseksi riittäväällä etäisyydellä rakennuksen alapohjasta, sekä perustusten kuivatusvesien johtamiseksi pois perustusten viirestä ja rakennuksen alta.

Rakennuksen salaojitusjärjestelmä koostuu salaojaputkista, salaojituskerroksesta, sala-ojakaivoista, tarkastusputkista/-kaivoista ja kokoojakaivosta (perusvesikaivosta). Kerrostalokohteessa vedet johdetaan yleensä perusvesikaivosta hulevesiviemäriin. Salaojituskerros tehdään karkearakeisesta maa-aineksesta rakennuksen ympärille ja alle. Järjestelmän toiminnan kannalta olennaista on se, että salaojituskerros muodostaa suoraan salaojitusputkistoon yhteydessä olevan materiaalikerroksen.

Salaojaputket asennetaan pääsääntöisesti suoraviivaisesti tarkastuskaivoihin, mutta yhden loivan kaarteen voi sallia tarkastuskaivojen väliä kohti. Kaivot olisi hyvä sijoittaa rakennusten nurkkien läheisyyteen niin, että ne ovat helposti havaittavissa ja niihin pääsee helposti käsiksi. Salaojaputkien kaltevuuden tulee olla vähintään 1:200, tavallinen kaltevuus on kuitenkin 1:100. Alla näkyvässä kuvassa on perusajatus salaojaleikkauksesta [1; 2; 6.]



1. Perusmuuri
2. Bitumikermi
3. Perusmuurilevy
4. Tiivis pintamaa
5. Routaeriste
6. Vierustäyttö
7. Suodatinkangas
8. Salaojasora
9. Salaojaputki
10. Sadevesiputki
11. Perusmuurilevyn reunalista
12. Salaojan tarkastuskaivo

Kuva 1. Perusajatus salaojaleikkauksesta

3.2 Sade- ja hulevesiputkistot

Hulevesillä tarkoitetaan yleisesti rakennuksien katoille tai muille pinnoille kerääntyviä sade- tai sulamisvesiä. Kiinteistön alueella oleville pinnoille, joihin vedet eivät voi imeytyä tai niitä ei muulla tavalla voida johtaa pois, varustetaan hulevesien keräysjärjestelmällä esimerkiksi sadevesi-, katto-, tai rännikaivoilla. Yleisesti ottaen kiinteistön piha-alueesta tehdään myös pinnantasasuunnitelma ja piha muotoillaan sen mukaan.

Ensisijaisesti hulevedet on määrätty imeytettäväksi tai viivytettäväksi kiinteistön pihalla. Toissijainen ratkaisu on niiden johtaminen vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriverkostoon. Hulevesijärjestelmään ei saa johtaa ympäristölle tai viemärin toiminnalle haitallisia aineita, koska vedet johdetaan normaalisti vesistöihin tai ne kulkeutuvat pohjavesiin. Tämän takia pihakaivot varustetaankin sakkapesillä.

Sade- ja hulevesiputkien mitoituksesta vastaa suunnittelija, jonka tulee piirtää ne komponentteineen määräysten mukaan. [6; 8; 12.]

4 Runkovaihe

Runkovaihe käsittää tässä työssä anturoiden jälkeiset työvaiheet vesikaton valmistumiseen saakka. Tässä vaiheessa viimeistään tulisi olla hankittuna LVI-urakoitsija, joka pääsisi aloittamaan töitään pohjaviemäreiden asennuksilla. Kohteessa ollessa maanvarainen lattia, on kiinnitettävä erityisesti huomiota kaatojen ja kaivojen korkojen toteutumiseen sekä kannakointiin. Tuulettuvassa alapohjassa korjauksia voidaan tehdä vielä suhteellisen pienellä vaivalla, mutta sielläkin on tärkeää kiinnittää huomiota ja tarkastaa yllä mainitut asiat.

Kun runko alkaa nousemaan kerros kerrokselta aloitetaan runkolinjojen tekeminen käytävien kattoihin. Samalla myös IV-asentaja voi aloittaa huoneistojen kanavoinnit kylpyhuoneiden osalta, koska kylpyhuoneiden viemäriasennusten jälkeen sinne ei ole mitään asiaa tikkaiden kanssa. Viemäriasennusten jälkeen voidaan asentaa kylpyhuoneiden lattioiden rauditusverkot, joihin lattialämmitysputken sitten sidotaan kiinni. Lattialämmitys jakotukit voidaan asentaa myös tässä vaiheessa.

Ennen vesikaton rakennusta on ilmanvaihtoasentajan hyvä nostaa suuret ullakkotilaan menevät kanavansa katolle ja IV-kone konehuoneeseen, näitä on todella haastava katon valmistuttua enää saada sisälle. Tässä myös työnjohtajan on hyvä olla valppaana koska yleensä iv-koneissa on parin kuukauden toimitusajat.

4.1 Käytävien putkirunkolinjat ja -nousut

Käytävien putkirunkolinjat ja -nousut toteutetaan T2H:n kohteissa useimmiten kupari- ja teräsputkista ja liitokset tehdään puristusliitoksina.

4.1.1 Kupariputket

Kupariputken pinta on kaasuja, nesteitä ja bakteereja läpäisemätön putkimateriaali. Se on kuitenkin kohtuullisen pehmeää ja sitä tulee käsitellä varoen. Pehmeyden myötä sitä on myös helppo työstää, jonka vuoksi se on suosittu materiaali putkitöissä. Suojaamatomat ja eristämättömät putkipinnat ovat herkkiä korroosiolle, mikäli pinnoille pääsee betonia tai jotain muuta sementtipohjaista materiaalia. Putken ulkopinnat tulee siis puhdistaa huolellisesti ennen niiden eristystä. Kupariputki sopii sekä pinta- että

piiloasennuksiin. Sitä saa myös kromipinnoitettuna ja maalattuna, varsinkin kromipinnoitettuja käytetään usein kylpyhuoneiden pinta-asennuksissa. Kupariputkea taivutettaessa tulee ottaa huomioon, että käytetään asianmukaista taivutustyökalua. Putken pinta ei saa rypytyä taivutuksen seurauksena, eikä sen profiili saa olla litistynyt kuin enintään 10%. Putkien katkaisu hoituu oikeaoppisesti hienohampaisella sahalla tai sitten kupari-leikkurilla. Katkaistu pää on siistittävä ja jäysteet poistetaan ulko- ja sisäpinnoilta.

Kupariputkien liitoksissa on monta työtappaa. Niitä voidaan tehdä juottamalla, pusertamalla, puristamalla, pistämällä ja laippaliitoksella. T2H Rakennus Oy:llä tavallisin liitosmalli on puristeliitos. Tämän liitostavan tekemiseen tarvitaan esimerkiksi Geberitiltä löytyvä puristusjärjestelmä, se sisältää puristuskoneen ja sarjan eri kokoisia leukoja. Puristusliitokset tulee asentaa huollettavaan tilaan ja painekokeet tehdä ennen kuin kattoja tai muita rakenteita suljetaan, näin pyritään ehkäisemään puristamattoman liitoksen aiheuttamat vahingot. Puristuskokeen voi tehdä esimerkiksi kerros kerrallaan. [13]

4.1.2 Teräspuutket

Sisäiset lämpöjohtorungot ovat ohut seinämäistä päältä sinkittyä teräspuutkea. Sinkitty teräs on tavallista hiiliterästä, jossa on suojaava sinkkipinnoite. Prosessina sinkityksessä on kaksi tapaa, kuumasinkitys ja galvanointi. Kuumasinkityksessä teräspuutke upotetaan kuumaan sinkkiin, jolloin sinkkipinnoite tulee sekä ulko-, että sisäpinnalle. Galvanoinnissa sinkitys toteutetaan sähkövirran avulla. Tällöin puutke on mahdollista sinkittää vian sisä- tai ulkopinnalta. Jälkimmäinen, eli ulkopinnalta sähkösinkitty puutke on suosittu suljetuissa lämmitysjärjestelmissä.

Yleisin liitostapa on kierre- tai puristusliitos. T2H Rakennus Oy:n kohteissa sisäiset lämpöjohtorungot toteutetaan puristeosin (Geberit), koska sinkitty pinta ei kestä hitsaamista. Muuten puutken työstämisessä on huomioitava, että niitä ei saa katkaista kulmahiomakoneella tai hitsauslaitteistolla, vaan katkaisu tapahtuu kylmäkatkaisuna. Ylimääräisen virtausvastuksen pienentämiseksi katkaisussa syntyneet jäysteet on poistettava. Mikäli kierreosia joudutaan käyttämään esimerkiksi venttiilien asennuksissa, ne tulee tiivistä hampulla ja puutkikitillä tai vaihtoehtoisesti teflon pinnoitteisella nauhalla. Tiivistysmateriaalin käytössä tulee olla tarkkana sen oikeasta määrästä. [2]

4.1.3 Kupari- ja teräsputkien kannakointi

Kannakointiin vaikuttaa mitä putkimateriaalia käytetään ja kannakoidaanko pysty- vai vaakasuuntaisia asennuksia. Kannakoinnin päätavoitteena on pitää putki sille suunnitellulla paikalla käyttötilanteessa (kun putki on täynnä vettä) ja estää sen liikehdintä esimerkiksi paineiskujen takia. Äänitekniset asiat tulee myös ottaa huomioon ja piiloasennuksissa kannakkeissa tulee olla kumitiiviste putken pintaa vasten. Kuvan 2 taulukosta voi havainnoida eri kokoisten ja eri materiaaleista valmistettujen putkien vähimmäiskannakointivälit.

LVI-ohjekortin (12-10370) mukaiset kannatusvälit putkille ovat seuraavat:

TERÄSPUTKET		KUPARIPUTKET		MUOVIPUTKET			MONIKERROSMUOVIPUTKET	
DN		d _e		d _e	PVC,PEH,PEM	PEL,PEX,PB	d _e ²⁾	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
<20	2500	8...15	400...600 ¹⁾	<20	700	300	<20	1200
20	2500	<22,0	1250	20	700	300	20	1300
25	2500	22,0	2500	25	900	400	25	1300
32	2500	28,0	2500	32	1000	400	32	1400
40	2500	35,0	2500	40	1100	500	40	1400
50	3000	42,0	2500	50	1200	500	50	1500
65	4000	54,0	2500	63	1400	600	63	1500
80	4000	63,0	2500	75	1500	600	75	1500
100	5000	76,1	3000	90	1600	700		
125	5000	88,9	3000	110	1700	700		
		108,0	3000					

¹⁾pinta-asennuksessa lämmitysputket 400...500 mm,

käyttövesiputket 600 mm, hehkutettu kupariputki 300 mm

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

Kuva 2. Vesijohtojen kannakointivälit eri putkimateriaaleille (Putkistojen ja kanavien kannakointi 2004: 3)

4.2 Viemärit

Pohjaviemäreiden asennus tulisi suorittaa mahdollisimman nopeasti, kun talon pohjat ovat valmiit, jos kohteessa on maanvarainen lattia. Tuulettuvassa alapohjaratkaisussa ne voidaan tietysti asentaa vasta kun alimman kerroksen lattia on asennettu paikoilleen, mutta ennen lattian asennusta ne olisi hyvä nostaa jo alapohjaan, koska tämän jälkeen niitä ei tarvitse yrittää taitella ahtaista väleistä. Pohjaviemäreiden asennuksen jälkeen seuraa holvilla asuntojen viemärihajotukset, tässä tulee kuitenkin huomioida, että

kylpyhuoneen kattoon olisi jo asennettu ilmanvaihtokanavat. Muuten voi käydä niin että ilmanvaihtoasentaja tikkaidensa kanssa rikkoo kylpyhuoneen lattian viemäriasennukset. Betonivalujen sisään jäävät viemärit tehdään muovista ja näkyville jäävät viemärit toteutetaan valurautaisina. [2; 3.]

4.2.1 Muoviviemärit

Sisä- ja ulkopuoliset jätevesiviemärit tehdään tyyppihyväksytyistä Uponor HTP- viemäriputkista kumirengasliitoksin (vakio-osin). Muoviviemärit sopivat hyvin valuun asennettaviksi toisin kuin valurautaiset viemärit. Se on toimintavarma ja kestävä kiinteistö viemäri rakennuksen jätevesien viemärointiin. Järjestelmä on polypropeenista valmistettava ja on pitkäikäinen ja lämmönkestävä.

Putket liitetään pääosin putkien ja yhteiden päissä olevilla muhviosilla. Yllä mainittu kumirengas tiiviste tulee aina olla muhviosassa, jotta se on vedenpitävä. Tiivisteet ovat normaalisti väriltään mustia. Katkaisu on yksinkertaista ja siihen voi käyttää monia hienohampaisia työkaluja, on vain huolehdittava, ettei putki halkea ja katkaistu pinta siistiään esimerkiksi puukolla, jotta tiiviste ei vaurioidu ja liitoksesta tulee tiivis. Liitoksen tiivisterengas tulee myös muistaa sivellä liukuaineella, ettei tiiviste lähde paikoiltaan pois. [3]

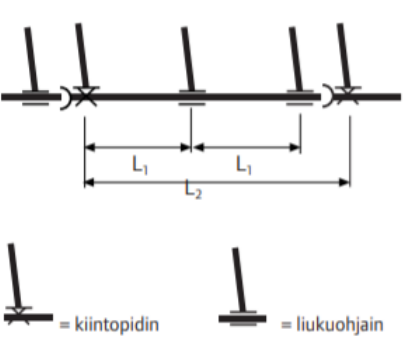
4.2.2 Valurautaviemärit

Suunnitelmissa yleinen merkintä valurautaviemäriksi on GR. Niitä käytetään pääosin ääni- ja paloteknisten ominaisuuksien takia. Asennuksen osalta muoviväreihin eroavaisuutta tuo liitostapa. Valurautaviemärit liitetään toisiinsa momenttiin kiristettävillä liitospannoilla ja kahden putken liitoksen väliin jää muutaman millimetrin väli. Näin vältetään äänisiltojen syntymiseltä.



Valurautaviemäriin katkaisu tulee tehdä siihen tarkoitukseen suunnitellulla koneella (ns. ketjukatkaisin). Laikalla katkaisu ei ole sallittua koska lämpötila muuttaa valuraudan koostumusta ja on tällöin alttiimpi korroosiolle. Katkaistun valurautaviemäriin sisäpinnalle tulee sivellä tarkoitukseen soveltuvalla pinnoitteella. [6; 7.]

4.2.3 Viemäreiden kannakointi

Tärkeää kannakoinnissa on huomioida putken paino täytenä. Sama idea pätee viemäreihin kuin vesiputkiin, kannakoinnin tarkoitus on estää värähtelyä ja äänen kantautumista. Kaadot saadaan helppoiten kohdilleen, kun toteutetaan kannakointi portaattomasti säädettävillä kannakkeilla. Kuvan 3 taulukosta saadaan selville koko- ja materiaaliperusteiset kannakointivälit.



Putkikoko Ø	Suurin sallittu kannakeväli mm			
	Vaakaviemäri		Pystyviemäri	
	L ₁	L ₂	L ₁	L ₂
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

 = kiintopidin
  = liukuohjain

H U O M !
 Pystyviemäri kannakoidaan jokaisen kerroksen kohdalta. Kerroskorkeuden ollessa 3 metriä tai enemmän asennetaan kannake myös kerrosväliin. Jokaisen pystyviemäriin alapäähän asennetaan kiintokannake tai kannakkeena toimiva suojaetonointi. Uponor-pohjakulma kannakoidaan välipohjaan.

Kuva 3. Muoviviemäreiden kannakointitapa ja vähimmäisetäisyydet (Kiinteistöviemärintikäsikirja 2015: 63)

Muoviviemäroinnissä kannakemalleja ovat kiintokannake, liukukannake ja kierretankokannakointi. Näistä kiintokannake tulee aina asentaa muhvipäähän, muuten tehdään liukukannakkeella, jossa lämpölaajeneminen ohjataan muhvin lämpölaajenemisvara. Kierretankokannakointi sallii tavallisen lämpöliikehdinnän ja sitä voidaan sen vuoksi pitää lämpölaajenemisen sallimana kannakointimenetelmänä. Kannakkeiden tulee sijaita aina välittömästä mutkan molemmin puolin.

Valurautaviemäreissä kannakkeet tulee asettaa pantaliitoksen molemmin puolin ja kannakkeessa tulee olla ääntä eristävää materiaalia siltä osin kuin se putkeen koskee. Jokainen putken osa tulee kannakoida erikseen. Valurautaviemäreissä ei voi soveltaa samoja kannakointietäisyyksiä kuin muovissa sen ominaispainon ja liitostavan takia, vaan

kannakointi tulee katsoa siihen soveltuvasta taulukosta. Tämä taulukko näkyy 4. kuvassa alla. [4]

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

Kuva 4. Valurautaviemärien vähimmäiskannakointivälit (Putkistojen ja kanavien kannakointi 2004: 10)

4.3 Ilmanvaihtokanavistot

Ilmanvaihtokanavistot ovat asuntojen osalta ensimmäisiä taloteknisiä järjestelmiä, joita asennetaan. T2H Rakennus Oy:n kohteissa nousut ovat hormeissa ja kanavistoasennukset aloitetaan heti, kun elementtiasennusporukka on luovuttanut kerroksen tilaajalle. Kanavat asennetaan ensimmäisinä siitä syystä, että viemäriasennuksia ei haluta rikkoa kylpyhuoneessa. Mikäli on mahdollista, että kanavistoon voi päästä ylemmistä kerroksista vettä, on syytä jättää kanavat kytkemättä hormiin, ettei äänenvaimentaja pääse kastumaan. Hormeihin kanavat voidaan kytkeä sitten, kun on varmistettu vedenpitävyys katolla.

4.3.1 Kanavistojen asennukset

Ilmanvaihtokanavistojen asennuksen peruseriaatteita ovat sen tiiviys. Kanavaliitokset tulee siis tehdä tiiviiksi ja niiden tulee kestää mahdollisia fyysisiä rasituksia. Normaalisissa asuinkerrostalokohteissa kanavistot tehdään pääsääntöisesti sinkitystä kierresaumakanavasta. Ruuvien käyttö kanavien kiinnityksissä ei ole sallittua, vaan ne tulee kiinnittää toisiinsa pop-niiteillä. Tämä siitä syystä, että kanavan sisällä oleva ruuvi vaikeuttaa kanavan nuohousta/puhdistusta ja saattaa pahimmassa tapauksessa aiheuttaa

ilmavirrasta johtuvaa viheltävää ääntä. Liitoksen voi jättää myös niittaamatta, jos kyseessä on alle 250mm:n kanava ja se on vaaka-asennossa. Tällöin liitoksessa on tärkeä huomioida, että vain riittävällä kannakoinnilla varmistetaan, etteivät saumat pääse liikkumaan pituussuunnassa. Asennusten tiiveyttä voidaan parantaa esimerkiksi siihen soveltuvalla asennusteipillä. Asennusjärjestyksessä on myös hyvä huomioida muita työvaiheita, esimerkiksi vesikaton ullakotilaan tulevat suuret kanavat on hyvä nostaa katolle ennen kuin se suljetaan. [1; 5.]

4.3.2 Puhdistusluukut

Kanavistoihin tulee asentaa myös puhdistusluukut järjestelmän nuohousta ja tarkastusta helpottamaan. Niitä asennetaan mm. palo- ja säätöpeltien läheisyyteen ja ne merkitään suunnitelmiin yleensä lyhenteellä "PL". Sijainniltaan niihin tulee päästä helposti käsiksi ja ne tulee olla huollettavassa tilassa esimerkiksi tarkistus- tai huoltoluukun takana. Puhdistusluukkujen tulee olla tehdasvalmisteisia osia, jotka on varustettu lukitus ja aukaisumekanismeilla. [5]

4.3.3 Säätöpellit

Säätöpelleillä säädetään nimensä mukaisesti kanavassa kulkevaa ilmamäärää. Pyöreälle kierresaumakanavalle on kahden tyyppistä säätöpeltiä, iiris, tai sälepeltejä. Säätöpellissä itsessään tulee olla mittausyhteet, mutta jos niitä ei ole, niin ne asennetaan pellin välittömään läheisyyteen. Pellistä on tarkistettava, miten päin se asennetaan, koska väärin asennettuna se aiheuttaa haitallisia ilmavirtauksia ja saattaa pitää sopimatonta ääntä. Säätöpellin tulee olla suunnitelmien mukainen. [5]

4.3.4 Äänenvaimentimet

Äänenvaimentaja asennetaan asunnon tulo-, poisto- ja jäteilmakanavaan vaimentamaan ilmavirran aiheuttamaa ääntä. Asuntotuotannossa on syytä kuitenkin käyttää kantikasta vähintään 600 millimetriä pitkää äänenvaimentajaa sen äänitekniisten ominaisuuksien takia. Kannakkeet asennetaan äänenvaimentajan molempiin päihin. Vaimennusmateriaalin tulee olla palamatonta, ja se on yleensä mineraalivillaa. Kaikki yllä mainitut vaatimukset täytyvät, kun varmistaa vaimentimen olevan tyyppihyväksyttävä ja että niillä on voimassa olevat standardit. [5]

4.4 Lattialämmitys, runko- ja sisätyövaihe

4.4.1 Lattialämmitysputkien asennuksen aloitus

Lattialämmitysputkien asennukset voidaan myös aloittaa jo runkovaiheen aikana ennen kuin katto on vedenpitävä. Tällöin kylpyhuoneeseen on asennettu jo viemärit ja kattoon iv-kanavoinnit. Kylpyhuoneen lattiaan asennetaan verkko, johon lattialämmitysputket si-
dotaan suunnitelmien mukaisesti. Kuivissa tiloissa asennuksen voi aloittaa vasta kun vä-
liseinämies on saanut rangat paikalleen ja seinien kohdat ovat tiedossa. Ontelokenttä
eristetään tarvittavalla eristepaksuudella ja putket kannakoidaan siihen kiinni kiinnitys-
väkäsillä. Eristeessä on myös suuntaviivoja asennuksen helpottamiseksi.

4.4.2 Materiaalit ja asennustapa

Vesikiertoinen lattialämmitys voidaan tehdä PEX-putkesta tai muovipinnoitetusta hehku-
tetusta kupariputkesta, yleisempi vaihtoehto näistä kahdesta on PEX-putki. Lattialäm-
tysputkiston PEX-putkisto ja kaikki järjestelmän osat ovat happidiffuusiosuojattuja, tä-
män vuoksi normaali PEX-putki ei sovellu lattialämmitysputkeksi.

Jotta saadaan toteutettua toimiva lattialämmitysjärjestelmä, on suunnittelussa, sekä to-
teutuksessa muistettava muutama seikka. Lattialämmitysputken koko määrittää sen
asennusvälin: DN 12mm k = 125mm, DN 17 mm k = 200mm, DN 20 mm k = 300mm.
Ulkoseinällä ja suurien ikkunoiden edustalla on kuitenkin syytä tihentää asennusväliä
tehokkaamman lämmönluovutuksen takaamiseksi. Piirin asennus tulee myös aloittaa ul-
koseinää pitkin, koska tällöin lämmin vesi pääsee ensimmäisenä kylmimpään kohtaan ja
se pääsee tasoittamaan kylmän seinän lämpöhäviötä. Putket asennetaan seinästä sei-
nään ja rivikerrallaan suunnitelmien mukaisesti. Piirien pituuksille on annettu ohjemittoja
putkikoon mukaan DN 12 mm piirin pituus 10 m - 50 m, DN17 mm piirin pituus 30 m –
80 m, DN 20 mm piirin pituus 100 m – 160 m. Valupinnasta katsottuna putken tulisi olla
vähintään 30 mm ja enintään 70 mm valupinnan alapuolella. Suositeltu syvyys parhaan
toimivuuden kannalta on noin 40 mm. Hyviin työmenetelmiin kuuluu myös lattialäm-
tyspiirin koepaineistus esimerkiksi ilmalla ennen valua, jotta mahdolliset vuotokohdat
saadaan selville ja korjaustoimenpide on helppo toteuttaa. [25]

5 Sisätyövaihe

5.1 Asuntokohtaiset vesijohdot ja vesikalusteet

Asuntojen sisäiset vesijohdot toteutetaan joko kupari- tai pex-putkesta. Kylpyhuoneen katossa on jakotukki, jossa putkimateriaali vaihtuu ja kuivien tilojen vesipisteille putket ovat materiaaliltaan pex-putkea.

5.1.1 PEX-putket

Pex-putkien yleisin liitostapa on pusertaminen, jolloin on käytettävä aina kuparista tukiholkkia. Holkin näkee putken läpi ruskeana raitana, kun katsoo valoa vasten. PEX-putken ympärillä tulee aina olla suoja-putki, jotta putki voidaan vaihtaa myöhemmin. Suoja-putki voi olla myös värillinen (punainen tai sininen), jolloin on helpompi tunnistaa, onko kyseessä kylmä- vai lämminvesijohto.

PEX-putkea käytetään käyttövesiputkistoissa, joissa paine on enintään yksi baari. Mikäli verkostossa on jatkuva yli 70 asteen lämpötila, ei PEX-putki siihen sovellu, vaikka se kestääkin hetkellisesti jopa 95 asteen lämpötiloja. PEX-putki ei ole kovin arkaa vaan kestää hyvin muiden rakennusmateriaalien kosketuksen. Tietyt muovivaikutteita sisältävät materiaalit kuten liimat, massat ja maalit on putsattava pois putken pinnalta. Putket eivät saa myöskään olla pitkiä aikoja alttiina UV-säteilylle.

Käyttövesijärjestelmässä voi huoletta käyttää happidiffuusiosuojaamatonta putkea toisin kuin lattialämmitysjärjestelmässä. Muoviputket vaimentavat metallisia putkia paremmin ääntä ja kestävät paineiskuja. PEX-putket muovisina laajenevat huomattavasti metallisia putkia enemmän, mutta siihen ei tarvitse kiinnittää huomiota, koska niillä on tilaa liikkua suoja-putkessa. Piiloon jäävissä asennuksissa on suoja-putken pää tuotava tarkastettavan tilan läheisyyteen, jotta mahdollinen vuoto voidaan havaita. Hanakulmarasioihin on suoja-putken päät tiivistettävä, jotta vedellä on vain yksi mahdollinen reitti tulla esiin. Liitoksia ei PEX-putkeen saisi mielellään tehdä vaan putki tulisi vetää yhtenä kappaleena suunnitellun matkan. Mikäli liitos joudutaan kuitenkin tekemään, tulee se toteuttaa tukiholkkia ja puserrusliitosta käyttäen, sekä asentaa liitoskohdan suoja-putken jatkokappale.

Uppoasennuksissa näkyville tuotaessa on aina käytettävä hanakulmarasioita. Kylpyhuoneen seinän läpi tultaessa on aina varmistettava hanakulman sopivuus vedeneristeen kanssa. Hanakulmarasia rakenteeltaan on rungosta muovia ja sisällä on messinkiä. Uppoasennuksessa myös kannakointi on oleellisessa osassa, jottei putki pääse hakkaamaan seinärakenteita ja kolisemaan paineiskujen voimasta. Kannakointi tehdään niin sanotulla ”lokkikannakkeella ja putken tulee kiemurrella kannakoitavassa pinnassa. [13]

5.1.2 Vesikalusteet

Vesikalusteet ovat käyttövesiverkoston viimeinen komponentti. Yleisimmin vesikalusteet ovat kromatusta messingistä valmistettu hanoja ja sekoittajia. Tyypillisiä asunnossa olevia vesikalusteita ovat pesuallashanat, suihkut ja wc-istuimet. Yleisimmin hanaa katsottaessa on lämmin vesi vasemmalla puolella ja kylmä vesi oikealla puolella. Vesikaluste saattaa sisältää myös kolme kytkentäjohtoa, jolloin yksi niistä on yleisimmin pesukoneelle tai bideesuihkulle.

Hanoja asentaessa on huomioitava suunniteltu asennuskorkeus, joka on suunnitelmissa määrätty, varsinkin bideesuihkun tulee olla korkeammalla kuin sekoittajan, ettei se ala vuotamaan sekoittajaa käytettäessä. Kiinnityksen ja kytkennän jälkeen on hyvä varmistaa kohtuullista voimaa käyttämällä, että vesikaluste on tukevasti paikallaan. Mahdolliset vuotokohdat tarkastetaan juoksuttamalla kylmää ja kuumaa vettä ja sen jälkeen pyyhkiä kuivalla sormenpäällä liitoskohdat. Mikäli ylempien testausten aikana on huomattu jotain poikkeavaa, on putkimiehen tehtävä tarvittavat toimenpiteet.

LVI-suunnittelija on määrittänyt kalusteluetteloon käytettävät päätelaitteet, ja ne kannattaa varmistaa suunnitelmien mukaisiksi.

5.2 Radiaattorit

Radiaattorit ja konvektorit, eli yleiskäsitteenä patterit ovat lämmitysjärjestelmän päätelaitteita. Ero näissä kahdessa patterityypissä on niiden lämmönluovutusmekanismi. Radiaattoreissa toiminta perustuu massiivisen rakenteen lämpösäteilyyteen, kun taas konvektori siirtää lämmön ohi kulkevaan ilmaan konvektion avulla. Patterit voivat olla myös näiden kahden tyypin yhdistelmiä, jolloin käytetään molempia lämmönluovutustapoja.

Patterit tulee lähtökohtaisesti asentaa vaakasuoraan, jotta patterissa oleva ilmausruuvi toimii tarkoituksen mukaisesti ja sitä kautta saadaan ilmat poistettua. Patterin sijoitus tulee tehdä myös niin, että toimilaitteiden käyttö on mahdollista normaaleilla työkaluilla. Pattereissa menoputki asennetaan ylös ja paluuputki alas. Menoveden putki varustetaan patteriventtiilillä ja paluuputki sulkuliittimellä. Patteriventtiili tulee asentaa aina valmistajan ohjeiden mukaisesti.

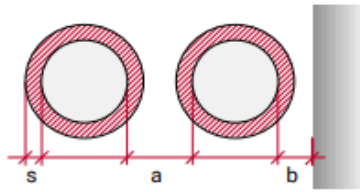
Patterit voidaan kannakoida joko lattiasta tai seinästä. Kannakkeiden lukumäärä määräytyy patterin pituuden mukaan, paksuuden ja korkeuden mukaan. Alla levasta Kuvan 5 taulukosta saa osviittaa kannakkeiden lukumäärästä patterin koon mukaan. [26]

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

Kuva 5. Kannakointitarve patterin tyypin ja pituuden mukaan (Vesikiertoinen patterilämmitys 2002: 7)

5.3 Lämpö- ja vesijohtojen eristäminen

Hyvän putkieristyksen aikaansaaminen edellyttää riittävää vapaata tilaa putkien välillä, sekä putken ja viereisen rakenteen välillä. Putken halkaisijasta ja sarjasta riippuvat eristepaksuudet ja asennusvälit esitetään valmistajan taulukoissa. Kannattaa perehtyä, minkä valmistajan eristeitä kukin urakoitsija käyttää. Esimerkkinä on Parocin eristetaulukko kuvassa 6.



s = Eristepaksuus

a = Kahden eristettävän putken väli. Eristettyjen putkien väli on 50 - 60 mm.

b = Eristettävän putken ja kiinteän rakenteen väli. Eristetyn putken ja kiinteän rakenteen väli on putkikoosta riippuen 30 - 50 mm.

Eristepaksuus ja asennusvälit

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

Kuva 6. Eristesarjat ja niihin liittyvät mitat käytettäessä Paroc Hvac-tuoteperheen eristeitä. (Talo-tekniikan eristykset – asennusopas 2015: 9)

Eristekourut asennetaan sekä kylmien johtojen, että lämpimien johtojen päälle. Varsinkin kylmien johtojen eristyksessä tulee olla huolellinen ja ne tulee eristää ilmatiiviiksi, jotta ilman kosteus ei pääsisi kondensoitumaan kylmän putken pinnalle. Ilmatiiveydestä varmistutaan, kun käytetään alumiinipintaista villakourua ja teipataan saumakohtat alumiiniteipillä. Pysty- sekä poikittaissaumat tulee teipata. Teipattavien pintojen tulee olla puhtaita, jotta teippi tarttuu pintaan. Teipattavissa saumoissa ei saa myöskään olla jännitystä, koska muuten teippaus saattaa irrota.

Kylpyhuoneiden katossa eristykseen voi tehdä myös armaflex-solukumieristeellä. Se sopii hyvin kosteisiin tiloihin, koska ei ime kosteutta samalla tavalla kuin villaeriste. Armaflex-letku katkaistaan pitkittäissuunnassa ja leikkauspinoille sivellään liimaa. Liiman

kuivahdettua painetaan eristettä voimakkaasti yhteen ja eristys on valmis. Ennen eristeen liimaamista kiinni on tarkistettava, että eristettävän putken pinta on puhdas.

Lämpimän käyttöveden eristystarve tulee lähinnä siitä, että ympärillä olevan ilman lämpötila on huomattavasti matalampi kuin putkessa virtaavan veden lämpötila. Kiertovesiputkissa lämpötilan tulisi olla 55-asteista. Eristämiselle on kaksi pääsyytä. Suurin syy on putkistossa syntyvät lämpöhäviöt ja toinen syy on putkia ympäröivän tilan tarpeeton lämpiäminen. Eristämisellä pyritään siihen, että lämpimässä käyttövesiputkistossa virtaava vesi saadaan käyttöpisteelle halutussa lämpötilassa, kohtuullisessa ajassa tuottamatta suurempia lämpöhäviötä tai veden pitkäaikaisia valutuksia. Jos putkia ei eristetäisi, ne lämmittäisivät tarpeettomasti ympäröivää tilaa ja vettä kuluisi, kun hanaa joudutaan valuttamaan pidempiä aikoja.

Lämpimän ja kylmän veden virtausputket eristetään yleisimmin mineraalivillakourua käyttäen, johon Parocin yllä oleva taulukkokin viittasi. Mineraalivillakourut saadaan pysymään paikallaan, kun ne sidotaan teräs tai muovilangalla 300 mm:n välein, on myös muistettava sitoa jokainen osa erikseen. Näkyvissä olevat lämmitysjärjestelmän putket voi jättää eristämässä, koska ne ajavat asiaa lämmittämällä sisäilmaa. [24]

5.4 Ilmanvaihtojärjestelmän viimeistely

T2H Rakennus Oy:n kohteissa on sekoittava ilmanvaihto, joka tarkoittaa käytännössä sitä, että tuloilma sekoittuu huoneessa olevaan ilmapainaan. Tuloilma tulisi olla lämpötilaltaan hieman viileämpää, jotta se sekoittuisi paremmin, koska viileä ja raskaampi ilmapainaan painuu alas. [LVI-työselitys]

5.4.1 Ilmanvaihtokanaviston puhtaus ja ilman laatu

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan, on ilmanvaihtojärjestelmä suunniteltava ja rakennettava niin, että ennen rakennuksen käyttöönottoa se on puhdas ja puhtautta on helppo ylläpitää. Ilmanvaihtojärjestelmä rakennetaan osista, joiden sisäpinoilla ei saa olla pölyä, epäpuhtauksia tai öljyä, eikä ilmanvaihtojärjestelmästä saa irrota sisäilmalle haitallisia aineita tai hajuja. Kanavat eivät saa altistua sateelle lialle tai kolhuille ja niiden tulee olla tulpattuna siihen asti, kunnes pölyävät työvaiheet on tehty. Ilmanvaihtojärjestelmän tulee olla myös sellainen, että se on helppo pitää puhtaana.

Jäykistyksiä tai kannakoiteja ei saa sijoittaa kanaviston sisään siten, että se haittaa sen myöhempää puhdistusta.

Yllä mainitut D2:n ohjeet ovat melko lähellä sitä, mitä on esitetty Sisäilmaluokitus 2008:ssa. Tarkkoja arvoja ei ole kuitenkaan esitetty D2:ssa esimerkiksi pölyisyydelle, joten Sisäilma 2008:n asettamia arvoja kannattaa soveltaa puhtauden tavoitteiden asettamisessa. Materiaalissa tulee olla M1-merkintä, joka takaa sen, että kanavat ovat puhaita ja niissä on riittävän vähän öljyjäämiä täyttääkseen vaatimukset. [16]

5.4.2 Tulo- ja poistoilmaventtiileiden asennus

Tulo- ja poistoilmaventtiileiden asennuksen voi aloittaa, kun tila on saatu pölyviltä työvaiheilta valmiiksi ja se on siivottu. Venttiilit tulevat suojausseissa ja ne ovat järkevä pitää suojattuna säätö- ja ilmamäärämittauksiin asti.

Tuloilmaventtiilit (esimerkkinä käytetään STQA-mallia) asennetaan suoraan ilmanvaihtokanavaan ilman erillistä kiinnityskehystä. Venttiilin kiinnitys tapahtuu joko suoraan runko-osan läpi rakenteeseen tai pop-niiteillä kanavaan, etulevy pysyy runko-osassa kiinni jousivoimalla.

Poistoilmaventtiilit (esimerkkinä käytetään KSO-mallia) asennetaan niin, että kantaosa kiinnitetään kanavaan tai kanavaosaan peltiruuveilla tai pop-niiteillä. Venttiili kierretään kehykseen siten, että venttiilin kiinnityskorvakkeet tukeutuvat lujasti kehyksen kierteisiin. [17]

KSO POISTOILMAVENTTIILI

Hiljainen ja klassinen venttiili kaikkiin sovelluksiin

- Matala äänitaso
- Helppo säätää
- Helppo asentaa



STQA TULOILMAVENTTIILI

Designventtiili ilman optimaaliseen jakamiseen

- Helppo säätää
- Matala äänitaso
- Ilmavirran helppo mittaus ja säätö
- Vedoton ilmanjako



Kuva 7. Yleisimmin T2H Rakennus Oy:n asunnoissa käytettävistä pääteilmalaitteista. (Fläktgroup tekniset tiedot esite)

5.4.3 Ilmanvaihtokanaviston palopellit

Kun ilmanvaihtokanavisto läpäisee osastoivan rakenteen, tulee osastoivan rakenteen kohdalle palokatko. Kanavistossa se voidaan tehdä joko palopellillä tai eristämällä ja sen tulee täyttää osastoivan rakenteen palonkestoaikavaatimuksen. Palopelleille ei aseteta eristämiskaavoituksia, mikäli se on alle 160 mm nimellishalkaisijaltaan. Palopeltien toimintakunto varmistetaan manuaalisesti kokeilemalla kuuden kuukauden välein, taikka varustamalla ne vikaohlytyksen antavalla automatiikalla. Palopeltien mukana tulee asennusohjeet, joita tulee aina noudattaa. Näin saadaan varmistettua palopellin toimivuus oikein. Palopelleista on asennusohjeen mukaan laadittava tarkastusasiakirja, johon palopellin paikka yksilöidään. Kuvassa 8 esitetään asennetut palopellit. [18]



Kuva 8. Palopeltien oikeaoppinen asennus ja tiivistystapa. (Kuva T2H Rakennus Oy:n työmaalta)

5.4.4 Ilmanvaihtokanaviston lämpö- ja paloeristäminen

Eristyksen pääasiallisena tarkoituksena on estää ilman lämpenemistä tai jäähtymistä ilmanvaihtokanavistossa, se vähentää energian kulutusta eikä päästä kosteutta tiivistymään kanaviston pinnalle tai sisälle. Eristepaksuudet ja materiaalit määrittää suunnittelija ottaen huomioon kanavien ja eristysmateriaalien valmistajien ohjeet. Lämmön eristeenä voidaan käyttää montaa eri materiaalia, muun muassa polyuretaania, solukumia, lasi- tai kivivillaa tai polyesterikuitumateriaalia, käyttötarkoituksen mukaan.

Paloeristysratkaisuiden tulee olla testattuja standardin SFS-EN 1366-1 mukaisesti. Suunnittelija määrittää käyttökohteeseen sopivimman paloeristysratkaisun. Eristeen paksuus taas määräytyy sen palonkestoluokan mukaan, yleisesti käytetyt eristeet putken muodosta riippuen ovat esimerkiksi: alumiinipäällysteinen kivivillaverkkomatto, kivivilla-levy tai alumiinilaminaattipäällysteinen kivivillakouru. [19]

6 Viimeistelyvaihe

6.1 Vesilaitteiston paineen ja vesikalusteiden virtaamien mittaus ja säätö

LVI-työnjohtajan on huolehdittava, että vesikalusteiden virtaamat ja vesilaitteiston paine on mitattu, säädetty ja ne on todettu suunnitelmien mukaisiksi ennen rakennuksen käyttöönottoa. Paineenalennusventtiilillä taikka paineenkorotusasemalla saadaan haluttu painetaso myös verkoston vaikeimpaan paikkaan. Hanojen virtaamat tulee mitata riittävän laajasti, jotta saadaan luotettava käsitys kunkin verkoston osan normivirtaamien vaihteluvälistä. Näiden mittausten yhteydessä voi mitata myös lämpimän veden odotusaika pitkissä kytkentäjohdoissa. [20]

6.2 Vesilaitteiston huuhtelu

Huuhtelun päätarkoituksena on poistaa putkistosta mahdollinen lika ja irtoaines. Kupari-putkien osalta huuhtelulla parannetaan myös putkien sisäpinnan suojakerroksen muodostumista. Alkuvaiheessa vesilaitteiston materiaaleista liukenee jonkin verran aineita veteen. Runsaalla huuhtelulla saadaan kuitenkin tilanne nopeammin normalisoitua.

Putkisto tulisi huuhdella mahdollisimman pian ensimmäisen täytön ja painekokeen yhteydessä. Talousvettä on tarkoitus huuhtoa mahdollisimman voimakkaalla virtauksella putkiston kaikissa osissa putkilinja tai putkiston osa kerrallaan. Huuhtelun jälkeen on syytä tarkistaa myös suihku- ja poresuuttimien puhtaus. Huuhtelusta laaditaan pöytäkirja, josta tulee käydä ilmi huuhtelun suorittaja ja suoritus aika.

Huuhtelussa tulee ottaa huomioon kalustevalmistajan ohjeet, eikä sitä tule suorittaa vesikalusteiden läpi, ne irrotetaan huuhtelun ajaksi. On pantava merkille, jos reippaan

huuhtelun jälkeen kylmässä vedessä on selvästi erotettavissa oleva epätavanomainen haju tai maku, ja on epäily, ettei veden laatu täytä sille annettuja vaatimuksia.

Huuhtelu tapahtuu käytännössä seuraavasti. Se aloitetaan kauimmaisesta vesipisteestä ja edetään virtaussuuntaa vastaan. Vesipisteet avataan täysin auki. Juoksutusaika vesipisteissä on vähintään 2 (kaksi) minuuttia ennen seuraavan pisteen aukaisemista. Kun kaikki huuhdeltavan osion vesipisteet on avattu ja viimeinen on ollut auki yli 2 (kaksi) minuuttia, aletaan vesipisteitä sulkemaan päinvastaisessa järjestyksessä kuin ne avattiin. [21]

6.3 Jätevesilaitteiston tiiviys

Jätevesi laitteiston tiiviiden voi varmistaa helposti sisäpuolisella kuvauksella. Kuvaus olisi syytä tehdä ainakin ulkopuolisille ja pohjalaatan alle jääville viemäreille. Hormielementtien kuvaukset taas suoritetaan joko kerros kerrallaan, tai kuvaajan aikaa säästämällä voidaan tarkistaa koko linja, rungon asennuksen valmistuttua. Hormien liitoskohdissa löytyy valitettavan usein huolimattomasti tehtyjä liitoksia, joten kuvauksen kanssa ei kannata aikailla, niin valmiiden pintojen purkua ei tarvitse tehdä.

Myös kololaattoihin asennettavat viemärit on syytä kuvata, koska ne ovat valuvaiheessa herkkiä irtoamaan liitoksistaan, varsinkin Ø32 viemärit ovat herkkiä taipumaan.

Viemäreidenkin tiiveyden tarkastamisesta siihen määrätty työnjohtaja tekee merkinnän tarkastusasiakirjaan ja liitteenä olevaan yhteenvetoon. [22]

6.4 Ilmanvaihtojärjestelmä suunnitelmanmukaisuuden todentaminen

Mittaus- ja säätötöitä ennen on tärkeää varmistaa ympäröivän tila ja kanaviston puhtaus. Jos ilmanvaihtolaitteistossa on sähköisiä laitteita, tulee niiden toimivuus testata lopullisilla virtayhteyksillä sulakkeet kiinnitettyinä ennen mittaustöiden aloitusta. Vielä ennen toimintakokeita on syytä tarkistaa, ettei rakennus tai ilmanvaihtojärjestelmä ole niin keskeneräinen, että se vaikuttaisi ilmavirtoihin, paineisiin tai siirtoilman virtaussuuntiin.

Mitattavien tilojen tulee olla tiiviit, niin että ovet, ikkunat ja virtaussäleiköt ovat asennettu valmiiksi. Rakennukselle tulee tehdä ilmantiiviysmittaus eli tiiviyskoe ennen kuin ilmavirtojen säätöä ja mittausta. Ulko- ja sisäovien tulee olla mittaushetkellä suljettuina.

Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ollessa kyseessä virtaus-, ääni-, sähkö- ja lämpötekniiset suoritusarvot säädetään ja mitataan suunnittelijan määrittämässä eri käyttötilanteissa. Asuntojen sisäpuolella tarkastetaan ilmavirrat myös tehostuksen ollessa käytössä. Tuuloilmalaitteisto voidaan todeta ilmanjako pistokoemaisesti merkkisavun avulla.

Säätö- ja mittaustöistä laaditaan mittaajan toimesta raportti, jossa käy ilmi mittauskalusto, suunnitelman mukaiset ja mitatut ilmavirrat, päätelaitteen tyyppi, säätöasento ja painehäviö. Mittaushetken rakennuksen ulkopuoliset olosuhteet kirjataan raporttiin, arvot kirjataan ainakin: ulkolämpötilasta, ilman kosteudesta, tuulen suunnasta ja nopeudesta sekä ilmanpaineesta. Raporttiin tulee saada myös mittausta valvovan (rakennusvaiheen vastuuhenkilön) varmennus ja siitä tehdään merkintä tarkastusasiakirjaan. Äänitaso on suositeltavaa mitata säätötyön yhteydessä ja lisätä raporttiin dB-arvot kustakin huonetilasta.

Suunnittelija antamissa mitoitusarvoissa hyväksyttävät poikkeamat ovat: ilmavirta järjestelmäkohtaisesti $\pm 10\%$ ja ilmavirta huonekohtaisesti $\pm 20\%$.

Energiatodistukseen vaaditaan ilmanvaihtokoneen ominaissähköteho, joka mitataan suunnittelijan ilmoittamalla tehostamattomalla ilmavirralla. Sähköurakoitsija mittaa virta-arvon, jonka perusteella ilmanvaihtotöiden vastuuhenkilö laskee laitteiston/järjestelmän ominaissähkötehon. [23]

7 Yhteenveto

Talotekniset järjestelmät aiheuttavat aika ajoin ongelmia asumisviihtyvyydessä. Asukas yleensä huomaa ja reagoi nopeasti, jos jokin talotekninen järjestelmä ei toimi sille tarkoitetulla tavalla. Järjestelmien toimivuus voi ilmentyä asukkaalle esimerkiksi kylmänä tai liian lämpimänä huonelämpötilana, tunkkaisena sisäilmana, veden paineen puutteena tai monena muuna tapana, joka häiritsee normaalia elämistä. Nämä yllä mainitut ja monet muut asiat ovat merkittäviä tekijöitä asumismukavuuden kannalta, eikä niistä kannata

tinkiä. Välillä tuntuu, että yleisesti rakentamisessa toimivaa talotekniikkaa pidetään jopa itsestään selvyytenä, vaikka se on kaikkea muuta kuin sitä.

Tarkalla valvomisella on oma osuutensa asumismukavuuden takana. Aikataulupaineen alla sattuu helposti huolimattomuusvirheitä, jotka voivat johtaa suurinkiin remontteihin, kun ollaan veden kanssa tekemisissä. Vain yksi huonosti tehty liitos, saattaa johtaa monta asuntoa asumiskelvottomaan kuntoon ja monen kuukauden remonttiin.

Kun työnjohtaja pitää tarkkaan huolen, että järjestelmät rakennetaan niistä materiaaleista ja laitteistoista, joita suunnittelija on määrännyt, on hyvään lopputulokseen mahdollista päästä. Tällä osa-alueella rakentamista ei kannata lähteä oikomaan laadusta ja hyväksi todetuista toteutustavoista. Ohjekortteja ja valmistajien määrittämiä asennusohjeita on syytä noudattaa, koska niillä menetelmillä tuotteet on testattu toimiviksi. Putkitöiden on syytä edetä rakennustöiden kanssa samaan tahtiin, jotta lopputulosta on mahdollista tarkastella ajan kanssa. Varsinkin rakenteiden sisään jäävissä asennuksissa on oltava erityisen huolellinen, että kaikki vaadittavat komponentit on asennettu tarkoitetulla tavalla.

Ennen luovutusta suoritettavat kokeet ja mittaukset on tärkeä tehdä juuri niin laajasti kuin on määritelty. Kokeiden ja mittausten aikana on mahdollisuus huomata, jos joku ei toimi niin kuin pitää ja asia ehditään korjata ennen asiakkaalle luovuttamista.

8 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda selkeä kokonaisuus LVI-töistä vaihe vaiheelta uudisrakentamisessa asuinkerrostalotyömaalla. Työ päätettiin jakaa neljään välivaiheeseen – maanrakennus-, runko-, sisätyö- ja viimeistelyvaiheeseen. Jokaisen väliotsikon alla on avattu kyseisen vaiheen toteutettavia LVI-tekniisiä töitä ja töiden suoritukseen liittyviä vaatimuksia. Otin hieman ehkä uutena aiheena tämänkaltaiseen työhön myös maanrakennusvaiheen, sitä kun on harvemmin käsitelty samankaltaisissa dokumenteissa. Rakennuksen toimivuuden kannalta on myös tärkeää, että talon ulkopuoliset KVV-asennukset ovat asianmukaisesti tehty.

Työn kirjallisessa osiossa pyrin ennakkotapausten ja omien kokemusten perusteella tuoda esille omasta mielestäni tärkeitä asioita LVI-työnjohtajan avuksi. Työssä annettujen tietojen ja ohjeiden noudattamisella pääsee jo hyvin pitkälle kohti toimivaa taloteknistä järjestelmää, mutkatonta luovutusprosessia ja tyytyväisiä asiakkaita.

Pääasiassa olen tyytyväinen lopputulokseen. On kuitenkin kohtia, jossa olisi voinut raapaista vielä hieman pintaa syvemmältä, jotta lukija ymmärtäisi, mikä minkäkin työvaiheen tarkoitus on.

Lähteet

- 1 TalotekniikkaRYL 2002. Rakennustieto OY. Rakennustietosäätiö ja keskusliitto.
- 2 Kiinteistön vesi- ja viemäri-laitteistot, 2007. Suomen rakentamismääräyskoelma, osa D1. Helsinki Ympäristöministeriö
- 3 Kiinteistöviemärintiasiakirja. 2015. Uponor Oy.
- 4 LVIA-työselostuspohja. T2H Rakennus Oy. Luettu 16.11.2019
- 5 Sisäilmaluokitus 2008. 2009. Verkkoaineisto. Rakennustieto Oy. Sisäilmayhdistys Ry. LVI-ohjekortti 05-10440
- 6 Sadeveden poisto. 2015 RT-tuotekortti 38713. Rakennustieto Oy. Peltitarvike Oy
- 7 Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan käsikirja. 2009. Uponor Oy.
- 8 Valurautaviemärin työselostus. 2007. Verkkoaineisto Sain-Gobain Pipe Systems Oy. <http://www.sgps.fi/sivu.asp?taso=3&id=76>. Luettu 16.12.2019
- 9 Valurautaisen viemärin katkaisuohe. 2007. Verkkoaineisto. Sain-Gobain Pipe Systems Oy. <http://www.sgps.fi/linkkitiedosto.asp?taso=3&id=196&nimi=tiedosto.pdf>. Luettu 12.1.2020
- 10 Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. 2017. 22.8.2014/682. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>. Luettu 15.12.2019
- 11 MaaRYL2010, Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen maatyöt
- 12 Hulevesijärjestelmien suunnittelu. Vuosi 2019. Talotekniikkainfo
- 13 Talousvedenlaatu ja verkostomateriaalit. 2008. LVI-ohjekortti 20-400 75. Rakennustieto Oy. Luettu 1.2.2020
- 14 Putkistojen ja kanavien kannakointi, LVI 12-10370. 2004. Rakennustieto Oy. Rakennustietosäätiö ja keskusliitto
- 15 Ilmanvaihtokanaviston puhtaus ja ilmanlaatu. Verkkoaineisto. Rakennustieto Oy. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK120703.pdf>. Luettu 4.1.2020

- 16 Tulo- ja poistoilmaventtiileiden asennusohje: 2018. Verkkoaineisto. Fläktgroup. <https://www.flaktgroup.com/api/v1/Documents/ae4cb044-6c68-4586-8c9b-efcc01259533>. s 4. Luettu 6.3.2020
- 17 Ilmanvaihtokanaviston palopellit. 2019. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo.fi. <https://www.talotekniikkainfo.fi/ilmanvaihtolaitosten-paloturvallisuus-opas/9-3>. Luettu 6.3.2020
- 18 Ilmanvaihtokanavistojen lämpö- ja paloeristäminen. 2019. Verkkoaiaineisto. <https://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/25-ss-ilmanvaihto-jarjestelman-eristaminen>. Luettu 6.3.2020
- 19 Vesilaitteiston paineen ja vesikalusteiden mittaaminen ja säätö. 2019. Verkkoaineisto. <https://www.talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/23-vvl-paineen-ja-virtaamien-mittaus-ja-saato>. Luettu 13.3.2020
- 20 Vesikalusteiden huuhtelu. 2019. Verkkoaineisto. <https://www.talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/21-vvl-vesilaitteiston-huuhtelu>. Luettu 15.3.2020
- 21 Jätevesilaitteiston tiiviys. 2019. Verkkoaineisto. <https://www.talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/32-vvlJatevesilaitteiston-tiiviys>. Luettu 15.3.2020
- 22 Ilmanvaihtojärjestelmän suunnitelmien mukaisuuden toteaminen. 2019. Verkkoaineisto. <https://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto.opas/27-ss-ilma-virrat-ja-ominaissahkoteho>. Luettu 16.3.2020
- 23 Talotekniikan eristykset-asennukset. 2015. Verkkoaineisto. Paroc Oy. www.paroc.fi/-/media/Files/Guidelines/Finland/HVAC-Installation-guide-Paroc-FI.ashx. Luettu 20.12.2019
- 24 Vesikiertoinen lattialämmitys. 1996. LVI-ohjekortti 13-10261. Rakennustieto Oy.
- 25 Vesikiertoinen patterilämmitys. 2002. LVI-ohjekortti 12-10343. Rakennustieto Oy.

Uudiskerrostalokohteen LVI-tarkastusasiakirja

Luovutettu vain tilaajan käyttöön.