



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Oskari Ronkainen

Suunnittelutyötä tukevan materiaali- luettelon ja materiaalien yhteensopi- vuus selvitys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

29.5.2021

Tekijä Otsikko	Oskari Ronkainen Suunnittelutyötä tukevan materiaaliluettelon ja materiaalien yhteensopivuusselvitys
Sivumäärä Aika	30 sivua + 6 liitettä 29.5.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-suunnittelu
Ohjaajat	varatoimitusjohtaja Markku Lilja lehtori Pasi Partonen
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia yhdessä tilaaja Äyräväinen Oy:n kanssa erillinen materiaaliluettelo, joka olisi apuna LVI-suunnittelussa ja urakoinnissa. Materiaaliluettelosta selviää projektikohtaisesti projekteissa käytettävät materiaalit. Erillisessä materiaaliluettelossa käydään läpi LVI-järjestelmien materiaalit, eristykset ja eri materiaalien yhteensopivuus. Materiaaliluettelo on koottu putki- ja kanavamateriaalit, putki- ja kanavavarusteet, putki- ja kanavaeristeet sekä kannakkeet. Lisäksi materiaaliluettelo on listattu eri materiaalien koko, paineluokka, liitostapa, pintakäsittely, kelpoisuuden toteamismenetelmä ja lisäksi materiaaleja koskevat mahdolliset huomiot.</p> <p>Teoriaosassa esitellään kohde, johon materiaaliluettelo tehdään ja käydään myös läpi yleisesti LVI-järjestelmien toimintaa ja niissä käytettävät putki- ja kanavamateriaalit ja käydään läpi eri materiaaleihin liittyviä määräyksiä. Teoriaosassa tutkitaan myös materiaaliluettelon sisältöä, mitä erilaisia liitostapoja on olemassa ja lisäksi mitä kelpoisuuden menetelmä tarkoittaa käytännössä ja käydään läpi putki- ja kanavaeristämistä. Lisäksi tutkitaan, kuinka eri materiaalit sopivat yhteen toistensa kanssa.</p> <p>Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi kattava materiaaliluettelo, jonka tarkoituksena on toimia erillisenä dokumenttina, joka tukee työselostusta siten, että luettelosta selviää projektissa käytettävät materiaalit. Lisäksi materiaaliluettelo olisi myös apuna suunnittelussa ja urakoinnissa.</p>	
Avainsanat	materiaaliluettelo, yhteensopivuus, työselostus

Author Title	Oskari Ronkainen List and Compatibility Report of Materials to Support Design Work
Number of Pages Date	30 pages + 6 appendices 29 May 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Design
Instructors	Markku Lilja, Deputy Managing Director Pasi Partonen, Senior Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to create a separate document which contains a list of materials to assist in HVAC design and contracting. The materials would contain all relevant information about all materials, insulations, and fixtures, as well as the compatibility of materials for HVAC systems to be used on a project-by-project basis.</p> <p>The final year project collected information about the operation of HVAC systems and the materials to be used in them, together with the connection methods available for the materials. In addition, methods of determining eligibility were discussed. Furthermore, the compatibility of different materials was looked into. Experts were also interviewed to establish the usability of a separate list of materials from the designers' and contractors' point of view. The thesis also presented a case building for which a list of materials was done and the contents of the material list for the case building.</p> <p>The thesis resulted in a comprehensive list of materials meant to be used as a separate document to support the specification by listing materials to be used on a project-by-project basis. Furthermore, this list assists HVAC design and contracting.</p>	
Keywords	list of materials, compatibility, specification

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Kohteen esittely	2
2.1	Lämmitysjärjestelmä	2
2.2	Vesi- ja viemärijärjestelmä	2
2.3	Ilmanvaihtojärjestelmä	3
3	Materiaalit	4
3.1	Lämmitys	4
3.2	Vesijohdot	5
3.3	Viemärit	6
3.4	Ilmanvaihto	8
4	Liitostavat	8
4.1	Kierreliitos	9
4.2	Pantaliitos	9
4.3	Laippaliitos	10
4.4	Juotosliitos	11
4.5	Hitsaaminen	12
4.6	Puristusliitos	13
4.7	Muhviliitos	14
4.8	Ilmanvaihdon liitostavat	15
5	Kannakointi	17
6	Eristäminen	18
6.1	Ilmanvaihdon eristys	18
6.2	Putkieristys	19
7	Kelpoisuuden toteamismenetelmä	20

8	Materiaalien yhteensopivuusselvitys	23
9	Materiaaliluettelon esittely	25
9.1	Lämmitys	25
9.2	Vesi- ja viemärijärjestelmät	25
9.3	Ilmanvaihto	25
9.4	Eristys	26
10	Yhteenveto	26
	Lähteet	28
	Liitteet	
	Liite 1. Lämmitys	
	Liite 2. Vesijohdot	
	Liite 3. Viemärit	
	Liite 4. Ilmanvaihto	
	Liite 5. Putkieristys	
	Liite 6. Ilmanvaihdon eristys	

Lyhenteet

ABS	akrylinitriilibutadieenistyreeni
Cu	kupari
dB	desibeli
ETA	eurooppalainen tekninen arviointi
GR	valurauta
HFe	haponkestävä teräs
hEN	harmonisoitu tuotestandardi
RFe	ruostumaton teräs
LTO	lämmöntalteenotto
PP	polypropeeni
PVC	polyvinyylikloridi
PE	polyeteeni
PEH	kova polyeteeni
PEM	keskikova polyeteeni
PEX	ristisilloitettu polyeteeni

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda materiaaliluettelo käyttäen Microsoftin Excel työkalua, josta selviävät LVI-järjestelmissä käytettävät materiaalit ja materiaalien eristykset. Lisäksi opinnäytetyössä tutkittiin hieman, miten eri materiaalit sopivat yhteen. Tämä aihe valikoitui yrityksemme tarpeesta saada työselostuksesta lyhyempi ja selkeämpi dokumentti. Tämän erillisen dokumentin tarkoitus on olla apuna LVI-suunnittelussa ja urakoinnissa sekä tukea yrityksemme työselostusta, josta on siivottu kaikki materiaalit ja materiaaleihin liittyvät tiedot pois ja edellä mainitut tiedot on koottu materiaaliluetteloon.

Opinnäytetyö tehtiin Äyräväinen Oy:lle, joka on toiminut vuodesta 1972 lähtien LVIA- ja sähkötekniikkaan erikoistuneena insinööritoimistona. Äyräväisen palveluihin sisältyy projektien suunnittelu, rakennuttaminen ja valvonta. Äyräväisellä on noin 60 alan asiantuntijaa töissä, ja sen toimipaikka sijaitsee Helsingissä. Tämän opinnäytetyön ohjaajana toimi Markku Lilja, joka toimii yrityksessä varatoimitusjohtajana.

Opinnäytetyössä käydään aluksi hieman läpi eri järjestelmien toimintaperiaatetta, järjestelmissä käytettäviä materiaaleja ja materiaaleille sopivia liitostapoja. Tämän jälkeen käydään tarkemmin läpi materiaaliluettelon sisältöä eli liitostapoja ja niihin liittyviä peruseriaatteita. Sen jälkeen käydään läpi, mitä rakennustuotteen kelpoisuuden toteamismenetelmä tarkoittaa ja lisäksi käydään läpi putki- ja kanavaeristämistä. Kun materiaaliluettelon sisältö on käsitelty, käydään läpi eri materiaalien yhteensopivuuksia. Lopuksi työssä esitellään järjestelmittäin Excelillä laadittua materiaaliluettelo, jota vertaillaan vanhaan työselostukseen, jossa materiaalit olivat aikaisemmin. Materiaaliluettelosta selviää opinnäytetyön kohteena olleen rakennuksen lämmitys-, vesi- ja viemäri- ja ilmanvaihtojärjestelmän materiaalit sekä eristykset.

2 Kohteen esittely

Opinnäytetyöhön käytetty kohderakennus on Helsingissä sijaitseva toimistorakennus. Toimistorakennukseen on vuosien varrella tehty muutamia rakennushankkeita. Vuonna 2004 ja vuonna 2020 muutosalueella palvelevia ilmanvaihtokoneita ja puhaltimia on uusittu. Vuonna 2005 kiinteistö on liitetty kaukokylmäjärjestelmään. Vuonna 2013 kohteeseen tehtiin uusi rakennushanke, jossa suoritettiin sisätilojen peruskorjaus ja tilojen käyttötarkoituksuuuutoksia.

Tässä rakennushankkeessa kohderakennukseen on tulossa liiketilan muutos ja uusi sisäänkäynti.

2.1 Lämmitysjärjestelmä

Kiinteistö on liitetty kaupungin kaukolämpöverkoston.

Lämmitysjohtoverkosto säilyy pääosin ennallaan, mutta liiketilan muutosten johdosta tehdään pieniä muutoksia lämmitysjärjestelmään. Kaikille uusille verkostoille tehdään tiiveys- ja painekoe.

Uusi oviverhokone on tulossa uuden sisäänkäynnin ulko-ovelle sekä lämmityspatteri sisäänkäynnin käytävälle. Oviverhokone ja lämmityspatteri kytketään kiinteistön nykyiseen lämmitysverkoston.

2.2 Vesi- ja viemärijärjestelmä

Kiinteistö on liitetty kaupungin vesi- ja viemäriverkoston.

Uusi sisäänkäynti ei aiheuta muutostarpeita vesi- ja viemärijärjestelmään.

Vesi- ja viemäriverkosto säilyy pääosin ennallaan. Liiketilan muutoksen yhteydessä kohteeseen tulee uusi WC-ryhmä. WC-ryhmän viemärit ja vesipisteet on liitettävissä kiinteistön nykyisiin vesi- ja viemärijärjestelmiin.

2.3 Ilmanvaihtojärjestelmä

Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Uudelle sisäänkäynnille on tulossa oma ilmanvaihtokone, joka asennetaan porrashuoneen vesikatolle ja sisäänkäyntialueelle tulee uudet tulo- ja poistoilmapäätelaitteet. Sisäänkäyntialueen läpi muita palo-osastoja palvelevat ilmanvaihtokanavat paloeristetään. Uuden sisäänkäynnin kohdalla olevat nykyiset suutinkonvektorit siirretään liiketilan puolelle ja suutinkonvektoreita palvelevat ilmanvaihtokanavat uusitaan ja niiden kanavaliitokset tehdään kellarikerroksessa.

Liiketilan muutoksen yhteydessä on muokattava ilmanvaihtojärjestelmä tarpeenmukaiseen ilmanvaihtoon siten, että asiakasmäärät kasvavat yli 30 henkilöön. Nykyisellä järjestelmällä on mahdollista lisätä tuloilmaa kasvattamatta runkokanavien kokoa. Kiinteistössä noudatetaan pääosin sisäilmastoluokituksen laatuluokkaa S2 eli hyvää sisäilmaa (kuva 1).

S2: Hyvä sisäilmasto

Tilan sisäilman laatu on hyvä eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat hyvät. Vetoa ei yleensä esiinny, mutta yllilämpeneminen on mahdollista kesäpäivinä. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset hyvät ääni- ja valaistusolosuhteet.

Kuva 1. Sisäilmastoluokitus, luokka S2 [16].

3 Materiaalit

Tässä luvussa on esitetty lyhyesti lämmitys-, vesi- ja viemäri ja ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa ja tarkoitusta. Lisäksi käydään läpi kyseisissä järjestelmissä käytettäviä materiaaleja, materiaaleihin sopivia liitostapoja ja määräyksiä. Vanhoissa rakennuksissa on hyvä muistaa, että niissä on voitu käyttää eri materiaaleja kuin nykypäivänä. Korjaustöiden yhteydessä on kiinnitettävä huomiota uusien ja vanhojen materiaalien yhteensopivuuksista.

3.1 Lämmitys

Lämmitysverkoston tarkoitus on tuoda lämpöä putkiston välityksellä lämmönlähteestä lämmönluovuttimille. Lämmitysjärjestelmiä on monia, ja niiden muutamia esimerkkejä ovat radiaattorilämmitys ja lattialämmitys.

Lämmitysjärjestelmissä käytettävien putkien, laitteiden ja putkivarusteina käytettävien osien määräyksiä ovat, että valinnassa noudatetaan yleisiä terveellisyyteen, turvallisuuteen ja energiatalouteen liittyviä vaatimuksia. Lämmitykseen tulevien osien valinnassa tulee ottaa huomioon käyttöikä, ja niiden tulee olla lämmityskäyttöön tarkoitettuja. Käyttöön tulevien osien rakenne, materiaali ja pintakäsittely tulee olla normaalissa käyttöolosuhteessa sellainen, ettei pääse muodostumaan korroosiota tai äänihaittoja. [2, s. 81.]

Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002 osan 1 mukaan LVI-ohjekortissa LVI 20-10348 on esitetty lämmitysverkostoon hyväksytyt putkimateriaalit, liitostavat sekä tavallisimmat käyttöalueet (kuva 2).

Putkimateriaali	Liitostapa	Tavallisin käyttöalue
Teräs	Hitsausliitos	Runko- ja kytkenäjäohdot, kauko- ja aluelämpöputket
	Kierreläitos	Kytkenäjäohdot
	Laippaliitos	Lämmitäysputket, LTO-putket
	Uraliittimet	Lämmitäysputket
Ohutseinäinen teräs	Puristusliitos	Runko- ja kytkenäjäohdot
Kupari	Kapillaarijuotos, puristusliitos	Runko- ja kytkenäjäohdot, lattialämmitäysputket
	Laippaliitos	LTO-putket
	Kovajuotos	Kauko- ja aluelämpöputket
PEL	Puristusliitos	Lumensulatusputket, matalalämpöputket
PEM	Hitsausliitos, laippaliitos	Lumensulatusputket, matalalämpöputket
PEH, PP	Hitsausliitos, kumirengasliitos, laippa- ja puristusliitos	Lumensulatusputket
PEX happidiffuusio-suojattuna	Puristusliitos	Lattialämmitäysputket, lumensulatusputket, runko- ja kytkenäjäohdot, aluelämpöputket
Komposiitti	Puristusliitos	Lämmitäysputket

Kuva 2. Lämmitäysverkostossa hyväksytyt putkimateriaalit, liitostavat ja tavallimmat käyttöalueet [1, s. 2].

3.2 Vesijohdot

Kiinteistöissä kulkee kolme vesijohtoa, jotka palvelevat käyttövesiverkostoa ja käyttövesiverkosto koostuu kylmästä ja lämpimästä vesijohdosta sekä lämpimän veden kierto-ohdosta. Lämpimän veden kierron tarkoitus on, ettei lämpimän käyttöveden lämpötila pääse laskemaan ja ettei vesikalusteelta lämmintä vettä laskettaessa odotusaika kasva liian suureksi.

Vesijohdot tulee asentaa siten, että ne on mahdollista vaihtaa ja niiden on toimittava koko käyttöajan aikana sopivalla äänitasolla, virtaamalla ja niiden tulee kestää korroosiota ja pysyä ilman vuotoja. [2, s. 111.]

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 määräyksissä on, että vesilaitteistoon saa ainoastaan johtaa vettä, joka täyttää talousvedelle asetetut laatuvaatimukset ja sieltä on saatava käyttötarkoitukseen nähden tarpeeksi vettä. [3, s. 6.]

Vesilaitteistoissa käytettävistä materiaaleista ei saa liueta tai irrota mitään terveydelle haitallisia aineita ja veden on pysyttävä koko ajan laatuvaatimukset täyttävänä. Lisäksi vesijohtojen putkimateriaalien pitää olla käyttötarkoitukseen sopivia ja materiaalien olla laadultaan testattu ja tarkastettu. [3, s. 7.]

LVI-ohjekortissa LVI 20-10348 on esitetty käyttövesiverkostoon hyväksytyt putkimateriaalit ja liitostavat (kuva 3).

Putkimateriaali ¹⁾	Liitos ¹⁾	Huomautus
Metalli		
– kupari	Juotos, puristus	Suositus veden happamuudelle: 7,5 °dH ≤ pH ≤ 9,0 °dH Mitat <i>taulukossa 4</i> , juotostavat <i>taulukossa 5</i>
– ruostumaton teräs	Hitsaus, kierre, puristus	EN 1.4401, AISI 316
Muovi		
– PEM, PEH	Puristus, hitsaus, laippa	Muoviputkien ja monikerrosmuovi- putkien
– PEX	Puristus	nimellispaine vähintään PN 10
– PP	Puristus, hitsaus	Hitsausliitokset (PEM, PEH, PP)
– monikerrosmuoviputket	Puristus ²⁾	valmistajan ohjeiden mukaisesti.

¹⁾ Putkimateriaalien ja puristusliittimien tulee olla laadultaan testattuja ja tarkastettuja. Riippuen liittintyyppistä puristusliittimissä on tiivisteenä metalli- tai kumirengas, asennus valmistajan ohjeiden mukaisesti,

²⁾ Liittäminen vain putkivalmistajan liittimillä.

Kuva 3. Käyttövesiverkostossa hyväksytyt putkimateriaalit ja liitostavat [1, s. 3].

3.3 Viemärit

Kiinteistöissä on kaksi eri viemäriverkostoa, joista toisessa kulkevat kiinteistön jätevedet kuten WC:n viemärivedet ja toisessa kulkevat kiinteistön hulevedet eli sulamis- ja sadevedet sekä perustusten kuivatusvedet.

Kiinteistön jätevedet on suunniteltava ja asennettava siten, ettei siitä pääse aiheutumaan terveyteen liittyviä haittoja, hajuhaittoja, äänihaittoja tai tulvia. Jätevesiviemärien täytyy olla kaasutiiviitä ja niiden pitää myös kestää padotuksen aiheuttamat iskut. Kiinteistön jätevesijärjestelmän materiaaleilla ja liitoksilla on varmistettava järjestelmän riittävä kestävyys ja toimintavarmuus käyttöään ajaksi. [3, s. 19, 24.]

Sadevesien viemäröinti on suunniteltava ja asennettava siten, ettei siitä aiheudu tulvia tai vahinko- tai tapaturmavaaraa. Jätevesiä ei saa sekoittaa sadevesiin. Sadevesiviemärien ja niiden liitoksien tulee kestää vesi-iskujen ja padotuksen aiheuttamat paineiskut ja räsitukset. Sadevesiviemärien liitokset tapahtuvat muhvi- tai pantaliitoksella, joissa tulee olla lisäksi kumitiiviste. Jos putkimateriaali on muovia, niin käytetään hitsausliitosta. Rakennuksen ulkopuolella näkyvien sadevesiviemärien liitostavat voivat poiketa yllä mainituista vaatimuksista. [2, s. 121.]

Kuvassa 4 on esitetty talotekniikan rakentamisen yleiset määräykset osan 1 mukaiset viemärien putkimateriaalit ja liitostavat (kuva 4). Jäte- ja sadevesiverkostoissa käytetään samoja putkimateriaaleja.

Materiaali	Liitostavat ¹⁾							Huomautuksia
	Lyijy-liitos	Panta-kumi-tiiviste-liitos ²⁾	Kumi-rengas-liitos	Puristus-liitos	Liima-liitos	Hitsaus-liitos	Juotos-liitos	
Valurautaputki – muhwillinen – muhviton	+	+						
Kupariputki				+			+	6,5 < pH < 9,0
Betoniputki ³⁾			+					
Ruostumaton teräsputki						+		
Haponkestävä teräsputki						+		
PVC-putki			+		+			
PE-putki			+	+		+		
PP-putki			+			+		

1) Kaikkien liitostapojen toleranssien on oltava sellaisia, että riittävä tiiviyys saavutetaan.
2) Rakennuksessa käytetään ruostumatonta teräspantaa ja maassa haponkestävää teräspantaa.
3) Käytetään vain rakennuksen ulkopuolella vaihdettavana asennuksena silloin, kun maaperä ei ole syövyttävää eikä kaltevuus ole suurempi kuin 100 ‰.

Kuva 4. Esimerkkejä hyväksyttävistä putkimateriaaleista ja liitostavoista [3, s. 121].

3.4 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon tarkoitus on luoda rakennukseen terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilmasto. Ilmanvaihto voidaan toteuttaa useilla eri tavoilla, mutta kaikkien tarkoitus on sama eli poistetaan sisäilmasta epäpuhtauksia. Eri ilmanvaihtojärjestelmät ovat painovoimainen ilmanvaihto, koneellinen poistoilmanvaihto ja koneellinen poisto- ja tuloilmajärjestelmä.

Nykypäivänä lähes kaikki uudisrakennukset rakennetaan koneellisella LTO:lla varustetulla poisto- ja tuloilmajärjestelmällä, koska se mahdollistaa sisään tulevan ilman lämmittämisen ennen rakennukseen sisään puhallusta, ja sisään puhallettavan ilman lämmittämiseen käytetään poistoilmasta kerättyä lämpöenergiaa, minkä takia se on myös energiatehokasta. Kylminä aikoina LTO-laitteen keräämä poistoilmasta saatu lämpöenergia ei aina riitä sisään puhallettavan ilman lämmittämiseen, vaan tarvitaan lisälämmitys. Lisälämmitys tapahtuu, joko sähkövastuksella tai vesikiertoisella jälkilämmityspatterilla. Lisäksi asukkaalla on mahdollisuus huonekohtaisella ilmanvaihtokoneella itse säätää ilmanvaihtokoneen tehoa ja tällöin saadaan parhaiten riittävä ja hallittu ilmanvaihto jokaiseen huoneeseen. [6.]

Talotekniikan rakentamisen yleiset määräykset osan 1 mukaan ilmanvaihdossa käytettävät materiaalit tulee olla palamattomista materiaaleista. Liitoksissa ja tarvikkeissa voidaan käyttää palavia materiaaleja, mutta niiden määrä täytyy pitää minimissä, ettei siitä aiheudu vaaraa palamistilanteessa. Yleisesti ilmastointijärjestelmissä käytettävät materiaalit ovat kuumasinkittyä terästä. Käytettävistä materiaaleista ei saa irrota ilmapirran mukana terveydelle haitallisia aineita. [4, s. 132.]

4 Liitostavat

LVI-järjestelmien asennuksissa on käytössä monia erilaisia tapoja liittää putkia ja kanavia toisiinsa. Liitostapa määräytyy usein käytettävän putken materiaalista. Tässä luvussa käydään tarkemmin läpi yleisimmät liitostavat, ja mikä liitostapa sopii minkäkin materiaalin kanssa parhaiten. Lisäksi luvussa käydään myös läpi eri liitostapoihin liittyviä peruseriaatteita.

4.1 Kierreliitos

Kierreliitosta käytetään teräsputkiin, jotka ovat saumallisia putkia, ja niiden koot ovat DN10 ja DN40 välillä. Standardien SFS ISO 7-1 ja SFS ISO 228-1 mukaan kierreliitos on tehtävä kartiomaisella kierteellä siten, että liitos on avattavissa (kuva 5). Kierteen tiivistysaineena toimii joko pitkäkuituinen hamppu (kuva 6) tai puhdas PTFE-nauha. Hamppua voidaan käyttää putkissa, joissa maksimi lämpötila on 120 °C ja PTFE-nauhaa putkissa, joissa maksimi lämpötila on 185 °C. [1, s. 5.]



Kuva 5. Putkessa oleva kierre [27].



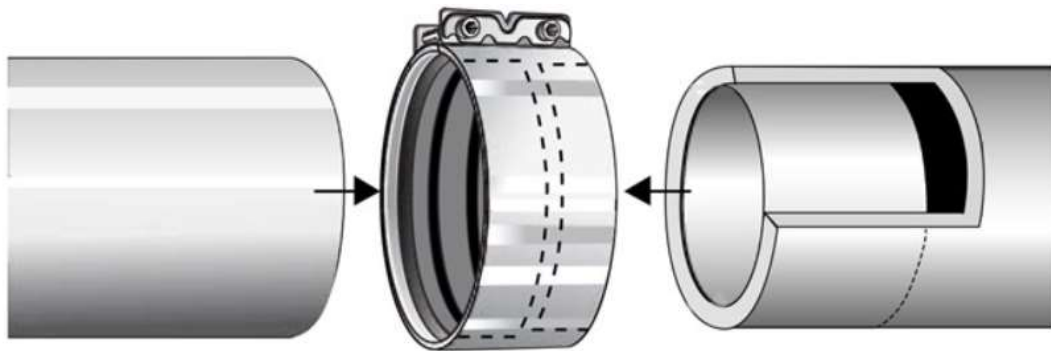
Kuva 6. Kierteen tiivistäminen hampulla [26].

4.2 Pantaliitos

Pantaliitos on ruuviliitos, joka koostuu ruuveista, pannasta ja pannan sisällä olevasta tiivisteestä. Sen tarkoituksena on pitää putket kiinni toisissaan hyödyntäen putkiston painetta ja ruuvien vetävää voimaa.

Pantaliitosta yleisimmin näkee käytettävän valurautaviemäreiden liitoskohdissa, mutta sitä voidaan myös käyttää muoviviemärien liitoksissa. Panta tulee putken ympärille, joka kiristetään liitoskohdan päälle (kuva 7). Pannan sisällä on kuminen tiiviste, joka vaimentaa myös putkesta syntyvää ääntä. Jos panta on ruostumatonta terästä ja tiiviste on luonnonkumista, niin pantaa voidaan käyttää vain kiinteistön sisäpuolisissa viemäreissä, joissa kulkee vain asumisjätevesiä ja sadevesiä. Kiinteistön ulkopuolella maassa kulkevissa viemäreissä käytetään haponkestävästä teräksestä tehtyä pantaa ja neopreenistä tehtyä tiivistettä. [1, s. 10.]

Valurautaviemäriä katkaistaessa on käytettävä siihen sopivia työkaluja. Katkaisussa käytetään yleensä lastuavia katkaisulaitteita ja moniteräleikkuria, kunhan muistetaan pitää katkaisupaine kohtuullisena. Putken katkaisun jälkeen leikkauspinta käsitellään paikkausmaalilla, joka estää leikkauspinnalle korroosion muodostumisen. [24.]



Kuva 7. Viemäriputken tuleva pantaliitin [11].

4.3 Laippaliitos

Liitosta käytetään muoviputkiin (PP, PVC, PEH, PEL ja PEM), joita on mahdollista hitsata tai liimata. Laippojen materiaaleina käytetään haponkestävää- ja ruostumatonta terästä ja valurautaa.

Myös teräsputkia liitetään laippaliitoksella, kun teräsputken koko on DN50 tai isompi, ja siinä on tärkeää käyttää aina samaa materiaalia kuin kyseisessä putkistossa (kuva 8), koska eri metalleja yhdistäessä on riskinä syntyä galvaaninen korroosio, joka tapahtuu,

kun kahta tai useampaa eri metallia on keskenään kontaktissa. Galvaaninen korroosio johtuu siitä, jos metalleilla on erilaiset korroosipotentiaalit, metallit ovat sähköisessä yhteydessä tai jos sähköä johtava kalvo koskettaa molempia metalleja. Laipat tulee aina kiinnittää valmistajan ohjeiden mukaisesti. [1, s. 5–6; 5.]



Kuva 8. Putkeen asennettu laippaliitos [12].

4.4 Juotosliitos

Juottamisella tarkoitetaan metallisten osien yhdistämistä toisiinsa sideaineella eli juotteella, jonka sulamispiste on pienempi kuin yhdistettävien osien. Liitoskohdassa osat kuumennetaan liitosmateriaalien sulamispisteeseen. Kun sideaine eli juote sulaa niin se täyttää osien välisen raon kapillaarivoiman vaikutuksesta, jolloin syntyy kapillaarijuotos. Kapillaarijuottamisessa käytetään kapillaarivoiman ilmiötä, jossa sideaine täyttää osien välin, kun sitä kuumennetaan. Kupariputken juottamista tapahtuu kahdella eri tavalla, jotka ovat kova- tai pehmeäjuotos (kuva 9). [7; 8.]

Kovajuotos tapahtuu yleensä noin 600–750 °C:n lämpötilassa, mutta kuitenkin aina yli 450 °C:n lämpötilassa. Kovajuottamisessa kuumentaminen tapahtuu happiasetyyilipolttimella, jossa on kuumennuspoltinputki ja vähähappinen liekki. Kun juote jäähtyy, se kovettuu ja muodostaa tiiviin ja varman liitoksen osien välille. [7.]

Pehmeäjuotoksen eli pehmytjuotoksen toimintaperiaate on sama kuin kovajuotoksella, mutta se eroaa ainoastaan kuumennuslämpötilaltaan, joka on yleensä noin 200–250 °C,

mutta kuitenkin aina alle 450 °C. Tämän takia pehmeäjuottamiseen ei saa käyttää happiasetyyliipoltinta. Kovajuotosta käytetään paljon enemmän, koska pehmeäjuotetun liitoksen kestävyys on huonompi. [8.]

Juotostapa ¹⁾	Juote	Kapillaariosat
Kovajuotto	Hopeapitoinen fosforikuparijuote, hopeapitoisuus vähintään 2 p-% ²⁾	Tehdasvalmisteiset kapillaariosat tai kapillaari-liitosten teko muhvaus- ja haaroitus-työkaluilla, haaraputken rajoitusnastat ja muotoleikkaus valmistajan ohjeiden mukaisesti.
Pehmeäjuotto	– tina-hopeajuote, hopeapitoisuus 5 p-%, – tinakuparijuote, kuparipitoisuus 3 p-%, – tina-hopeajuote, hopeapitoisuus 3 p-% ³⁾ Juoksutteen käyttö välttämätöntä.	Tehdasvalmisteiset kapillaariosat.

¹⁾ Jos samassa verkostossa käytetään eri juotostapoja, merkitään pehmeäjuotokset selvästi.

²⁾ SFS-EN 1044, juotetyyppi CP 105.

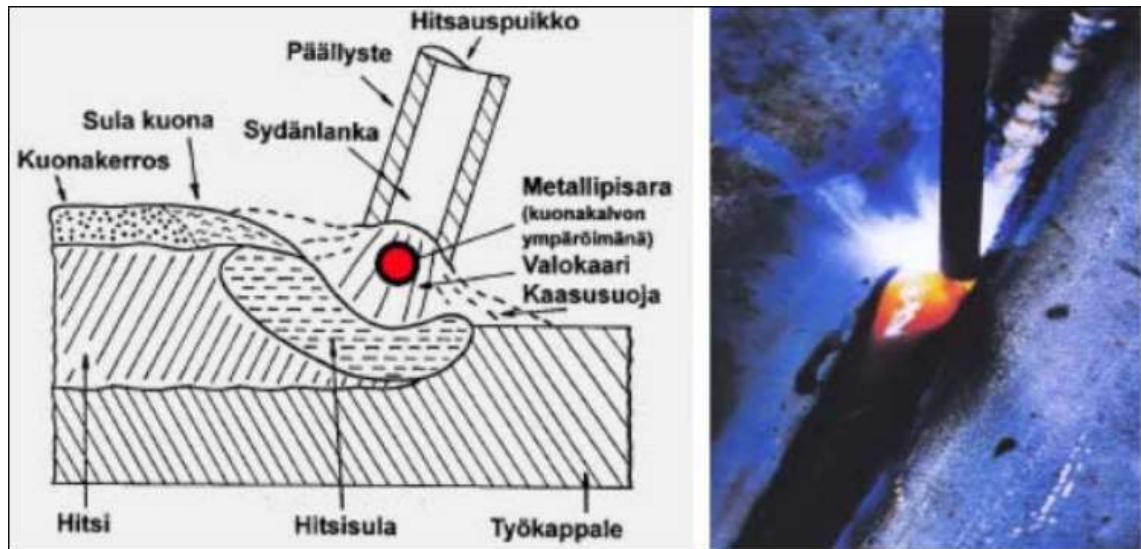
³⁾ SFS-EN 29453, juote Sn96Ag4. Juoksutetyyppi: F-SW 21, F-SW-22 tai F-SW 25 (SFS-EN 29454-1).

Kuva 9. Kupariputkien juotostavat, juotteet ja kapillaariosat [3, s. 45].

4.5 Hitsaaminen

Hitsaamisella liitetään muun muassa muoveja, metalleja ja keraameja toisiinsa, tällöin hitsausta kutsutaan liitoshitsaukseksi. Hitsausmenetelmiä on monia, ja niistä yleisimpiä kaarihitsausprosesseja ovat puikkohitsaus. Hitsaus tarkoittaa sitä, että liitetään osia toisiinsa hyödyntämällä lämpöä tai puristusta siten, että hitsauksen jälkeen osat muodostavat toisiinsa jatkuvan yhteyden. Hitsauksessa voidaan käyttää lisäainetta, mutta lisäaineen sulamispisteen täytyy olla lähellä perusaineen sulamispistettä. Hitsausliitos tehdään aina valmistajan ohjeiden mukaisesti putkilaadulle tarkoitetuilla laitteilla ja menetelmillä. [9.]

Puikkohitsaus on yksi vanhimmista ja tunnetuimmista kaarihitsausprosesseista ja se sopii hyvin teräs- ja valurautaputkien hitsaukseen (kuva 10). Puikkohitsauksen etuihin lukeutuvat monipuolisuus ja toimivuus haastavissa olosuhteissa, kuten sateiset ja tuuliset olosuhteet sekä veden alla hitsaaminen. [10.]

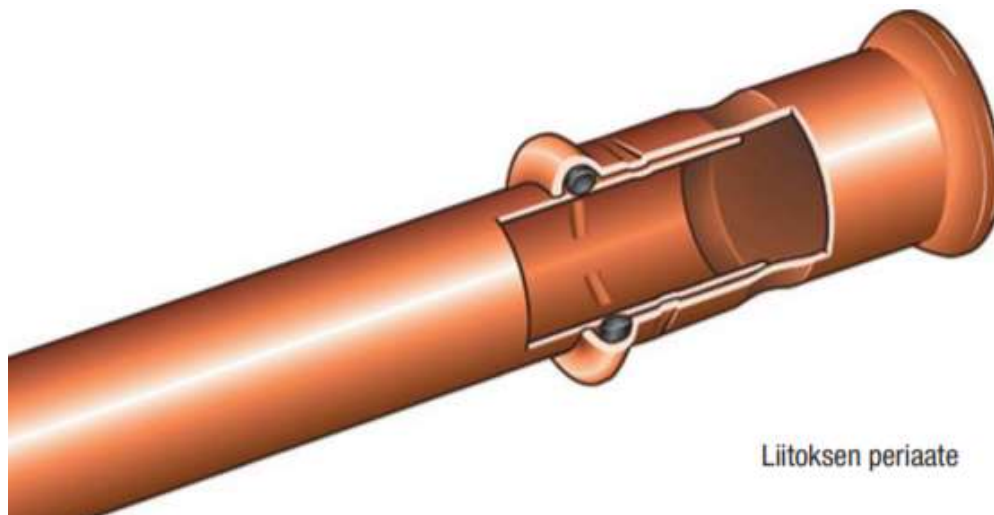


Kuva 10. Puikkohitsaus [10].

4.6 Puristusliitos

Puristusliitoksen etuja on se, että siinä säästetään asennuksissa aikaa ja se on helppoa verrattuna juotos- tai hitsausliitokseen. Lisäksi puristusliitosta voidaan verrata yhtä pitäväksi liitokseksi kuin hitsattu tai juotettu liitos. Puristusliitosta käytetään kovien suorien putkien ja pehmeiden kieppiputkien asennuksissa eli kupari-, teräs- ja komposiittiputkien asennuksiin. Puristusliitos soveltuu sellaisiin asennustilanteisiin hyvin, joissa ei voida tai haluta tehdä tulitöitä. Puristusliittimien asennus voidaan tehdä näkyville tai rakenteiden sisään. Rakenteiden sisään jääville liitoksille täytyy suorittaa painekoe ennen kuin rakenne suljetaan. Liitoksessa olevaan tiivisteseen ei synny mekaanisia voimia, vaan kaikki putkistosta syntyvät rasitukset, kuten paineiskut-, värinä- ja lämpöliike kohdistuu putken ja liittimen välillä olevaan metalli- metallipintaan. [14.]

Kuvassa 11 on esitetty puristusliitoksen periaate.



Kuva 11. Puristusliitoksen periaate [14].

4.7 Muhviliitos

Muhviliitosta käytetään yleisesti muoviviemärien liitoksissa. Muhviliitos sopii PVC-C-, PVC-U-, PP-, ABS- ja PEH-materiaaleille. Liitokset yleisesti tehdään putkiosuudella yhteissä olevilla liitosmuhveilla, joissa on valmiiksi asennettu kumitiiviste (kuva 12). Liitoksien tiivisteet on asennettu valmiiksi tehtaalla, ja käyttöön tulevat tiivisteet ovat valmiiksi hyväksytyt kyseiseen liitostapaan. Liitoksia tehdessä on otettava huomioon viemärien vaatima paisuntavara. Muhvittoman dB-putken liitos yhteeseen tai toiseen muhvittomaan viemäriputkeen tapahtuu tiivisteellisellä paisuntamuhvilla. Lyhyt muhviton viemäriputki liitetään pistoliitoksella. [1, s. 9–10.]

Paisuntamuhvit, pistoyhteet sekä liitokset, joihin kohdistuu vetoa, rasitusta tai suurta painetta tulee aina varustaa lukituspannalla asianmukaisesti. Hulevesijärjestelmissä olisi hyvä käyttää lukituspannaa, koska se parantaa muhviliitoksen paineenkestoa. [1, s. 9–10.]



Kuva 12. Muoviviemäriputki, jossa tiivisteellinen liitosmuhvi [13].

4.8 Ilmanvaihdon liitostavat

Ilmanvaihtokanavia asennettaessa kanavien liittäminen toisiinsa määräytyy yleisimmin ilmanvaihtokanavan materiaalista ja muodosta. Kanavat ja niihin liittyvien osien asennus tehdään varovasti, jotta ne eivät pääse vahingoittumaan. Ilmanvaihtokanavien paikallaan pysyminen varmistetaan laittamalla vetoniitit liitoskohdan päälle. Poraruuveja ei saa käyttää niittien sijasta, koska ruuvin kärki jää näkyville kanavan sisäpuolelle, joka vaikeuttaa kanavien nuohoamista. [2, s. 148.]

Suorakaidekanavissa käytettävät kanavat ja kanavaosat on määritelty SFS-EN 1505-, SFS 3281- sekä SFS 5436-standardien mukaan. Valmiiksi muotoillut suorakaidekanavat ja kanavaosat liitetään toisiinsa yleisesti listaliitoksella eli listoilla. Kun listaliitos on paikallaan, listat lukitaan. Erityistapauksissa käytetään myös laippaliitosta, kun kanavamateriaali on esimerkiksi haponkestävää terästä. [2, s. 149.]

Pyöreissä kanavissa käytettävät kanavat ja kanavaosat on määritelty SFS-EN 1506-, SFS 3282- ja SFS 3541-standardien mukaan. Kuumasinkittyjen kierresaumakanavien ja kanavaosien liitäntä ja tiivistäminen tapahtuu kanavissa ja kanavaosissa olemassa olevilla kumirenkailla, jotka on kiinnitetty osiin valmiiksi tehtaalla, ja nämä liitokset lukitaan vetoniiteillä. [2, s. 149.]

Kuvassa 13 on esitetty ilmanvaihtokanavan sisäliitin, jonka molemmissa päissä on kumirengas, joka pitää liitoksen tiiviinä. Sisäliitin työnnetään ilmanvaihtokanavan avoimesta päästä sisään, kun sisäliitin on paikallaan kanavan ja sisäliittimen läpi porataan reikä, johon asennetaan vetoniitit, jotka pitävät kanavan paikallaan.



Kuva 13. Ilmanvaihtokanavan sisäliitin, jonka molemmat päät on varustettu kumirenkaalla [15].

Jos käyttöön tulevissa kanavissa ei ole tehdasvalmisteisia kumirenkaita, liittäminen tulee tehdä tiiviisti, tukevasti ja tiiveys varmistetaan lisäämällä kutistenuha liitokseen, lopuksi nämäkin liitokset varustetaan vetoniiteillä. Pyöreiden kanavien liitoksissa on sama kuin suorakaidekanavissa eli jos kanavamateriaali on esimerkiksi haponkestävää terästä niin liitos voidaan laippaliitoksella. [2, s. 149.]

Kanavissa käytetään myös tiivistysainetta, joka valitaan kuljetettavan aineen lämpötilan, rasiusten sekä ympäristön mukaan. Valitun tiivistysaineen ja sen tiivistysominaisuuksien tulee kestää rakennuksen kannalta kohtuullinen aika, joka on 50 vuotta. Tiivistemateriaaleista ei saa aiheutua terveydelle tai ilman laadulle haitallisia aineita. Tiivistysaineen pitää täyttää M1-luokan vaatimukset, jotka on esitetty LVI-ohjekortissa LVI 05-10440 (kuva 14). [2, s. 148.]

- Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio (TVOC) on alle 0,2 mg/m²h. Yhdisteistä on tunnistettava vähintään 70 %.
- Formaldehydin (H₂CO) emissio on alle 0,05 mg/m²h.
- Ammoniakin (NH₃) emissio on alle 0,03 mg/m²h.
- IARC:n luokittelun mukaisten luokkaan 1 kuuluvien karsinogeenisten aineiden (WHO 1987) emissio on alle 0,005 mg/m²h (ei koske formaldehydiä, sen kriteeri on annettu edellä).
- Materiaali ei haise, hajun hyväksyttävyyys kouluttamattomalla paneelilla arvioituna on >0,1.
- Laastit, tasoitteet ja siloitteet eivät saa sisältää kaseiinia.

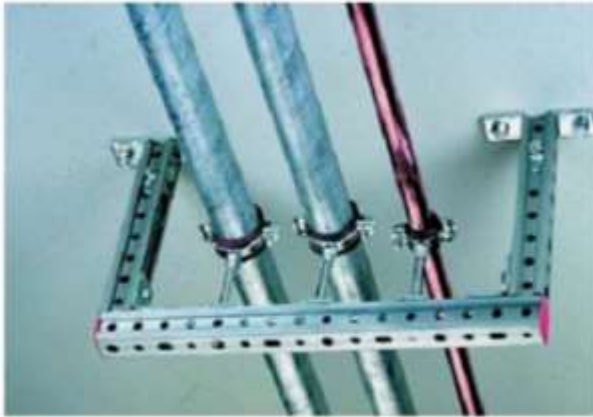
Kuva 14. M1-luokan vaatimukset [16].

5 Kannakointi

Kannakointi on tehtävä putkimateriaaliin ja asennustapaan soveltuvilla kannakkeilla. Yleisesti sisätiloissa kannakkeiden materiaalina toimii sinkitty teräs tai muovi ja ulkona materiaalina käytetään kuparia, alumiinia ja ruostumatonta- tai haponkestävää terästä. Kannakoinnin tehtävänä on estää putkien liikkuminen sivusuunnassa. Kannakoinnista ei saa aiheutua vahinkoa tai äänihaittoja putkistoon, ja lisäksi kannakointia tehdessä on huomioitava putkistoon tuleva mahdollinen eriste ja varata eristeelle sen vaatima tila. [25.]

Kannakointia tehdessä on huomioitava, että se kestää putkien, kanavien, putkivarusteiden ja eristeen painon lisäksi myös putkissa virtaavan nesteen painon sekä mahdollisten ulkoisten kuormitusten paino. Lisäksi kannakoinnin täytyy kestää nesteen virtauksesta ja lämpöliikkeestä syntyvät rasitukset. [25.]

Kannakkeet on kiinnitettävä riittävän massiivisiin rakenteisiin ja se tapahtuu aina rakennesuunnittelijan ja kannakevalmistajan ohjeiden mukaisesti. Talotekniikassa yleisesti käytössä on yhteiskannakointi (kuva 15), johon tulee lämmitys- ja käyttövesiputket, viemärit ja ilmanvaihtokanavat kiinnitettyä samaan kannatuskiskoon. Näkyville jäävän kannakoinnin tulee täyttää esteettiset vaatimukset. [25.]



Kuva 15. Yhteiskannakointi [25].

6 Eristäminen

Taloteknisen eristämisen tarkoituksena on minimoida lämpö- ja kylmähäviöitä, estää kylmien putkien kondensoituminen, ylläpitää suunnitellun lämpötilan kylmissä- ja lämpimissä putkissa, estää melu- ja äänihaittoja sekä paloeristää teknisiä järjestelmiä. Eristäminen on jaettu kahteen kategoriaan, jotka ovat ilmanvaihdoneristys ja putkieristys. [20.]

6.1 Ilmanvaihdon eristys

Ilmanvaihtokanavien lämmöneristyksellä pyritään estää kanavan sisällä kulkevan ilman lämpötilan muuttumista, jonka haittoina on energiankulutuksen rajoittaminen tai kosteuden muodostuminen vedeksi kanavan ulko- tai sisäpintaan. Tuloilmakanavat, joissa tuloilmaa jäähdytetään, tulee aina lämpö- ja kondenssieristää. Lämmöneristeen ja eriste-paksuuden määrittää erityissuunnittelija. Lämmöneristeenä yleisimpiä materiaaleja ovat lasi- ja kivivilla, solukumi, polyuretaani ja polyesterikuitu. Lämmöneristeen tulee aina olla käyttötarkoitukseen sopiva. [20; 21.]

Kun ilma jäähtyy tarpeeksi ja kohtaa kylmän pinnan, vesihöyry muuttuu kylmäiseksi vesihöyryksi ja siitä muodostuu kosteutta kanavan ulko- tai sisäpintaan, jonka takia kanavat kondenssieristetään eli kosteuseristetään. Kondenssieristäessä eristeen tulee olla erittäin tiiviisti kiinni kanavassa, ettei eristeen ja kanavan väliin ole mahdollista kondensoitua

vettä. Kondenssieristetyn putken kannakoinnissa on oltava tarkkana, ettei kannake riko kondenssieristettä. Kondenssieristeenä yleensä käytetään solukumia, kondenssitiivistettyä umpisolua tai kondenssitiivistettyä kivivillaa. [20; 21.]

Ilmanvaihtokanavista kantautuu häiritseviä ääniä, jotka aiheutuvat ilman liikkeestä kanavan sisällä. Häiritseviä virtausääniä vaimennetaan kanaviin asennettavilla äänenvaimentimilla tai kanavien sisälle tulevilla äänenvaimennusmateriaalilla. Jos kanavan sisään laitetaan äänenvaimennusmateriaalia, siitä ei saa irrota mitään haitallisia hiukkasia tai kuituja, jotka kulkevat ilmavirran mukana. Äänieristykseen voidaan vaikuttaa kanavan kannakoinnilla ja putken rakenteellisella äänieristyksellä. Äänieristeenä voidaan käyttää lämmöneristeenäkin käytettyä mineraalivillaa. [20; 21.]

Standardin SFS-EN 1366-1 mukaiset paloeristysratkaisut ovat ilmanvaihtokanavien paloeristämisessä sallittuja. Paloeristysratkaisujen kelpoisuus todetaan rakennustuotteiden tuotehyväksynnän 954/2012 mukaan pois lukien palotekninen käyttäytyminen, joka todetaan CE-merkinnällä. Paloeristysratkaisut määräytyvät valmistajien mukaan ja erityissuunnittelija valitsee paloeristysratkaisun, joka täyttää vaaditut vaatimukset. Paloeristeen paksuus määräytyy palonkestävyyden mukaan, ja se on tuotekohtainen. Paloeristeiden palonkestävyydet ovat yleensä 30, 60 tai 120 minuuttia. Paloeristeet merkitään esimerkiksi EI30, joka tarkoittaa, että palotilanteessa rakenteen tulee säilyttää tiiveys ja eristävyys 30 minuutin ajan. Paloeristeen materiaalina käytetään yleensä kivivillaa, koska se kestää hyvin korkeita lämpötiloja. [20; 21.]

Yksi eristekerros voi toimia yhtä aikaa esimerkiksi lämpö- ja paloeristeenä tai lämpö-, palo- ja kondenssieristeenä tai lämpö- ja äänieristeenä. [21.]

6.2 Putkieristys

Lämmitysputkien eristämällä pyritään minimoimaan lämpöhäviöitä ja pitämään lämmitysputkissa kulkevan veden lämpötila suunnitellussa arvossaan, joka pienentää rakennuksen lämmitysenergian kulutusta. Energiakulutusten kasvun lisäksi huonosti eristetyt tai eristämättä jätetyt lämmitysputket kasvattavat rakennuksen termisiä jännityksiä, kulumista sekä aiheuttaa korroosiota, joka lyhentää putkien ja laitteiden käyttöikää. Lisäksi kokonaan eristämättä jättäminen tai puutteellinen eristys on turha tapaturmariski, kun

olla tekemisissä kuumien pintojen kanssa. Lämmitysputkien eristyksessä käytetään yleensä mineraalivillaa. [22.]

Jäähdytysputkien eristämällä pyritään estää putkessa virtaavan aineen lämpötilan nousu ja kondenssiveden muodostuminen. Jäähdytysputkien eristyksen on estettävä kosteuden pääsy eristettävään kohteeseen, jotta lämpöhäviöt pystytään minimoimaan. Kosteutta syntyy ympäristössä olevan ilman vesihöyrystä, joka kondensoituu kylmälle pinnalle, koska sen lämpötila on pienempi kuin ympäristön kastepiste. Eriste, johon on päässyt kosteutta kasvattaa lämpöhäviötä, koska kosteudesta syntyvän veden ja mahdollisesti jään lämmönjohtavuus ovat moninkertaisia verrattuna ilmaan. Lämpöhäviöiden lisäksi kosteudesta johtuva vesi ja jää voivat aiheuttaa rakenteeseen murtumia ja materiaaliin vaurioita. Jäähdytysputkien eristemateriaaleiksi sopivat parhaiten umpisoluiset materiaalit. [22.]

Lämpimien käyttövesiputkien eristyksen tarkoitus on sama kuin lämmitysputkien eli pyritään minimoimaan lämpöhäviöitä ja pidetään käyttöveden lämpötila suunnitellussa arvossa. Lämpimän käyttöveden minimi lämpötilan täytyy kuitenkin olla vähintään 55 °C, koska siinä lämpötilassa pystytään torjumaan legionellabakteeri kokonaisuudessaan. Legionellabakteeri on ihmisen terveydelle haitallinen, ja sitä esiintyy lämpimässä käyttövedessä lämpötilan ollessa 20–45 °C. [23.]

Kylmien käyttövesiputkien eristyksen tarkoitus on sama kuin jäähdytysputkien eli pyritään estämään putkessa virtaavan veden lämpötilan nousu ja kondenssiveden muodostuminen. Kylmän käyttöveden lämpötila voi nousta maksimissaan 20 °C. Tällä ehkäistään mikrobikasvua ja vesi pysyy raikkaana. Jos lämpötila nousee yli 20 °C:n legionellabakteeri pääsee lisääntymään veteen. Jos vettä ei käytetä kahdeksaan tuntiin niin silloin veden lämpötila voi nousta maksimissaan 24 °C. [23.]

7 Kelpoisuuden toteamismenetelmä

Rakennustuotteita koskevan lainsäädännön tarkoituksena on varmistaa, että käyttöön tulevista rakennustuotteista on saatavilla vertailukelpoista ja luotettavaa tietoa. Tämä

mahdollistaa sen, että urakoitsijat ja suunnittelijat pystyvät arvioimaan rakennustuotteiden sopivuutta rakennuskohteeseen. Rakennustuotteen kelpoisuus on todettava aina, jos tuote tulee kiinteäksi osaksi kohderakennusta tai jos sillä on vaikutusta kohderakennuksen tekniseen toimintaan. Kelpoisuus voidaan todeta kuvassa 16 esitetyllä CE-merkinnällä, kansallisilla menettelytavoilla tai taulukon 1 mukaisilla menetelmillä. [17; 18.]

Taulukko 1. Kelpoisuuden toteamismenetelmät.

A	=	Pakollinen CE-merkintä (hEN)
B	=	Vapaaehtoinen CE-merkintä (ETA)
C	=	Tyyppihyväksyntä
D	=	Varmennustodistus
E	=	Valmistuksen laadunvalvonta
F	=	Rakennuspaikkakohtainen varmennus

Suurin osa rakennustuotteista täytyy olla varustettu CE-merkinnällä, joka helpottaa tavaran vapaata liikkumista Euroopan sisämarkkinoilla. CE-merkintä tarkoittaa sitä, että rakennustuotteen valmistaja on vakuuttanut tuotteen täyttävän sitä koskevat EU:n direktiivin asettamat vaatimukset ja, että tuote on läpäissyt mahdolliset vaaditut tarkastukset. [18.]

CE-merkinnän käytön edellytyksenä on, että tuotteella on olemassa oleva julkaistu harmonisoitu tuotestandardi (hEN) ja sen siirtymäaika on jo alkanut tai tuote omaa eurooppalaisen teknisen arvioinnin (ETA). Jos tuote kuuluu harmonisoidun tuotestandardin piiriin, sillä on pakko olla CE-merkintä ennen markkinoille astumista. [17.]

Eurooppalaisen standardisointijärjestö CENin laatima harmonisoitu tuotestandardi (hEN) on eri tuoteryhmiä koskeva standardi, josta on tehty julkaisu komission virallisessa lehdessä. Julkaisussa määritellään tuoteryhmittäin tuotteiden ominaisuudet, laadunvalvontaa koskevat vaatimukset ja lisäksi CE-merkintää koskevat tiedot. Jos rakennustuotteella ei ole harmonisoitua tuotestandardia niin tuotteelle voidaan myöntää eurooppalainen tekninen arviointi (ETA), joka on vapaaehtoinen tekninen arviointi, joka johtaa CE-merkintään. ETA on yleisimmin myönnetty uusille ja innovatiivisille tuotteille, ja ETA:ta voi hakea Suomessa Eurofins Expert Services Oy:ltä. [17.]

Valmistaja varustaa tuotteen CE-merkinnällä ja valmistajalle siirtyy sitä kautta vastuu, että tuote on kaiken tuotetta koskevan EU:n yhdenmukaistamislainsäädännön mukainen. Rakennustuotteessa oleva CE-merkintä ei tarkoita automaattisesti sitä, että tuote täyttää kansalliset vaatimukset. Suunnittelutyötä, rakennustuotteiden käyttöä ja rakennuskohdetta koskevat vieläkin kansalliset viranomaissäädökset, kuten Suomessa määrää Suomen rakentamismääräyskokoelma. [18.]

Tuotteen soveltuvuus tulee aina arvioida kyseessä olevaan kohteeseen ja sen toteuttamiseen koskevien määräysten mukaisesti. Kaikkiin tuotteisiin ei ole edes mahdollista saada CE-merkintää. Tuoteryhmiin, joihin ei ole mahdollista saada CE-merkintää, tarkoittaa sitä, ettei niille ole yhdenmukaista standardia tai ei ole hankittu eurooppalaista teknistä arviointia. Tällä hetkellä LVI-alan tuoteryhmistä CE-merkintä on vain 20 %:lla. [18.]

Joillain rakennustuotteilla voi olla muihin asetuksiin tai direktiiveihin liittyviä CE-merkintöjä, ja nämä muut säädökset ovat esimerkiksi painelaitedirektiivi sekä kone- ja ekosuunnittelu. Tällaiset CE-merkinnät eivät kata tuotteen ominaisuuksia rakennustuotteena. Lisäksi jos tuote on valmistettu siten, että se tulee vain ja ainoastaan omaan käyttöön, niin CE-merkintä ei ole pakollinen. [18.]



Kuva 16. CE-merkintä [19].

8 Materiaalien yhteensopivuusselvitys

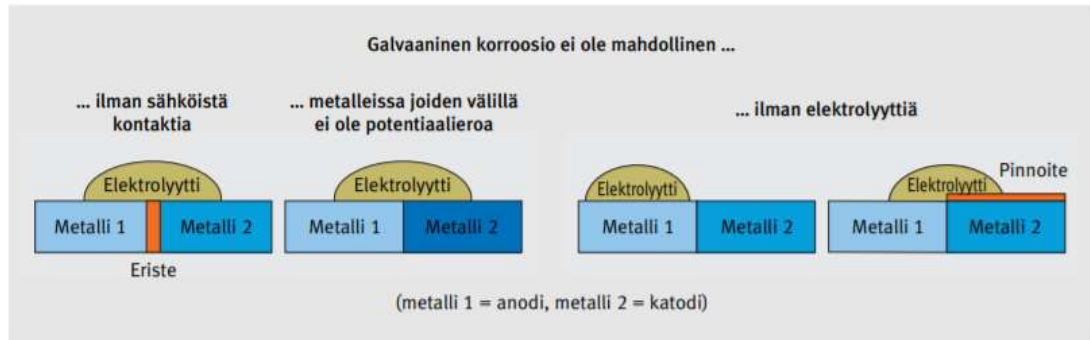
LVV-järjestelmissä on käytössä monia eri materiaaleja, joissa useimmiten materiaalit ovat muovisia tai metallisia. Tässä luvussa käsitellään eri muovien ja metallien yhteensopivuuksia, kun verkostossa virtaa vesi. [5.]

LVV-järjestelmissä käytettyjä muoveja on monia erilaisia, mutta eri muoviputkia on silti mahdollista liittää toisiinsa ilman erityisiä riskejä, koska muovimateriaalien välille ei synny kemiallista reaktiota, kuten galvaanista korroosiota, joka voi syntyä metallimateriaalien välille. [5.]

Metallisia materiaaleja on myös monia ja niitä käytetään LVV-järjestelmissä. Metallisten putkien ja putkivarusteiden liittämässä toisiinsa riskinä on syntyä galvaaninen korrosio, joka johtaa metalleista epäjalomman materiaalin korroosioon. [5.]

Galvaanisessa korroosiossa vähemmän jalo materiaali eli anodi syöpyy ja samanaikaisesti jalompi materiaali eli katodi suojautuu korroosiota vastaan. Korrosio aiheuttaa putken, venttiilien ja muiden varusteiden ulkonäön huonontumista, ja putkiin ja venttiileihin saattaa syntyä vuotoja ja lisäksi putken ja putkivarusteiden käyttöikä lyhenee huomattavasti. [5.]

Galvaanisen korroosion syntymiseen vaikuttavat metallien erilaiset korroosipotentialit, metallien ollessa sähköisessä yhteydessä toisiinsa, ja jos sähköä johtava nestemäinen kalvo on kosketuksessa molempien metallien kanssa. Käyttöön tulevan materiaalin lisäksi on huomioitava ympäristö ja muotoilu, jonka takia on haastava arvioida etukäteen materiaalien yhteensopivuutta. [5.] Kuvassa 17 on esitetty tilanteet, joissa galvaanista korroosiota ei voi tapahtua.



Kuva 17. Tilanteet, joissa galvaanista korroosiota ei voi tapahtua [5].

Kuvassa 18 on listattu galvaanisen korroosion riskit materiaalikohtaisesti. Kuvassa on käytetty yleisimpiä metallimateriaaleja, joita käytetään LVV-järjestelmissä.

Galvaanisen korroosion riski		Kosketusmetalli				
		Hiiliteräs	Valurauta	Ruostumaton teräs	Kupari	Haponkestävä teräs
Syövyttävä metalli	Hiiliteräs					
	Valurauta					
	Ruostumaton teräs					
	Kupari					
	Haponkestävä teräs					
			=	Suuri riski		
			=	Matala riski		

Kuva 18. Galvaanisen korroosion riski yleisimmille LVV-järjestelmissä käytetyille metallimateriaaleille.

9 Materiaaliluettelon esittely

Liitteissä 1–6 on esitetty erillinen materiaaliluettelo. Materiaaliluetteloon on listattu materiaalikohtaisesti liitostavat, pintakäsittely, kelpoisuuden toteamismenetelmä, paineluokka, mahdolliset huomiot koskien materiaaleja ja lisäksi luettelosta löytyy putki- ja kanavakoot sekä putki- ja kanavavarusteiden koot. Luetteloon on esitetty kohteeseen tulevat materiaalit X merkinnällä kohtaan ”tässä projektissa käytettävät”.

9.1 Lämmitys

Liitteessä 1 on esitelty lämmitys, johon on listattu kannakkeet, lämmitysputket ja putki-varusteet. Liitteestä 1 selviää kohteeseen tulevat lämmitystä koskevat materiaalit, jotka on merkattu ”tässä projektissa käytettävät” sarakkeeseen. Lämmitysosioon on myös listattu kaukolämpöputket ja kaukolämpöputkien varusteet, mutta ne on piilotettu, koska tässä projektissa ei tullut muutoksia kaukolämpöön.

9.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät

Liitteessä 2 on esitelty vesijohdot, josta selviävät kannakkeet, käyttövesiputket ja putki-varusteet. Liitteessä 3 on esitelty viemärit, jossa on esitelty kohteeseen tulevat kannakkeet ja jätevesiviemärit. Liitteisiin 2 ja 3 on merkattu kaikki materiaalit ja varusteet, joita kohteeseen on tulossa ”tässä projektissa käytettävät”-sarakkeeseen. Viemäriosiossa on myös olemassa sadevesiviemärit ja viemäri-varusteet, mutta ne on myös piilotettu, koska kohteeseen ei tullut viemäri-varusteita tai muutoksia sadevesijärjestelmään.

9.3 Ilmanvaihto

Liitteessä 4 on esitelty ilmanvaihto, johon on listattu kannakkeet, ilmanvaihtokanavat ja kanavavarusteet. Luetteloon on merkattu tässä projektissa käytettävät materiaalit samalla tyylillä kuin muihinkin järjestelmiin.

9.4 Eristys

Liitteessä 5 on esitetty putkieristys, josta käyvät ilmi eristemateriaalit, eristesarja tai paksuus, päällystemateriaalit ja kelpoisuuden toteamismenetelmä. Putkieristystaulukkoon on esitetty eri lämpötiloissa olevien tilojen- ja eristyskohteiden eristämistä. Liitteessä 6 on esitetty ilmanvaihdon eristys, josta käyvät ilmi samat asiat kuin putkieristyksestä, paitsi eristeen paksuus, joka käy ilmi LVI-103345-taulukosta. Ilmanvaihdoneristystaulukosta selviää erikseen lämpö-, ääni-, palo- ja kondenssieristäminen.

Eristysosioon ei ole merkattu projektikohtaisia eristysmateriaaleja, koska eristeet on merkattu jo tasokuvaan.

10 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda erillinen materiaaliluettelo, jonka tarve on ollut yrityksellämme jo pidemmän aikaa. Materiaaliluettelon tarkoituksena on tukea työselostusta, koska työselostuksesta on siivottu materiaalit pois ja ne on siirretty materiaaliluetteloon. Erillistä materiaaliluettelo tullaan hyödyntämään projektikohtaisesti. Työn tarkoituksena oli paneutua eri järjestelmissä käytettäviin materiaaleihin. Opinnäytetyössä tutkittiin eri materiaaleille sopivia liitostapoja, kannakointia, eristämistä, rakennustuotteen kelpoisuuden toteamismenetelmää ja lopuksi tutkittiin eri materiaalien yhteensopivuuksia.

Materiaalit on hyvä päättää jo suunnitteluvaiheessa, koska materiaaleihin liittyy hyvin paljon erilaisia määräyksiä ja vaatimuksia, jotka voivat olla haastavia toteuttaa myöhemässä vaiheessa. Putkivarusteiden ja putkimateriaalien valinnassa tulee olla tarkkana, että putkivarusteiden materiaali soveltuu putken materiaaliin ja toisinpäin, jotta tällöin säästytään ennenaikaisilta korroosiovahingoilta materiaaleissa ja niiden käyttöikä ei pääse lyhenemään.

Materiaaliluettelo tullaan kehittämään vielä lisää, kuten tekemällä samanlaiset taulukot muista järjestelmistä lämmityksen, vesi- ja viemärin, ilmanvaihdon sekä eristämisen lisäksi.

Lopputuloksena syntyi kattava materiaaliluettelo, joka luotiin Microsoftin Excel-työkalua käyttäen, siihen on listattu järjestelmäkohtaisesti kannakointimateriaalit, putkimateriaalit ja putkivarusteet. Lisäksi luettelo on listattu materiaali-kohtaisesti sopivat liitostavat, materiaalin paineluokka, materiaalin minimi ja maksimi koko, pintakäsittely, kelpoisuuden toteamismenetelmä ja mahdollisia huomiota. Lisäksi materiaaliluetteloon tehtiin ilmanvaihdon eristämisestä ja putkieristämisestä omat taulukot.

Tämän työn lopputuloksena syntyneitä materiaaliluetteloita tullaan hyödyntämään päivitetyssä suunnittelussa.

Lähteet

- 1 Putkistojen asennus 2004. LVI-ohjekortti 20–10348. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 2 Talotekniikka RYL 2002: talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002, osa 1. 2003. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 3 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. 2012. Määräykset ja ohjeet 2007. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D1. Ympäristöministeriö.
- 4 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2010. Määräykset ja ohjeet 2003. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2. Ympäristöministeriö.
- 5 Ruostumattomat teräkset kosketuksissa muiden metallisten materiaalien kanssa. Verkkoaineisto. Euro Inox. <www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro_Inox/Contact_with_Other_FI.pdf>. Luettu 8.3.2021
- 6 Ilmanvaihto. 2018. Verkkoaineisto. Motiva. <www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/rakentajan_ohjeet/hyva_talo/ilmanvaihto>. Luettu 5.3.2021
- 7 Kovajuotos. 2018. Verkkoaineisto. TTK. <ttk.fi/files/6455/Kovajuotos_1.3_09102018.pdf>. Luettu 15.3.2021
- 8 Pehmeäjuotos. 2019. Verkkoaineisto. TTK. <ttk.fi/files/6467/Pehmeajuotos_1.3_09102018.pdf>. Luettu 15.3.2021
- 9 Hitsausmenetelmät. Verkkoaineisto. Esab. <www.esab.fi/fi/fi/education/blog/hitsausmenetelmat.cfm>. Luettu 10.3.2021
- 10 Hitsausmenetelmät. 2015. Verkkoaineisto. <matiassalmikangas.files.wordpress.com/2015/02/24/puikkohitsaus/>. Luettu 10.3.2021
- 11 Saint Gobain PAM. Pantaliitos. Verkkoaineisto. <www.pamline.fi/viemarointitekniikka/pantaliittimet/2192/plasto-liitospanta-muovi-ja-valurautaputken-liittamiseen>. Luettu 22.3.2021
- 12 Fischer, Georg. 2015. Tekninen käsikirja UNI-Coupling. Verkkoaineisto. <<http://kesko-onninen-pim-resources-production.s3-website-eu-west-1.amazonaws.com/pimdocuments/10228928.pdf>>. Luettu 19.3.2021
- 13 Muhvillinen viemäriputki. Verkkoaineisto. Taloon.com. <www.taloon.com/viemari-putki-sn8-110x3000>. Luettu 2.4.2021

- 14 Puristusliitos – tiivisterenkaallinen. 2007. Verkkoaineisto. <www.web4u.nu/koppar/files/Pressfitt_FI.pdf>. Luettu 14.3.2021
- 15 Sisäliitin. Verkkoaineisto. Taloon.com. <www.taloon.com/ilmanvaihtokanavan-sisaliitin-125>. Luettu 6.4.2021
- 16 Sisäilmastoluokitus 2008. LVI-ohjekortti 05-10440. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 17 CE-merkintä. Verkkoaineisto. hEN Helpdesk. <www.henhelpdesk.fi/ce-merkinta.html>. Luettu 22.3.2021
- 18 CE-merkintä. Verkkoaineisto. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). <www.rakennustuoteinfo.fi/rakennustuotteen-ce-merkinta/>. Luettu 22.3.2021
- 19 Sertifikaatit. Verkkoaineisto. Paroc Panel System. <www.parocpanels.com/fi-fi/sertifikaatit>. Luettu 22.3.2021
- 20 Tolonen, Heikki. 2010. Tekninen eristäminen ja yrityksen laatu järjestelmän päivitys. Insinööriyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 21 Ilmanvaihtojärjestelmän eristäminen. 2020. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/25-ss-ilmanvaihtojarjestelman-eristaminen>. Luettu 8.4.2021.
- 22 Teollisuuden tekninen eristys & energiatehokkuus. 2016. Verkkoaineisto. Motiva. <www.motiva.fi/files/12253/Teollisuuden_tekninen_eristys_energiatehokkuus.pdf>. Luettu 8.4.2021
- 23 Veden lämpötila. 2020. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <www.talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/6-vvl-veden-%20lampotila>. Luettu 9.4.2021.
- 24 Miettinen, Jarno. 2018. Jätevesilaitteiston tiiveyden varmistus. Insinööriyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 25 Putkistojen ja kanavien kannakointi 2004. LVI-ohjekortti 84–10818. 2004. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 26 Putken kierteen hamputus. 2020. Vantaan ammattiopisto Varia. Verkkoaineisto. <<https://www.youtube.com/watch?v=wbnmolOckXU>>. Luettu 2.3.2021
- 27 Kierteittävä teräsputki. Verkkoaineisto. Meltex. <<https://www.meltex.fi/fi/tuote/lampo-vesi-ja-ilma/04-hitsatut-putket-hiiliterasta-puristusliitosyhteet>>

sinkityt/terasputket-hitsatut/EN10266-M-maal/kierreputki-hitsattu-en10255-m-maalattu#/productinfo>. Luettu 2.3.2021

Lämmitys

	Liitostavat:	Pintakäsittely:							Kelpoisuuden toteamismenetelmä:
	-K=Kierre	-Valm.käs.=Toimitus valmiiksi maalattuna							A = Pakollinen CE-merkintä (hEN)
	-H=Hitsaus	-Pohjm.=Rasvanpoisto orgaanisella liuottimella							B = Vapaaehtoinen CE-merkintä (ETA)
	-L=Laipat	+teräsharjaukset St2+2 eriväristä maalikerrosta							C = Tyypin hyväksyntä
	-P=Puristus	-Kromaus							D = Varmennustodistus
	-J=Juotos	-ZN=Kuumasinkitys							E = Valmistuksen laadunvalvonta
	-Pa=Panta								F = Rakennuspaikkakohtainen varmennus
	-Ku=Kumirengas								
Tässä projektissa käytettävät	Tunnus	Tuote/tuoteryhmä	Koko		Paine-luokka	Liitos-tavat	Pinta-käsittely	Kelpoisuuden toteamismenetelmä	Huom.
X	Kannakkeet		Min.	Max.	MPa				
X		Teräskannakkeet					Zn		Kiinnityskisko+kierretanko+avattava kaariputkipidin+äänieristys, säädettävä korkeus, kannatus putkesta, ei eristeen päällä
		Haponkestävät teräskannakkeet					Hfe AISI 316		Alustilat/tuuletetut alustilat
		Muototeräsrakenteet					Pohjm.		
	KL-putket								
	KL-putkivarusteet								
X	Lämmitysputket								
		Komposiitti	DN 15	DU 110	1	P		C	Mapress. Käytetään putkitoimittajan hyväksymiä liitososia ja -tapoja
		Kupari	DU 12	DU 63	1	J, P, L		A,C	
		Lattialämmitysputki	DU 16	DU 20	0,6			F	Happidiffuusiosuojattu
		HFe-putki	DN 12	DN 100	1,6	P			Käytettävä MAPRESS-putkisto-osia lvi-1280...1284 ja MAPRESS-työvälineitä/asennusohjeita
X		PEX-Muoviputki, suojaputkessa	DU 15	DU 22	1	P		C	Kytentäjäohdot rakenteissa, ilman liitoksia, happidiffuusiosuojattu
X		Teräsputki	DN 10	DN 50	1	K, H	Pohjm.	A	Kierteytettävä
		Teräsputki, saumallinen	DN 65	DN 200	1	H, L	Pohjm.	A	Hitsattava
		Teräsputki, saumaton	DN 65	DN 200	1	H, L	Pohjm.	A	Hitsattava
		Eristetty lämmitysputkielementti						C	Maassa, happidiffuusioduojattu
X	Putkivarusteet								
X	LSV	Linjasäätöventtiili	DN 10	DN 50	0,6	K			Mittausyhteet, venttiilyhteyden erill. sulku, sulkuosa palloventtiili, sinkinkadon kestävä
	LSV	Linjasäätöventtiili	DN 65	DN 200	0,6	L			Mittausyhteet, venttiilyhteyden erill. sulku, valurautaa
	LSV	Linjasäätöventtiili	DN 15	DN 200	1	H			Mittausyhteet, sulkuosa palloventtiili, DN 200 vaihteella, hitsattava
	TI	Lämpömittari, suora							0...120 °C Värjättyllä taustalevyllä elohopeamittari tarkkuusluokka 1
	PI	Painemittari			1,6				0...0,6 MPa, halkaisija 100 mm, tarkkuus vähintään 1,6 %
		Painemittarisulku	DN 15			K			
	PT	Paljetasain	DN 15	DN 200	1	H			Jousto < 40 mm
X	TV	Patteritermostaatti, kiinteä anturi							+6... 28 °C
		Patteriventtiili, kulma	DN 10	DN 15	väh. 0,6	K			Sinkinkadon kestävä
		Patteriventtiili, suora	DN 10	DN 20	väh. 0,6	K			Sinkinkadon kestävä
		Patteriliitin (paluuventtiili), kulma	DN 10	DN 20	väh. 0,6	K			Sinkinkadon kestävä
		Patteriliitin (paluuventtiili), suora	DN 10	DN 20	väh. 0,6	K			Sinkinkadon kestävä
		Lianerotin	DN 15	DN 50	1	K			Suodinverkko RFe, reikäkoko 1 mm, DN-koon oltava vähintään putken kokoa
		Lianerotin	DN 65	DN 200	1	L			Suodinverkko RFe, reikäkoko 1 mm, DN-koon oltava vähintään putken kokoa
	SU	Sivuvirtasuodatin	DN 20	DN 25	1	K			Patruunasuodatin
	SU	Sivuvirtasuodatin	DN 20	DN 50	1	K			Huuhdeltava/pestävä suodatin
X	SV	Sulkuventtiili	DN 10	DN 50	väh. 0,6	K			Palloventtiili
		Tyhjennysventtiili	DN 15		1	K			Palloventtiili, letkuliitin, sulikutulppa
		Yksisuuntaventtiili	DN 15	DN 50	1	K			Läppämalli, jousella varustettu, metallitiiviste

Vesijohdot

	Liitostavat:	Pintakäsittely:							Kelpoisuuden toteamisen menetelmä:
	-K=Kierre	-Valm.käs.=Toimitus valmiiksi maalattuna							A = Pakollinen CE-merkintä (hEN)
	-H=Hitsaus	-Pohjm.=Rasvanpoisto orgaanisella liuottimella							B = Vapaaehtoinen CE-merkintä (ETA)
	-L=Laipat	+teräsharjaukset St2+2 eriväristä maalikerrosta							C = Tyypilyhyväksyntä
	-P=Puristus	-Kromaus							D = Varmennustodistus
	-J=Juotos	-ZN=Kuumasinkitys							E = Valmistuksen laadunvalvonta
	-Pa=Panta								F = Rakennuspaikkakohtainen varmennus
	-Ku=Kumirengas								
Tässä projektissa käytettävät	Tunnus	Tuote/tuoteryhmä	Koko		Paine-luokka	Liitos-tavat	Pinta-käsittely	Kelpoisuuden toteamis-menelmä	Huom.
			Min.	Max.	MPa				
X	Kannakkeet								
X		Teräskannakkeet					ZN, kuparointi		Kiinnityskisko+kierretanko+avattava kaariputkipidin+äänieristys, säädettävä korkeus, kannatus putkesta, ei eristeen päällä
X		Muovikannakkeet					Kromaus		Näkyvissä olevat kromatut vesijohdot
X	Käyttövesiputket								
	KV, LV, LVK	Komposiittiputki	DU 16	DU 110	1	P		C	Käytettävä Unipipe- osia LVI-1721...1724, työvälineitä ja ohjeita, toimitus 5 m salkoina
X	KV, LV, LVK	Kupariputki	DU 12	DU 63	1	J, P	Kromaus	A, C	Näkyvissä olevat kalusteiden kytkentäjohtot, kannakkeet kromaukseen sopivat
	LV, LVK	MAPRESS-Hfe-putki	DN 12	DN 100	1,6	P			Käytettävä MAPRESS-putkisto-osia lvi-1280...1284 ja MAPRESS-työvälineitä/asennusohjeita
	KV	PEM-paineputki	DU 20	DU 63	1	H			Liitostavat valmistajan ohjeen mukaan
X	KV, LV	PEX-Muoviputki, suoja-putkessa	DU 15	DU 63	1			C	Liitostavat valmistajan ohjeen mukaan, rakenteissa ilman liitoksia
	KV	RFe-putki	DN 65	DN 250	1	H, L		A	Tehdasvalm. osin. S=2 mm
	KV, LV, LVK	Eristetty putkieleменти						C	Maassa
X	Putkivarusteet								
		Kulmaliitin pinta-aseenukseen				P		C	Sulku ja peitelaippa
		Kulmaliitinpari pinta-aseenukseen				P		C	Sulku ja peitelaippa
	TI	Lämpömittari, kulma						C	Mittausalue 0...120 °C Värjättyllä taustalevyllä elohopeamittari, tarkkuusluokka 1, sinkkikadon kestävä erikoismessinkä
	TI	Lämpömittari, suora						C	Mittausalue 0...120 °C Värjättyllä taustalevyllä elohopeamittari, tarkkuusluokka 1, sinkkikadon kestävä erikoismessinkä
	PAV	Paineenalennusventtiili	R 1/2	R 2	1	K		C	Huoltosulut 2 kpl, painemittari
	PIT	Paineiskutasaim	DN 15		0,9	K		C	Tilav. 0,16 dm ³ , kalvo elintarvikelaatua
	PI	Painemittari			1	K		C	0...1,0 MPa, halkaisija 100 mm, tarkkuus vähintään 1,6 %
		Painemittarisulku	DN 15			K		C	
		Seinäliitinpari suluin, kulma						C	Kalusteliitokset, 1/2" x 15/12mm
		Seinäliitinpari suluin, suora						C	Kalusteliitokset, liitinpari 3/4" x 15/12mm
X		Sulkuventtiili	DN 10	DN 50	1	K, P		C	Palloventtiili, sinkin kadon kestävä erikoismessinkä
		Sulkuventtiili	DN 65	DN 100	1	L		C	Punametallinen luistiventtiili
		Kuulasulkuventtiili			1		Kromaus	C	Kalustekohtaisesti
		Tyhjennysventtiili	DN 15	DN 25	1	K		C	Palloventtiili, letkuliitin, sulkutulppa, sinkkikadon kestävä erikoismessinkä
		Varoventtiili	DN 20		1	K		C	Avautumisaine 1,0 MPa, sinkkikadon kestävä erikoismessinkä
X		LVK-johdon säätö- ja sulkuventtiili	DN 15	DN 20	1	K, P		C	Venttiiliryhmä, palloventtiili, sinkkikadon kestävä erikoismessinkä, Cu 12...Cu 22, mittausyhtein.
		LVK-pumpun säätö- ja sulkuventtiili	DN 15	DN 50	1	K, P		C	Venttiiliryhmä pumpun painepuolella, palloventtiili, sinkkikadon kestävä erikoismessinkä, Cu 12...Cu 54, mittausyhtein
		LVK-pumpun sulkuventtiili			1	K, P		C	Venttiiliryhmä pumpun imupuolella sis. Pallosulkuventtiili ja yksisuuntaventtiilin, sinkkikadon kestävä messinkä
		Verkon täyttöventtiili	DN 15	DN 25	1	K, P		C	Venttiiliryhmä, sis. Palloventtiili, tarkastusruuvi, yksisuuntaventtiili ja sulkuventtiili, sinkkikadon kestävä messinkä
X		Yksisuuntaventtiili			1	K, P		C	Lautasmallinen, sinkkikadon kestävä erikoismessinkä
		Vedenlämmittimen syöttöventtiili			1	K, P		C	sis. Sulkuventtiili, tarkastusruuvi, yksisuuntaventtiili, sinkkikadon kestävä messinkä
		Lianerotin						C	Vinoistukkamalli, suodatinverkko RFe-terästä, silmäkoko 0,5 mm
		Joustava liitin						C	Kumiliitin tai päällyspunoksella varustettu metalliletku, verkoston rakennelämpötila ja -paine sekä mekaaninen rasitus
		Tyhjöntiili						C	Sinkkikadon kestävä materiaalia

Viemärit

	Liitostavat:	Pintakäsittely:						Kelpoisuuden toteamismenetelmä:	
	-K = Kierre	-Valm.käs.=Toimitus valmiiksi maalattuna						A = Pakollinen CE-merkintä (hEN)	
	-H = Hitsaus	-Pohjm.=Rasvanpoisto orgaanisella liuottimella						B = Vapaaehtoinen CE-merkintä (ETA)	
	-L = Laipat	+teräsharjaukset St2+2 eriväristä maalikerrosta						C = Tyyppihyväksyntä	
	-P = Puristus	-Kromaus						D = Varmennustodistus	
	-J = Juotos	-ZN=Kuumasinkitys						E = Valmistuksen laadunvalvonta	
	-Pa = Panta							F = Rakennuspaikkakohtainen varmennus	
	-M = Muhvi								
Tässä projektissa käytettävät	Tunnus	Tuote/tuoteryhmä	Koko		Paine-luokka	Liitos-tavat	Pinta-käsittely	Kelpoisuuden toteamis-menettelmä	Huom.
			Min.	Max.	MPa				
X	Kannakkeet								
		Teräskannakkeet					ZN		Rakennuksessa, Kiinnityskisko+kierretanko+avattava kaariputkipidin+äänieristys, säädettävä korkeus, kannatus putkesta, ei eristeen päällä
		Kannakkeet, AISI 316							Alustiloissa, Kierretanko, avattava putkipidin, äänieristys, säädettävä korkeus
X		Valmistajan asennusohjeiden mukaan							
X	Jätevesiviemäri								
	V	Valurautaviemäri, muhviton	DN 50	DN 300		Pa	Valm.käs.	A, C	Rakennuksessa pohjalaatan yläpuolella, VSS ympäryseinän läpi menevä viemäri
	V	Muoviviemäri, PP	DU 32			M		C, F	Rakennuksessa, Asennusluokka SN4
	V	Muoviviemäri, PP	DU 50	DU 75		M		C, F	Rakennuksessa, Asennusluokka SN4
	V	Muoviviemäri, PP	DU 110	DU 160		M		C, F	Rakennuksessa, pohjalaatan alla ja maassa rakennuksen ulkopuolella, rasvanerottimen jälkeiset viemärit, HTP-viemäri, Asennusluokka SN8
	V	Muoviviemäri, PP	DU200	DU400		M		C, F	Pohjalaatan alla ja maassa rakennuksen ulkopuolella, maaviemäri, Asennusluokka SN8
	V	Muoviviemäri, PVC	DU 200	DU 400		M		C, F	Rakennuksessa, maassa, Asennusluokka M4
	V	Muoviviemäri, PVC	DU 200	DU 400		M		C, F	Maassa, Asennusluokka T8
	V	Muoviviemäri, PVC	DU 200	DU 560		M		C, F	Maassa, poimutettu, Asennusluokka T8
	V	HFe-viemäri, hitsattu	DN 50	DN 300		H		C	Tehdasvalm. Osin. S=2 mm, erikoisviemärit, rasvanerottimen tyhjennysputkiin
	V	HFe-viemäri, muhwillinen	DN 50	DN 160		M		C	Rakennuksessa ja tuuletetussa alapohjassa, keittiön rasvaviemärit ennen rasvanerotinta, tiivisteet rasvaa kestävää laatua
	V	RFe-viemäri, hitsattu	DN 50	DN 300		H		C	Autohalleissa
	V	RFe-viemäri, muhwillinen	DN 50	DN 160		M		C	Autohalleissa
	V	Kupariputki	DU 28	DU 54		J,P		C	Ilmastointikoneiden ulkoilmakammiot, jäähdytyspatterit, lämmöntalteenottopatterit, kaappikojeet ja kiertoilmajäähdyttimet. Rakenteessa kapillaariliitoksin.
X	V	Desibeliviemäri	DN 32	DN 250		M		C, F	Ks .valmistajan ohjeet
	PV	Paineviemäri, PEM	DU 40	DU 50	1,25	H		C	
	PV	Paineviemäri, PE	DU 63	DU 110	1	H		C	
	PV	Paineviemäri, PEH	DU 63	DU 800	PN10-16	H		C	
	Sadevesiviemäri								
	Viemärivarusteet								

Ilmanvaihto

	Liitostavat:	Pintakäsittely:						Kelpoisuuden toteamismenetelmä:	
	-K=Kutistenauha	-Valm.käs.=Toimitus valmiiksi maalattuna						A = Pakollinen CE-merkintä (hEN)	
	-Ku=Kumirengas	-Pohjm.=Rasvanpoisto orgaanisella liuottimella						B = Vapaaehtoinen CE-merkintä (ETA)	
	-L=Laippa	+teräsharjaukset St2+2 eriväristä maalikerrosta						C = Tyyppihyväksyntä	
	-Li=Lista	-Kromaus						D = Varmennustodistus	
	-T=T-osa	-ZN=Kuumasinkitys						E = Valmistuksen laadunvalvonta	
								F = Rakennuspaikkakohtainen varmennus	
Tässä projektissa käytettävät	Tunnus	Tuote/tuoteryhmä	Koko		Paine-luokka	Liitos-tavat	Pinta-käsittely	Kelpoisuuden toteamis-menetelmä	Huom.
			Min.	Max.	MPa				
X	Kannakkeet								
X	Pyöreät kanavat	Runkokanavat					Zn		Kannatusside+ 2 ripustustankoa
X	Pyöreät kanavat	Haarakanavat alle 300mm katosta					Zn		Ripustusvanne
X	Pyöreät kanavat	Haarakanavat alle 300mm katosta					Zn		Kannatusside+ 1 ripustustankoa
X	Pyöreät kanavat	Haarakanavat alle 300mm katosta					Zn		Kannatusside+ 2 ripustustankoa
X	Pyöreät kanavat	Eristetyt kanavat					Zn		Kannatusside+ 1 ripustustankoa
X	Pyöreät kanavat	Eristetyt kanavat					Zn		Kannatusside+ 2 ripustustankoa
X	Suorakaidekanavat	Ympärysmitta alle 1,5m					Zn		Ripustusvanne
	Suorakaidekanavat	Ympärysmitta yli 1,5m					Zn		Kannatuskisko+ 2 ripustustankoa
	Suorakaidekanavat	Kanavaryhmät ja eristetyt kanavat					Zn		Kannatuskisko+ 2 ripustustankoa
	Pyöreät + suorakaide	Pystykanavat välipohjien kohdalla					Zn		Kannatusside+ muototeräkehys
	Pyöreät + suorakaide	Muut kanavien kannatukset					Zn		Kannatusside+ 2 kolmiotankoa
X	Ilmanvaihtokanavat								
X		Pyöreät kanavat	100	315		K, Ku, L	Zn	C	Seinämapaksuus 0,5
		Pyöreät kanavat	400	800		K, Ku, L	Zn	C	Seinämapaksuus: 0,7mm
		Rasvakanavat				L,Li	HFe	C	Seinämapaksuus: 1,25mm
X		Suorakaidekanavat	100	800		L,Li	Zn	C	Seinämapaksuus: 0,7mm
		Muovikanavat						C	
		Haponkestävät kanavat					HFe	C	
		Erikoiskanavat						C	
		Valmiiksi eristetyt kanavat ja osat						C	
X	Kanavavarusteet								
X	PL	Puhdistus- ja tarkastusluukut						C	Vastattava kanavan tiiviysluokkaa
X		Sulkupellit						C	
X	SP	Säätöpellit						C	
X	PP	Palopellit						A	
		Palonrajotimet						A	
X	ÄV	Äänenvaimentimet						C	Sisäpuolinen vaimennusmateriaali Dacron-polyesterikuitua
X		Mittauslaitteet					Valm. Käs	C	
		Suodattimet						C	
		Seinä- ja kattokammiot					Zn	C	Seinämapaksuus 0,7
		Lattiakammiot					Zn	C	Seinämapaksuus 1,0. Vesitiivis, 100dB

Putkieristys

Eristemateriaalit:				Eristesarja tai paksuus:		Päällystemateriaalit:			Kelpoisuuden toteamismenetelmä:		
- Aa=Eristyskouru, min.villa				-9= 9mm		- 6 PVC-muovilevy			A = Pakollinen CE-merkintä (hEN)		
- Ac=Eristyskouru, min.villa, Al-paperi				-13= 13mm		- 10 Kuumasinkitty teräs			B = Vapaaehtoinen CE-merkintä (ETA)		
- Ba=Lamellimatto, min.villa, Al-paperi				-21= eristesarja 21		- 12 Al-levy			C = Tyyppihyväksyntä		
- Bb=Verkkomatto, min.villa				-22= eristesarja 22		- 16 Ruostumatonteräslevy SFS 725			D = Varmennustodistus		
- Bc=Verkkomatto, min.villa, Al-folio				-23= eristesarja 23		- 17 Haponkestävä teräslevy SFS 757			E = Valmistuksen laadunvalvonta		
- Bd=Verkkomatto, min.villa, lasikuituhuopa				-24= eristesarja 24		- K Höyrysulku			F = Rakenuspaikkakohtainen varmennus		
- Ee=Polyuretaanivalu $\lambda \leq 0,02 \text{ W/mC}$, $r=60-100 \text{ kg/m}^3$				-25=eristesarja 25							
- Ef=Umpisolukumi, höyrydiffuusiovastus >7000 , λ :n arvo $<0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$				-26= eristesarja 26							
Tila/ eristyskohde Käyttölämpötila:	Kaukolämpö maks. 120 C	Lämmitys maks. 80 C	Jäähdytys alle +14 C	Jäähdytys yli +14 C	Talteenotto min. -8 C	Kylmä vesi min. 5 C	Lämmin vesi maks. 58 C	Jäte- ja sadevesiviemärin äänieristys (muovi)	Sadevesi min. 0 C	Lauhdutus, vapaajäähdytys min. -30 C	Kelpoisuuden toteamismenetelmä
Lämmönsiirtimet	Da	Da	Ef 13		Ef 13	Bc2x60 10 K	Bc2x60 10				A
Säiliöt	Ba, Be	Ba, Be									A
Pumput			Ef 13		Ef 13					Ef 13	A
Venttiilit yms. varusteet	Aa 25 10	Aa 23 10	Ef 13	Ef 9	Ef 13	Aa 21 10 K	Aa 22 10 K			Ef 13	A
Putkistot teknisissä tiloissa	Aa 25 10	Aa 23 6	Ef 13	Ef 9	Ef 13	Aa 21 6 K	Aa 22 6		Ef 13	Ef 13	A
Näkyvät putkistot, kuivat tilat	Aa 25 10	Aa 23 6	Ef 13	Ef 9	Ef 13	Aa 21 6 K	Aa22 6	Aa6/Bb6	Ef 13	Ef 13	A
Näkyvät putkistot, kosteat tilat	Aa 25 10	Aa 23 6	Ef 13	Ef 9	Ef 13	Aa 21 6 K	Aa22 6 K	Aa6/Bb6	Ef 13	Ef 13	A
Ei-näkyvät putkistot, kuivat tilat	Aa 25 10	Aa 23	Ef 13	Ef 9	Ef 13	Aa 21 K	Ac 22	Aa/Bb	Ef 13	Ef 13	A
Ei-näkyvät putkistot, kosteat tilat	Aa 25 10	Aa 23	Ef 13	Ef 9	Ef 13	Aa 21 K	Ac 22	Aa/Bb	Ef 13	Ef 13	A
Rakenteissa olevat putkistot		Ef 13				Ef 13/5	Ef 13/5		Ef 13		A
Seinämien läpiviennit	Aa 25 10	Aa 23 10	Ef 13 10	Ef 9 10	Ef 13 10	Aa 21 10 K	Ac 22 10	Aa10/Bb10	Ef 13 10	Ef 13 10	A
Ilmanvaihdon pystykuilut	Aa 25 10	Aa 23	Ef13+Bc30mm	Ef 9+Bc30mm	Ef13+Bc30mm	Aa 21 K	Aa 22	Aa6/Bb6	Ef13+Bc30mm	Ef13+Bc30mm	A
Putkitunnelit	Aa 25 10	Aa 23 6	Ef 13	Ef 9	Ef 13	Aa 21 6 K	Aa 22 6	Aa6/Bb6	Ef 13	Ef 13	A
Poistumistiet	Aa 25 10	Aa 23 6	Ef13+Bc30mm	Ef 9+Bc30mm	Ef13+Bc30mm	Aa 21 6 K	Aa 22 6	Aa6/Bb6	Ef13+Bc30mm	Ef13+Bc30mm	A

Ilmanvaihdon eristys

Eristemateriaalit:		Päällystemateriaalit:			Kelpoisuuden toteamismenetelmä:		
- Aa=Eristyskouru, min.villa		- 6 PVC-muovilevy			A=Pakollinen CE-merkintä (hEN)		
- Ac=Eristyskouru, min.villa, Al-paperi		- 10 Kuumasinkitty teräs			B=Vapaaehtoinen CE-merkintä (ETA)		
- Be=Mineraalivillamatto		- 12 Al-levy			C=Tyyppihyväksyntä		
- Ba=Lamellimatto, min.villa, Al-paperi		- 16 Ruostumatonteräslevy SFS 725			D=Varmennustodistus		
- Bb=Verkkomatto, min.villa		- 17 Haponkestävä teräslevy SFS 757			E=Valmistuksen laadunvalvonta		
- Bc=Verkkomatto, min.villa, Al-folio		- K Höyrysulku			F=Rakennuspaikkakohtainen varmennus		
- Bd=Verkkomatto, min.villa, lasikuituhuopa							
- Ee=Polyuretaanivalu $\lambda \leq 0,02$ W/mC, $r=60-100$ kg/m ³							
- Ef=Umpisolukumi, höyrydiffuusiovastus >7000 , λ 0:n arvo $< 0,040$ W/r							
Tunnus	Tuote/tuoteryhmä	Eriste- materiaali	Eristepaksuus		Päällyste- materiaali	Kelpoisuuden toteamis- menetelmä	Huom.
			Min.	Max.			
Lämmöneristys							
LE	Näkyvät kanavat, päällyste	Be	6 mm	100 mm		A	
	Näkyvät kanavat, ei päällystettä	Ba	6 mm	100 mm		A	
	Ullakko	Ba	100 mm			A	
	Ei näkyvät kanavat	Be	6 mm	100 mm		A	
	Pyöreät kanavat					A	
	Suorakaidekanavat					A	
Äänieristys							
	Pyöreät kanavat					A	Sisäpuolinen äänenvaimennusverho
	Suorakaidekanavat					A	Sisäpuolinen äänenvaimennusverho
ÄE	Ulkopuolinen äänieriste	Bc	60 mm, 80 kg/m ³			A	
Paloeristys							
EI15	Palonkestävyysluokka 15 min	Bc			6,10,12	A	
EI15P	Palonkestävyysluokka 15 min + pellitys	Bc			6,10,12	A	
EI30	Palonkestävyysluokka 30 min	Bc			6,10,12	A	
EI30P	Palonkestävyysluokka 30 min + pellitys	Bc			6,10,12	A	
EI60	Palonkestävyysluokka 60 min	Bc			6,10,12	A	
EI60P	Palonkestävyysluokka 60 min + pellitys	Bc			6,10,12	A	
EI90	Palonkestävyysluokka 90 min	Bc			6,10,12	A	
EI90P	Palonkestävyysluokka 90 min + pellitys	Bc			6,10,12	A	
EI120	Palonkestävyysluokka 120 min	Bc			6,10,12	A	
EI120P	Palonkestävyysluokka 120 min + pellitys	Bc			6,10,12	A	
Kondenssieristys							
	Jäähdytetty tuloilma	Ba, Be				A	Eristyspaksuus LVI-103345, taulukosta