



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Esa Summanen

# Kosteuskartoittajien talotekniikkaosaamisen kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

26.5.2021

Tekijä Otsikko	Esa Summanen Kosteuskartoittajien talotekniikkaosaamisen kehittäminen
Sivumäärä Aika	40 sivua + 1 liite 26.5.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	kiinteistöjohtaminen
Ohjaajat	osaamisaluepäällikkö Jorma Säteri toimialapäällikkö Hannu Kärki
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Polygonin kosteuskartoittajien talotekniikkaosaamisen tämänhetkinen taso ja millaisissa tilanteissa kartoittajat useimmin kokevat osaamisensa riittämättömäksi.</p> <p>Kartoittajille laadittiin kysely, jolla selvitettiin muun muassa heidän koulutustaustaansa sekä alakohtaista työkokemustansa. Kyselyn perusteella Polygonin kosteuskartoittajien talotekniikka osaaminen on useimmin riittämätöntä tutkittaessa vesikeskuslämmitysjärjestelmiä.</p> <p>Suomessa käytettyjen taloteknisten järjestelmien historiaa tutkittiin 1800 luvun lopulta alkaen. Työtä rajattiin tutkimalla taloteknisten järjestelmien käyttöikä sekä olemassa olevan rakennuskannan valmistumisajankohtia.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tulosten pohjalta tullaan tekemään Polygonin intranetissä sijaitsevaan oppimisympäristöön oma osio, jossa Polygonin kosteuskartoittajat voivat käydä itsenäisesti opiskelemassa ja kehittämässä omaa taloteknistä osaamistaan.</p>	
Avainsanat	kosteuskartoittaja, talotekniikkaosaaminen

Author Title Number of Pages Date	Esa Summanen Developing Building services Engineering Knowledge of Moisture Inspectors. 40 pages + 1 appendix 26 May 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	Property Management
Instructors	Jorma Säteri, Head of Department Hannu Kärki, Industry Manager
<p>The purpose of the bachelor's thesis, was to study how well moisture inspectors are familiar with building services engineering. The level of knowledge was mapped with a survey to find out the difficulties moisture inspectors have with building services systems. Furthermore, information about the education background, work experience and other features of moisture inspectors was gathered. The survey showed that there was insufficient knowledge of central heating systems. The survey also showed that moisture inspectors often cannot name the leaking part of a pipe correctly.</p> <p>Apart from the survey, a background study was made into the building services system in Finnish apartment houses. The background study included collecting statistics about existing heating systems.</p> <p>Based on the thesis, a learning path for moisture inspectors is to be developed in the intranet of the commissioning company. The moisture inspectors can use it for self-study and develop their building service knowledge. Furthermore, the findings gave rise to a decision to create a "Fast guide" to help Moisture Inspectors in their daily work when they need to report reason of a leak to an insurance company, real estate manager or another customer.</p>	
Keywords	moisture inspector, HVAC knowledge

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tausta	2
2.1	Vuotovahingot Suomessa	2
2.2	Rakennuskanta Suomessa	3
2.3	Taloteknisten järjestelmien tekniset käyttöiät	4
3	LVI- järjestelmien historia	6
3.1	Vesijohdot	6
3.2	Viemärit	8
3.3	Lämpöjohdot	9
4	LVI-järjestelmät nykyään	11
4.1	Vesijohdot	11
4.1.1	Galvanoitu teräs	12
4.1.2	Kupari	13
4.1.3	Muovi	15
4.1.4	Komposiitti	16
4.1.5	Ruostumaton teräs	17
4.2	Viemärit	17
4.2.1	Valurauta	18
4.2.2	Muovi	19
4.2.3	Muut materiaalit	20
4.3	Lämpöjohdot	21
4.3.1	Teräs	21
4.3.2	Kupari	22
4.3.3	Muovi	22
4.3.4	Sinkitty teräs	23
4.3.5	Komposiitti	23
5	LVI-järjestelmien toiminta	23

5.1	Käyttövesi	23
5.2	Jätevesi	26
5.3	Vesikeskuslämmitys	27
6	Piirrosmerkinnät	34
7	Polygonin kosteuskartoittajien osaamisen selvittäminen	36
8	Yhteenveto	39
	Lähteet	41
	Liitteet	
	Liite 1. Pikaohje kartoittajille	

## Lyhenteet

DS	Sisähalkaisija
DU/De	Ulkohalkaisija
PEH	Kova polyeteeni
PEL	Pehmeä polyeteeni
PEX	Ristisilloitettu polyeteeni
PE-RT	Polyeteeni, raised temperature
PP	Polypropeeni
PVC	Polyvinyylikloridi
NS	Nimellismitta

## 1 Johdanto

Kosteusvauriotapauksissa kartoittajan tulee selvittää vaurioituneen kohteen rakenteet sekä ymmärtää, miten kosteus liikkuu rakenteissa. Kosteuden liikkumisen ymmärtämiseksi kartoittajan tulee olla selvillä erilaisten rakenteiden ja rakennusmateriaalien lämpö- ja kosteusteknisestä käyttäytymisestä.

Voidakseen määrittää kosteusvaurion korjaamiseksi tarvittavat toimenpiteet tulee kartoittajan pystyä selvittämään, mikä vaurion on aiheuttanut ja onko ylimääräisen kosteuden lähde rakennuksen ulkopuolella vai sisäpuolella. Voiko sisäilman kosteus ja jokin normaalia huonelämpötilaa kylmempi rakenneosaa yhdessä olla kosteusvaurion syy?

Rakenteellisten ja rakennusfysikaalisten ongelmien lisäksi kiinteistöissä on vettä sisältäviä taloteknisiä järjestelmiä, jotka voivat aiheuttaa kosteusvaurion. Vesijohtoverkoston vuoto voi olla niin pieni, ettei vesimittari pyöri, vaikka vettä johonkin vuotaisikin. Toisaalta vesimittarissa voi tapahtua liikehdintää vaikkei järjestelmässä olisikaan varsinaista kosteusvauriota aiheuttavaa vuotoa. Myös vesikeskuslämmitysjärjestelmässä voi tapahtua paineen putoamista, vaikka varsinaista vuotoa ei olisikaan, tai vuoto voi olla niin pieni, että kosteus haihtuu huoneilmaan aiheuttamatta varsinaista vahinkoa.

Tämän lopputyön tavoitteena on kyselytutkimuksen avulla selvittää Polygonilla Suomessa kartoitustyötä tekevien henkilöiden koulutus ja työkokemus taustaa. Samalla kyselyllä pyritään selvittämään, millaista talotekniikkaosaamista kosteuskartoittajilla on tällä hetkellä ja minkälaisia ovat yleisimmät, talotekniikkaosaamiseen liittyvät haasteet kosteuskartoituksissa.

Lopputyössä pyritään selvittämään nykyisin käytössä olevan eri aikakausilla rakennetun rakennuskannan sisältämien taloteknisten järjestelmien toiminta ja minkälaisista materiaaleista eri järjestelmät on kulloinkin rakennettu.

Polygon on maailmanlaajuinen kiinteistövahinkojen hallinnan asiantuntija. Polygonilla on yli 340 paikallista toimipaikkaa 16 eri maassa, kolmessa maanosassa. Polygon Finland Oy:llä (jäljempänä Polygon) on toimipaikka Suomessa 32 eri paikkakunnalla, joissa on

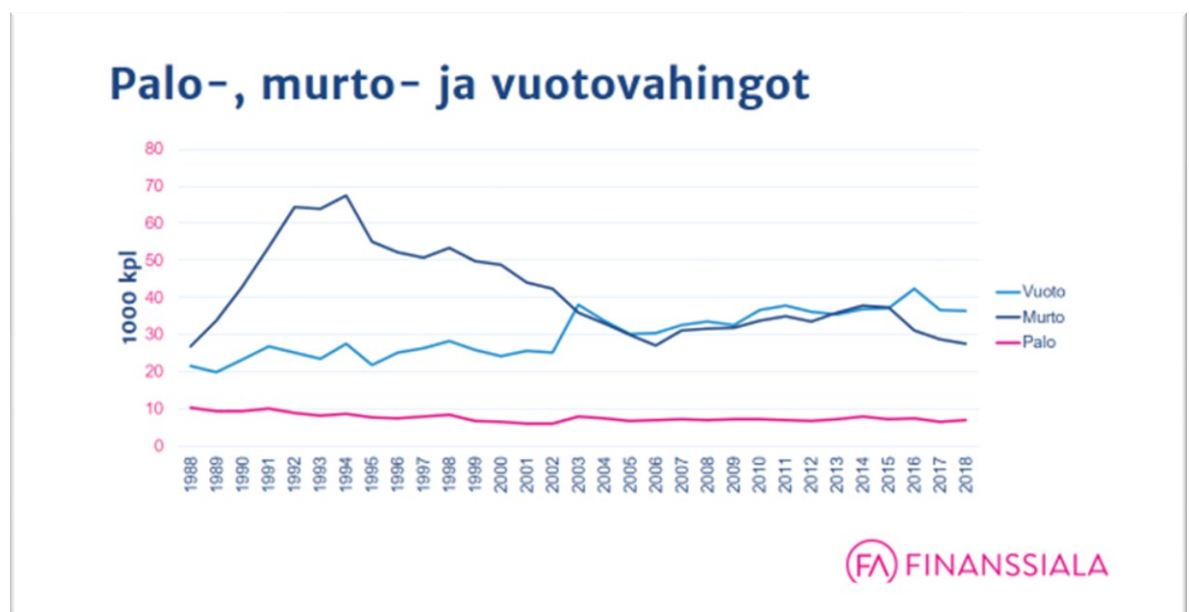
yhteensä yli 300 työntekijää. Polygon -nimi on ollut käytössä vuodesta 2010 mutta Suomessa Polygon on toiminut eri nimillä yli 40 vuoden ajan erilaisten kiinteistövahinkojen ja kosteudenhallinnan asiantuntijana. [1]

Lopputyön tulosten pohjalta tullaan rakentamaan Polygon Finland Oy:n omaan sisäiseen oppimisalustaan oma osio talotekniikasta.

## 2 Tausta

### 2.1 Vuotovahingot Suomessa

Finanssiala Ry edustaa muun muassa Suomessa toimivia pankkeja sekä henki-, työeläke- ja vahinkovakuutusyhtiöitä. Finanssialan tilastojen mukaan korvattavia vuotovahinkoja on vuosittain noin 37.000 kappaletta (kuva 1). [2]

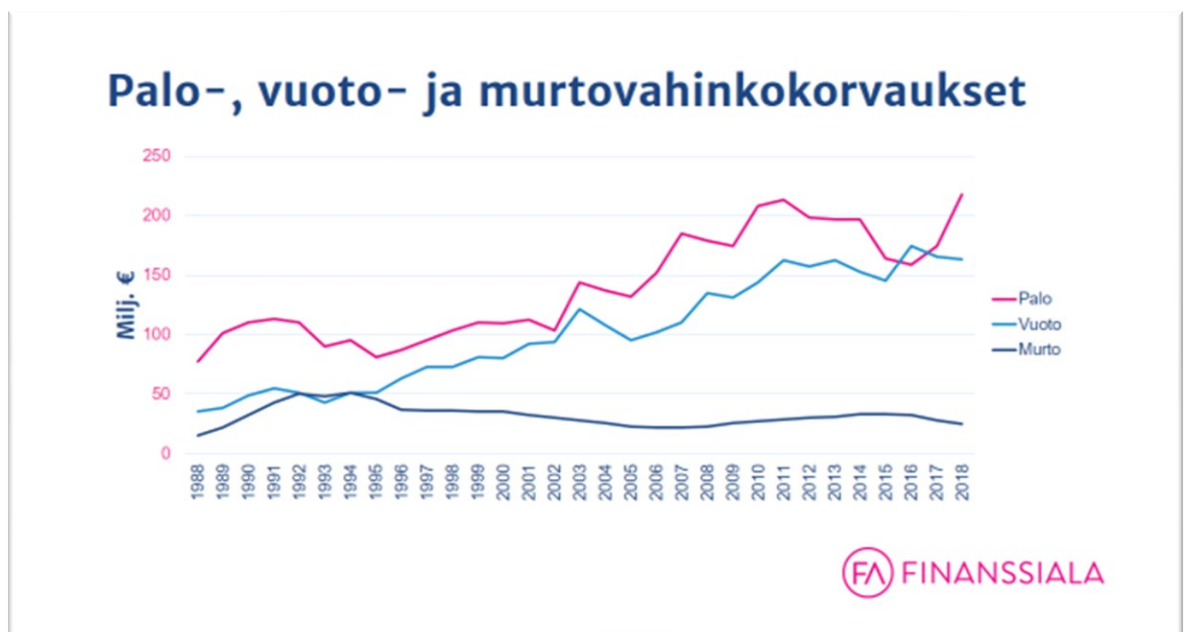


Kuva 1. Korvattavat palo-, murto- ja vuotovahingot Suomessa 1988 – 2018 [2]

Kartoitettaessa vuotovahinkoa vakuutusyhtiöiden käyttämällä kartoitusohjelmilla tulee kartoittajan ottaa kantaa siihen, mikä on vuotanut sekä mikä on vuodon aiheuttanut.



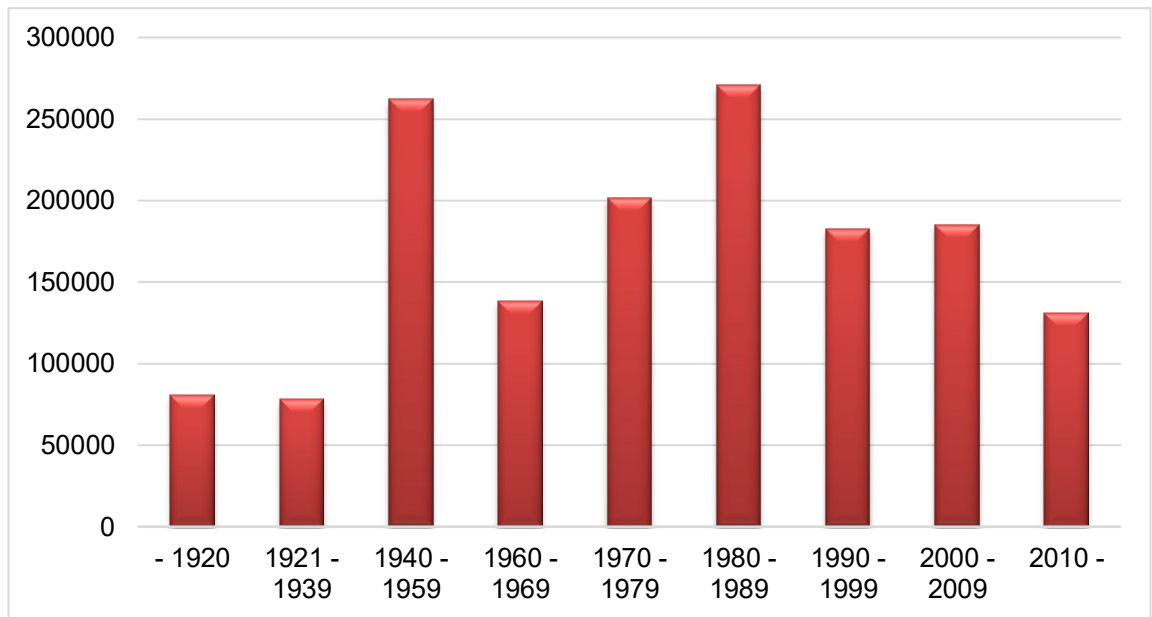
Yleensä vakuutusyhtiö on valmis kustantamaan mahdolliset LVI-asentajan lausunnosta aiheutuvat kulut. Lisäämällä kartoittajien tietämystä LVI-järjestelmistä on mahdollista saada säästöjä kartoituksen kokonaiskustannuksista. Finanssialan mukaan vuotovahingoista aiheutuu vakuutusyhtiöiden korvattavaksi jääviä kustannuksia noin 160 miljoonaa euroa vuodessa (kuva 2). Korvattavien vuotovahinkojen kokonaiskustannuksiin nähden saavutettava rahallinen hyöty jää marginaaliseksi, mutta ajatellessa yksittäistä vuotovahinkoa, jollaisia suurin osa vahingoista vakuutuksenottajan näkökulmasta on, voidaan kartoittajien LVI-tietämystä lisäämällä saada vahingon käsittelyyn käytettävää aikaa saada lyhennettyä.



Kuva 2. Palo-, vuoto- ja murtovahingoista maksetut korvaukset [2]

## 2.2 Rakennuskanta Suomessa

Suomessa olemassa olevasta rakennuskannasta on tilastokeskuksen [3] tietojen mukaan kappalemääräisesti ennen vuotta 1960 rakennettu 27 %, vuosina 1960 – 89 rakennuskannasta on valmistunut 44 %, ja -90 -luvulla sekä sen jälkeen loput 33 % (kuva 3). Ennen vuotta 1960 rakennettujen rakennusten talotekniset järjestelmät ovat kaikilta osin, lukuun ottamatta kuivissa tiloissa olevia lämpöjohtoja, jo saavuttaneet teknisen käyttöikänsä maksimin.



Kuva 3. Suomessa olemassa oleva rakennuskanta kappalemääräisesti rakennusvuoden mukaan [3].

### 2.3 Taloteknisten järjestelmien tekniset käyttöiät

LVI 01-10424 -tietokortin mukaan taloteknisten järjestelmien keskimääräiset tekniset käyttöiät normaali käytössä vaihtelevat yleensä 30 – 50 vuoden välillä. Täten voidaan todeta että 70 – 90 luvuilla asennetut talotekniset järjestelmät ja putkistot alkavat jo olla pääsääntöisesti teknisen käyttöikänsä päässä ja ennen 70 lukua asennetut ovat sen jo saavuttaneet. (kuva 4) Poikkeuksen tähän tekevät teräksiset lämpöjohdot, joiden tekninen käyttöikä oikein asennettuna on yleensä sama kuin rakennuksen käyttöikä [4].

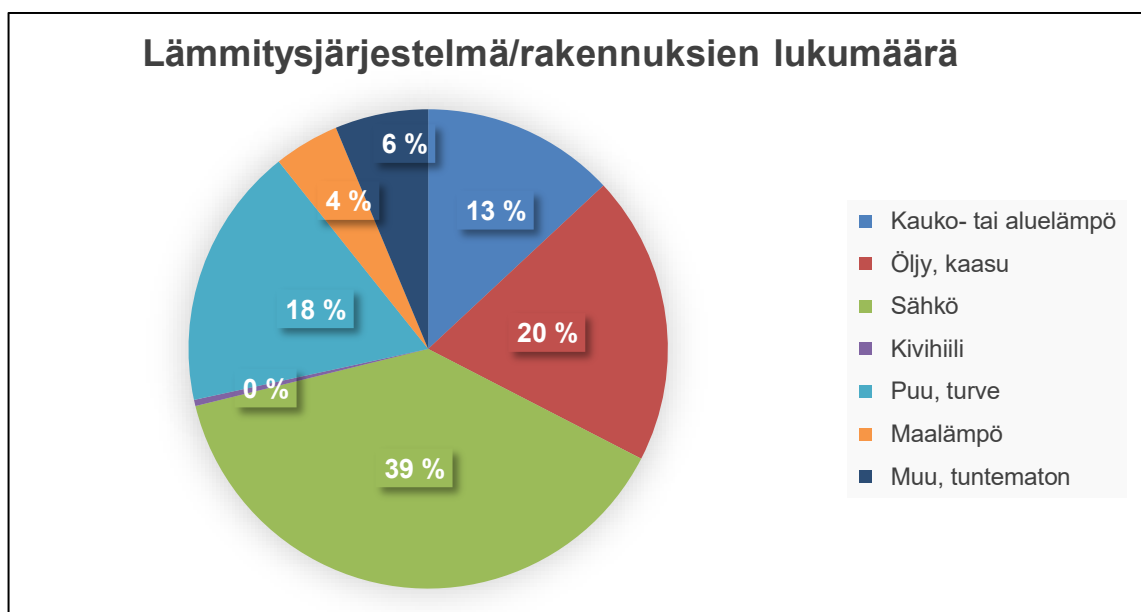
Tunnus	Nimikkeen otsikko, määrittelmä	Tyypillinen rakentamisaika ja muu tarkempi määrittely	Keskimääräinen tekninen käyttöikä			Suunnitelmallisen ylläpidon toimenpiteet		Huomautuksia	
			vuotta (R = rakennuksen ikä, J = järjestelmän ikä)			Tarkastusväli vuotta	Huoltoväli / kunnossapitojakso vuotta		
	Savukaasupuhallimet		Rasitusluokka 1 vaikea	2 normaali	3 kevyt	15...20	12 kk	12 kk puhdistus, laakeriainien ja moottorin lämpötilan seuranta	
G12	Lämmönjakelu		Putket pysyvät ulkopuolelta pääsääntöisesti jatkuvasti märkinä tai altistuvat mekaaniselle rasitukselle	Pääsääntöisesti asennuspaikka on kuiva, putkiin ei kohdistu ulkopuolista kosteusrasitusta				Silmämääräinen tarkastus: tiivys, liitokset, kosteus	
G1211	Putkistot								Mahdollisten kiertonesteiden lisäaineiden soveltuvuus selvítettävä ja pitoisuutta tulee jatkuvasti seurata.
	Teräsputket								
	Lämmitysputkissa yleensä pienet putkikoot kierrellätkin, isommat hitsausliitokset, myös laippaliitoksia on käytetty. Vanhemmissa asennuksissa myös tavuttelu pienempiä putkia.	Sisätiloissa			J/R		12 kk		
		Lattiälämmitys, -1970	Saavutettu		J/R				Veseneristeen kunto ratkaisee.

LVI 01-10424 KH 90-00403

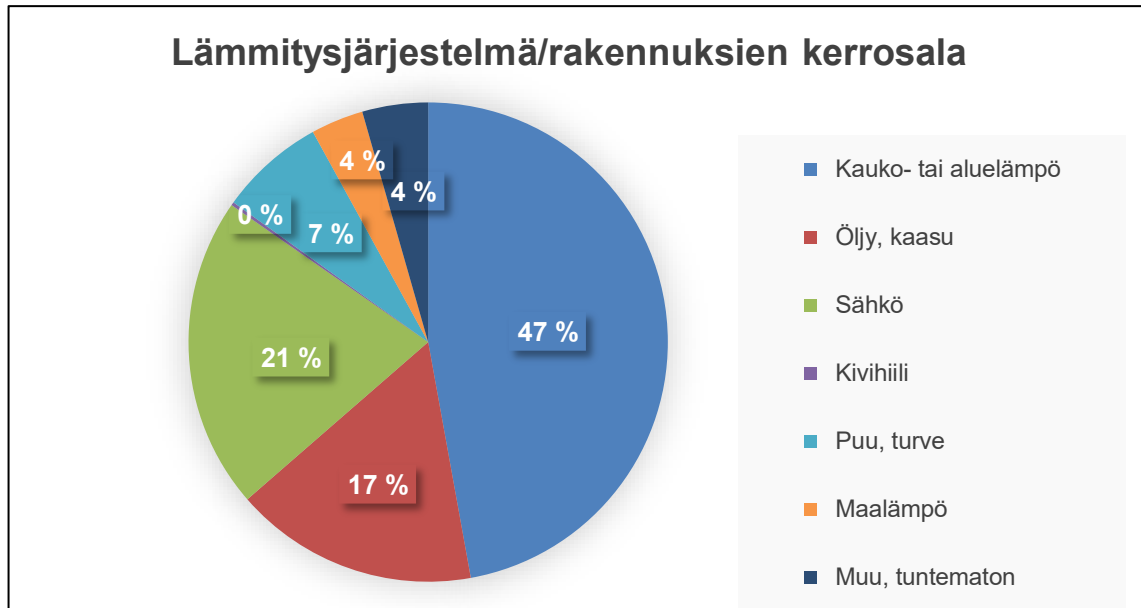
Ohjeltoimisto

Kuva 4. Ote LVI 01-10424 tietokortista [4].

Vettä sisältävistä taloteknisistä järjestelmistä vesijohto ja viemäri ovat lähes kaikissa asuin-, liike-, teollisuus-, palvelu ja muista rakennuksissa, joissa on kiinteä lämmitysjärjestelmä. Suomessa olemassa olevan rakennuskannan lämmitysjärjestelmistä [3], kaaviot alla kuvissa 5 ja 6, ei suoraan voida lukea, kuinka monessa prosentissa lämmönjakelu tapahtuu veden avulla. Lämmöntuotanto tavoista kaukolämmön, aluelämmön, kivihiilen, maalämmön, turpeen ja öljyn osalla voitaneen olettaa lämmönjakotavan olevan lähes sata prosenttisesti vesikeskuslämmitys. Kaasu tarkoittaa myös pääsääntöisesti vesikeskuslämmitystä, kaasua käytetään lisäksi säteilylämmittäjissä. Silloin kun lämmönlähteenä on puu tai sähkö, on vaikeampi arvioida sitä prosenttiosuutta, kuinka usein näissä tapauksissa lämmönjakotapa on vesikeskuslämmitys.



Kuva 5. Suomessa olemassa olevan rakennuskannan lämmitysjärjestelmät, suhteessa rakennusten lukumäärään [3].



Kuva 6. Suomessa olemassa olevan rakennuskannan lämmitysjärjestelmät, suhteessa rakennusten kerrosalaan [3].

Vertailtaessa ”Lämmitysjärjestelmä/rakennusten lukumäärä” (kuva 5) ja ”Lämmitysjärjestelmä/rakennusten kerrosala” (kuva 6) eri lämmitysmuotojen prosenttiosuuksia huomataan että, kuvaajassa ”Lämmitysjärjestelmä/rakennusten kerrosala” kauko- tai aluelämpö -osuus kasvaa huomattavasti, kun taas sähkö ja puu lämmitysten osuus puutoa. Nämä erot johtuvat siitä että, taulukossa ”Lämmitysjärjestelmä/rakennusten kerrosala” korostuu suuret rakennukset kuten kerrostalot, teollisuusrakennukset, kauppakeskukset yms. ja 70 – 80 luvulla suuressa mittakaavassa alkanut kaupungistuminen.

### 3 LVI- järjestelmien historia

#### 3.1 Vesijohdot

Helsingin keskustassa aloitettiin veden jakelu kahdesta kaivosta vuonna 1876, samaan aikaan aloitettiin vesijohtojen rakennus uusiin sekä vanhoihin taloihin. Norjalainen insinööri Endre Levke teki alustavat suunnitelmat ensimmäisistä vesijohdoista. Ensimmäisten vesijohtojen asentamisesta vastasi berliiniläinen toiminimi Neptun Continental-Was-

serwerke-Actien-Gessellschaft. Berliiniläisen yrityksen työnjohtajaksi Suomeen tuli Itävaltalainen Robert Huber, joka perusti Suomen ensimmäisen vesijohtoliikkeen Helsinkiin vuonna 1879.

Runkolinja asennettiin katujen alle, runkolinjasta lähti talojohdot, jotka sijoitettiin vähintään kahden metrin syvyyteen jäätymisen estämiseksi. Runko- ja talojohdot tehtiin asfaltoiduista valurautaputkista.

Kellarissa talojohtoon asennettiin sulkuventtiili ja vesimittari. Kellarikerrokseen asennettiin runkolinja, josta lähti tarpeellinen määrä pystylinjoja, joihin asennettiin linjasulkuventtiilit. Euroopassa oli yleisesti käytössä lyijyputkia, joita aiottiin käyttää myös Suomessa, kuitenkin epäily veden pehmeystä johtuvasta lyijyn liukenemisestä ja siitä johtuvista mahdollisista terveyshaitoista johti tutkimuksien jälkeen siihen, että lyijyputkien käytöstä luovuttiin. Aluksi vesijohto materiaalina käytettiin mustaa takorautaa, jonka ongelmana olivat ruosteen aiheuttamat tukokset ja veden värjäytyminen. Valurautaputket liitettiin toisiinsa muhviilitoksin ja takorautaputkissa käytettiin kierreliitoksia. Lämmin vesi tuotettiin ennen keskuslämmityksen yleistymistä keittiöiden puuliesien kuumavesisäiliöissä ja kylpyhuoneissa puilla lämmitettävässä kylpypannussa. Keskuslämmityksen yleistyttyä lämminvesi tuotettiin keskitetysti ja johdettiin asuntoihin alusta alkaen kupariputkia käyttäen. Lämpimän käyttöveden kiertojohto kulki joko ainoastaan runkolinjan luona, tai toisena vaihtoehtona oli viedä kiertojohto jokaisen pystylinjan mukana ylimpään kerrokseen, jolloin lämmin vesi oli saatavilla lähes välittömästi kaikissa käyttöpisteissä. Kupariputkien liittämiseen käytettiin messinkisiä liitoskappaleita, jotka juotettiin kiinni. 20-luvun lopulla putkien liittämiseen alettiin käyttää hitsausliekin avulla tehtävää kova-juotosta.

Galvanoidun putken käyttö kylmävesijohtona yleistyi 2. maailmansodan jälkeen. 50-luvun lopulla oli yleistä tehdä runkolinja galvanoidusta putkesta ja kytkentäjohdot kuparista. Vuoden 1956 määräyksissä muoviputkea ei mainita vielä ollenkaan, muoviputken käyttöönottoa hidastivat ongelmat haaroittamisessa, jatkamisessa ja kalusteliitoksissa, rakennuksen ulkopuolisina vesijohtoina muoviputkea käytettiin jo 50-luvulla. Yli 50 mm:n lämminvesijohdoissa saatettiin käyttää laippaliitoksia, putken osien materiaali oli kupari, messinki tai punametalli eli sinkin ja pronssin seos.

Vuonna 1965 yleisesti hyväksytyjä vesijohtojen materiaaleja olivat valurautapaineputket, teräs ja kupariputket. Muovi hyväksyttiin vesijohtoputken materiaaliksi vasta 1970-luvun lopulla. Muoviputkien materiaaleina oli alkuun PVC, PEH ja PEL [5, s. 121 – 122; 6, s. 162 – 163; 7, s. 198 – 208.]

### 3.2 Viemärit

Suomessa viemäriverkoston rakentaminen aloitettiin ensimmäisenä Helsingissä 1876 samaan aikaan vesijohdon kanssa. Rakennuksien sisäpuolella pysty- ja kytkentäviemärit olivat asfaltoitua (= bitumilla siveltyjä) valurautaputkia. Rakennuksien alla runkoviemärinä käytettiin yleisesti halkaisijaltaan 150 mm:n lasitettua saviputkea. Muhvilliset valurautaputket liitettiin toisiinsa laittamalla muhvin pohjalle hamppunarua, minkä jälkeen päälle kaadettiin sulaa lyijyä, lopuksi lyijy vielä tiivistettiin taltalla.

Runkojohtoina käytettyjen lasitettujen saviputkien tiiveys ongelmat aiheuttivat haju haittoja siinä määrin että Helsingin vesijohtolaitoksen vuoden 1920 määräyksissä kiellettiin kyseisten putkien käyttö rakennuksien sisäpuolella, ulkopuolisina viemäreinä lasitettuja saviputkia sai kuitenkin yhä käyttää. Vuoden 1920 määräysten mukaan rakennuksen sisäpuolisena vaakaviemärinä tuli käyttää kummaltakin puolelta asfaltoituja valurautaputkia.

Vielä 1950-luvulla oli määräysten mukaan kiellettyä käyttää rakennuksen sisäpuolella muoviviemäriä, sisäpuolisten pysty- ja kytkentäviemäreiden tuli olla valurautaa, lyijyä tai kuparia, pohjaviemärin tuli olla aina valurautaa. Lyijyputkea käytettiin 30 – 50 mm:n haara- ja kytkentäviemäreissä sekä vesilukoissa. Muoviviemäreiden käyttö rakennuksen sisäpuolisissa asennuksissa hyväksyttiin vasta 1970-luvun lopulla. [5, s. 121 – 122; 6, s. 162 – 163; 7, s. 198 – 208.] Kuvassa 7 on vuonna 1957 rakennetun koulurakennuksen tekniikka tunnelissa sijaitseva vaakakokoojaviemäri.



Kuva 7. Tekniikkatunneli vuonna 1957 rakennetun koulurakennuksen kellarikerroksen lattian alla.

### 3.3 Lämpöjohdot

Vesikeskuslämmitys alkoi yleistyä Helsingissä uusissa asuinkerrostaloissa 1910-luvulla. Yleisimmin keskuslämmitysjärjestelmä toteutettiin veden painovoimaiseen kiertoon perustuvana matalapainejärjestelmänä, jossa vesi kuumennettiin kellarikerroksessa sijaitsevassa kattilassa. Kattilasta lämmin vesi kevyempänä nousi asuinkerroksien pattereihin ja painui jäähtyttyään paluujohtoa pitkin takaisin kattilahuoneeseen. Lämpöjohtoputkistojen materiaalina käytettiin takorautaputkia. Putkieristeinä käytettiin asbestia (kuva 8), piimaamassaa ja aaltopahvia, näkyviltä osin eristeen päälle asennettiin suojaksi kangas (kuva 8).



Kuva 8. Asbestimassalla eristetty lämpöjohto omakotitalon kellarikerroksessa.

1940-luvulla lähes kaikkiin asuinkerrostaloihin asennettiin vesikeskuslämmitys. Öljy syrjäytti kiinteät polttoaineet kuten halot, kaksin ja kivihillen 1950-luvulla. Kaukolämmön käyttö alkoi Helsingissä vuonna 1952, aluksi lämpöä siirrettiin höyryllä, myöhemmin 50-luvulla siirryttiin käyttämään vettä lämmön siirtämisessä. Kaukolämmön etuna moniin muihin lämmöntuotantotapoihin oli, ja on etenkin yhteistuotantovoimaloista, joissa tuotetaan sekä lämpöä että sähköä, saatava korkea hyötysuhde. Yhteistuotantovoimaloissa voidaan saada yhtä käytettyä primäärienergiayksikköä kohden tuotettua yhteensä yli 0,9 yksikköä lämpö- ja sähköenergiaa. Pumpukiertoinen vesikeskuslämmitys yleistyi 1950-luvun lopulla, jolloin painovoimaisia järjestelmiä rakennettiin ainoastaan joskus omakotitaloihin. Jo vuonna 1939 alettiin asuinkerrostalojen kosteisiin tiloihin asentamaan englantilaista Crittal-lämmitysjärjestelmää, järjestelmässä oli betonin sisään valettuja takorautaisia lämmityskierukoita, jotka kuitenkin ruostuivat nopeasti ja kyseisen järjestelmän asentamisesta luovuttiin. 40- ja 50-luvulla käytettiin lämpöjohtoina kierteitettäviä takorautaputkia, 50-luvun lopulla oli tavallista käyttää kierteitettäviä ja hitsattavia teräsputkia (kuva 9).

Putkistoissa käytettiin yleisesti eristeenä aaltopahvimuotteja. Aaltopahvieristeitä käytettäessä putkea vasten levitettiin asbestikerros, lisäksi käyrien eristämiseen käytetyssä massassa oli asbestia. [5, s. 128 – 130; 6, s. 170 – 178.]





Kuva 9. 60-luvun omakotitalon alapohjan eristetilä, jossa valurautaviemäri, galvanoitu kylmävesijohto, kuparinen lämminvesijohto ja hitsaamalla jatkettut ns. ”mustat” lämpöjohdot.

## 4 LVI-järjestelmät nykyään

### 4.1 Vesijohdot

Käytettäessä muoviputkea omakotitaloissa ja rivitaloissa, vesijohdot viedään yleensä jatkukilta alapohjan eristetilässä suojaputkessa veden käyttöpisteelle. Käytettäessä kupari- tai komposiittiputkea voidaan putket asentaa näkyville, erillisiin koteloihin, alaslaskettujen kattojen sisään tai muualle rakenteisiin. Kerrostaloissa vesijohdot sijaitsevat yleensä erillisissä nousuhormeissa yhdessä viemäriputkien ja ilmastointiputkien kanssa. Linjasaaneerauksen yhteydessä kerrostalojen vesijohtojen runkolinjat asennetaan monesti porraskäytäviin, josta ne johdetaan huoneistokohtaisesti alaslaskuissa ja kotelossa veden käyttöpisteisiin.

#### 4.1.1 Galvanoitu teräs

Galvanoitua terästä ei nykypäivänä käytetä enää vesijohtona kuin paikoissa, joissa putkelta vaaditaan suurta ulkoisen rasituksen kestoja esimerkiksi karjan juottoastian täyttöputki. Galvanoidun putken liitokset ja jatkokset tehdään kierteittämällä reunavahvistettuja osia käyttäen. Erilaisissa palontorjuntajärjestelmissä saatetaan käyttää myös galvanoitua teräsputkea.



Kuva 10. Galvanoitu putken osa syöpynyt kierteen kohdalta

Galvanoidun putken yleisin ongelma lienee putken tukkeutuminen sisäpuolisen korroosion takia (kuva 10). Galvanoidussa putkessa esiintyy myös vuodon aiheuttavia pisteittäisiä syöpymiä (kuva 11).



Kuva 11. Syöpymä galvanoidussa vesijohdossa

#### 4.1.2 Kupari

Kupari lienee olemassa olevassa rakennuskannassa yleisin vesijohtona käytetty materiaali, joskin muovi- ja komposiittiputket ovat etenkin pientaloissa verottaneet kuparin osuutta huomattavasti. Kupariputken (kuva 12) liitostapoina on mahdollista käyttää pehmyt tai kovajuotosta, puserrusliitimiä sekä puristusliitoksia. Pehmytjuotoksessa juotteena käytetään tinan ja hopean seosta. Pehmytjuotoksen lämpötila on ainoastaan hiukan yli 200 °C. Kovajuotoksen lisäaineena on fosforikuparia, jossa on seassa 2 – 4 % hopeaa. Kovajuotosta tehtäessä työskentely lämpötila on noin 700 °C. [8, s. 21.]



Kuva 12. Vasemmalla juottamalla jatkettu kupariputki, joka on haljennut jäätyksen seurauksena, oikealla pistemäinen syöpymä lämpimän käyttöveden kiertojohdossa.

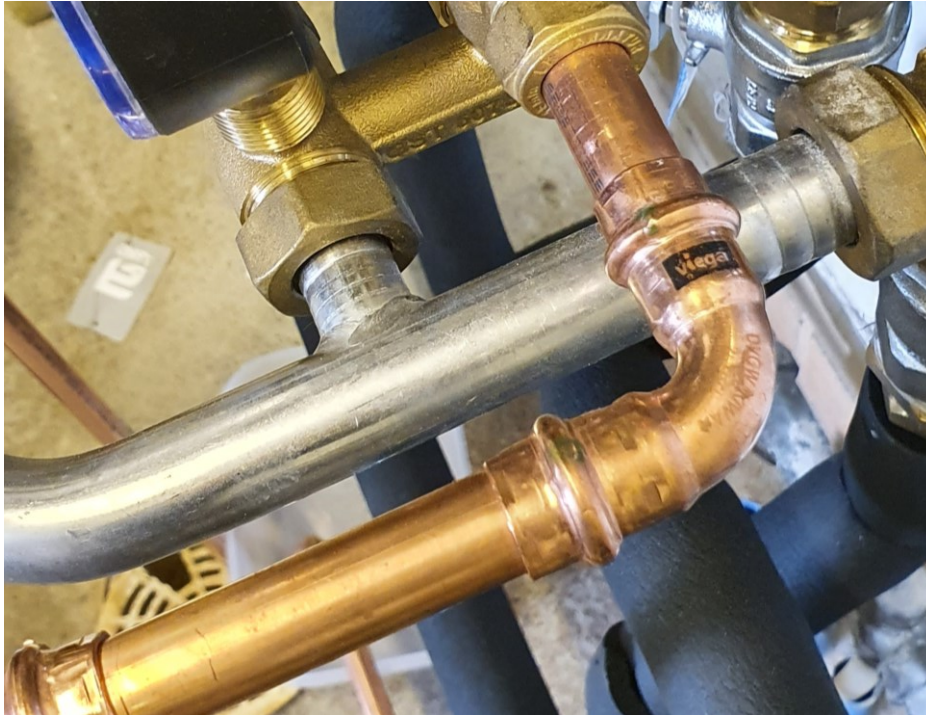
Puserrusliittimiä käytetään putkien kytkemisessä erilaisiin putkistovarusteisiin, tai veden käyttöpisteessä yhdistettäessä vesijohto veden käyttölaitteeseen. Puserrusliittimiä käytetään myös putkien jatkamiseen ja haaroittamiseen silloin kun putken jatkoksia ja haaroituksia ei pystytä tai haluta tehdä juottamalla. Kuvassa 13 on esimerkkeinä kuulasulkuventtiilillä varustettu ”ballofix” ja suora puserrusliitin.



Kuva 13. Ballofix™ jolla liitetään vesijohto sekoittajaan, runko revennyt kierteen kohdalta, puserrusliitin, jossa puserrusmutteri haljennut

Puristusliitoksia käytetään putkien jatkamiseen ja haaroittamiseen, kytkennät putkistovarusteisiin ja vedenkäyttölaitteisiin tehdään puristamalla putkeen osa, jonka toisessa

päässä on kierre tai puserrusliitin. Puristusliitokset (kuva 14) tehdään käyttämällä kyseisen liitostavan mahdollistavaa tiivisteellistä osaa ja kyseiselle putkikoolle sopivia leukoja käyttäen puristamalla osa erikoistyökalulla putken päälle.



Kuva 14. Puristusliitos kupariputkessa.

Kupariputkea on saatavilla pinnoitettuna muovilla sekä kromattuna. Kromattua putkea käytetään usein näkyviin asennettavina kytkentäjohtoina. Muovipinnoitettu putki toimitetaan kieppinä

#### 4.1.3 Muovi

Vesijohtona käytettävät muoviputket ovat PEX -putkea, vesimittarille tuleva putki ja joissain tapauksissa niin sanottu runko johto voi olla PEH -tai PE -putkea. PE -ja PEH -liitokset tehdään joko hitsaamalla tai PRK -liittimin. PEX -putken liitokset voidaan tehdä puserrusliittimin, erityistä kuparista puristusrengasta käyttäen tai Q&E -liitinjärjestelmää käyttäen. Käytettäessä puserrusliittimiä tulee muoviputken sisään asentaa aina tukiholkki, jotta putki ei painu liaksi kasaan kiristettäessä liitosta. Kuparista puristerengasta

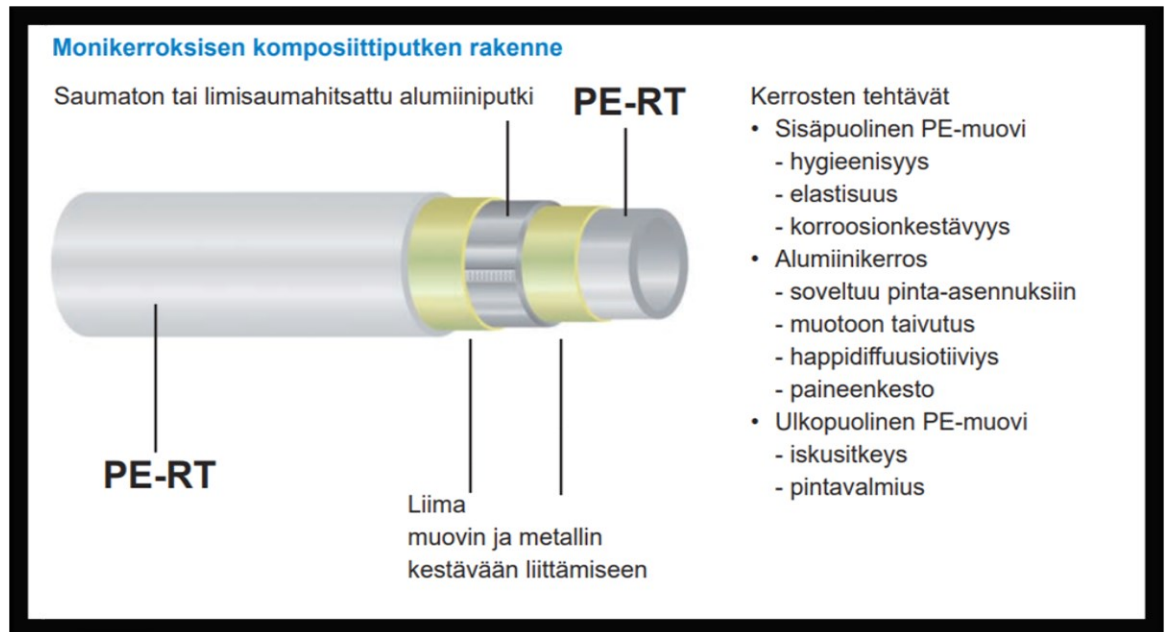
ja Q&E- liitinjärjestelmää käytettäessä toimii kappale, johon putki liitetään, itsessään tu-  
kiholkkina. Muoviputkien jatkokset ja liitokset tulee aina tehdä näkyvissä tai avattavissa  
olevien rakenteiden takana, kuten alakatoissa ja koteloissa. PEH -ja PE -putkien liitokset  
voidaan jättää maan alle. Kuvassa 15 on esimerkki jysijän vaurioittamasta PEX -put-  
kesta.



Kuva 15. Jysijän puhki syömä muovinen vesijohto

#### 4.1.4 Komposiitti

Komposiittiputki on PE -muovista valmistettu putki, jossa putken ulkovaipan ja sisävai-  
pan välissä on saumaton tai limisaumahitsattu alumiinikerros. Alumiinikerros ja sisäpuo-  
linen sekä ulkopuolinen PE -muovi liitetään toisiinsa liimalla. Putkessa oleva alumiiniker-  
ros tekee putkesta täysin happidiffuusion kestävän. Kuvassa 16 on esitetty komposiitti-  
putken rakenne.



Kuva 16. Monikerroksisen komposiittiputken rakenne. Kuva Uponor-komposiittikäsikirja [9, s. 7.]

Komposiittiputkien liitokset tehdään puristamalla kyseiselle järjestelmälle soveltuvaa erikoistyökäälä ja puristusleukoja käyttäen. [9, s. 7.]

#### 4.1.5 Ruostumaton teräs

Käyttövesiputkisto on mahdollista valmistaa myös ruostumattomasta teräksestä. Tämän päivän ”rosteri” putket ovat ohutseinämäisiä ja niiden liittäminen tapahtuu puristusliitoksin samaan tapaan kuin kupariputkella.

#### 4.2 Viemärit

Uudisrakennuksissa käytetään nykyään viettoviemärinä joko muhvittomia valurautaputkia pantaliitoksin tai polypropeeni (PP) -muoviviemäreitä. Paineellisten viemäreiden materiaaleina käytetään PVC -, PEH -ja PELM -putkia. Paineellisten PVC -putkien liittämässä käytetään muhviliitosta, paineellisen putken tunnistaa normaalia pidemmästä muhvista. PEH -ja PELM -putkien liittämässä käytetään joko pusku- tai sähköhitsausta.

#### 4.2.1 Valurauta

Valurautaviemärit ovat sekä sisäpinnaltaan että ulkopinnoiltaan suojamaalatuja. Sisätiloissa käytettävä B-liitospanta on valmistettu ruostumattomasta teräksestä ja maahan asennettavaksi tarkoitettu C-panta on valmistettu haponkestävästä teräksestä. Valurautaviemäreitä käytetään lähinnä paikoissa, joissa muoviviemäriin ääni- tai palotekniset ominaisuudet ovat riittämättömät, sekä jos viemäriä vaaditaan normaalia parempaa lämmön tai ulkopuolisen mekaanisen rasituksen sietokykyä.

Vanhoja muhvollisia valurautaputkia (kuva 17) on käytössä vielä runsaasti 40 – 80 luvulla valmistuneissa rakennuksissa.



Kuva 17. 60-luvun rivitalon keittiön valurautaviemäri, joka on syöpynyt puhki ensimmäisestä mutkasta.



#### 4.2.2 Muovi

Muoviviemäreissä PP -putki on syrjäyttänyt sisäpuolisissa asennuksissa PVC -putken. PP -putki on kokoluokissa 50 – 110 mm:ä väriltään harmaa, 32 mm:n putkea sekä putken osia on saatavilla valkoisena sekä kromattuna. Lisäksi on olemassa mm. Uponor Decibel™ Kiinteistöviemärijärjestelmä, jonka putket ja osat ovat kokoluokissa 50 mm – 110 mm väriltään valkoisia, kyseistä järjestelmää käytetään silloin kun viemäreiltä vaaditaan parempia äänitekniisiä ominaisuuksia. PVC-putkia käytetään lähinnä maahan asennettuina rakennuksen ulkopuolisina viettoviemäreinä. Kuvassa 18 on kuvattuna 70 -luvun kerrostalon kylpyhuoneen pesualtaan haljennut (PVC) poistoputki.



Kuva 18. Seinäkaivon päälle kytketyn pesualtaan viemäriputkessa halkeama.

#### 4.2.3 Muut materiaalit

Kupariputkea (kuva 19) saatetaan käyttää ja on käytetty paljon sadevesiviemärinä ja esimerkiksi kylpyammeen liittämiseen lattiakaivoon. Haponkestävästä teräksestä valmistettuja viemäriputkia käytetään teollisuudessa, jossa putkelta vaaditaan normaalia suurempaa kemikaalien ja liuottimien tai esimerkiksi lämmön kestävyyttä. [8, s. 87 – 104.] Kuvassa 20 on kuvattuna syöpyä 80 -luvun tasakattoisen rivitalon sadevesiviemärinä toimineesta kupariputkesta.



Kuva 19. Lattiakaivossa kuparinen korokerengas, jonka läpi tulee paikalleen muuratun ammeen poistoputki sekä kaukalon ylivuotoputki.



Kuva 20. Pistemäinen syöpymä kuparisessa sadevesiviemärissä.

### 4.3 Lämpöjohdot

Pientaloissa lämpöjohtoina käytetään yläjakoisissa järjestelmissä nykyään pääsääntöisesti komposiittiputkea, joka on siistimpi ja nopeampi asentaa kuin musta putki. Muovi-putkea käytetään lattialämmityksissä, jolloin putki asennetaan betonilaattaan, tai alajakaisessa patterilämmityksessä, jolloin pattereille menevät putket asennetaan alapohjan eristetilaan.

#### 4.3.1 Teräs

Kokoluokissa DN 10 – 40 käytettävää kierteitettävää putkea kutsutaan puhekielessä ”mustaksi putkeksi”. Mustan putken kokoluokituksen kanssa tulee helposti sekaannuksia, koska puhuttaessa tuumamitoista 3/8”, 1/2” jne. tai nimellimitoista 10, 15 jne. kumpikaan ei suoraan kerro putken ulkohalkaisijasta, niinpä usein, kun asiaan perehtymätön

henkilö puhuu 1":n putkesta, todellisuudessa putki on nimellimitaltaan DN 20 eli 3/4":n putki, jonka ulkohalkaisija on 26,9 mm eli vain 1,5 mm suurempi kuin yksi tuuma (kuva 21). DN- mitta on vanha putken sisähalkaisijaa millimetreissä kuvaava mitta, joka ei enää pidä paikkaansa, koska putkien seinämävahvuudet ovat pienentyneet teräksen laadun parantuessa. [10]

DN	R (tuuma kierre)	ulkohalkaisija (mm)
10	3/8"	17,2
15	1/2"	21,3
20	3/4"	26,9
25	1"	33,7
32	1 1/4"	42,4
40	1 1/2"	48,3

Kuva 21. Nimellimitan (DN) suhde kierteeseen ja ulkohalkaisijaan

Mustan putken liitokset ja jatkokset tehdään joko hitsaamalla tai kierteittämällä reuna- vahvistettuja osia käyttäen, pienemmissä putkissa voidaan suunnanmuutokset tehdä taivuttamalla putkea joko käsikäyttöisellä tai hydraulisella taivuttimella.

#### 4.3.2 Kupari

Tehtäessä lämpöjohtoverkosto kuparista asennusmenetelmät ovat samat kuin vesijohtoverkostossa.

#### 4.3.3 Muovi

Yleensä diffuusiosuojattu muoviputki tuodaan huoneistokohtaiselta jakotukilta joko suoraan jokaiselle patterille tai 3 – 4 patteria sisältävinä yksiputkisina lenkkeinä. Muoviputki asennetaan suojaputken sisään siten, että virtausputki on vaihdettavissa. Vesikiertoisen lattialämmityksen putkea ei asenneta suojaputkeen, muutoin kuin niiltä osin, kun putki

kulkee jakotukin ja lämmitettävän tilan välillä. Lämmitysjärjestelmässä muoviputken liitostavat ovat samat kuin käytettäessä muoviputkea vesijohtona.

#### 4.3.4 Sinkitty teräs

Sinkityt teräsputket ovat ohuempiseinäisiä sekä omaavat sileän sisäpinnan johdosta pienemmän virtausvastuksen verrattaessa mustaan putkeen. Pienemmän virtausvastuksen ja seinämävahvuuden ansiosta on mahdollista siirtää sama määrä lämpöenergiaa ulkomitoiltaan selvästi pienemmässä putkessa. Tehtäessä lämpöjohtoverkosto sinkitystä teräksestä asennusmenetelmät ovat vastaavat kuin kuparilla käytettäessä puristusliitoksia.

#### 4.3.5 Komposiitti

Käytettäessä komposiittiputkea lämpöjohtona putken materiaali ja liitostavat ovat samat kuin vesijohdossa.

## 5 LVI-järjestelmien toiminta

### 5.1 Käyttövesi

Kylmä käyttövesi johdetaan joko kunnan tai vesiosuuskunnan putkistosta tai omasta kaivosta muoviputkella rakennuksen maantasa- tai kellarikerroksen tekniseen tai muuhun sopivaan tilaan. Rakennuksen sisään tulevan putken päässä on sulkuventtiilein varustettu kulmaliitin, johon vesimittari (kuva 22) on kytketty, myös välittömästi vesimittarin jälkeen on sulkuventtiili. Vesimittarin kummallakin puolen on sijoitettu sinetöidyt liittinripat. Välittömästi vesimittarin jälkeen asennetaan tarvittaessa paineenalennusventtiili. Vesimittarilta kylmä käyttövesi johdetaan putkistoa pitkin veden käyttöpisteisiin.



Kuva 22. Vesimittarin lasi rikkoontunut.

Lämmin käyttövesi tuotetaan lämmitysjärjestelmästä riippuen, lämmönvaihtimessa (kaukolämpö, maalämpöpumppu, ilma-vesilämpöpumppu), lämmityskattilassa (öljy, kaasu, puu, hake, pelletti), tai lämminvesivaraajassa (sähkö), josta lämmin käyttövesi johdetaan putkistoa pitkin vedenkäyttöpisteisiin. Lämpimän käyttöveden putkistoon asennetaan varoventtiili (kuva 23) estämään verkoston paineen nousun liian suureksi, veden tilavuuden kasvaessa vettä lämmitettäessä.



Kuva 23. Lämpimän käyttöveden varoventtiili, jonka ulospuhallusputki oli liitetty mustalla osalla.

Lämpimän käyttöveden kiertajohto asennetaan kohteisiin, joissa lämpimän käyttöveden tuotantopaikka ja käyttöpisteet ovat niin kaukana toisistaan, että lämpimän käyttöveden odotusaika muodostuu liian pitkäksi. Lämpimän käyttöveden kiertajohto alkaa läheltä kauimmaista veden käyttöpaikkaa veden lämmittämispaikasta katsottuna. Lämpimän käyttöveden kiertajohtoon ei nykymääräysten mukaan saa kytkeä lattialämmitystä. Jos kiertajohtoon kytketään käyttövesipatteri, saa kyseisen patterin teho olla korkeintaan 200 W huoneistoa kohti. Käyttöveden kiertojohdossa veden lämpötila ei saa laskea alle 55 °C lämpötilaan. [11, s. 2.] Veden lämpötila vaikuttaa legionellabakteerien määrään vesijohtoverkostossa. Legionellat lisääntyvät vedessä, jonka lämpötila 20 – 45 °C ja tuhoutuvat muutamassa tunnissa yli 50 °C:n vedessä. [12]

## 5.2 Jätevesi

Kaikki rakennuksen sisäpuoliset veden käyttö pisteet varustetaan tarkoitukseen soveltuvalla viemäroinnillä. Viettoviemäriin liitettävät laitteet ja viemärointi pisteet sijoitetaan padotuskorkeuden yläpuolelle, joka on yleensä 1 000 mm yli tonttviemäriin liittymä korkeuden. Padotuskorkeuden alapuolella olevat viemärointi pisteet tulee varustaa tarkoitukseen soveltuvalla pumppaamalla. Viemäriin tuuletusputki johdetaan vesikatolle ja varustetaan lämmöneristeellä kylmissä tiloissa. Joissain tapauksissa viemärintuuletus voidaan järjestää alipaineventtiilillä. Alipaineventtiili tulee asentaa korkeammalle kuin mahdollinen vedenkorkeus viemärointipisteessä, jota kyseinen alipaineventtiili palvelee. Alipaineventtiilillä ei koskaan voida korvata varsinaista katolle johdettua tuuletusviemäriä.

Viemäriin haaroitukset asennetaan maanvaraisen laatan eristetilan alle hiekkaan tai kappilaarikatkerrokseen, rossipohjaisessa rakennuksessa viemärit voidaan asentaa alapohjan ryömintätilaan. Kuvassa 24 on esimerkki 2000 -luvun rossipohjaisen omakotitalon viemäroinnin puutteellisesta kannakoinnista.





Kuva 24. Puutteellinen kannakointi 2000 -luvun omakotitalon alapohjan ryömintätallassa, viemäriputki oli irronnut liitoksestaan, ryömintätallassa oli runsaasti lietettä.

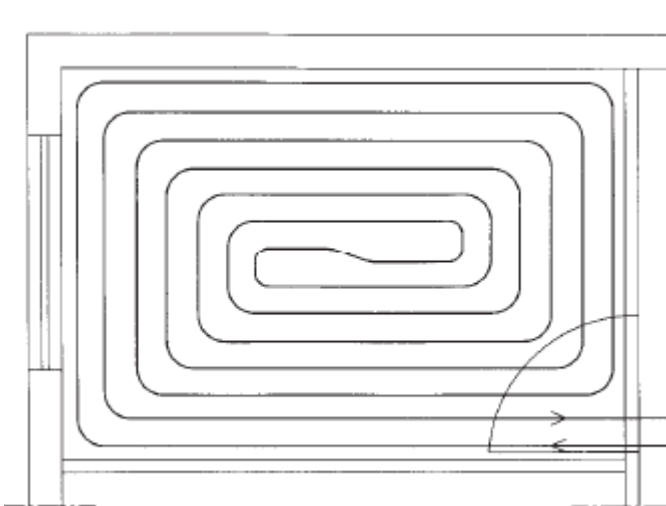
### 5.3 Vesikeskuslämmitys

Vesikeskuslämmitykseen käytettävä vesi tuotetaan joko lämmönvaihtimessa (kaukolämpö, maalämpöpumppu, ilma- vesilämpöpumppu), lämmityskattilassa (öljy, kaasu, puu, hake, pelletti), tai lämminvesivaraajassa (sähkö). Lisäksi on olemassa yhdistelmäkattiloita, joissa lämpö voidaan tuottaa esimerkiksi polttamalla puuta ja öljyä. Riippumatta siitä, miten lämmityksessä käytettävä vesi lämmitetään, on lämmönjakotavan toimintaperiaate samankaltainen. Lämmitysvesi johdetaan kolmi- tai nelitieventtiin kautta putkistoa pitkin lämmönluovutuspeisteisiin ja takaisin vaihtimelle, kattilalle tai varaajalle. Lämmönluovutus tapahtuu joko pattereiden, jotka yleensä asennetaan ikkunoiden alle, avulla tai lattialämmityksellä. Lämmöntuotantotapa vaikuttaa osaltaan lämmönluovutustapaan, siten että lämpöpumppujärjestelmillä ei välttämättä saada tuotettua pattereille kovilla pakkasilla riittävän lämmintä menovettä. Lattialämmitys lämmönjakotapana mahdollistaa pienemmän menoveden lämpötilan koska lämmönluovuttajien, eli lattian, lämmönluovutuspinna-ala on suurempi kuin käytettäessä radiaattoreita lämmönluovuttajina.



Kuva 25. Lattialämmitysputket on syytä paikantaa lämpökameralla ennen kuin lattiaan porataan reikiä.

Kuvassa 25 on lämpökameran näytöltä nähtynä vesikiertoinen lattialämmitysputkisto ja kuvassa 26 on periaatekuva lattialämmitysputkiston asennuksesta.



Kuva 26. Periaatekuva lattialämmitysputkiston asennuksesta

Lämmön tuotantotavalla ei sinällään ole merkitystä kosteuskartoituksen tai mahdollisten kosteusvaurioiden syntymiseen, lukuun ottamatta maakaasupolttimella varustettua keskuslämmityskattilaa. Maakaasun polttamisen palamistuloksena syntyy hiilidioksidia ( $\text{CO}_2$ ), vesihöyryä ( $\text{H}_2\text{O}$ ) ja paloilmasta typpeä (N). Vaihdettaessa lämmöntuotantotapa öljystä tai puusta maakaasuksi tulee vanhan tiilipiipun sisään asentaa ruostumattomasta teräksestä valmistettu sisäpiippu kattilan savunpoisto kanavasta katolle saakka. Sisäpiipun pohjaan tai vaakaosaan asennetaan kondenssiveden poisto (kuva 27). Näin saadaan estettyä lämmityskauden aikana piipun sisään kondensoituvan veden pääsyn rakenteisiin.

Kondenssivesi voi muodostua ongelmaksi myös vaihdettaessa vanha öljypoltin uuteen paremman hyötysuhteen omaavaan polttimeen. Uuden polttimen savukaasut eivät välttämättä lämmitä piipun yläosaa riittävästi, jolloin palokaasujen kosteus voi alkaa tiivistymään piipun yläosaan.



Kuva 27. Kondenssiveden poistoputki maakaasukattilan savuhormista.

Käytettäessä pattereita lämmönluovuttajina voidaan patteriputkisto toteuttaa joko yläjakoisena tai alajakoisena. Yläjakoisessa putkistossa runkojohdot asennetaan yleensä verhokoteloihin ja alaslaskettujen kattojen sisään. Yläjakoisen järjestelmässä linjan päihin asennetaan ilmanpoistimet. Kuvassa 28 lämpöjohtorungon päässä oleva ilmakello, joka on vuotanut, vuotovesi on ruostuttanut alapuoliset putket ja osat.

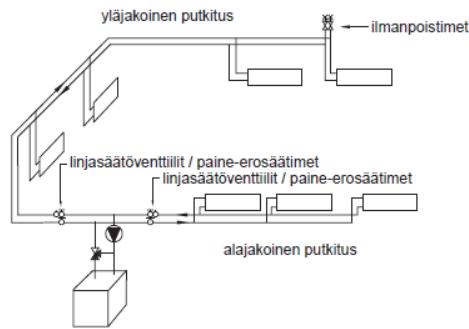


Kuva 28. Automaattinen ilmakello, joka on vuotanut verhokotelossa hitaasti pidemmän aikaa, ruostuttaen putken osat.

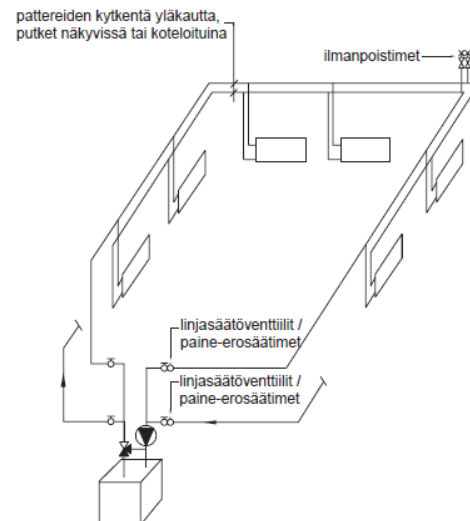
Yläjakoinen järjestelmä toteutetaan yleensä joko sinkityllä- tai mustalla putkella. Myös kupari- sekä komposiittiputkea näkee käytettävän yläjakoisen järjestelmän putkistona. Komposiittiputken ja osittain myös kupari- ja sinkityn teräspuutken ongelmana voidaan pitää kotelosta näkyvissä pattereille tulevia kytkentäjohtoja, jotka ovat huomattavan paljon herkempiä ulkopuolisille vaurioille pehmytensä sekä ohuemman seinämävahvuutensa johdosta. Pattereiden ollessa lämmönluovuttajina alajakoinen järjestelmä mustalla

putkella toteutettuna on yleensä periaatteeltaan samanlainen kuin yläjakoinenkin, eli kullekin patterille tehdään kytkentähaara menopuolen rungosta ja vastaavasti patterilta vietään paluupuolen runkojohtoon oma putki.

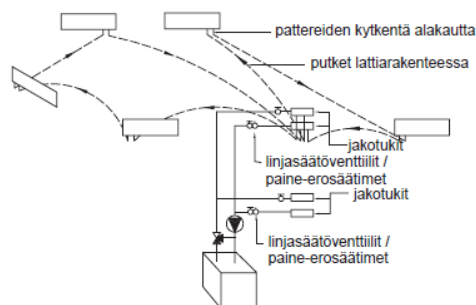
Kun alajakoinen järjestelmä toteutetaan muoviputkella, ei lattiarakenteisiin voida jättää haaroituksia ja jatkoksia, jolloin kukin patteri kytketään jakotukilta omilla kytkentäjojoilla. Toinen vaihtoehto käytettäessä muoviputkea on ns. yksiputkijärjestelmä, jossa 3 – 5 patteria muodostaa yhden lämmitys piirin. Yksiputkijärjestelmän kytkentä suoritetaan käyttäen erityistä kyseiseen käyttötarkoitukseen suunniteltua patteriventtiiliä, joka päästää osan vedestä virtaamaan ohi kytkettävästä patterista ja mahdollistaa näin ollen lämmityspiirin loppupäässäkin olevien pattereiden lämpenemisen. Kuvassa 29 on esitetty erilaisia vaihtoehtoja lämpöjohtojen kytkennöistä. [13, s. 4.]



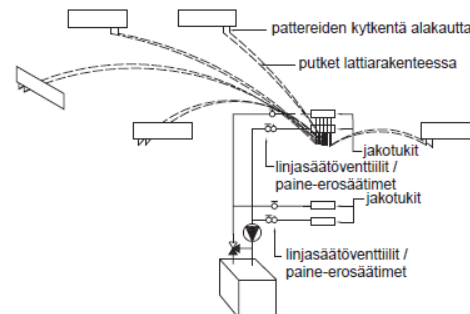
Kuva 4.  
Ylä-/alajakoinen kaksiputkijärjestelmä.



Kuva 5.  
Yläjakoinen kaksiputkijärjestelmä (käännetty paluu).



Kuva 6.  
Alajakoinen yksiputkijärjestelmä muoviputkella tai muovipinoitetulla kupariputkella.

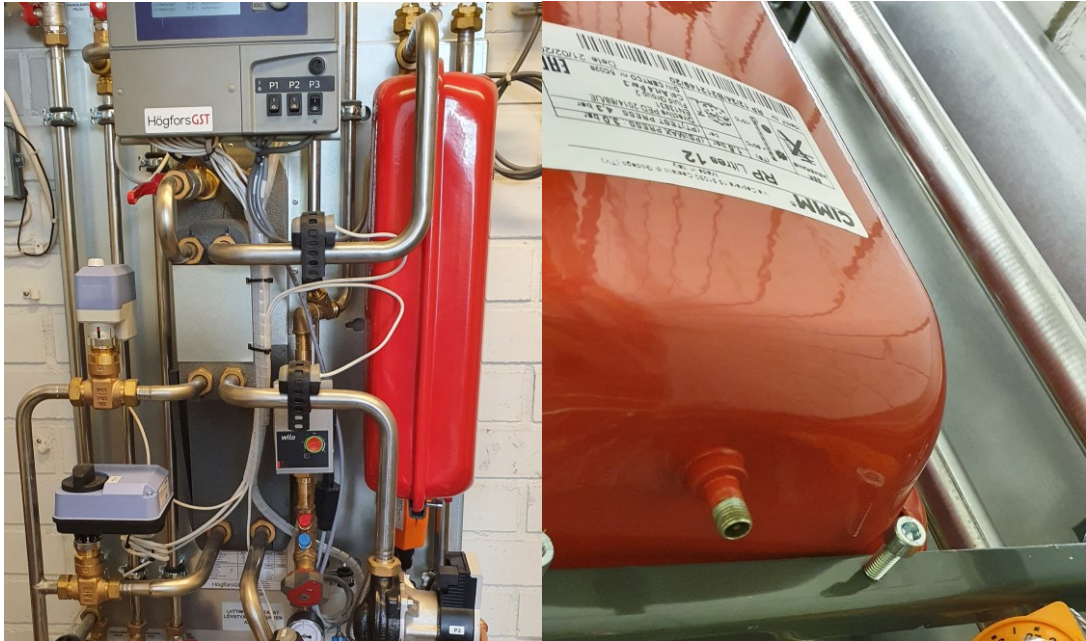


Kuva 7.  
Alajakoinen kaksiputkijärjestelmä muoviputkella tai muovipinoitetulla kupariputkella.

© Rakenneinsinööri RFS ja LVI-Heikkilä 2002

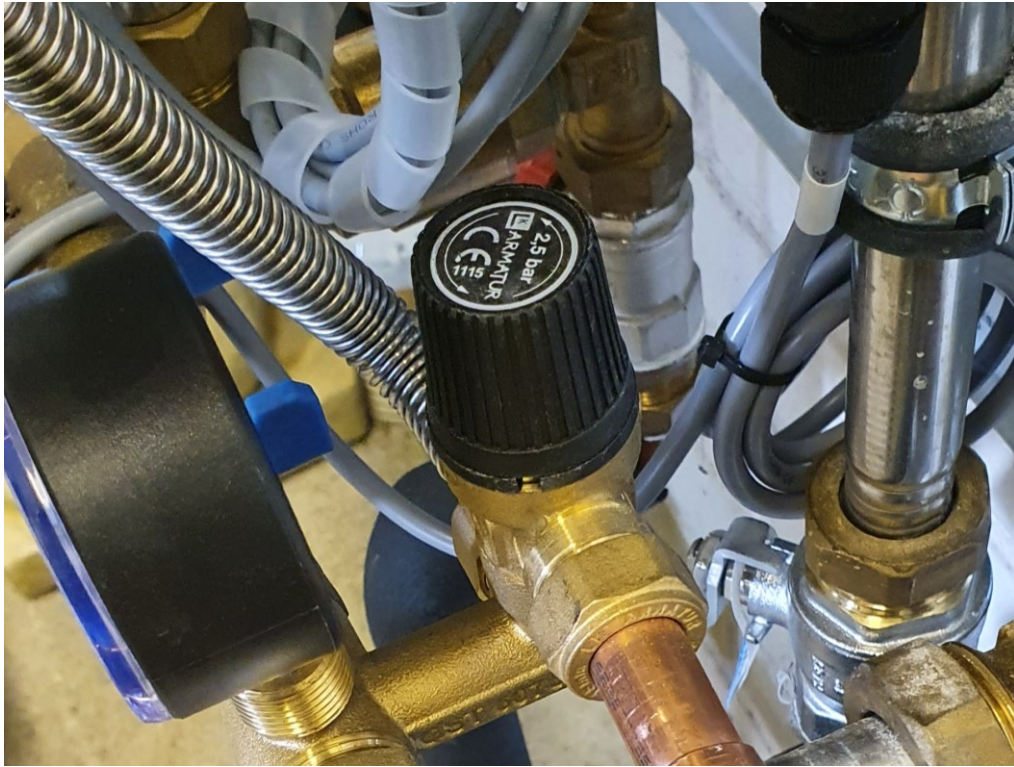
Kuva 29. Periaatepiirroksat ylä- ja alajakoisesta kaksiputkijärjestelmästä kovalla putkella toteutettuna, sekä alajakoisesta kaksi- ja yksiputkijärjestelmästä muovi- tai muovitetulla kupariputkella toteutettuna [13, s. 4.]

Monesti lämmitysjärjestelmän ”vuodon” syy löytyy paisunta-astiasta tai varoventtiilistä. Paisunta-astian tarkoituksena on tasata lämmitysverkoston paineen vaihtelua toimimalla veden lämpötilan muutoksien ja sitä kautta veden muuttuvan tilavuuden vastaanottavana tai luovuttavana säiliönä. Paisunta-astian sisällä on kumikalvo, jonka toisella puolella on ilmaa tai tyypeä ja toisella puolella lämmitysjärjestelmän vesi. Paisunta-astiassa on samanlainen ilmaventtiili (kuva 30) kuin auton renkaassa, painettaessa venttiilissä olevaa neulaa pitää venttiilistä tulla ilmaa. Jos venttiilistä ei tule ilmaa, ei astiassa ole veden lämpötilan nousemisen vaatimaa paisuntatilaa. Jos venttiilistä tulee vettä, tarkoittaa se sitä, että paisunta-astian kalvo on rikki eikä astia silloinkaan toimi siten kuin on tarkoitettu.



Kuva 30. Vasemmalla kaukolämpöjärjestelmän paisuntasäiliö, oikealla paisuntasäiliön ilmenttiili.

Varoventtiin tehtävänä on olla verkoston ”heikoin lenkki”, venttiili aukeaa päästääkseen liian suureksi kasvaneen paineen ulos. Varoventtiili on jousikuormitteinen lautasventtiili, venttiilin avautumispaine on merkitty venttiilin koestusnuppiin. Varoventtiin ulospuhallusputki tulee johtaa lattiakaivoon tai altaaseen siten, että venttiilistä mahdollisesti läpi vuotava vesi on havaittavissa. (Kuva 31.)









Kuva 31. Lämmitysjärjestelmän varoventtiili.

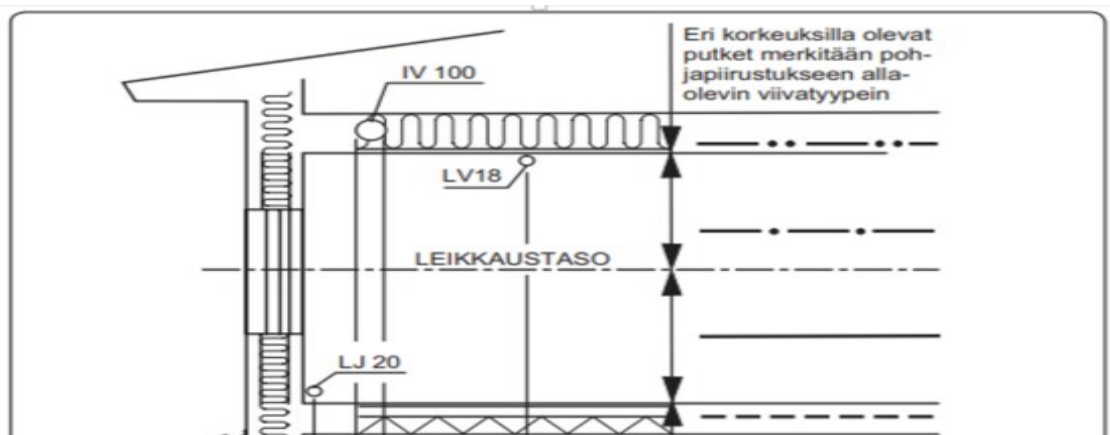
## 6 Piirrosmerkinnät

Vuodon etsimisen ja rakenteiden tutkimisen yhteydessä on kosteuskartoittajalla joskus apunaan LVI-piirustuksia. Tuntemalla erilaiset piirrosmerkinnät kartoittajan on helpompi hahmottaa, missä mahdollisesti vuotava putki sijaitsee (kuva 32). Viivan tyyli (kuva 33) kertoo, millä korkeudella leikkaustasoon nähden putki sijaitsee.



PIIROSMERKKI	SELITYS	HUOM.
 Ehyt viiva	Putki, hormi tai laite näkyvässä leikkaustason alapuolella tai takana. Mitta- ja viiteviivat, piirrosmerkkien ääriviivat.	Tasopiirustuksissa leikkaustasona pidetään yleensä silmäkorkeutta, ellei toisin osoiteta. Kaavioissa käytetään yleensä ehyitä viivoja. Vesijohdon asennustapa (vaihde- tai vaihdettava) selvennetään tarvittaessa tekstillä.
 Katkoviiva	Putki, hormi tai laite näkymättömissä leikkaustason alapuolella tai takana. Apuviivat.	Esim. maassa tai roilossa, tasopiirustuksissa välipohjassa tai sen alapuolella. Vesijohdon asennustapa (vaihde- tai vaihdettava) selvennetään tarvittaessa tekstillä.
 Pistekatkoviiva	Putki, hormi tai laite näkyvässä leikkaustason yläpuolella tai edessä. Keskiviivat, leikkausrajat.	Tasopiirustuksissa yleensä välittömästi välipohjan alapuolella, tarvittaessa korkeusasema ilmoitetaan mitalla. Vesijohdon asennustapa (vaihde- tai vaihdettava) selvennetään tarvittaessa tekstillä.
 Kaksoispistekatkoviiva	Putki, hormi tai laite näkymättömissä leikkaustason yläpuolella tai edessä.	Tasopiirustuksissa esim. välipohjassa tai sen yläpuolella. Käytetään vain silloin, kun ylempää tasoa ei esitetä. Vesijohdon asennustapa (vaihde- tai vaihdettava) selvennetään tarvittaessa tekstillä.
 	Poistettava putki, hormi tai laite.	Selvennettävä tarvittaessa tekstillä.
 	Säilytettävä vanha putki tai laite.	Merkintä harkitaan erikseen. Selvennetään tekstillä.

Kuva 32. LVI-piirrosmerkit, Suomen rakentamismääräyskokoelma D4 [14, s. 2.]



Kuva 33. Viivan tyyli leikkaustasoon nähden [15, s. 119.]

Viivan leveys antaa viitteen siitä, mikä putki on kyseessä. Viivan leveys vaihtuu piirustuksessa käytettävän mittakaavan mukaan. Useimmiten käytössä kuitenkin on piirustus, jonka mittakaava on 1:50, johon kuva 34 viittaa. Muissa piirustuksissa viivojen leveydet suhteutetaan mittakaavan mukaan keskenään. [15, s. 119.]

ESITYSTAPA	SELITYS
1,0 mm	Kaikki viemärit Ilmahormit yhdellä viivalla esitettäessä Lämpöpatterit tasopiirustuksessa Kaukolämpöjohdot
0,7 mm	Kylmävesijohdot Palonsammutusjohdot Höyryjohdot
0,5 mm	Lämpöjohdot Jäähdytysvesijohdot Laitteiden ja ilmahormien ääriviivat
0,35 mm	Lämminvesijohdot Lauhdejohdot Öljyjohdot Paineilma- ja kaasujohdot Kylmäainejohdot Piirosmerkkien ääriviivat
0,25 mm	Apuenergia- ja viestijohdot Apuviivat, keskiviivat, nuolet Mitta- ja viiteviivat

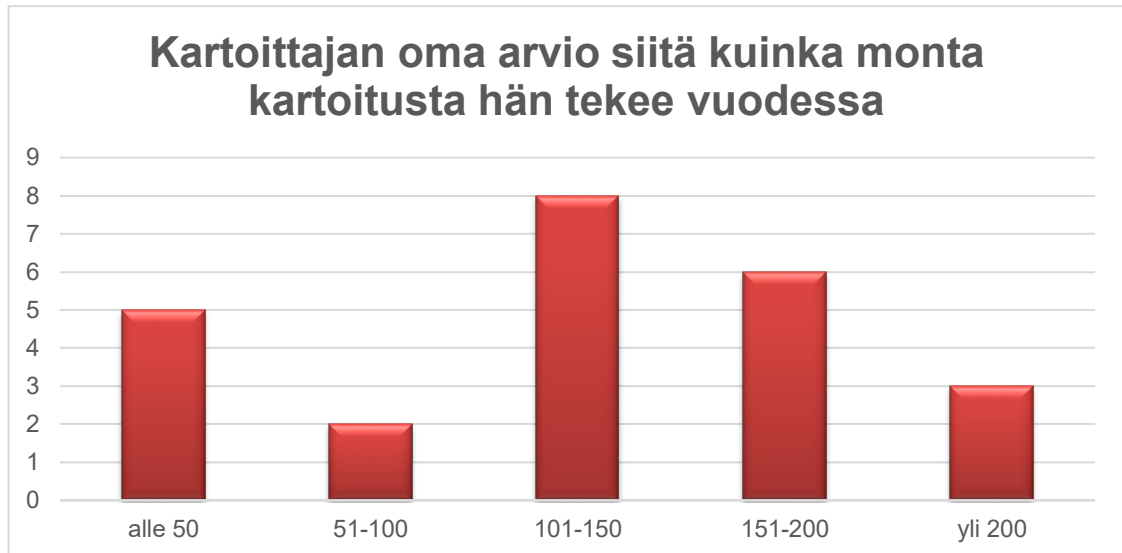
Kuva 34. Viivan leveys piirrustuksissa joiden mittakaava on 1:50 [15, s. 119.]

Mittaviivalla olevasta tekstistä selviää putken koko ja monesti myös materiaali. Etenkään omakotitaloissa ei pelkästään piirustusten perusteella voida varmuudella tietää putkien sijaintia tai materiaalia, koska vaikka talossa ei olisikaan tehty muutoksia alkuperäisiin asennuksiin, alkuperäisiä piirustuksia ei monestikaan ole päivitetty vastaamaan toteutuneita asennuksia.

## 7 Polygonin kosteuskartoittajien osaamisen selvittäminen

Polygonin kartoittajaprofiilin, koulutustaustan ja työkokemuksen selvittämiseksi tehtiin kartoittajille sekä heidän esimiehilleen suunnattu kysely, sekä kysyttiin henkilöstöhallinnosta kartoittajien iät ja Polygonille töihin tulo ajat. Henkilöstöhallinnosta saadun listauksen mukaan Polygonilla työskentelee tällä hetkellä 43 henkilöä kartoittajana tai kosteuskartoittajana (jäljempänä kartoittaja). Saman listauksen mukaan Polygonilla kartoitus-työtä tekevät henkilöt ovat keskimäärin noin 40 -vuotiaita ja ovat olleet Polygonin palveluksessa keskimäärin noin 6,5 vuotta (tilanne 12/20).

Kartoittajille tehtyyn kyselyyn saatiin vastauksia 25 kpl. Kartoittajille tehdyn kyselyn mukaan yhden kartoittajan tekemä kartoitusten määrä vuositasolla on keskimäärin noin 120 – 150 kpl (kuva 35).



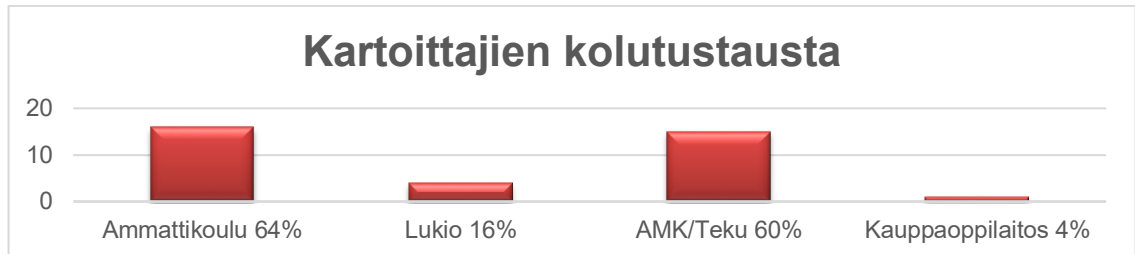
Kuva 35. Kartoittajien omat arviot vuositasolla tekemiensä kartoitusten määristä

Kyselyssä kysyttiin myös kartoittajien omaa arviota siitä, kuinka usein heidän kartoittamien vahinkojen syy on jokin talotekninen järjestelmä. Saatujen vastausten perusteella yli puolet vastaajista (14/25) arvioi että, yli 60 % kaikista kartoitustoimeksiannoista liittyy jotenkin talotekniikkaan. (Kuva 36).



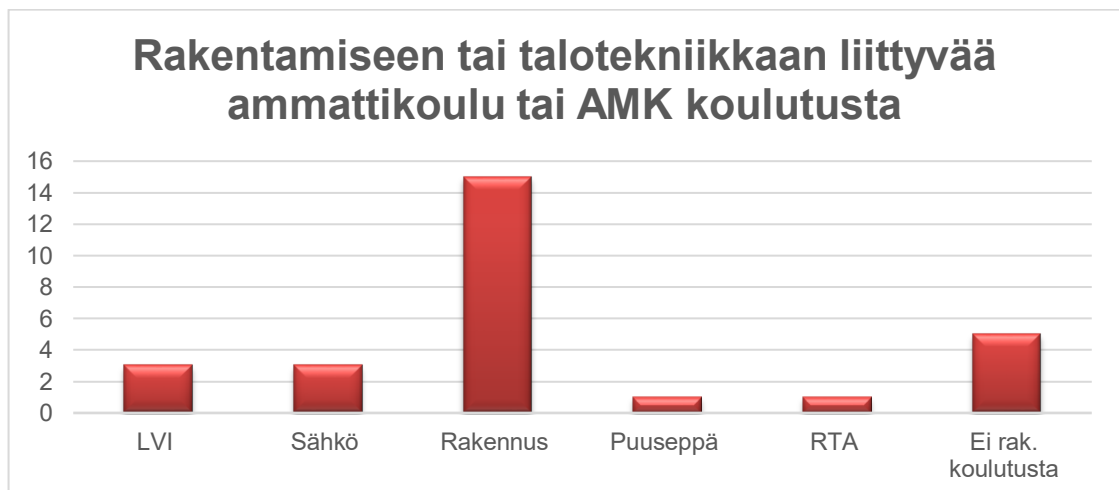
Kuva 36. Kartoittajien omat arviot siitä kuinka usein vahingon syy on jokin talotekninen järjestelmä.

Kartoittajilta kysyttiin myös heidän koulutustaastaan yleisellä tasolla. Tähän kysymykseen sai valita useamman vaihtoehdon. Saaduista vastauksista voidaan olettaa, että yksitoista kuudestatoista ammattikoulutaustaa omaavasta kartoittajasta on jatkanut ammattikoulun jälkeen opintojaan ammattikorkeakoulussa tai teknillisessä oppilaitoksessa. (Kuva 37.)



Kuva 37. Kartoittajien koulutustausta

Kartoittajia pyydettiin vielä täsmentämään, millaista rakentamiseen tai talotekniikkaan liittyvää ammatti- tai AMK -tason koulutusta heillä on. Vastaajien mukaan valtaosalla (64 %) on rakennusalan koulutusta, kun taas talotekniikan (LVIS) koulutusta oli vain kuu- della vastaajalla (24 %), viidellä vastaajalla ei ollut minkäänlaista rakentamiseen liittyvää koulutusta. (Kuva 38.)



Kuva 38. Kartoittajien rakentamiseen tai talotekniikkaan liittyvä koulutus.

Kartoittajia pyydettiin myös kertomaan, millaisissa talotekniikkaan liittyvissä asioissa he useimmin kohtaavat omassa työssään tilanteen, jossa kokevat taloteknisen osaamisensa riittämättömäksi. Pääosassa vastauksia tuli ilmi lähinnä kaksi eri seikkaa. Toinen oli se, ettei osata nimetä osaa tai putkea, joka on vuotanut eikä välttämättä tunnusteta osan tai putken materiaalia. Toinen yleisimmistä tilanteista, joissa kartoittajat kokevat osaamisensa riittämättömäksi, oli puutteet lämmitysjärjestelmien toiminnan tuntemisessa.

Miksi jokin liitos on vuotanut. Tähän ei aina osaa ottaa kantaa. Mutta tämän takia on LVIS asentajat, jotka ovat sen alan asiantuntijoita. Onko kartoittajan edes tarpeellista osata kaikkea talotekniikasta? Homma toimii ainakin omalla toimipaikalla hyvin, tarvittaessa asiaan perehtynyt ulkopuolinen antaa lausunnon vahingon aiheuttajasta.

Talotekniikan järjestelmien osien tunnistaminen, nimeäminen, esim. putkimateriaalien tunnistaminen, toimintaperiaatteen tunteminen,...

Vuodon etsintä tilanteet lämmitysjärjestelmissä ja rakenteiden sisällä olevien vuotojen etsintä. Lämmitysjärjestelmien toiminnan tuntemus heikkoa

Yllä olevat ovat suoria lainauksia sekä kaavioita kartoittajille tehdystä kyselystä.

## 8 Yhteenveto

Työn tarkoituksena oli kyselytutkimuksen ja haastattelujen avulla selvittää Polygonilla kosteuskartoitustyötä tekevien henkilöiden talotekniikkaosaamisen taso sekä yrittää löytää kartoittajan työn kannalta olennaiset kehitys kohteet.

Kyselytutkimuksen tulosten ja taloteknisten järjestelmien taustatutkimusten perusteella saatiin rajattua aiheet, joita työn pohjalta tehtävässä opiskelumateriaalissa tullaan käsittelemään. Kartoittajat toivat vastauksissaan esiin sen, etteivät aina osaa nimetä vuotavaa osaa. Osien nimeämisessä koetun ongelman ratkaisuksi päätettiin tehdä varsinaisen opetusmateriaalin lisäksi lyhyt kuvallinen yhteenveto yleisimmistä putkistovarus-teista ja niiden käyttötarkoituksista [Liite 1]. Tämän pikaohjeen on tarkoitus helpottaa vuotavan osan nimeämistä sekä auttaa ymmärtämään, mikä merkitys kyseisellä osalla on järjestelmän toiminnan kannalta.

Työn pohjalta tullaan tekemään yhteistyössä toimialapäällikkö Kärjen kanssa oma osio Polygonin intrassa sijaitsevaan oppimisympäristöön, jossa kartoittajat, sekä niin halutesaan muutkin Polygonin työntekijät, voivat käydä itsenäisesti opiskelemassa ja kehittämässä omaa osaamistaan.

Pikaohje putkistovarusteista jaettiin valikoidulle joukolle kartoittajia ja heitä pyydettiin kommentoimaan, kokevatko he tällaisesta ohjeesta olevan apua päivittäisessä työskentelyssään. Kartoittajilta saatu palaute pikaohjeen käyttökelpoisuudesta antoi positiivisen signaalin tämän työn tarkoituksenmukaisuudesta.

Ensikatselmalta vaikuttaa varsin pätevältä. Yks mahdollinen lisäys vois olla pieni kappale siitä mitä uskalleta tehdä esim lämmönjakolaitteistolle itse, ja mihin kutsutaan putkimies.

Aikas mainio ideointi. Tulostuu työautoon samointein!

Lainaukset kartoittajilta saaduista palautteista pikaohjeeseen.

## Lähteet

- 1 Polygon. 2021. Verkkoaineisto. <<https://www.polygongroup.com/fi-FI/polygon/polygon-finland-oy/>>. Luettu 23.5.2021
- 2 Palo-, murto- ja vuotovahingot. 2021. Verkkoaineisto. Finanssiala. <<https://www.finanssiala.fi/vahingontorjunta/materiaalipankki/Sivut/Vahinkotilat-tot.aspx>>. Luettu 30.1.2021
- 3 Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennukset ja kesämökit. Verkkoaineisto. Tilastokeskus luettu 13.1.2021  
Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/rakke/index.html>
- 4 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. 2008. Ohjekortti: LVI 01-10424. Rakennustieto Oy.
- 5 Neuvonen Petri, Mäkiö Erkki, Malinen Maarit. 2002. Kerrostalot 1880-1940. Helsinki: Rakennustieto Oy
- 6 Mäkiö Erkki, Malinen Maarit, Neuvonen Petri, Sinkkilä Jyrki, Tuunanen Anna-Maija, Saarenpää Jukka. 1989. Kerrostalot 1940-1960. Helsinki: Rakennustietosäätiö.
- 7 Mäkiö Erkki, Malinen Maarit, Neuvonen Petri, Vikström Kari, Mäenpää Risto, Saarenpää Jukka, Tähti Esko. 1994. Kerrostalot 1960-1975. Helsinki: Rakennustieto Oy
- 8 Lindström Kauko. 1999. Vesi- ja viemäritekniikka. Helsinki: Opetushallitus
- 9 Uponor. 2019. Komposiittikäsikirja. Nastola: Uponor Suomi Oy.
- 10 Pientalon lämmitys. 2008. Verkkoaineisto. Oulun seudun ammattiopisto. <[http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/pientalon\\_lammitys/](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/pientalon_lammitys/)>. Luettu 12.12.2020.
- 11 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/2017. 2018. Ohjekortti: LVI RakMK-00622. Rakennustieto Oy.
- 12 Legionellabakteerit vesijärjestelmissä. 2020. Verkkoaineisto. Terveystieteiden tutkimuskeskus ja hyvinvoinnin laitos. <<https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/vesi/legionellabakteerit-vesijarjestelmissa/legionellan-kasvuun-vaikuttavat-tekijat>>. Luettu 30.3.2021.

- 13 Vesikiertoinen patterilämmitys. 2002. Ohjekortti: LVI 12-10343. Rakennustieto Oy
- 14 LVI-piirrosmerkit 1978, Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D4.
- 15 Harju Pentti. 2006. Teknisen piirtämisen perusteet. 2. painos. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky.



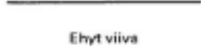

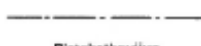
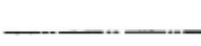

## Ote kartoittajille tehdystä pikaohjeesta



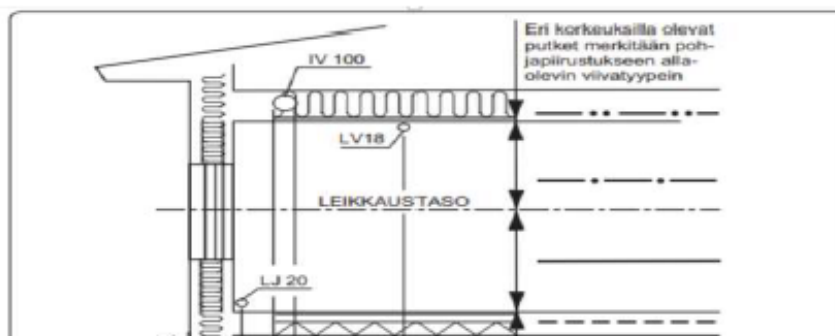
Putkistovaruste	Piirrosmerkki [3]	Selitys
	<p>Vesimittari tai jokin muu määrittäjä</p>	<p><b>Vesimittariventtiilipari [2]</b>  Vesimittarin kummallakin puolella on sulkuventtiili. Ennen mittaria olevaan venttiiliin on mahdollista asentaa sulanapito kaapeli. Vesimittarin jälkeisessä venttiilissä on lisäksi yksisuuntaventtiili</p>
	<p>Suurempi kolmio on alemman paineen puolella</p>	<p><b>Vakiopaineventtiili [1]</b>  Vakiopaine venttiili asennetaan alentamaan liian suurta verkostopainetta.</p>
	<p>VP</p>	<p><b>Vesipostiventtiili [1]</b>  Vesipostiventtiin sulkuna on kumiivisteellinen lautasventtiili, sulku sijaitsee sisäpuolella lämpimässä tilassa. Virtausputki asennetaan laskemaan ulospäin jotta seinän läpi kylmälle puolelle tuleva putki valuu tyhjäksi.</p>
		<p><b>Palloventtiili [2]</b>  Sulkuventtiili jonka päissä puristusliitokset putken liittämiseksi</p>
	<p>Käsin ohjattava säätöventtiili</p>	<p><b>Lämpimän käyttöveden kiertöventtiili [1]</b>  Kiertojohtoon asennettava venttiili, jolla saadaan säädettyä ja mitattua virtausnopeus</p>



Piirrosmerkinnät

PIIROSMERKKI	SELITYS	HUOM.	
	Ehyt viiva	Putki, hormi tai laite näkyvässä leikkaustason alapuolella tai takana. Mitta- ja viiteviivat, piirrosmerkkien ääriviivat.	Tasopiirustuksissa leikkaustasona pidetään yleensä silmänkorkeutta, ellei toisin osoiteta. Kaavioissa käytetään yleensä ehyitä viivoja. Vesijohdon asennustapa (vaihdettava- ei vaihdettava) selvennetään tarvittaessa tekstillä.
	Katkoviiva	Putki, hormi tai laite näkymättömissä leikkaustason alapuolella tai takana. Apuviivat.	Esim. maassa tai roilossa, tasopiirustuksissa välipohjessa tai sen alapuolella. Vesijohdon asennustapa (vaihdettava- ei vaihdettava) selvennetään tarvittaessa tekstillä.
	Pistokatkoviiva	Putki, hormi tai laite näkyvässä leikkaustason yläpuolella tai edessä. Keski- ja ääri- viivat, leikkausrajat.	Tasopiirustuksissa yleensä välittömästi välipohjan alapuolella, tarvittaessa korkeusasema ilmoitetaan mitalla. Vesijohdon asennustapa (vaihdettava- ei vaihdettava) selvennetään tarvittaessa tekstillä.
	Kaksoispistekatkoviiva	Putki, hormi tai laite näkymättömissä leikkaustason yläpuolella tai edessä.	Tasopiirustuksissa esim. välipohjessa tai sen yläpuolella. Käytetään vain silloin, kun ylempiä tasoja ei esitetä. Vesijohdon asennustapa (vaihdettava- ei vaihdettava) selvennetään tarvittaessa tekstillä.
	Poistettava putki, hormi tai laite.	Selvennettävä tarvittaessa tekstillä.	
	Säilytettävä vanha putki tai laite.	Merkintä harkitaan erikseen. Selvennetään tekstillä.	

Kuva 1. LVI-piirrosmerkit Suomen rakentamismääräyskokoelma D4



Kuva 2. Viivan tyyli leikkaustasoon nähden [LVI RakMK-00622]

Viivan leveys antaa viitteen siitä mikä putki on kyseessä. viivan leveys vaihtuu piirustuksessa käytettävän mittakaavan mukaan, useimmiten käytössä kuitenkin on piirustus jonka mittakaava on 1:50 johon alla oleva kuva viittaa. Muissa piirustuksissa viivojen leveydet suhteutetaan mittakaavan mukaan keskenään.