



# **LVI-SUUNNITELMIEN SOVELTAMINEN KÄYTÄNNÖN ASENNUSTYÖSSÄ**

Alexi Salojärvi

Opinnäytetyö  
Maaliskuu 2015  
Talotekniikan ko  
LVI-tekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan ko  
LVI-tekniikka

SALOJÄRVI, ALEKSI:  
LVI-suunnitelmien soveltaminen käytännön asennustyössä

Opinnäytetyö 55 sivua, joista liitteitä 0 sivua  
Maaliskuu 2015

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia LVI-suunnitelmien toteutumista ja sitä, miten paperille piirretty ja toteutunut asennus vastasivat toisiaan. Opinnäytetyössä pohdittiin erilaisia tapoja suunnitella ja asentaa LVI-järjestelmiä ja tarkasteltiin myös tulkinnanvaraisuuksia, joille suunnitelmapiirustukset, työselitykset ja ohjeet sekä määräykset jättivät tilaa. Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa oppimateriaali, joka jää Tampereen ammattikorkeakoulun käyttöön.

Opinnäytetyössä tehdyn tutkimuksen tuloksena saatiin selville tavallisimmat LVI-asennuksissa käytetyt materiaalit ja työmenetelmät. Tutkimuksessa selvisi lisäksi, miten LVI-asennuksia oli tehty tutkimuskohteissa ja mitä eroavaisuuksia tehdyissä asennuksissa oli suunnitelmadokumentteihin verrattuna. Tutkimustietoja hyödyntäen koottiin LVI-asennustekniikan oppimateriaali.

Tutkimuksen mukaan käyttämällä enemmän resursseja projektien suunnitteluun voitaisiin toteutusvaiheessa päästä vastaavaan lopputulokseen pienemmillä kustannuksilla. Kehittämissuositukseksi suositellaan laajemman tutkimuksen teettämistä suunnitteluvaiheen rahoituksen lisäämisen vaikutuksista projektin kokonaiskustannuksiin.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Building Services Engineering  
HVAC Services

SALOJÄRVI, ALEKSI:  
Applying HVAC Plans in Actual Installations

Bachelor's thesis 55 pages, appendices 0 pages  
March 2015

---

The purpose of this thesis was to examine the applying of HVAC plans and that how well the plans drawn on paper and the actual installation correspond with each other. The thesis pondered upon the different ways of planning and installing HVAC systems and studied how much the plans, specifications, instructions and regulations left room for interpretation. The objective of the study was to produce teaching material that will be used at Tampere University of Applied Sciences.

As a result of the study most common materials and working methods were uncovered. Study also uncovered how the HVAC installations were carried out on the sites of study and how the installations differed from the plans. Studied information was utilized in the making of the teaching material.

According to the study by spending more resources in the planning of the projects would be possible to get similar results in the execution phase of the project with lower cost. A more extensive study is advised to be carried out on how increased funding in the planning phase effects the overall cost of the project.

---

Keywords: HVAC-planning, HVAC-contracting

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	5
2 MÄÄRÄYSTAUSTA.....	6
3 ASENNUSTEKNIikka.....	7
3.1 Yleisimmät materiaalit.....	7
3.2 Liitosmenetelmät putkijärjestelmittäin.....	16
3.3 Kannakointi.....	35
3.4 Laitteasennukset.....	36
4 KOHTEISSA TEHTY TUTKIMUS.....	37
4.1 Maalämpöpumpun asennus omakotitaloon.....	37
4.2 Käyttövesi-, viemäri- ja lämpöjohtoasennukset saneerauskohteessa.....	41
5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	53
LÄHTEET.....	54

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia, miten LVI-asennuksia tehdään suunnitelmien, ohjeiden ja määräyksien puitteissa. Opinnäytetyössä tullaan tarkastelemaan erilaisia toteutustapoja ja suunnitelma-asiakirjojen sekä ohjeiden ja määräyksien asettamia rajoituksia ja toisaalta niiden suomia vapauksia.

Opinnäytetyön taustalla on Tampereen ammattikorkeakoulun tarve asennustekniikan oppimateriaalille. Opinnäytetyön tavoitteena on kerätä riittävästi tutkimustietoa asennustekniikan oppimateriaalin tekoa varten. Oppimateriaalia varten on kerätty tietoa erilaisista materiaaleista ja niiden soveltuvuudesta erilaisiin asennuksiin. Tutkimusta on tehty alkukesästä 2014 alkaen kirjallisuudesta, valmistajien tuoteluetteloista ja muista dokumenteista sekä määräyksistä ja ohjeista.

Kenttätutkimusta on tehty muutamissa eri työkohteissa. Kenttätutkimuksessa keskityttiin erilaisten työtapojen soveltuvuuden arviointiin sekä kehittämiseen ja tutkimuksessa havaitut asiat sisällytetään oppimateriaaliin siltä osin kuin opiskelijoiden kannalta on hyödyllistä. Kenttätutkimuksessa tutkittiin muutamien tavallisimpien järjestelmien osien esimerkkiasennuksia. Suunnitelma-asiakirjoja on tutkittu ja verrattu toteutuneisiin asennuksiin. Vertailemalla suunnitelmia toteutuneisiin asennuksiin pyrittiin tekemään huomioita, jotka olisi tarkoituksenmukaista sisällyttää oppimateriaaliin. Ajatuksena on tehdä käytännönläheinen oppimateriaali. Oppimateriaalia hyödyntämällä insinööriopiskelijoiden on tarkoitus oppia taitoja, jotka ovat avuksi niin työnjohdollisissa kuin suunnittelutehtävissäkin toimiessa LVI-alalla.

## 2 MÄÄRÄYSTAUSTA

Maankäyttö- ja rakennuslain 1. luvun 12. pykälän mukaan rakentamisen ohjauksen tavoitteena on edistää hyvän elinympäristön aikaansaamista ja taloudellisesti, sosiaalisesti, ekologisesti ja kulttuurillisesti kestäväää rakentamista ja rakennusten kunnossapitoa. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132)

”Maankäyttö- ja rakennuslaissa määritellään rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupamenettely ja viranomaisvalvonta. Tarkemmat rakentamista koskevat säännökset ja ohjeet on koottu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan.” ([www.ym.fi/rakentamismaaraykset](http://www.ym.fi/rakentamismaaraykset))

Suomen rakentamismääräyskokoelman D-osa säätelee rakentamista LVI-järjestelmien ja energiatalouden osalta. ([www.edilex.fi/rakentamismaaraykset](http://www.edilex.fi/rakentamismaaraykset))

Talotekniikan rakentamisen laatuvaatimuksia säätelee TalotekniikkaRYL 2002. TalotekniikkaRYL 2002 on yleisesti hyväksytyn hyvän rakennustavan kuvaus. TaotekniikkaRYL 2002 on laadittu Rakennustieto Oy:ssä ja sen laatimiseen on osallistunut kaksi sataa asiantuntijaa. Lisäksi on olemassa LVI-ohjekortisto, jonka ohjekorteista löytyy yksityiskohtaiset ohjeet moneen tilanteeseen, mitä kohdataan asennettaessa LVI-järjestelmiä. TalotekniikkaRYL 2002 viittaa Maankäyttö- ja rakennusasetukseen, maankäyttö ja rakennuslakiin sekä Suomen rakentamismääräyskokoelmaan. (TalotekniikkaRYL 2002, osa 1, LVI-01-10355; TalotekniikkaRYL, osa 2, LVI-01-10356)

### **3 ASENNUSTEKNIikka**

Opinnäytetyön teoriaosassa käsitellään LVI-asennuksissa käytettäviä materiaaleja ja liitosmenetelmiä sekä niiden yhteensopivuutta erilaisten olosuhteiden ja teknisten vaatimusten kanssa.

#### **3.1 Yleisimmät materiaalit**

Putkia ja kanavia valmistetaan monista eri materiaaleista eri menetelmin.

Näitä materiaaleja ovat pääosin erilaiset metallit ja metalliseokset sekä erilaiset muovit.

Tässä osiossa kerrotaan hieman erilaisten materiaalien soveltuvuudesta erilaisiin käyttötarkoituksiin.

##### **3.1.1 Erilaiset teräkset**

Hiiliteräs materiaalina sopii hyvin lämpöjohtoasennuksiin, sillä se on edullinen ja lämmitysjärjestelmissä, mihin ei tuoteta säännöllisesti lisää hapekasta vettä. Tällöin ei tarvitse huolehtia hapettumisesta, koska veden tai muun lämmönsiirtonesteen sisältämän hapen määrä on rajallinen ja siten sen aiheuttama korroosio myös, sillä järjestelmään ei normaalitilanteessa pääse lisää happea, jolloin korroosio pysähtyy ja jää siten vähäiseksi. (Harju, P. 2004. 1. Painos. Talotekniikan perusteet 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky)

Hiiliterästä ei suositella käytettäväksi jäähdytysjärjestelmissä, koska ilman sisältämä vesihöyry kondensoituu kylmän putken ulkopintaan ja edesauttaa jatkuvaa korroosiota, jolloin putki syöpyy ulkopäin puhki. Mikään eriste ei käytännössä ole tarpeeksi höyrytiivis, että ulkoapäin etenevä korrosio estyisi tapahtumasta. Sen vuoksi jäähdytysjärjestelmissä suositellaan käytettäväksi jaloteräksiä ja kuparia sekä muoveja, joiden korroosionkestävyys on hyvä. Jaloteräksiin on seostettu muun muassa kromia, nikkeliä ja molybdeeniä, jotka saavat aikaan passivoitumiskerroksen, jossa korrosio toimii itseään vastaan hapettaessaan teräksen pinnan niin täydellisesti, ettei happi enää pääse kosketuksiin passivoitumiskerroksen alla olevan aineen kanssa ja korrosio pysähtyy alkuunsa. (Harju, P. 2004. 1. Painos. Talotekniikan perusteet 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky)

Jaloteräksset soveltuvat siten myös muihin kuin suljettuihin järjestelmiin, kuten esimerkiksi käyttövesijärjestelmiin ja teollisuuden eri prosesseihin, missä putkistoilta vaaditaan korroosionkestävyyttä. Hiiliteräsputkia toimitetaan paitsi maalattuna, myös kuumasinkittyä. Kuumasinkittyä putkea ei hitsata, koska se hitsautuu huonosti ja hitsaussaumasta tulee yhtä herkkä korroosiolle, kuin jos putkea ei olisi sinkitty. Muut teräsputken liitosmenetelmät soveltuvat kuumasinkitylle putkelle. Kuumasinkittyä putkea käytettiin ennen kylmän käyttöveden putkena, mutta nykyisin sitä käytetään enää harvoissa kohteissa, kuten esimerkiksi palonsammutusputkistot. Niin hiiliteräsputket kuin jaloteräsputketkin toimitetaan 6 metrin pituisina ja noudattavat samoja mittoja. Kuvassa 1 maalattua teräsputkea, kuvassa 2 kuumasinkittyä putkea ja kuvassa 3 jaloteräsputkea. Teräsputkien mitat ovat nähtävissä taulukosta 1. (LVI 20-10348; Harju, P. 2004. 1. Painos. Talotekniikan perusteet 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky)





KUVA 1: Maalattua teräsputkea ([www.je-nettiverstas.fi](http://www.je-nettiverstas.fi))



KUVA 2: Sinkittyä teräsputkea ([www.taloon.com](http://www.taloon.com))



KUVA 3: Jaloteräsputkea ([www.stainlesssteel-tube.com](http://www.stainlesssteel-tube.com))

TAULUKKO 1. Teräsputkien mitat

DN	R	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
50	2"	60,3
65	2 1/2"	76,1
80	3"	88,9
100	4"	114,3
125	5"	139,7
150	6"	168,3
200	8"	219,1

### 3.1.2 Kupari

Kupari on yleisesti käytetty materiaali käyttövesiputkistoissa. Kupari on kallis materiaali, mutta käyttöveden korroosipotentiaali edellyttää korroosionkestävän materiaalin, kuten kuparin käyttöä ja kupari on jaloteräksiä edullisempaa pienissä, alle DN65 kokoisissa putkissa. Kuparia käytetään pääosin käyttövesijärjestelmissä, mutta myös vähäisissä määrin lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmissä. Esimerkiksi ilmanvaihtokoneiden pattereissa ja jäähdytyspalkeissa on kupariset yhteen ja myös itse patterit ovat kuparia mahdollisimman suuren lämmönsiirtävyyden vuoksi. (Harju, P. 2004. 1. Painos. Talotekniikan perusteet 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky)

Myös kylmäaineputket ovat lähes poikkeuksetta kuparia. Kupariputket toimitetaan pinnoittamattomina, kromattuina tai polttomaalattuina. Puolikovaa kupariputkea on saatavilla kromattuna 2,75m salkoina kokoon 22mm asti, pinnoittamattomana 3m ja 5m salkoina ja polttomaalattua 3m salkoina. Pehmennyshehkutettua kupariputkea on saatavilla pinnoittamattomana ja valkoisella muovilla päällystettynä 25m kieppeinä. Hehkutettua putkea saa lisäksi kromattuna 2m salkoina niin ikään kokoon 22mm asti. Kupariputken millimääräiset koot ovat nähtävillä taulukosta 2. Kuvassa 4 kupariputkea. (LVI 20-10348; Harju, P. 2004. 1. Painos. Talotekniikan perusteet 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky)

TAULUKKO 2. Kupariputkien mitat

Ulkohalkaisija (mm)	Seinämävahvuus (mm)
6	0,8
8	0,8
10	0,8
12	1
15	1
18	1
22	1
28	1,2
35	1,5
42	1,5
54	2
64	2
76,1	2
88,9	2
108	2



KUVA 4: Kupariputkea (www03.edu.fi)

### 3.1.3 Muovit

Muoviputkia käytetään kaikissa putkijärjestelmissä niiden kemiallisen kestävyuden ja pienen seinämän karheuden sekä edullisen hinnan vuoksi. Metalleihin verraten muovien pieni seinämän karheus tarkoittaa pientä kitkapainehäviötä, joten muovia käytetään erityisesti kunnallistekniikan putkistoissa, ja mahdollisuuksien mukaan muissa pitkissä putkissa, pienien kitkapainehäviöiden aikaansaamien edullisten pumppauskustannusten ja kulutuskestävyyden vuoksi. Lisäksi muovi kestää maaperän kemiallisia olosuhteita. Muovit soveltuvat kemiallisen kestävyytensä puolesta niin viemäri-, käyttövesi-, jäähdytys- kuin lämmitysputkistojenkin materiaaleiksi. Suljetun järjestelmän, kuten lämmitys- tai jäähdytysjärjestelmän putkissa pitää kuitenkin olla happea läpäisemätön kalvo, järjestelmän metalliosien suojelemiseksi korroosiolta. Suljettuihin, osittain teräksestä rakennuttuihin, järjestelmiin soveltuvissa muoviputkissa on happea läpäisemätön etyylivinyylialkoholikalvo, joka estää hapen diffuusion putken seinämän läpi. Eri valmistajat käyttävät eri merkintöjä happidiffuusiosuojatulle putkelle ja on syytä varmistua putken soveltuvuudesta ennen asennusta, tarvittaessa ottamalla yhteyttä valmistajaan. Ainoa käyttökohde, mihin muoviputket eivät sovellu, ovat järjestelmät, joissa esiintyy hyvin korkeita tai matalia lämpötiloja eli alle 0 tai yli 70°C. (Harju, P. 2004. 1. Painos. Talotekniikan perusteet 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky)

Muovisten paineputkien paineenkestävyys saavutetaan ristisilloittamalla muoviyhdisteetmolekyylitasolla ([www.uponor.fi](http://www.uponor.fi)), ([www.nereus.fi](http://www.nereus.fi)). Muoviset viemärit kestävät hyvin erilaisia viemärinavausaineita ja muita kemikaaleja, mutta palo-osastoinnin kannalta muoviset viemäriputket ovat ongelmallisia. Sen vuoksi palonkestävinä viemäreinä käytetäänkin muhmittomia valurautaisia viemäriputkia, jotka on sisäpinnastaan pinnoitettu kitkaa vähentävällä epoksinnoitteella. Kuvassa 5 sisäasennuksiin tarkoitettua PE-X muoviputkea suojaputkessa sekä ilman ja kuvassa 6 mustaa, siniraidallista PE-LM muoviputkea, joka on tarkoitettu lähinnä ulkoasennuksiin ja vain kylmälle nesteelle. (LVI 20-10348; Harju, P. 2004. 1. Painos. Talotekniikan perusteet 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky)



KUVA 5: PE-X putkea ([www.warlatrade.fi](http://www.warlatrade.fi))



KUVA 6: PE-LM putkea kiepillä ([www.talotarvike.com](http://www.talotarvike.com))

### 3.1.4 Valurauta

Valurautaisia muhmittomia viemäriputkia on nykyään käytössä niiden muoviputkiin verraten hyvän palonkesto-ominaisuuden ja parempien akustisten ominaisuuksien vuoksi. Aiemmin valuraudasta tehtiin myös maahan asennettavia kylmävesijohtoja kunnallistekniikan tarpeisiin, mutta muoviset vesijohdot ovat korvanneet valurautaiset 1970-luvulta lähtien mm. niiden sisäpinnan pienemmän kitkan ja korroosionkesto-ominaisuuksien sekä materiaalin edullisen hinnan vuoksi. Kuvassa 7 valurautaisia, sisäpinnastaan epoksimaalattuja viemäriputkia. (LVI 20-10348)



KUVA 7: Valurautainen viemäriputki ([www.telwood.eu](http://www.telwood.eu))

### 3.2 Liitosmenetelmät putkijärjestelmittäin

Liitosmenetelmiä on käytettävissä laaja valikoima. Eräissä putkijärjestelmissä liitostapoja on useita ja joissakin vain yksi tai kaksi. Liitostapojen käyttö vaihtelee työkohteiden aikataulujen ja liitosten määrien mukaan. Isoa putkistoa rakennettaessa käytetään materiaalikustannuksiltaan edullisempia liitostapoja ja kiireellisissä muutos- sekä korjaustöissä mahdollisesti kalliimpia erikoisliitostapoja mikäli ne ovat tarkoituksenmukaisia ja oleellisesti nopeuttavat työtä.

#### 3.2.1 Hiiliteräsputkien liittäminen

Hiiliteräsputkia voidaan liittää hitsaamalla, kierreliitoksin, laippaliitoksin, uraliittimin tai erityisillä teräsputkelle soveltuvilla kaksoiskartioliittimillä. Hiiliteräsputkia voidaan hitsata kaarihitsausmenetelmillä, mukaanlukien MIG/MAG, TIG ja puikkohitsaus sekä happi-asetyleeniliekillä. Oikein hitsattu sauma on vähintään yhtä kestävä kuin tehdastekoiset putket ja valmisosat, joten hitsaus liitosmenetelmänä on hyvin tavallinen ja verraten edullinen. Hitsaamalla tehdyt liitokset soveltuvat teknisesti kaikkiin mahdollisiin kohteisiin. Vaativimmat hitsaussaumot kuvataan röntgensäteillä ja niiden hitsauksessa täytyy olla erityisjärjestelyitä, kuten lisäaineen lämpötilaan ja kosteuteen liittyvät järjestelyt ja työn suorittajan antama näyttökoe eli luokkahitsauskoe.

(Harju, P. 2004. 1. Painos. Talotekniikan perusteet 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky)

Kierreliitosta varten täytyy putken päähän koneistaa kierre ja kierteytettävän putken tulee olla seinämävahvuudeltaan vähintään 2,35mm. Ohutseinämäistä, vedettyä nk. tuubiputkea ei saa kierteyttää, joskin tuubiputken päähän saa hitsata kierrenipan. Kierreliitos tiivistetään putkessa virtaavasta fluidista riippuen sopivalla tiivistysaineella. Fluidin ollessa vesi, tiivistysaineena toimii erinomaisesti pellava, joka turpoo kastuessaan ja tiivistää liitoksen. Käytettäessä eloperäistä tiivistemateriaalia täytyy käyttää putkikittiä, joka levitetään tiivistemateriaalin päälle. Kitti suojaa kierreliitoksessa olevaa tiivistemateriaalia repeytymiseltä, kun liitos kiristetään putkitongeilla. Lisäksi kitti estää tiivistemateriaalin homehtumisen. (Harju, P. 2004. 1. Painos. Talotekniikan perusteet 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky)



Kierreosat on valmistettu joko takoraudasta tai adusointikäsitellyn läpikäyneestä hiiliteräksestä. Takorautaiset kierreosat hitsautuvat hyvin. Adusoituja kierreosia ei voi hitsata menestyksekkäästi. Kierreosia on saatavilla DN100 asti sisä- ja ulkokierteisiä, haaroja, suunnanmuutoksia ja yhdistäjiä sekä supistuksia. Kierreliitoksia käytetään liittäessä putkia laitteisiin, venttiileihin ja vesikalusteisiin. Kierreliitokset soveltuvat melkein kaikkiin kohteisiin, lukuunottamatta korkeita paineita tai lämpötiloja vaativia kohteita. Kaukolämmön ensiöpuolella kierreliitokset on hyväksytty kokoon DN20 asti (K1/2013, Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet), mikä tarkoittaa käytännössä mittari- ja anturitaskujen liittämistä kiertämällä ne ensiöpuolen putkeen hitsattuun takorautamuhviin. Lämmitysputkistoissa kierreliitos on tavanomainen. Kuvassa 8 yleisiä hitsattavia ja kierreosia. (Harju, P. 2004. 1. Painos. Talotekniikan perusteet 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky)



KUVA 8: Hitsattavia ja kierreosia hiiliteräspankelle (www03.edu.fi)

Laippaliitos tehdään asettamalla kaksi samankokoista laippaa vastakkain ja asettamalla niiden tiivistepintojen väliin paperimassasta tai muusta tiivistemateriaalista valmistettu tasotiiviste, jonka jälkeen kiristetään laippojen reikiin asetetut pultit. Laipan voi liittää putkeen kolmella eri tavalla. Sisäkierteellä varustettu laippa voidaan liittää putkeen kierreltiöksen tavoin. Kiinteä, hitsattava laippa liitetään putken päähän hitsaamalla. Irtolaippa liitetään putkeen ensin pujottamalla irtolaippa putken ympärille, jonka jälkeen irtolaipan kaulus hitsataan putkeen kiinni. Laippaliitos on hyvin tavallinen ja tasotiivisteitä laippaliitoksiin on saatavilla monenlaisia. Sen vuoksi laippaliitokset soveltuvat lähes kaikenlaisiin asennuksiin. Laippaliitoksia käytetään esimerkiksi kaukolämpöputkissa, joissa ei DN20 suurempia kierreltiöksiä saa käyttää. Kuvassa 9 laippaliitos. (K1/2013, Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet; Harju, P. 2004. 1. Painos. Talotekniikan perusteet 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky)



KUVA 9: Laippaliitos (www03.edu.fi)

Uraliitos tehdään urittamalla liitettävien putkien päät erityisellä rullaurituskoneella ja sen jälkeen kiristämällä uraliittimellä uritetut putkien päät tai valmisosat yhteen. Uraliitosta tehdessä on ehdottoman tärkeää, että putket ovat tarkalleen samansuuntaisesti, jotta uraliitin kiristyy tasaisesti. Uraliitos sallii vain hyvin vähäisen asentovirheen ja saattaa vuotaa. Uraliitospantoja ja -osia on saatavilla kokoja DN32-250 asti. Uraliittimiä käytetään tavallisesti sprinkleri- ja jäähdytysputkistoissa. Muissa järjestelmissä uraliitos ei ole tavallinen. Kuvassa 10 uraliitin, kuvassa 11 uritettu putken pää ja kuvassa 12 uraliitos, jossa putkia on liitetty valmisosaan. (www.enexia.fi; Harju, P. 2004. 1. Painos. Talotekniikan perusteet 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky)



KUVA 10. Uraliitin ([www.enexia.fi](http://www.enexia.fi))

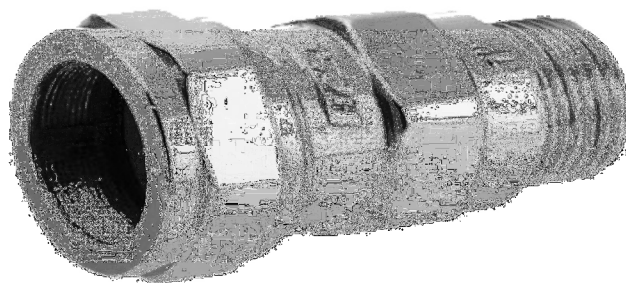


KUVA 11: Uritettu putken pää ([www.enexia.fi](http://www.enexia.fi))



KUVA 12. Uraliitos ([www.enexia.fi](http://www.enexia.fi))

Erikoismessinkisillä kaksoiskartioliittimillä voidaan liittää hankalassakin paikassa, jossa urittaminen, kierteyttäminen ja hitsaaminen ei syystä tai toisesta ole mahdollista. Putki katkaistaan esimerkiksi sahaamalla ja poistetaan purseet putken päästä sekä sisä- että ulkopuolelta. Liittimen o-rengastiivisteeseen vahingoittamista on varottava liittäessä asennettaessa. Liittimen syvyys on noin kaksi kertaa saman kokoisen putken kierteen pituus. Putken ei tarvitse olla liittimen pohjassa, joten liittäminen on mahdollista ahtaassakin paikassa ja putken liikkua pituussuunnassa vain vähän. Liitin kiristetään siirtoleuka-avaimilla, kuten putkitongeilla, samaan tapaan kuin kupariputkelle tarkoitettu kaksoiskartioliitin. On varmistuttava siitä, että käytettävät liittimet ovat kuvan 13 liittimen kaltaisia teräspotkelle soveltuvia liittimiä. Liittimiä valmistetaan sisä- ja ulkokierteisinä sekä jatkoliitoksina ja ainoastaan kokoja DN10-DN50. ([www.teknocalor.fi](http://www.teknocalor.fi))



KUVA 13. Teräspotkelle soveltuva kaksoiskartioliitin ([products.onninen.com](http://products.onninen.com))

### 3.2.2 Jaloteräsputkien liittäminen

Jaloteräksiä eli seostettuja teräksiä liitetään etupäässä hitsaamalla kaarimenetelmillä ja laipoilla. Kierrelitoksia käytetään jonkin verran pienempien putkikokojen ollessa kyseessä ja uraliittimiä käytetään jäähdytysjärjestelmissä. Seostettuja teräksiä voidaan hitsata kaikilla kaarihitsausmenetelmillä. Hitsatessa seostettuja teräksiä, on hitsin juuri suojattava juurensuojatahnalla tai juurikaasulla oksidin muodostumisen estämiseksi. Ulkopuolelta oksidi poistetaan joko mekaanisesti tai peittaamalla. Mekaaninen oksidin poisto on työmaaolosuhteissa tavallisempaa. Oksidin poistaminen on edellytys passivoitumiskerroksen muodostumiselle ja siten hitsin korroosionkestävyydelle. Kierteen putken päähän saa hitsaamalla putkeen tehdastekoisen nipan. Seostettujen teräksien koneistaminen on hyvin vaativaa ja harvinaista työmaaolosuhteissa niiden kovuuden vuoksi. Hiiliteräsputken kierteyttämiseen tarkoitetut kierteytyskoneet ja niiden kierresorkat eivät pitemmän päälle kestä jaloteräsputkien kierteyttämistä tai ainakin työ on hyvin epätaloudellista sen hitauden ja suuren työvälaineiden kuluman ja rikkoutumisvaaran vuoksi. (LVI 20-10348; Harju, P. 2004. 1. Painos. Talotekniikan perusteet 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky)

### 3.2.3 Kupariputkien liittäminen

Kupariputkia liitetään kovajuottamalla ja erilaisilla liittimillä. Kovajuotto tapahtuu laittamalla putki ja muhvi sisäkkäin ja sen jälkeen kuumentamalla liitos työlämpötilaan, noin 900 astetta Celsiusta, jonka jälkeen liitoskohtaan työnnetään fosforikuparilanka, joka sulaa ja täyttää putken ja muhvin välissä olevan raon. Puhutaan myös kapillaarijuotoksesta, koska sula juote imeytyy liitokseen liitoksen asennosta riippumatta. Sopiva kapillaarirako on 0,05-0,2 mm. Kovajuotos kuvassa 14. Tehdastekoisissa kapillaarijuotos-osissa on muhvi tehtynä ja putken päähän muhvi tehdään levittämällä putken päätä tuurnalla tai levityspihdeillä. Putken kylkeen voidaan myös tehdä haara haaroitusporalla tai -koukulla, kunhan jakojohdon koko on vähintään yhtä putkikokoa pienempi kuin runkojohdon koko. Putken pää pitää pehmennyshehkuttaa ennen levittämistä ja haaroituskohtakin on suositeltavaa hehkuttaa ennen kauluksen nostamista. Haaroitettaessa kupariputkea ilman tehdastekoisia T-kappaleita, pitää jakojohdon pää muotoilla ja siihen painaa erityisillä nastoituspihdeillä nastat, jotka estävät jakojohdon päästä liian syväälle runkojohdon sisälle. Kuvassa 15 haaroittaminen haaroitusporalla. Jakojohdon pää on syytää muotoilla niin, ettei se haittaa virtausta runkojohdossa. Kupariputkeen saa kierteen juottamalla putken päähän messinkisen kierrenipan. Kupari-messinki eripariliitosta juotettaessa käytetään fosforikuparilangan lisäksi juoksutetta. Kuvassa 16 messinkinen juotosnipa. (LVI 20-10348; Harju, P. 2004. 1. Painos. Talotekniikan perusteet 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky)



KUVA 14: Kovajuottamalla tehtyjä liitoksia kupariputkissa ([www03.edu.fi](http://www03.edu.fi))



KUVA 15: Haaroittaminen haaroitusporalla ([www.t-drill.com](http://www.t-drill.com))





KUVA 16: messinkinen juotosnipa ([www.warlatrade.fi](http://www.warlatrade.fi))

Erlaisia kupariputkeen soveltuvia liittimiä ovat erikoismessinkiset tai punametalliset kaksoiskartio- ja pistoliittimet sekä erityisellä puristuskoneella puristettavat, yleensä EPDM-kumisella O-renkaalla varustetut kupariset valmisosat. Kaksoiskartioliitin kiristetään kupariputken päähän kaksilla siirtoleuka-avaimilla kuten jakoavaimilla. Liitosta kiristettäessä erikoismessinkinen kiristysrenas pureutuu putkeen ja painautuu tiiviisti liittimen rungossa olevaa tiivistepintaa vasten tiivistäen liitoksen. Kuvassa 17 kaksoiskartioliitin. Pistoliittimissä on kuminen O-renkas ja jaloteräksinen lukitusrenas, jonka hampaat pureutuvat kiinni putkeen, jolloin putki ei enää tule ulos liittimestä, kun se on liittimeen kerran työnnetty ja O-renkas tiivistää liitoksen. Kuvassa 18 pistoliitin. (Harju, P. 2004. 1. Painos. Talotekniikan perusteet 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky)



KUVA 17: Kaksoiskartioliitin ([www.conexbanninger.com](http://www.conexbanninger.com))

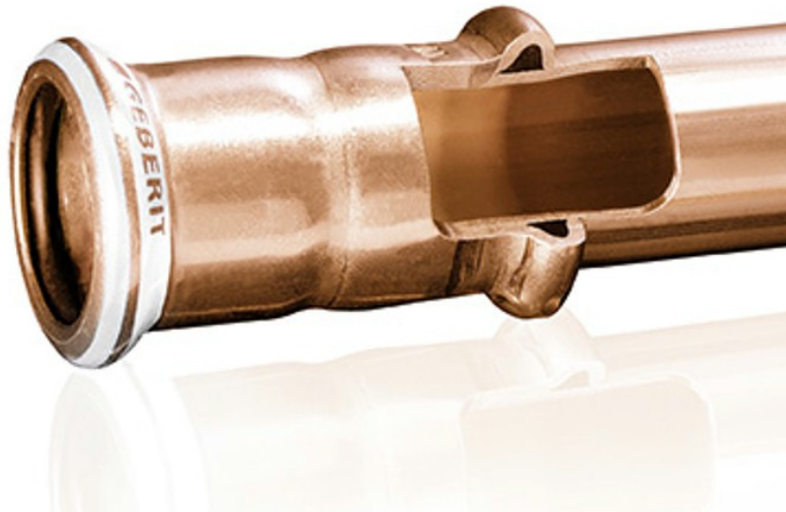


KUVA 18: Kupariputken pistoliitin ([www.conexbanninger.com](http://www.conexbanninger.com))

Liittimiä on kokoon 54mm asti saatavilla suoria jatkoja, kulmia, t-haaroja, supistussarjoja, sisäkierteisiä ja ulkokierteisiä. Suuri määrä erilaisia liittimiä mahdollistaa monenlaiset asennukset. Hehkutettua putkea liitettäessä on käytettävä tukiholkkia. Liitokset tulee jättää näkyviin tai helposti avattavan rakenneosan sisään. On olemassa myös messinkisiä sisä- ja ulkokierteisiä osia, mitä voi hyödyntää mm. käyttövesiputkiasennuksissa juotosnipojen ja erilaisten liittimien kanssa. (LVI 20-10348; Harju, P. 2004. 1. Painos. Talotekniikan perusteet 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky)

### 3.2.4 Puristusliitosjärjestelmät

Puristettavia osia on saatavilla suomalaisista tukkuliikkeistä kupariputkelle kokoja 12-54mm ja erilaisille teräslaaduille kokoja 12-108mm. Puristettavien ohutseinämäisten teräsputkien koot noudattelevat kupariputken kokoja. Geberit valmistaa puristusosia kuparista, sähkösinkitystä hiiliteräksestä ja seostetuista teräksistä. Lisäksi valmistetaan messinkisiä liitinmuhveja ja yhdistäjiä, jotka soveltuvat käytettäväksi kuparista valmistettujen putkien kanssa. Muille materiaaleille on olemassa omat liitinmuhvinsa. Fluidin ominaisuuksien ja muiden seikkojen ollessa järjestelmän epäjaloimmille komponenteille soveltuvat, voidaan messinkiosia käyttää myös kaikkien saman puristusliitosjärjestelmän teräsosien ja -putkien kanssa. Kuvassa 19 putkeen puristettu jatkososa. ([www.geberit.fi](http://www.geberit.fi))

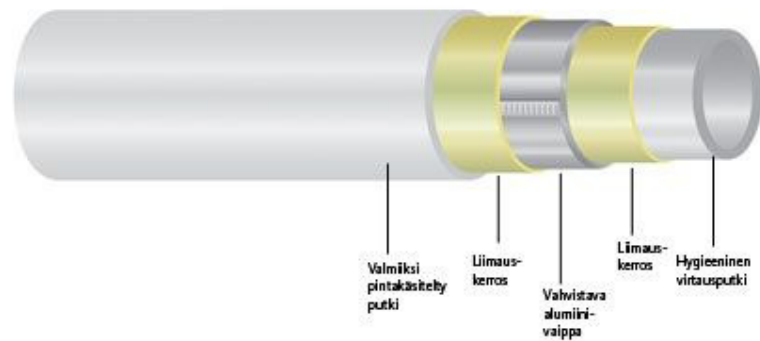


KUVA 19: Puristusliitos ([www.geberit.fi](http://www.geberit.fi))

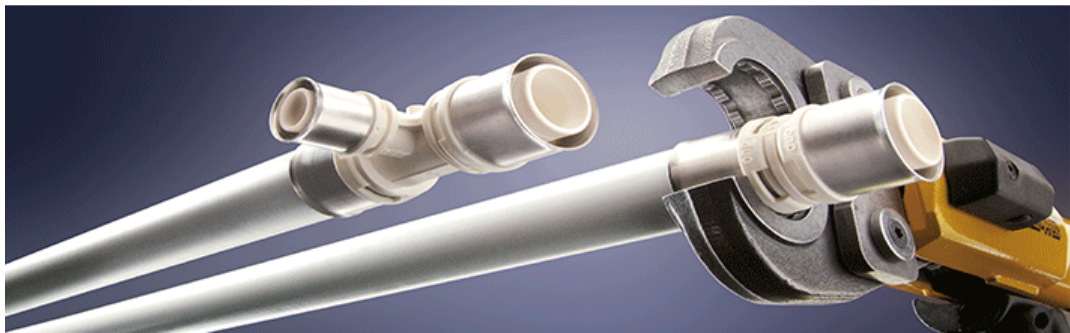
Puristettavat osat saa asentaa kaksoiskartio- ja pistoliittimien tapaan ainoastaan näkyville tai helposti avattavan rakenneosan sisään, kun kyse on talotekniikka-asennuksista eli RYL:n mukaisista asennuksista. Puristettavat osat on puristettava valmistajan hyväksymillä puristusprofiileilla. Profiileja on useita erilaisia. Putken katkaisu tapahtuu samoin kuin muidenkin metallisten putkien katkaisu. Ennen liittämistä pitää putken pää viisteyttää ulkopuolelta, jotta tiivisterengas säilyy ehjänä, kun putki työnnetään liittimeen. Putkeen on suositeltavaa tehdä merkki, josta näkee, että putki on riittävän syvällä liittimessä. Puristamisen jälkeen tarkastetaan liitos. Siisti, putken normaalin suuntainen puristusjälki ja ehjän näköinen tiivisterenkaan ura liittimessä, ovat merkkejä onnistuneesta puristusliitoksesta. (www.geberit.fi; LVI 20-10348)

### **3.2.5 Monikerrospotkijärjestelmät**

Kokometallisten puristusliitosjärjestelmien lisäksi on saatavilla usean eri valmistajan monikerrospotkijärjestelmiä. Monikerrospotkea nimitetään usein myös komposiittiputkeksi, vaikka putkea ei ole valmistettu varsinaisesta komposiittimateriaalista. Monikerrospotkissa on muovinen virtausputki sisimmäisenä, sen päällä ohut kerros alumiinia ja päällimmäisenä muovikerros, yleensä valkoinen, mutta kromattua ja muunvärisiä on saatavilla. Monikerrospotkia voidaan liittää ainoastaan valmistajan omilla liittimillä, jotka ovat joko puristettavia, kaksoiskartioliittimiä tai pistoliittimiä. Katkaisu tapahtuu valmistajan omilla erikoistyökaluilla. Katkaisun jälkeen ennen liittämistä on erittäin tärkeää tehdä putken sisäpuolelle viiste valmistajan omalla viistetyökalulla, jotta tiivisterenkaat säilyvät ehjinä putkea työnnettäessä liittimeen. Liittimessä on reikä, mistä näkee putken olevan tarpeeksi syvällä liittimessä. Liitoksen puristaminen tapahtuu valmistajan hyväksymällä puristusprofiililla ja puristusjäljestä näkee tuleeko liitos pitämään. Siisti, putken normaalin suuntainen puristusjälki on merkki siitä, että liitos todennäköisesti pitää. Kuvassa 20 monikerrospotken rakenne kerroksittain ja kuvassa 21 liittimet ja liittäminen puristustyökalulla. (www.uponor.fi)



KUVA 20: Monikerrosputken rakenne ([www.taloon.com](http://www.taloon.com))



KUVA 21: Monikerrosputken liittäminen ([www.lampotukku.fi](http://www.lampotukku.fi))

Monikerrosputkijärjestelmien kohdalla on muistettava, että liittimien ja puristusprofiilin lisäksi, myös putki on oltava saman valmistajan, jotta takuu säilyy ja vuotoja ei esiinny. Tämä on erikoisen tärkeää tehtäessä muutoksia ja/tai korjattaessa olemassa olevaa monikerrosputkijärjestelmää, sillä puristustyökalun, uusien liittimien ja uuden putken täytyy olla yhteneväiset olemassaolevien kanssa. Muilla keinoilla työhön ei kannata ryhtyä, koska valmistaja ei anna takuuta. ([www.uponor.fi](http://www.uponor.fi))

Monikerrospotket soveltuvat matalalämpöjärjestelmiin, jatkuva lämmönkesto on useimmiten 70 °C. Eli monikerrospotkia voi käyttää kaikissa tavanomaisissa vesijärjestelmissä, kuten kylmä ja kuuma käyttövesi, lämmitys ja jäädytys. Myös paineilmaputkina kyseistä järjestelmää voi käyttää järjestelmän käyttöpaineen ollessa pienempi kuin putkien ja osien suurin käyttöpaine. (LVI 20-10348; [www.uponor.fi](http://www.uponor.fi))

### 3.2.6 Muoviset viemäriputket

Muovinen viemäriputki on käytetyin tarvike viemärijärjestelmiä asennettaessa. Muovisten viemäreiden koot ovat 32, 40\*, 50, 75, 90\*, 110, 160, 200, 250, 315mm ja siitä ylöspäin. (Tähdellä merkityt ruotsalaisia kokoja, jotka eivät ole suomessa yleisiä) Rakennuksen pohjalaatan yläpuolelle harvemmin tarvitsee asentaa isompia kuin 160mm viemäreitä. Pohjalaatan alle asennettavan viemäriin tulee olla vähintään luokkaa SN8 jotta se kestää maan paineen rakennuksen alla. Muoviviemäreitä liitetään kumirengasmuhviliitoksiin. ([www.uponor.fi](http://www.uponor.fi)) Kuvassa 22 muovista valmistettu muhwillinen viemäriputki liitettynä muoviseen lattiakaivoon. ([www.rakentaja.fi](http://www.rakentaja.fi))



KUVA 22: Muovinen viemäriputki ja lattiakaivo ([www.rakentaja.fi](http://www.rakentaja.fi))

Putki katkaistaan esimerkiksi tavallisella, pääasiassa puutavaran sahaamiseen tarkoitettulla, käsisahalla ja pää viisteytetään esim. puukolla ja liitokseen laitetaan reilusti liukuainetta, jonka jälkeen putki työnnetään muhviin tarpeeksi syvälle. Asennettaessa on huomioitava joissakin tapauksissa myös lämpöliike vetämällä putki muhvin pohjasta hieman irti. Näin putkella on tilaa pidentyä, jos sinne lasketaan vaikkapa suuri määrä lämmintä vettä. Esimerkiksi suurtalouskeittiön normaalin toiminnan yhteydessä näin usein tehdään. ([www.uponor.fi](http://www.uponor.fi))

Viemärit on aina kannakoitava hyvin. Siten, ettei putki pääse luistamaan ulos muhvista. Tähän on avuksi olemassa lukitusrenkaita, jotka uraliittimen tavoin kiristetään muhvi-liitoksen päälle. Muoviset viemäriputket soveltuvat erittäin hyvin useimpiin käyttötarkoituksiin ja ovat edullisia. Muoviputkia voi asentaa useisiin eri kohteisiin ulos ja sisälle. (LVI 20-10348)

Viemäreitä asennettaessa maahan, on muovi hyvin tyypillinen materiaalivalinta. Muita materiaaleja käytetäänkin vain joko suuresti tavanomaisesta poikkeavien lämpötilojen ja/tai jätteen kemiallisen koostumuksen vuoksi. Esimerkiksi rasvaviemäreinä muoviputkia ei voi käyttää, koska ne eivät kestä rasvaviemäreille tehtävää höyrypesua. Muita syitä tehdä viemäriputkiston osa muulla kuin muoviputkella voivat olla palo-osastointitekniset syyt tai akustiikka ja halu välttyä kalliilta ja lopputuloksen kannalta verraten paljon tilaavieviltä palo- ja äänieristysratkaisuilta. (LVI 20-10348)

### 3.2.7 Valurautaiset viemäriputket

Muhvittomia valurautaviemäriputkia liitetään erityisillä liitospannoilla. Valurautaputken katkaiseminen käy parhaiten siihen tarkoitettu sirkkelillä, vannesahalla tai putkileikkurilla. Ennen liittämistä katkaistu putken pää pitää maalata valmistajan hyväksymällä epoksimaalilla, ettei liitos ala ruostua. Liitospanta koostuu kumitiivisteestä ja jaloteräksisestä pellistä, joka on kumitiivisteiden ympärillä ja jossa on yksi tai kaksi kiristysruuvia. Valurautaisen viemäriin voi myös liittää muoviseen liitospannalla tai työntämällä valurautaputken muoviputken muhvin sisään, samaan tapaan, kuten muovisenkin putken. Valurautaputket ovat siis ulkomitoiltaan samankokoisia kuin muoviset viemäriputket. ([www.saint-gobainpipesystems.fi](http://www.saint-gobainpipesystems.fi)) Kuvassa 23 pantaliitoksia.



KUVA 23: valurautaviemäriin pantaliitoksia ([www.taitoputki.fi](http://www.taitoputki.fi))

Suomessa valurautaisia viemäriputkia on saatavilla kokoja 50, 70, 100, 150 ja 200mm. Mitat ovat nimellismittoja ja uudet valurautaputket sopivat muoviputken muhvin sisään. Vanhoissa valurautaviemäreissä on enemmän kokovaihteluja ja erikoistarvikkeet voivat olla tarpeen liitettäessä vanhaan viemäriin. Valurautaviemäriä käytetään muovin sijasta tavanomaisissa asennuksissa pääasiassa paloteknisistä syistä ja valurautaputken ääneneristyskyky on parempi kuin muovin. Valurautaputki saattaa olla kohtuulliset, sekä ääni-, että palotekniset vaatimukset täyttäessään riittävä, vähän tilaaviepä ja taloudellinen vaihtoehto verrattuna paloeristetyn desibeliviemäriin asentamiseen samaan kohteeseen. (LVI 20-10348; [www.saint-gobainpipesystems.fi](http://www.saint-gobainpipesystems.fi))



### 3.2.8 Jaloteräksiset viemäriputket

Jaloteräksisiä viemäriputkia käytetään vaativissa kohteissa, kuten rasvaviemäreinä ravintoloissa ja suurtalouskeittiöissä sekä muissa kohteissa, mihin edullisemmat materiaalit eivät lämpöolojen vuoksi tai kemiallisista syistä sovellu. Jaloteräksinen putki ja erikoiskumitiiviste kestävät höyrypesun, mikä rasvaviemäreille säännöllisin väliajoin tehdään. Putket ovat muhullisia, muhvissa on kumirengastiiviste. Katkaisu tapahtuu kuten muunkin ohutseinämäisen teräspanputken katkaisu. Viisteyttäminen on hyvä tehdä esimerkiksi kulmahiomakoneella käyttäen lamellilaikkaa tai hiomalaikkaa. Liittäminen tapahtuu kuten muoviviemärin liittäminen. Koot noudattavat muoviputken kokoja, joten esimerkiksi liittäminen muovisessa rasvanerottimessa olevaan yhteeseen on helppoa järjestelmien yhteensopivuuden vuoksi. Kokoja on saatavilla 40, 50, 75, 82, 110, 125, 160, 200, 250 ja 315 mm. Kuvassa 24 jaloteräksinen muhviputki. (www.blucher.fi; LVI 20-10348)

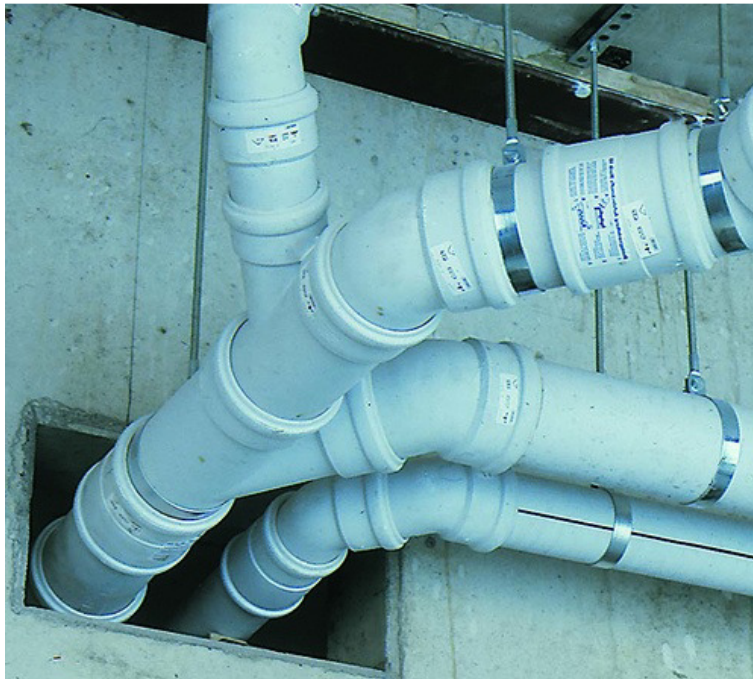


KUVA 24: Jaloteräksinen muhviputki ([www.blucher.fi](http://www.blucher.fi))

### 3.2.9 Desibeliviemäriputket

Desibeliviemärit on kehitetty nimenomaan mahdollisimman suurta äänenerityskykyä silmälläpitäen. Ääneneristävyys saadaan aikaan joko kolmikerrosrakenteella, jossa on putken sisä- ja ulkopinnoissa muovi ja keskellä mineraalivahvisteinen muovi tai kokonaan mineraalivahvisteisesta muovista valmistetulla putkella. Jälkimmäinen on akustisesti parempi, mutta lämpölaajenee enemmän. Koot vaihtelevat hieman valmistajasta riippuen. Sovitustarvikkeita on saatavilla, joilla saadaan desibeliviemäri yhteensopivaksi muiden viemärijärjestelmien kanssa. Desibeliviemärit ovat verraten hinnakkaita ja niitä käytetään äänieristysvaatimusten ollessa hyvin korkeat. Katkaisu, viisteyttäminen ja liittäminen tapahtuu samoin kuin muovisia viemäriputkia työstettäessä. (<http://www.wavinlabko.fi>; <http://www.rehau.com>; <http://www.geberit.fi>)

Kuvassa 25 Desibeliviemäriputkea.



KUVA 25: Desibeliviemäriputkea ([www.wavin-labko.fi](http://www.wavin-labko.fi))

### 3.3 Kannakointi

Putket on aina kannakoitava hyvän asennustavan mukaisesti, eli siten, että ne ovat lujasti kiinni ja virtauksesta sekä muusta normaalista putkiston toiminnasta ei aiheudu ääntä. Ohjeelliset kannakointivälit löytyvät LVI-kortista numero 12-10370. Kannakemateriaalit valitaan olosuhteiden mukaan. Vaativat olosuhteet, kuten kylmät ja märät tilat tai happamat/emäksiset olosuhteet asettavat omat vaatimuksensa ja kuivissa tiloissa voidaan huoletta käyttää edullisempaa materiaalia. Putkipitimiä on saatavilla esivalmisteena useimpia kokoja ja materiaaleja, eristämättöminä ja eristettyinä. Putkipitimet kiinnitetään yleensä kierretangolla tai nk. jalkaruuvilla joko suoraan rakenteisiin tai sitten kierretangon ja kannatinkiskon/kannatinkonsolin/runkolevyn välityksellä rakenteisiin. Kannakejärjestelmiä on saatavilla hyvin monenlaisia ja niitä yhdistelemällä saadaan jäykkä kannakointi vaativiinkin kohteisiin. Puuhun kannakoiminen onnistuu esimerkiksi poraamalla hieman ruuvin halkaisijaa pienempi reikä ja ruuvaamalla sen jälkeen ruuvi kiinni puuhun. Betoniin ja kiviseiniin kannakoiminen vaatii yleensä erityisen tulpan käyttämistä rakenteeseen poratun reiän ja ruuvin välissä. Teräkseen voi kannakoida mm. hitsaamalla tai jopa ampumalla. Kevytbetoni, kipsilevyrakenteet ja muut haastavat kiinnitysalustat vaativat erityisjärjestelyjä, kuten esimerkiksi ankkurointimassan tai koko rakenteen läpi ulottuvan kannakoinnin käyttöä. (LVI-12-10370)

### 3.4 Laitteasennukset

Erilaisten laitteiden asennuksessa huomioitavia asioita ovat muun muassa niiden ulkomitat, paino, tärinä laitteen toiminnassa ollessa ja huollettavuus. Ulkomitat ja paino vaikuttavat ratkaisevasti keinoihin, mitä joudutaan käyttämään, että laite saadaan asennuspaikalle. Käytetyt keinot vaikuttavat puolestaan projektin kustannuksiin. Kannattaa siis hyödyntää aukkoja silloin kun ne ovat avoinna. Painavien laitteiden kannakointi on yleensä yksilöllinen. Tärinänvaimennuksen tarve sen sijaan on yleinen ja nk. kumitassuja ja joustavia putkistonosia tulee asentaa tarpeen mukaan. Samalla tulee varmistua kyseisten tarvikkeiden yhteensopivuudesta laitteiston kanssa. Laitteiden huollettavuus varmistetaan asentamalla laitteistot ja putkistot siten, että huollon tarpeessa oleviin komponentteihin pääsee vaivatta käsiksi. (Harju, P. 2004. 1. Painos. Talotekniikan perusteet 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky)

## 4 KOHTEISSA TEHTY TUTKIMUS

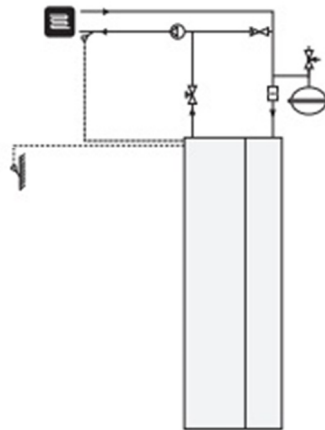
Opinnäytetyön tutkimusosaan on kerätty esimerkkejä toteutetuista asennuksista ja verrattu niitä suunnitelmadokumentteihin. Tutkittaessa suunnitelmia ja toteutuneita asennuksia, huomattiin eroavaisuuksia niiden välillä.

### 4.1 Maalämpöpumpun asennus omakotitaloon

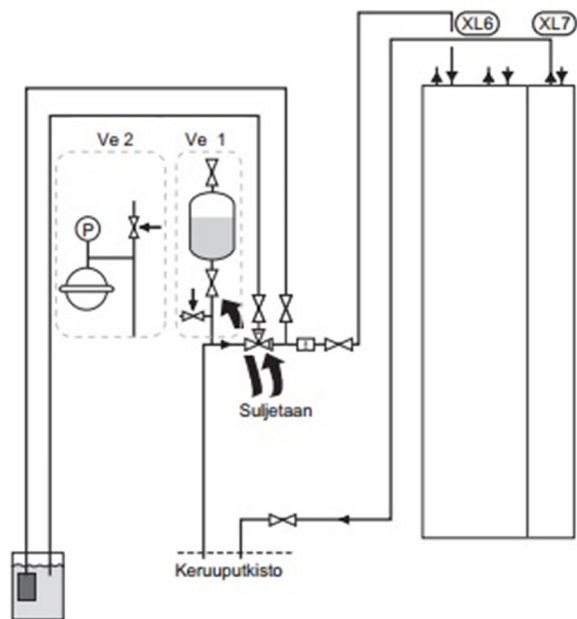
Kohteessa oli 2003 asennettu maalämpöpumppu, joka ei toiminut oikein. Vanha maalämpöpumppu oli pitänyt kovaa ääntä ja kompressori käynyt jatkuvasti, joten se vaihdettiin uuteen. Seuraavassa tarkastellaan uuden maalämpöpumpun asennusta. Uuden pumpun asennus käynnissä kuvassa 26, lämmityskytkentäkaavio kuvassa 27 ja maapiirin kytkentäkaavio kuvassa 28. Kuvassa 26 on nähtävillä pumpun putkiyhteet. Järjestyksessä vasemmalta oikealle ovat, lämpöjohto meno, maapiiri paluu, lämmin käyttövesi pumpusta vesikalusteille, kylmä käyttövesi pumppuun, maapiiri meno ja lämpöjohto paluu.



KUVA 26. Maalämpöpumpun yhteydet



KUVA 27. Lämmityskytentäkaavio



KUVA 28. Maapiirin kytkentäkaavio

Kuvissa 26 ja 27 lämmityksen paluujohdossa on lianerotin, joka suojaa maalämpöpumpun sisäosia likaantumiselta. Keskellä kuvassa kupariputkiin kytkettynä on lämpimän käyttöveden syöttösekoitusventtiili varoventtiileineen. Etualalla näkyvä punainen tasapohjainen säiliö on 12 litran kalvopaisuntasäiliö lämmitysverkoston paisuntaa varten. Kuvissa 26 ja 27 on havaittavissa muutamia eroavaisuuksia.

Kuvaan 27 piirretty lämpöjohtopumppu sijaitsee tosiasiasassa pumpun kuorien sisällä, niinkuin myös kuvassa olevat venttiilitkin sekä menoveden lämpötilaa mittaava anturi. Myös lianerotin kuvassa 27 on epäedullisessa paikassa, koska lianerotinta on mahdollista käyttää virtauksen pysäyttämiseen kuten sulkuventtiiliä ja siten katkaista lämmityslaitteen ja paisuntajohdon välinen yhteys.

Kuvassa 26 on tehty sama virhe asennuksessa. On selkeästi nähtävissä, että paisuntahaara ei ole lianerottimen ja lämpöpumpun välissä vaan se on haaroitettu kauempaa jostain kohdasta lämpöjohtoputkistoa. Paisuntajohdon kytkentä ei näy kuvassa 26. Varoventtiilin tavanomaisesti sijaitessa paisuntajohdossa, on lianerotin paras asentaa paluuputkeen virtaussuunnassa ennen paisuntahaaraa, jolloin paineen noustessa varaajassa pääsee vesi esteettä paisunta-astiaan ja varoventtiilistä ulos.

Kuvissa 26 ja 27 nähtävillä oleva virheellinen kytkentä ei estä laitteiston oikeaa toimintaa normaalissa käyttötilanteessa, mutta virheen johdosta huoltotilanteessa tulee varmistua siitä, ettei paine pääse lämpöpumpussa nousemaan lianerotinta tyhjennettäessä. Lianerottimen ollessa huoltoasennossa, virtaus estyy ja yhteyttä lämpöpumpun ja varolaitteiden välillä ei ole. Tämän takia on lämpöpumppu ajettava alas lianerottimen tyhjentämistä varten varmuuden vuoksi, ettei lämpöpumppu vikaantuisi, jos paine jostain syystä nousee.

Jos paisuntajohtoon halutaan asentaa huoltosulku, on sulku asennettava paisunta-astian ja varoventtiilin väliin. Tämä siksi, että varoventtiili toimii myös silloin, kun paisunta-astiaa huolletaan tai vaihdetaan uuteen. Kuvasta 27 puuttuu myös täyttöventtiili, jonka kautta lämmitysjärjestelmä täytetään ennen käyttöön ottoa. Täyttöventtiili on myös hyvä asentaa paisuntajohtoon laitteiston huollon helpottamiseksi. Kuvassa 26 on lämpöjohdossa nähtävillä ilmausruuvi, josta järjestelmä saadaan ilmattua. Kuvaan 27 ilmausruuvia ei ole piirretty. Kuvassa 28 on nähtävillä maapiirin kytKentäperiaate. Kuva 26 on tosin otettu työvaiheessa, jossa maapiirin sisäasennusta ei ole vielä aloitettu.

Kuvassa 28 on piirrettynä kaikki maapiirin oleelliset komponentit painemittaria lukuun ottamatta. Lisäksi kuvan 28 vasemmassa alanurkassa oleva avointa säiliötä ja uppopumppua kuvaava piirros ja siitä lähtevät johdot tarkoittaa liuospiirin täyttöpumppua ja sen letkuja. Pumpun letkut irrotetaan, kun maapiiri on täytetty ja ilmattu. Kyseessä ei ole siis kiinteä asennus.

Täyttöpullon (Ve1) asentaminen tavanomaisen alakattokorkeuden omaavaan tekniseen tilaan omakotitalossa putkiston korkeimpaan kohtaan voi jossain tapauksessa olla haaste. Teknisen tilan sijaitessa kellarissa sekä maapiirin putkien läpiviennin huonetilaan nähden ollessa korkealla, on myös maapiiriin asennettava kalvopaisunta-astia. (Ve2) Suunnitelmadokumentit antavat tässä tapauksessa vapauksia putkistomateriaalien suhteen ja ottavat kokoihin kantaa ainoastaan toteamalla, että putkikoon pitäisi olla sama kuin koneessa olevat yhteet.

Maapiirin putkien ollessa pitkät rakennuksen sisäpuolisen asennuksen osalta, voidaan maapiirin kiertopumpulle aiheutuvaa rasitusta pienentää tekemällä asennus samalla putkikoolla, kuin kaivossa oleva keruuputki on ja supistamalla kokoa vasta juuri ennen pumppua. Samoin voi olla järkevää tehdä lämmitysverkoston runkojohdot heti pumpun yhteistä alkaen kokoa isommalla putkella, jolloin lämpöjohtopumpun käyttöikä pitenee pienentyneen kitkapainehäviön ansiosta. Pienempi kitkapainehäviö tarkoittaa myös pumppausenergian kulutuksen laskua. (www.kaukora.fi, luettu 5.11.2014)



## **4.2 Käyttövesi-, viemäri-, ja lämpöjohtoasennukset saneerauskohteessa**

Kohde on alunperin vuonna 1898 pystytetty kolmikerroksinen isohko kivitalo, joka on ollut vaatimattomalla kunnossapidolla vuosikymmeniä. Kohteeseen on tekeillä täydellinen peruserän ja tässä kohteessa suunnitelmadokumenttien ja toteutuneiden asennusten eroavaisuudet putkiasennusten osalta selittyvät suurimmaksi osaksi muusta tekniikasta ja lujuusteknisistä syistä johtuvista sekoista. Tällaisia asioita ovat lähinnä reittimuutokset johtuen risteämisestä muun tekniikan kanssa ja se, ettei läpivientejä ole voitu tehdä putkistosuunnitelmien mukaisiin kohtiin, koska se olisi aiheuttanut huomattavia rakennusteknisiä lisätöitä ja kustannuksia. LVI-suunnitelmissa kuvattujen reittien toteutuminen olisi saanut aikaan sen, että rakenteita olisi ollut tarpeen vahvistaa rakennuksen tai sen osan mahdollisen romahtamisen estämiseksi. Seuraavassa tarkastellaan ja vertaillaan kohteen suunnitelmadokumentteja sekä toteutuneita asennuksia.

### **4.2.1 Kaukolämpökeskuksen asennus**

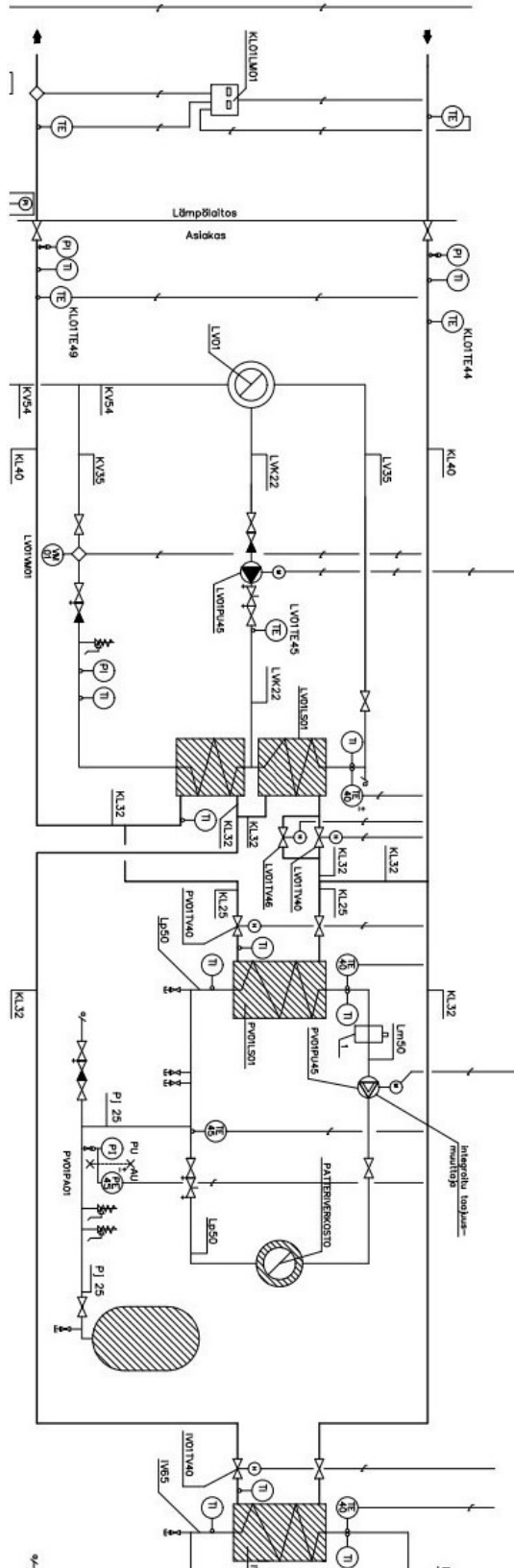
Kuvassa 29 nähdään kohteen kaukolämmön alajakokeskus asennettuna ja kuvassa 30 sama alajakokeskus suunnitelmakuvassa. Kuvassa 29 nähdään vasemmassa reunassa DN 40 kokoa olevat kaukolämmön ensiöpuolen meno- ja paluuputket, jotka on varustettu sulkuventtiilein, lämpömittarein ja ilmausputkin sekä lähempänä alajakokeskusta myös painemittarein suluilla.

Menoputki liittyy alajakokeskuksen ylempään ensiöpuolen yhteeseen ja paluuputki alempaan yhteeseen. Seuraavana oikealla ovat ilmanvaihtokoneiden lämmitysverkoston putket kokoa DN 65. Ensin paluuputki, mikä on varustettu kertasäätöventtiilillä ja sitten menoputki, mihin on asennettu lämpöjohtopumppu. Ilmanvaihdon lämmitysverkoston menoputken takana näkyvät vasemmalta oikealle lukien kylmän veden syöttöputki käyttövesilämmönsiirtimelle kokoa Cu35, lämpimän käyttöveden runkojohto kokoa Cu35 ja sen kiertojohto kokoa Cu22.

Kylmän veden syöttö on yhdistetty vesimittarin kautta lämmönsiirtimeen ja lämpimän veden kiertojohto kiertojohtopumppuun. Etualalla äärimmäisenä oikealla ovat vasemmalta oikealle lukien lämmityspatteriverkoston paluu- ja menoputket. Paluuputkessa on kertosäätöventtiili ja menoputkessa lämpöjohtopumppu, kuten ilmanvaihdon lämmitysverkostossakin. Samat asiat ovat havaittavissa kytkentäkaaviosta kuvassa 30 hieman eri järjestyksessä. Kuvassa 29 ei näy ensiöpuolen lämpömittausantureita, koska ne on asennettu lähelle energiamittaria, joka myöskään ei näy kuvassa. KytKentäkaaviossa anturit on merkitty kirjaimilla TE. Asennus on muutoin tehty kytkentäkaavion mukaisesti lukuun ottamatta joitakin supistuksia liityttäessä alajakokeskukseen, jonka yhteet ovat eri kokoa, kuin kytkentäkaavio antaa ymmärtää. Tämä on otettava huomioon hankittaessa asennustarvikkeita.



KUVA 29. Kohteen kaukolämpökeskus



KUVA 30. Kaukolämpökeskuksen kytkentäkaavio

#### 4.2.2 Käyttövesiputkien esimerkkiasennus

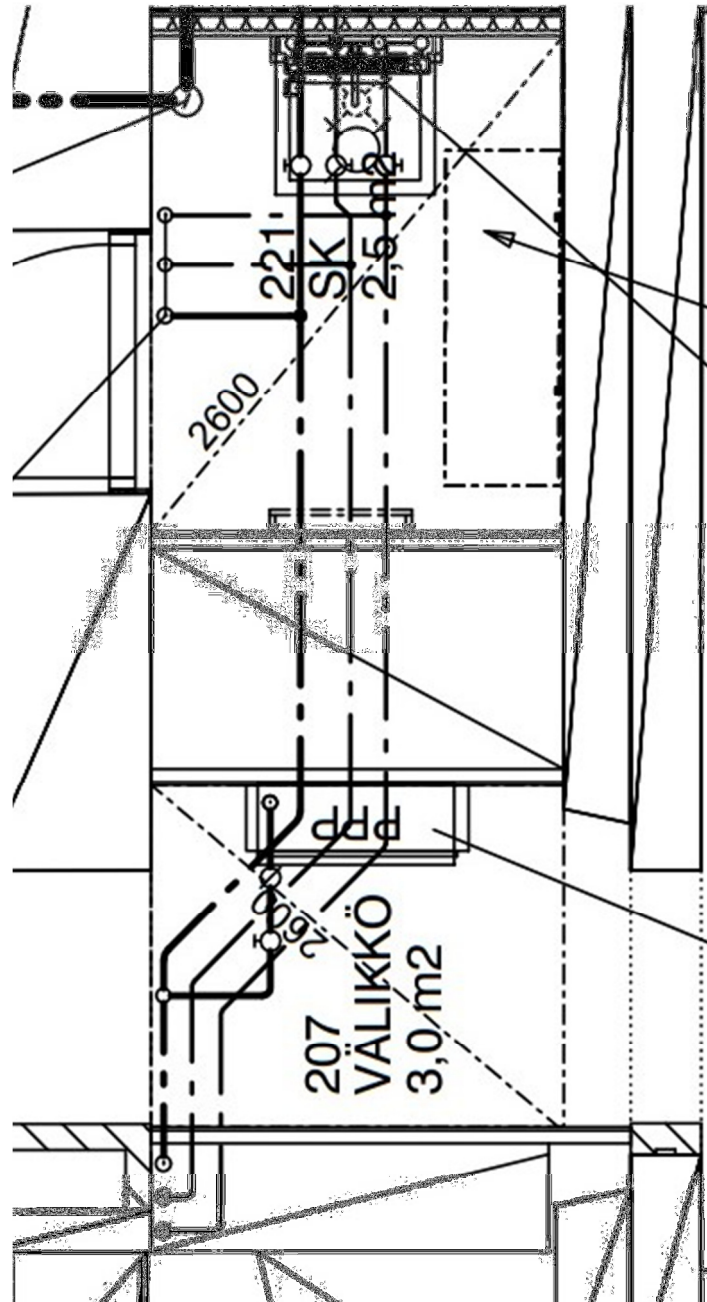
Rakennuksen itäpäässä sijaitseva kuilu oli asennusteknisessä mielessä haastava, kuten on nähtävissä kuvista 31 ja 32. Kuvassa 33 on sama kohta rakennuksesta tasopiirustuksessa. Käyttöveden runkojohtojen reitti toteutui hyvin erilailla kuin miten se oli suunniteltu. Reittimuutos johtui samassa kuilussa ylös nousevasta 400mm suurtalouskeittiön poistoilmakanavasta, jonka ulkohalkaisija paloeristettynä on n. 600mm. Esimerkkiasennuksen suorittamiseksi oli myös tarpeen saada poikkeuslupa työturvallisuuden suhteen tehtäville erityisjärjestelyille, jotka olivat välttämättömiä työn suorittamiseksi. Kuvassa 31 näkyvä paloeristetty DN110 radonputki jouduttiin siirtämään poistoilmakanavan tieltä.



KUVA 31. Itäpään kuilu 2. kerroksesta



KUVA 32. Itäpään kuilu 3. kerroksesta



KUVA 33. Itäpään kuilu tasokuvissa

### 4.2.3 Radiaattorien ja lämpöjohtojen esimerkkiasennus

Radiaattorien esimerkkiasennus saleihin tehtiin 1800-luvun henkeä kunnioittaen valitsemalla saleihin Purmon Delta-sarjan radiaattorit, jotka muistuttavat ulkonäöltään hyvin paljon alkuperäisiä radiaattoreita. Tasokuvat ja työselitys eivät yksiselitteisesti kerro, miten pattereiden kytkentäjohdot tulisi asentaa. Yleensä kytkentäjohtojen ollessa lyhyet ne haaroitetaan jakojohdoista samalla korkeudella lattiapinnasta, millä radiaattorin yhteydet sijaitsevat.

Hieman pitempien kytkentäjohtojen tapauksessa paluujohto haaroitetaan samassa korkeudessa jakojohdosta, mikä on myös radiaattorin paluuyhteen korkeus mitattuna lattiapinnasta, mutta menojohto haaroitetaan n. 60-100 mm korkeammalta paluujohdon haaraan nähden, riippuen kytkentäjohtojen koosta, ja nostetaan vasta lähempänä radiaattoria radiaattorin menoyhteen korkeudelle.

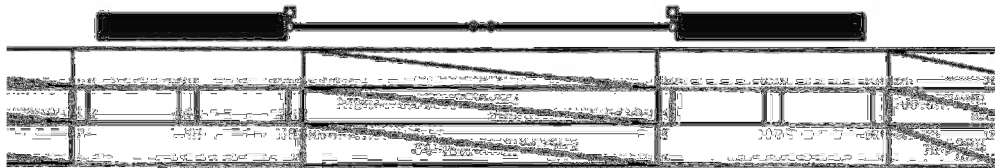
Edelläkuvatunkaltainen asennus vastaa tutkimuksen mukaan yleisimpiä esteettisiä vaatimuksia ja käsityksiä estetiikasta. Kuvassa 34 on nähtävillä esimerkkiasennus rakennuksen eteläsivulta 2. kerroksesta ja sama kohta suunnitelmapiirustuksesta kuvassa 35.



KUVA 34. Radiaattorien malliasennus



210  
NÄYTTELY 6  
58,5 m<sup>2</sup>



**JA POISTUMISTIET:**  
järjestelmä + palotiivisteet  
~~DELTA-4-500-1050-10~~  
suukkoita  
1306W/TV10/4

DELTA-4-500-1050-10  
1306W/TV10/4

KUVA 35. Radiaattorit tasokuvassa

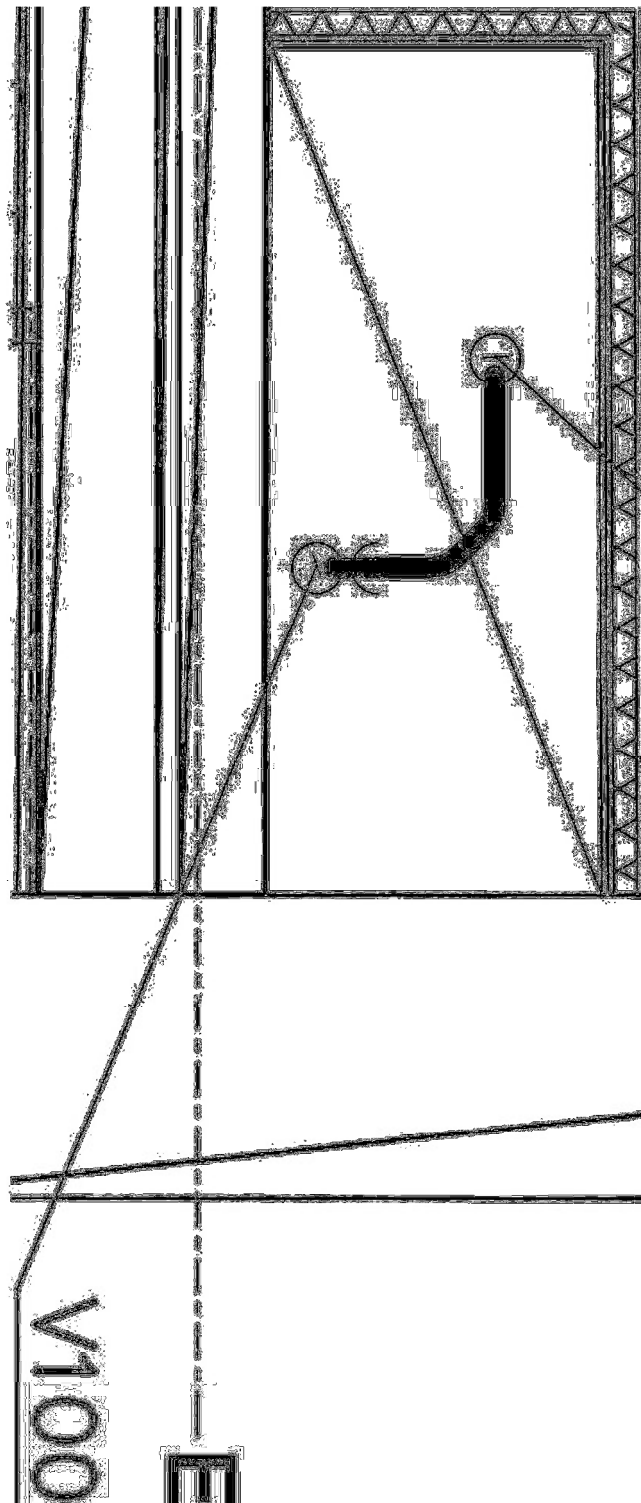
#### 4.2.4 Viemärin esimerkkiasennus

Viemärin esimerkkiasennus kuuluu rakennuksen itäpäässä tapahtui pääpiirteittäin suunnitelmien mukaan. Toteutuneessa asennuksessa oli pieniä eroavaisuuksia suunnitelmapiirustuksiin nähden. Kuvassa 36 näkyvä konehuoneen lattiakaivon kytkentäviemäri kokoa DN70 näkyy 3. kerroksen suunnitelmapiirustuksessa. Kuvassa 37 näkyvä ote on peräisin 2. kerroksen suunnitelmapiirustuksesta. Suunnitelmissa ei ollut mainintaa kannakoinnin vaatimista erityisjärjestelyistä ja muutamista ylimääräisistä suunnanmuutoksista.

Samaan kuiluun asennettavaksi suunnitellut ilmastointikanavat olivat jo asennetut ja huonekorkeus tilassa on noin 4 metriä. Kannakointi viereisiin seiniin oli toteutettava injektioimalla erityinen, kaksikomponenttinen ankkurointimassa kannakkeita varten porattuihin reikiin ja työntämällä sinkittyjä M8-kierretankoja reikiin, jonka jälkeen massan annettiin kovettua. Tämän jälkeen voitiin kannakkeet kiinnittää edellämainittuihin kierretankoihin kiristämällä kannake seinän ja mutterin väliin. Seinärakenne oli laadultaan sellainen, että muulla tavoin kannakointi ei olisi onnistunut muutoin kuin nk. läpipultraamalla ja läpipultrausta seinärakenteen läpi porrashuoneen puolelle ei pidetty esteettiset vaatimukset täyttävänä vaihtoehtona. Työselityksellä ei ole mainintaa ankkurointimassan käytöstä. Tämänkaltaiset seikat tulee ottaa huomioon tarvikkeita tilatessa ja työn suunnittelussa sekä urakkalaskennassa. Kuvassa 36 on nähtävillä tehty esimerkkiasennus ja sama kohde suunnitelmapiirustuksessa kuvassa 37.



KUVA 36. Viemärin esimerkkiasennus



KUVA 37. Viemäri tasokuvassa

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyössä tutkittiin LVI-suunnitelmien asennusteknistä toteutumista oppimateriaalin tekoa varten. Tutkimus tuotti kelvolliset tulokset. Asennustekniikkaosuudessa listattiin eri menetelmiä ja työtapoja sekä spekulointiin niiden soveltuvuudesta erilaisiin kohteisiin ja kustannusnäkökulma myös huomioitiin. Työselitysten ja piirustusten puitteissa sama asennus voidaan tehdä useilla eri tavoilla, joista jokainen voi olla toimiva. Tutkimuksen mukaan reittien valinta ja siitä aiheutuva tarvikkeiden ja työtuntien määrä vaikuttaa kokonaiskustannuksiin. Reittien valintaan voi puolestaan vaikuttaa työnjohtaja ja suunnittelija yhdessä. Kustannusnäkökulma tulee olemaan esillä oppimateriaalissa.

Tutkimuksessa havaittiin, että suunnitelmadokumentit ja toteutuneet asennukset eivät täysin vastaa toisiaan. Mikäli halutaan välttyä lisätöiltä ja aikataulujen venymiseltä rakennusprojektissa, olisi hyvä suunnitteluttaa projekteja enemmän ja mahdollisesti dokumentoida olemassa olevaa tekniikkaa saneerausprojekteissa enemmän. Pitäisi tutkia myös kattavammin, onko suunnitteluun käytettävien resurssien lisääminen taloudellisesti kannattavaa, eli päästäänkö koko projektia silmälläpitäen samoihin tavoitteisiin vähemmällä työllä, jos resursseja on nykyistä enemmän käytettävissä toteutussuunnitteluun. Nämä asiat tulevat myös sisältymään oppimateriaaliin. Tutkimus oli kapea-alainen, mutta tutkimuksen tulokset kertovat luotettavasti tutkimuksessa käsitellyistä tapauksista. Tutkimus ei ole yleispätevä, mutta siitä on mahdollista koota osaltaan soveltuva asennustekniikan oppimateriaali ammattikorkeakouluopetukseen.

## LÄHTEET

Asto Db-kiinteistöviemärijärjestelmä. luette 5.11.2014  
[www.wavinlabko.fi](http://www.wavinlabko.fi)

Haaroituspora, kuva 14.2.2015  
[www.t-drill.com](http://www.t-drill.com)

Happidiffuusiosuojaus, lattialämmitys, luettu 5.11.2014  
[www.nereus.fi](http://www.nereus.fi)

Harju, P. 2004. 1. Painos. Talotekniikan perusteet 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky

Jaloteräsputket, kuva 31.1.2015  
[www.stainlesssteel-tube.com](http://www.stainlesssteel-tube.com)

Juotosnipa, PE-X putki kuva 31.1.2015  
[www.warlatrade.fi](http://www.warlatrade.fi)

Jämä-maalämpöpumput, luettu 26.10.2014  
[www.kaukora.fi](http://www.kaukora.fi)

K1/2013, Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet, päivitetty 9.5.2014

Kaksoiskartioliitin, pistoliitin 31.1.2015  
[www.conexbanninger.com](http://www.conexbanninger.com)

Kupariputki, putkiosat. laippaliitos, kuva 31.1.2015  
[www.03.edu.fi](http://www.03.edu.fi)

Kuumasinkitty teräsputki, kuva 31.1.2015  
[www.taloon.com](http://www.taloon.com)

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132, luettu 24.1.2015  
[www.edilex.fi/rakentamismääräykset](http://www.edilex.fi/rakentamismääräykset)

Monikerrospotken liitos, kuva 31.1.2015  
[www.lampotukku.fi](http://www.lampotukku.fi)

Monikerrospotkijärjestelmä, luettu 5.11.2014  
[www.uponor.fi](http://www.uponor.fi)

Monikerrospotken rakenne, kuva 14.2.2015  
[www.taloon.com](http://www.taloon.com)

Muoviviemäri, kuva 31.1.2015  
[www.rakentaja.fi](http://www.rakentaja.fi)

PE-LM putki, kuva 31.1.2015  
[www.talotarvike.com](http://www.talotarvike.com)

Putkistojen asennus. 2004  
LVI-20-10348

Putkistojen ja kanavien kannakointi. 2004  
LVI-12-10370

Raupiano plus-kiinteistöviemärijärjestelmä. luettu 5.11.2014  
[www.rehau.com](http://www.rehau.com)

Suomen rakentamismääräyskokoelma, luettu 24.1.2015  
[www.edilex.fi/rakentamismaaraykset](http://www.edilex.fi/rakentamismaaraykset)

TalotekniikkaRYL 2002, osa 1  
LVI-01-10355

TalotekniikkaRYL 2002, osa 2  
LVI-01-10356

Teräsputken liitin, kuva 26.10.2014  
[products.onninen.com](http://products.onninen.com)

Teräsputken liitin, luettu 26.10.2014  
[www.teknocalor.fi](http://www.teknocalor.fi)

Teräsputki, kuva 31.1.2015  
[www.je-nettiverstas.fi](http://www.je-nettiverstas.fi)

Tuoteluettelo, viemäröintijärjestelmät, luettu 5.11.2014  
[www.blucher.fi](http://www.blucher.fi)

Tuoteluettelo, puristusliitosjärjestelmät, luettu 6.1.2015  
[www.geberit.fi](http://www.geberit.fi)

Uraliittimet, luettu 26.10.2014  
[www.enexia.fi](http://www.enexia.fi)

Valurautaputken pantaliitos, kuva 31.1.2015  
[www.taitoputki.fi](http://www.taitoputki.fi)

Valurautaviemäriputket, luettu 5.11.2014  
[www.saint-gobainpipesystems.fi](http://www.saint-gobainpipesystems.fi)

Valurautaviemäriputkia, kuva 31.1.2015  
[www.telwood.eu](http://www.telwood.eu)