



Lämpimän käyttöveden kierto- johdon mitoittaminen

Samuli Tuominen

OPINNÄYTETYÖ
Marraskuu 2022

Talotekniikan tutkinto-ohjelma
LVI-talotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
LVI-talotekniikka

TUOMINEN, SAMULI:
Lämpimän käyttöveden kiertojohdon mitoittaminen

Opinnäytetyö 25 sivua, joista liitteitä 5 sivua
Marraskuu 2022

Tässä opinnäytetyössä käsitellään käyttöveden kierron mitoittamiseen liittyviä perusteita ja tapoja. Mitoitukseen on asetettu joitain ohjeistuksia muun muassa legionellabakteerin ehkäisemiseksi, mutta varsinaisia määräyksiä on vähän.

Työssä perehdytään ohjeistuksiin liittyen kiertojohdon virtaukseen, laitteisiin ja eristykseen. Työssä selvitetään myös, mitkä tekijät aiheuttavat eroosiokorroosiota ja kuinka korroosiota voidaan ehkäistä.

Työssä on tehty mitoitus esimerkkikohteelle ja mitoituksen tuloksia vertaillaan käytössä olevaan nyökkisääntöön. Mitoitus on tehty myös PEX-putkelle, ja tuloksia vertaillaan kupariputken lämpöhäviön kanssa.

Työn tuloksena selvitettiin, että nyökkisäännön päivittäminen voisi olla paikallaan eristeiden laadun parantuessa. Etenkin pienempien putkikokojen kohdalla todellinen lämpöhäviö on huomattavasti pienempi kuin nyökkisäännön mukainen lämpöhäviö. Nyökkisäännön mukainen lämpöhäviö 10 W/m on silti tänä päivänäkin hyvä tapa mitoittaa kiertojohto, etenkin esimerkkikohteen mukaisissa kerrostalo-kohteissa ja helpoimmissa kohteissa.

Jatkotutkimuksena aiheeseen liittyen voisi tutkia laajemmin, kuinka lämpö saadaan riittämään jokaiselle kiertojohdon eri haaralle.

ABSTRACT

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

TUOMINEN, SAMULI:
Sizing of the Domestic Hot Water Circulation Pipe

Bachelor's thesis 25 pages, appendices 5 pages
November 2022

The purpose of this thesis was to review the principles and methods related to the sizing of the domestic water cycle. Some guidelines have been set in the sizing, for example to prevent legionella bacteria, but there are few actual regulations.

The thesis studies the instructions related to the flow of the circulation line, devices, and insulation. The thesis also explains which factors cause erosion corrosion and how corrosion can be prevented.

In this work, sizing has been done for an example project and the results of the sizing are compared to the rule of thumb in use. Sizing is also done for the PEX pipe, and the results are compared with the heat loss of the copper pipe.

As a result of the thesis, it was found that updating the rule of thumb could be in place as the quality of the insulation improves. Especially for smaller pipe sizes, the actual heat loss is significantly lower than the heat loss according to the rule of thumb. Even today, the 10 W/m heat loss according to the rule of thumb is still a good way to size the circulation pipe, especially in high-rise apartment buildings and in smaller building sites.

As a follow-up study related to the subject, it could be studied more widely how to get enough heat for each different branch of the circulation line.

Key words: sizing, circulation pipe, domestic water

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	LÄMPIMÄN VEDEN KIERTO	6
2.1	Kiertojohdon tarkoitus ja veden lämpötila.....	6
2.2	Eroosiokorroosio	7
2.3	Virtaaman määrittäminen	8
2.4	Putkimitoitus.....	8
2.5	Kiertojohdon varusteet	8
2.6	Putken eristys.....	9
3	ESIMERKKIKOHDE.....	11
3.1	Kohteen tiedot	11
3.2	Kohteen mitoitus kupariputkella	11
3.3	Mitoitus PEX-putkelle	16
3.4	Mitoituksien tulokset.....	17
4	POHDINTA	18
	LÄHTEET	19
	LIITTEET	21
	Liite 1. Kiertojohdon mitoitusaulukot	21
	Liite 2. Esimerkkikohteen linjakaavio	22
	Liite 3. Mitoitus 32 mm ja 28 mm PEX-putkelle.....	23
	Liite 4. Mitoitus 22 mm ja 18 mm PEX-putkelle.....	24
	Liite 5. Mitoitus 15 mm PEX-putkelle	25

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käydään läpi lämpimän käyttöveden kiertojohton mitoittamiseen liittyviä ohjeita ja määräyksiä. Työssä selvitetään miten erilaiset tekijät, kuten korroosio ja lämpöhäviö, vaikuttavat kiertojohton mitoittukseen. Suunnittelussa on pitkään käytetty mitoituksessa nyrkkisääntöä, joka on saatu arvioimalla kuinka paljon vesi jäähtyy koko putkilenkin matkalla, ja työssä selvitetään käyttämällä eristeen laskentasovellusta esimerkkikohteeseen kuinka paljon tulokset eroavat nyrkkisäännön ja sovelluksen välillä. Mitoitus tehdään myös PEX-putkelle, jotta saadaan vertailuarvoja eri putkimateriaalien välillä.

2 LÄMPIMÄN VEDEN KIERTO

2.1 Kiertojohdon tarkoitus ja veden lämpötila

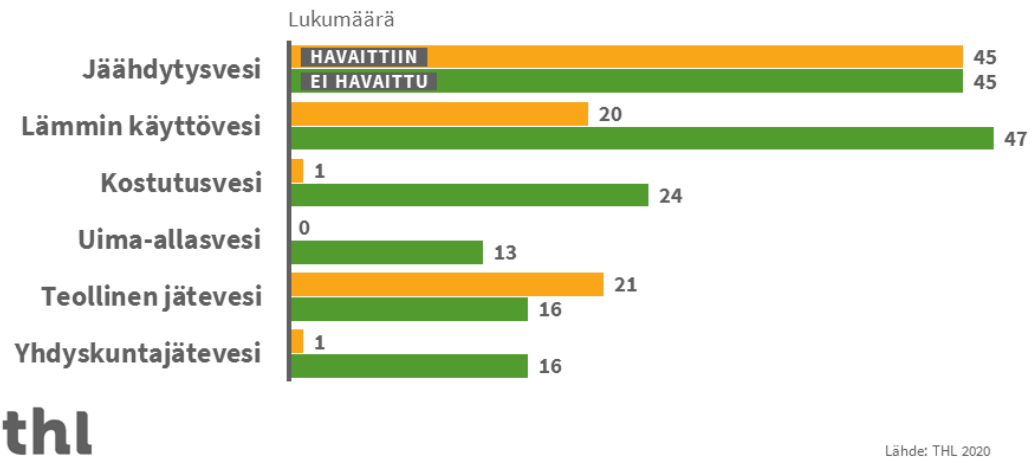
Kiertojohdon tarkoitus on estää lämpimän käyttöveden lämpötilan lasku lämminvesijohdoissa ja huolehtia siitä, että lämpimän veden odotusaika vesikalusteelta vettä laskettaessa ei muodostu liian pitkäksi. Kiertojohdo pyritään tuomaan mahdollisimman lähelle lämpimän vesijohdon päätyä, jotta kytkentäjohtoon jää mahdollisimman vähän jäähtyvää vettä. Kiertojohdo suunnitellaan lämpimän käyttöveden järjestelmään, jollei kyseessä ole niin pieni järjestelmä, että lämpimän käyttöveden odotusaika täyttyy. Liian pitkä odotusaika vesikalusteella estetään kiertämällä vettä kiertopumpulla veden lämmittimen kautta.

Menoveden lämpötilan suositusarvo on +58 °C ja paluuveden lämpötila ei saisi laskea alle +55 °C. Asumisterveysasetuksen mukaan lämminvesilaitteistosta saatavan lämpimän veden lämpötilan tulee olla vähintään +50 °C. Uudis- ja korjausrakentamisessa suunnittelun tavoitteena tulee veden lämpötilan kuitenkin olla vähintään +55 °C. Liian matala veden lämpötila voi aiheuttaa bakteerikasvuston syntymisen putkeen. (Talotekniikkainfo, Käyttöveden lämpötila, 2022.)

Legionellat ovat bakteereja, joita esiintyy pieniä määriä makeissa luonnon vesissä ja maaperässä. Legionellabakteerit voivat lisääntyä rakennuksien vesijärjestelmissä ja kulkeutua aerosolien mukana hengitysilmaan. Rakennuksissa aerosoleja syntyy erityisesti suihkun ja porealtaiden yhteydessä. (Talotekniikkainfo, Käyttöveden lämpötila ja laatu, 2019.)

Legionelloosin taudinkuva voi vaihdella oireettomasta infektiosta vaikeaan keuhkokuumeeseen. Kuivan yskän, kuumeen, pääsäryn, lihaskipujen ja hengenahdistuksen lisäksi taudinkuvaan voi kuulua myös rinta- ja vatsakipua. Kuitenkin epidemioiden yhteydessä on havaittu, että keuhkokuumeeseen sairastuu alle 5 prosenttia altistuneista. (Talotekniikkainfo, Käyttöveden lämpötila ja laatu, 2019.)

Legionellojen esiintyminen vesijärjestelmissä 1988–2008



KUVA 1. Legionellojen esiintyminen vesijärjestelmissä (THL 2020.)

2.2 Eroosiokorroosio

Vesijohtoina käytettävien kupariputkien kestävyys riippuu vesijärjestelmän suunnittelusta, asennustavasta, käyttöönottonenettelyistä ja putkien laadusta. Käytövaiheessa järjestelmän vaikuttavia tekijöitä ovat lämpötilat, virtausnopeudet ja veden laatu ja sen vaihtelut. (Kaunisto, Latva, Pelto-Huikko & Salonen 2020, 30.)

Kuparin pehmeys metallina kasvattaa eroosiokorroosion riskiä. Eroosiokorroosion aiheuttaa putkistossa virtaava vesi, jonka putken sisäpintaan kohdistamat kitkavoimat voivat kuluttaa pois putkea suojaavan kuparioksidikerroksen. Kohtaan josta suojakerros on kulunut pois voi siten päästä syntymään paikallinen syöpymä. Eroosiokorroosio on yleisintä sellaisissa putkiosissa, joissa virtauksen suunta tai nopeus vaihtelee ja virtaus on turbulenttista. Tällaisia putkenosia voivat olla esimerkiksi mutkat ja haarat. Huolimattomassa asennuksessa putken sisäpintaan on voinut jäädä olakkeita jotka aiheuttavat virtausvaihteluita putkessa, joka aiheuttaa eroosiokorroosiota. (Kaijalainen 2011, 8.)

2.3 Virtaaman määrittäminen

Virtaama lasketaan putkiston lämpöhäviöiden perusteella. Suunnittelussa käytetään lämminvesijohdon keskimääräisenä lämpöhäviönä eristetyille metalliputkelle 10 W/m. Vastaavana arvona suojaputkessa olevalle muoviputkelle käytetään 15 W/m. Tämä lasketaan sekä meno- että paluujohdolle. Lisäksi häviöihin tulee lisätä verkostoon liitettyjen lämmityslaitteiden teho. Virtaamaa arvioitaessa voidaan veden lämpötiloina käyttää arvoja +58/55 °C. (Suomen Kalenterit Oy 2021.)

2.4 Putkimitoitus

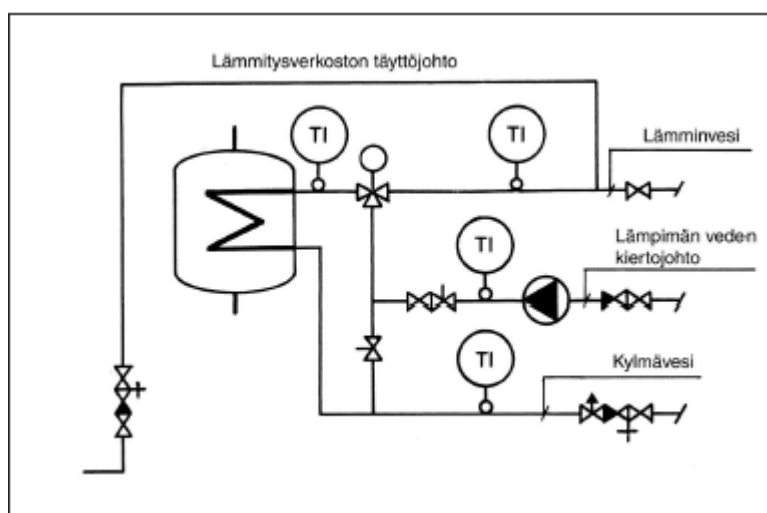
Haitallisen odotusajan välttämiseksi on lämminvesikalusteen ja kiertojohdolla varustetun lämpimän käyttövesiputkiston välisen johdon pituuden oltava sellainen, että se mahdollistaa vesikalusteen normivirtaamalla johdon tilavuutta vastaavan vesimäärän oton noin 20 sekunnin kuluessa. Kuitenkin suunnittelutavoitteena on hyvä käyttää lyhyempää aikaa ja käytäntönä on ollut 10 sekunnin odotusaika, joka perustuu aikaisemman asetuksen ohjetekstiin. Kiertojohtoa mitoitettaessa tulee huomioida, että kupariputkessa virtausnopeus ei saa ylittää nopeutta 1 m/s. Mitoitusarvona tulee kuitenkin käyttää nopeutta 0,5 m/s. Muussa kuin kupariputkessa nopeudelle ei ole asetettu rajoituksia (Suomen Kalenterit Oy 2021). Mitoituksessa voidaan käyttää liitteestä 1 löytyviä taulukoita.

2.5 Kiertojohdon varusteet

Jokainen kiertojohdon haara on syytä varustaa omalla linjasäätöventtiilillä säädettävyyden ja mittaamisen varmistamiseksi. Kiertojohdossa olevat lämmönluvuttimet on varustettava kertosäätöventtiilillä.

Lämmityslaitteiden käyttö kiertojohdossa on kokonaan kielletty uudiskohteissa. Saneerauskohteissa lämmityslaitteita voi uusia siten, että lämmönluvutuksen maksimiteho on 200 W huonetilaa kohden. Mikäli kiertojohtoon on kytketty lämmityslaitteita, ne eivät saa olla suljettavia jatkuvan kierron varmistamiseksi. Kiertojohdon käyttö lattialämmitykseen on kielletty. (Ympäristöministeriö 2017.)

Kiertojohdon pumppu on varustettava sulku-, kertasäätö- ja yksisuuntaventtiileillä sekä paine-eron mittaussmahdollisuudella. Pumpun virtaama saadaan lämpöhäviöiden mukaan lasketusta virtaamasta ja nostokorkeus putkiston virtausvastuksesta. Nostokorkeutta laskettaessa ei lämpimän käyttöveden tuloputken painehäviöllä ole yleensä käytännön merkitystä. Kiertojohdon virtaama on yleensä aina huomattavasti pienempi kuin tuloputken mitoitusvirtaama aivan putken latvaosia lukuun ottamatta. Painehäviöt syntyvät kiertojohdossa ja linjasäätöventtiileissä.



KUVA 2. Lämpimän käyttöveden kiertopumpun kytkentäkaavio (kupari.com)

2.6 Putken eristys

Hyvin ja oikein eristämällä saadaan aikaan pidemmällä aikavälillä säästöä lämmityskustannuksissa. Eristeen tarkoituksena on pienentää vesiputken lämmönjohtavuutta, joka vähentää lämmönsiirtymistä putkesta ympäröivään tilaan. Huonokuntoiset ja eristämättömät kohdat aiheuttavat putkistoon lämpösilloja, jotka kasvattavat lämpöhäviötä. Oikeanlaisella ja hyvällä eristyksellä pidetään huoli siitä, että vesi pysyy lämpimänä pidempään ja saadaan vesikalusteelle oikeassa lämpötilassa. Huono eristys voi lisätä putkiston termisiä jännityksiä ja korroosiota, joka aiheuttaa putkiston kulumista ja lyhentää sen käyttöikää. (Motiva, Teollisuuden tekninen eristys & energiatehokkuus, 2016, 3)

Eristyssuunnittelu kannattaa ottaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa mukaan muun suunnittelun rinnalle uudiskohteissa. Tällä tavalla kohteen erityisvaatimukset ja eristeiden tilantarve saadaan otettua huomioon parhaalla mahdollisella tavalla. Kaikkiin kohteisiin sopivaa yleiseristystä ei ole olemassa, vaan eristeratkaisussa on otettava huomioon kohteen eristykselle asettamat vaatimukset. Haastavimpia eristyskohteita ovat erilaiset liitokset sekä venttiilit ja laipat. (Motiva, Teollisuuden tekninen eristys & energiatehokkuus, 2016, 4)

3 ESIMERKKIKOHDE

Esimerkkikohteena kiertojohdon mitoitukselle tässä työssä käytetään kuvitteellisen kerrostalon lvi-suunnitelmia, jotka on tehty harjoitustyönä. Lämpöhäviötä mitoitettaessa ja laskettaessa ei huomioida mahdollisia venttiilejä tai muita kiertojohtoon liitettyjä laitteita, jotka kasvattaisivat lämpöhäviötä. Kohteen putkikoot on saatu käyttämällä MagiCADin mitoitusta. Raja-arvoina mitoituksessa on käytetty 10 sekunnin odotusaikaa sekä 0,5 m/s virtausnopeutta. Kohteen linjakaavio löytyy liitteestä 2.

3.1 Kohteen tiedot

Kohteena on 8 kerroksinen kerrostalo, kellari ja vesikatto mukaan luettuna. Kohteen kerroskorkeus on 3 m lukuun ottamatta 1. ja 6. kerrosta joiden korkeus on 3,5 m. Lämmönjakohuone ja päävesimittari sijaitsevat talon kellarikerroksessa. Linjakaaviosta ja pohjakuvista mitattuna ja arvioituna kiertojohdon pituus kauimpaan kiertojohdon liitokseen lämmönjakohuoneesta on noin 52 metriä. Kauimmainen liitoskohta on linjakaaviossa oikeassa yläkulmassa oleva liitos ennen asuntokohtaista vesimittaria. Vesijohtomateriaaliksi esimerkissä on valittu Cupori 110 Premium kupariputki.

3.2 Kohteen mitoitus kupariputkella

Kohteen mitoituksessa käytetään apuna Paroc Calculusta ja eristeeksi on valittu Paroc Hvac Combi AluCoat T ilman lisäpäälystettä. Eristeiden paksuudet ja sarakat on valittu Parocin asennusoppaan mukaan. Eristepaksuudet vaihtelevat 30 mm ja 60 mm välillä, riippuen putken koosta, seinämäpaksuudesta sekä putken sijainnista rakennuksessa. Veden lämpötilana on käytetty suositusarvoa +58 °C ja ympäröivänä ilman lämpötilana +20 °C. Mitoituksessa on huomioitu putkiston kannakkeet, jotka kasvattavat lämpöhäviötä 15 %.

Mitoitus aloitetaan kellarissa sijaitsevasta lämmönjakohuoneesta, jossa putkikoko on 35 mm. Asennusoppaan mukaan valitaan sarjan 25 eriste, jonka paksuus on 60 mm. Oppaassa kerrotaan, että nousukuilussa olevalle kiertojohdolle pitäisi valita sarjan 23 eriste, mutta mitoituksen helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi käytetään esimerkissä koko 35 mm putken pituudelle sarjan 25 eristettä. Kupariputken seinämäpaksuus 35 mm putkelle on 1,5 mm. 35 mm putkea on noin 21 metriä.

ERISTEEN VALINTA

+ LISÄÄ ERISTEKERROS

PAROC Hvac Combi AluCoat T 60 mm 23.0 °C

35 mm 155 mm

☐ Ei eristettä

Päällyste
Ei lisäpäällystettä

Emissiivisyys
0,15

PAROC Tuotetiedot

☒ Kannakointi

Vaikutus lämpöhäviöön
15,0 %

Sisällä Ulkona

TULOKSET

Tulokset putkelle

Lämpöhäviö	6.1 W/m
Lämpöhäviö eristämättömänä	50.5 W/m
Pintalämpötila	23.0 °C
Pintalämpötila eristämättömänä	58.0 °C
Kastepiste	9.3 °C
Eristeen nimellispaino	1.5 kg/m

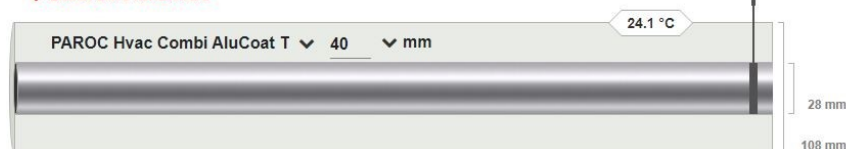
KUVA 3. Mitoitus 35 mm kupariputkelle

Lämpöhäviö 35 mm putkelle on 6,1 W/m, jolloin koko putken osuudelle lämpöhäviö on näin ollen mitoituslaskimen mukaan 128,1 W.

Ensimmäisen kerroksen haarojen jälkeen kiertojohto jatkuu 28 mm kokoisena nousukuilussa, jolloin putkelle valitaan asennusoppaan mukaan sarjan 23 eriste. Eristepaksuus on tällöin 40 mm. 28 mm kupariputken seinämäpaksuus on 1,2 mm ja putkea on 6 metriä.

ERISTEEN VALINTA

+ LISÄÄ ERISTEKERROS


☐ Ei eristettä

Päällyste

Ei lisäpäällystettä

Emissiivisyys

0,15

[PAROC Tuotetiedot](#)
☒ Kannakointi

Vaikutus lämpöhäviöön

15,0 %

Sisällä Ulkona

TULOKSET

Tulokset putkelle

Lämpöhäviö	6.6 W/m
Lämpöhäviö eristämättömänä	41.8 W/m
Pintalämpötila	24.1 °C
Pintalämpötila eristämättömänä	58.0 °C
Kastepiste	9.3 °C
Eristeen nimellispaino	0.7 kg/m

KUVA 4. Mitoitus 28 mm putkelle

Mitoituksella 28 mm putkelle lämpöhäviöksi saadaan 6,6 W/m, jolloin koko kyseisen putkikoon putkelle lämpöhäviöksi saadaan 39,6 W.

Asennusoppaan mukaan lämpimissä ja puolilämpimissä tiloissa ulkohalkaisijaltaan enintään 22 mm putkien eristepaksuus on sarjan 22 mukainen, jolloin eristeen paksuus on 30 mm. 22 mm putken seinämävahvuus on 1 mm ja putkea on 3 metriä.

ERISTEEN VALINTA



+ LISÄÄ ERISTEKERROS

PAROC Hvac Combi AluCoat T

30

mm

24.9 °C

22 mm

82 mm

☐ Ei eristettä

Päällyste

Ei lisäpäällystettä

Emissiivisyys

0,15

ε

[PAROC Tuotetiedot](#)

☒ Kannakointi

Vaikutus lämpöhäviöön

15,0

%

Sisällä

Ulkona

TULOKSET



Tulokset putkelle

Lämpöhäviö	6.6 W/m
Lämpöhäviö eristämättömänä	34.2 W/m
Pintalämpötila	24.9 °C
Pintalämpötila eristämättömänä	58.0 °C
Kastepiste	9.3 °C
Eristeen nimellispaino	0.4 kg/m

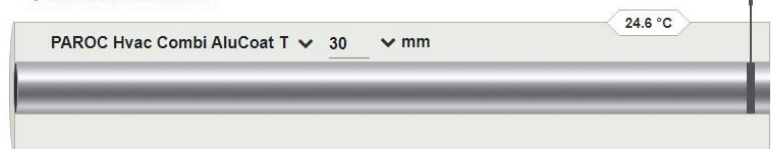
KUVA 5. Mitoitus 22 mm putkelle

Mitoittamalla 22 mm putken lämpöhäviöksi saatiin 6,6 W/m, jolloin kyseisen putken koko lämpöhäviö on 19,8 W.

18 mm putki mitoitetaan samanlailla ja samoilla arvoilla kuin 22 mm, ainoastaan putken koko muuttuu. Eristeenä on sarjan 22 eriste ja putkea on 3 metriä.

ERISTEEN VALINTA

+ LISÄÄ ERISTEKERROS


☐ Ei eristettä

Päällyste

Ei lisäpäällystettä

Emissiivisyys

0,15

[PAROC Tuotetiedot](#)
☒ Kannakointi

Vaikutus lämpöhäviöön

15,0 %

Sisällä Ulkona

TULOKSET

Tulokset putkelle

Lämpöhäviö	5.9 W/m
Lämpöhäviö eristämättömänä	28.9 W/m
Pintalämpötila	24.6 °C
Pintalämpötila eristämättömänä	58.0 °C
Kastepiste	9.3 °C
Eristeen nimellispaino	0.4 kg/m

KUVA 6. Mitoitus 18 mm putkelle

Laskurilla 18 mm putkelle saadaan lämpöhäviöksi 5,9 W/m, joten koko putken osuuden lämpöhäviö on 17,7 W.

Viimeisenä mitoitetaan 12 mm putki, joka on rakennuksen ylimmässä asuinkerroksessa. Putken seinämävahvuus on 1 mm ja putkelle käytetään sarjan 22 eristettä. Kyseistä putkea on noin 19 metriä.

ERISTEEN VALINTA



+ LISÄÄ ERISTEKERROS

PAROC Hvac Combi AluCoat T 30 mm 24.2 °C

12 mm 72 mm

☐ Ei eristettä

Päällyste
Ei lisäpäällystettä

Emissiivisyys
0,15 €

[PAROC Tuotetiedot](#)

☒ Kannakointi

Vaikutus lämpöhäviöön
15,0 %

Sisällä Ulkona

TULOKSET ⚙️

Tulokset putkelle

Lämpöhäviö	4.9 W/m
Lämpöhäviö eristämättömänä	20.6 W/m
Pintalämpötila	24.2 °C
Pintalämpötila eristämättömänä	58.0 °C
Kastepiste	9.3 °C
Eristeen nimellispaino	0.3 kg/m

KUVA 7. Mitoitus 12 mm putkelle

Laskurilla putken lämpöhäviöksi saatiin 4,9 W/m ja näin ollen 12 mm putkelle kokonaislämpöhäviö on 93,1 W.

3.3 Mitoitus PEX-putkelle

Tehdään samainen mitoitus esimerkkitilanteelle käyttäen PEX-putkea, jotta saadaan vertailuarvoja eri materiaalien välillä. Mitoituksessa käytetään muuten samoja lähtötietoja, mutta putken materiaali ja seinämäpaksuus muuttuu. Mitoitus tehdään ilman PEX-putken suojaputkea.

Käyttöputkeksi on valittu Uponor Aqua Pipe. Kyseistä putkea ei ole saatavissa suunnitelmien mukaisissa 35 mm ja 12 mm kokoisina, joten mitoituksessa käytetään pienimpänä putkena 15 mm PEX-putkea ja suurimpana 32 mm PEX-putkea. Kuvat PEX-putkien mitoituksista löytyvät liitteistä 3-5.

PEX-putken mitoituksen tulokset ovat tiivistettynä taulukossa 1. Putkimetrit ja eristeet ovat samat kuin kupariputkelle.

TAULUKKO 1. PEX-putken mitoitus

Putkikoko (mm)	Pituus (m)	Lämpöhäviö (W)
32	21	119,7
28	6	38,4
22	3	19,2
18	3	17,4
15	19	100,7

3.4 Mitoituksien tulokset

Käytettäessä nyrkkisääntöä 10 W/m mitoituksessa, saadaan kyseisen kohteen kiertojohtoon lämpöhäviöksi $10 \text{ W/m} \cdot 52 \text{ m} = 520 \text{ W}$. Laskemalla yhteen jokaisen eri putkikoon lämpöhäviöt, kokonaislämpöhäviöksi saadaan $128,1 \text{ W} + 39,6 \text{ W} + 19,8 \text{ W} + 17,7 \text{ W} + 93,1 \text{ W} = 298,3 \text{ W}$. Lämpöhäviöitä vertailemalla huomataan, että nyrkkisäännöllä laskettaessa ero on noin 43 % laskurin mukaiseen lämpöhäviöön.

PEX-putkelle saadaan kokonaislämpöhäviöksi $119,7 \text{ W} + 38,4 \text{ W} + 19,2 \text{ W} + 17,4 \text{ W} + 100,7 \text{ W} = 295,4 \text{ W}$. Pieni ero kupariputken lämpöhäviöön selittyy suuremmalla seinämäpaksuudella.

Tuloksista huomataan, että todellinen lämpöhäviö on kummankin materiaalin jokaisella putkikoolla pienempi kuin nyrkkisäännön mukainen 10 W/m. Varsinkin silloin mitä pienempi putkikoko on kyseessä, sitä suurempi on todellisen lämpöhäviön erotus nyrkkisäännön mukaiseen lämpöhäviöön.

4 POHDINTA

Nyrkkisäännön käyttäminen on yhä hyvä tapa mitoittamisessa, vaikka todellinen lämpöhäviö onkin pienempi. Eristeet ovat parantuneet ajan saatossa, ja luultavasti tulevat yhä edelleen paranemaan, joten nyrkkisäännön mukainen 10 W/m voisi olla ajankohtaista päivittää pienemmäksi etenkin pienempien putkikokojen kohdalla. Toisaalta nyrkkisääntöä käytettäessä säästetään suunnittelussa aikaa kun ei tarvitse jokaista putkikokoa erikseen mitoittaa laskurilla ja putkien asennuksissa tarvitaan pienempi tilavaraus kun käytetään ohuempaa eristettä. Kääntöpuolena taas voidaan säästää kohteen lämmityskustannuksissa kun käytetään eristesarjan ja laskurin mukaista paksumpaa eristettä.

PEX-putkelle tehdystä mitoituksesta huomataan, että ero lämpöhäviöissä ei ole suuri PEXin ja kuparin välillä. Putken materiaalin valintaan vaikuttaa enemmänkin kohteen vaatimukset ja olosuhteet.

Mitoitustavan sopivuus riippuu myös paljon suunniteltavasta kohteesta, mutta esimerkin kaltaiseen kerrostalokohteeseen nyrkkisääntö on edelleen toimiva ratkaisu. Vaikeammissa ja haastavimmissa kohteissa on sopivaa käyttää laskurin mukaisia lämpöhäviöitä ja eristepaksuuksia, etenkin jos kohteessa on tiettyjä vaatimuksia veden lämpötilaan, lämpöhäviöön tai eristeen pintalämpötilaan liittyen.

LÄHTEET

Aquatherm. 2016. Hot water recirculation. Luettu 20.7.2022. https://www.aquatherm.com.au/images/pdf/Hot_Water_Recirculation_and_pump_sizing.pdf

Cupori. 2021. Cupori 110 Premium tuote-esite. Luettu 20.9.2022
https://cupori.com/wp-content/uploads/2022/05/Cupori_110_Premium_FI.pdf

Kaijalainen, A. 2011. Kupariputken korroosio käyttövesijärjestelmässä. Talotekniikan koulutusohjelma. Metropolia ammattikorkeakoulu. Insinööritoimisto. Luettu 31.8.2022. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2011100413467>

Kaunisto, T., Latva, M., Peltto-Huikko, A., Salonen, N. 2020. Kiinteistöjen kupariputkien korroosio. Luettu 20.9.2022.
https://www.vvy.fi/site/assets/files/5264/kiinteistojen_kupariputkien_korroosio_kirjallisuusselvitys.pdf

Kupari.com. Lämpimän käyttöveden kiertojohtojen mitoitus. Luettu 28.6.2022.
www.kupari.com/kopparror_fi/koppar/2008.html

Motiva. 2016. Teollisuuden tekninen eristys & energiatehokkuus. Luettu 20.7.2022 https://www.motiva.fi/files/12253/Teollisuuden_tekninen_eristys_energiatehokkuus.pdf

Paroc. 2019. Talotekniikan eristys - Asennusopas. Luettu 20.9.2022.
<https://www.paroc.fi/dokumentit-ja-tyokalut/esitteet>

Paroc. Paroc Calculus 2022. <https://www.paroc.fi/dokumentit-ja-tyokalut/laskurit>

Suomen Kalenterit Oy. 2021. LVI-kalenteri 2022.

Talotekniikkainfo. 2019. Käyttöveden lämpötila ja laatu. Luettu 28.6.2022.
<https://talotekniikkainfo.fi/esimerkit/kayttoveden-lampotila-ja-laatu>

Talotekniikkainfo. 2019. Vesilaitteiston mitoitusohjeet (D1/2007 Liite 2). Luettu 20.4.2022. <https://talotekniikkainfo.fi/vesilaitteiston-mitoitusohjeet-d12007-liite-2>

Talotekniikkainfo. 2021. Lämpimän käyttöveden kiertojohto. Luettu 15.5.2022.
<https://talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/8-lampiman-kayttoveden-kiertojohto>

Talotekniikkainfo. 2022. Veden lämpötila. Luettu 28.6.2022.
<https://talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/6-veden-lampotila>

THL. 2020. Legionellabakteerit vesijärjestelmissä. Luettu 15.11.2022.
<https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/vesi/legionellabakteerit-vesijarjestelmissa>

Uponor. 2022. PEX-putket ja niiden ominaisuudet. Luettu 31.10.2022.
<https://www.uponor.com/fi-fi/tuotejarjestelmat/kayttovesiputkistot/pex-putkistot>

Ympäristöministeriö. 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärilaitteistoista. Luettu 20.4.2022.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171047>

LIITTEET

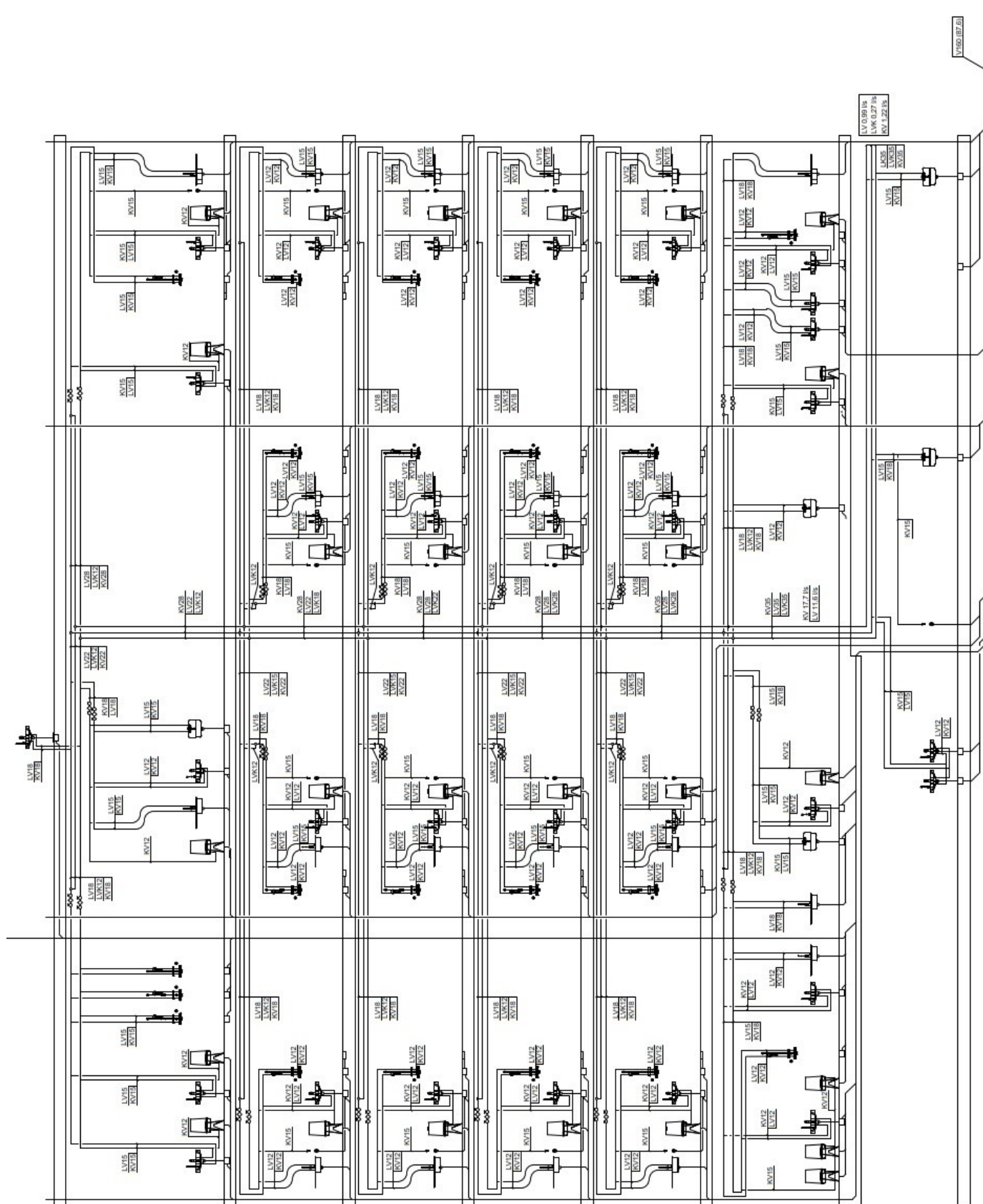
Liite 1. Kiertojohdon mitoitus taulukot (Suomen Kalenterit Oy 2022.)

Kiertojohdon mitoitus, kupariputki													
Virtaama		Putkikoko (Du) mm, Cu-putket											
		10	12	15	18	22	28	35					
dm ³ /s	dm ³ /h	0,35	0,25	0,15	0,1	-	-	-					
0,02	72	0,40	0,15	0,05	0,02	-	-	-					
0,04	114	0,7	0,5	0,3	0,2	0,1	0,08	-					
		1,4	0,5	0,15	0,06	0,02	0,01						
0,06	216	1,1	0,75	0,45	0,3	0,2	0,12	0,08					
		3,0	0,6	0,4	0,1	0,04	0,01	0,01					
0,08	288	-	1,0	0,6	0,4	0,25	0,16	0,1					
		-	1,6	0,6	0,2	0,06	0,02	0,01					
0,10	360	-	-	0,75	0,5	0,3	0,2	0,12					
		-	-	0,8	0,3	0,1	0,03	0,01					
0,15	540	-	-	1,1	0,7	0,45	0,25	0,2					
		-	-	1,7	0,6	0,2	0,05	0,01					
0,20	720	-	-	-	1,0	0,6	0,4	0,25					
		-	-	-	1,0	0,3	0,1	0,03					
0,30	1080	-	-	-	-	0,9	0,55	0,4					
		-	-	-	-	0,7	0,2	0,06					
0,40	1440	-	-	-	-	1,3	0,75	0,5					
		-	-	-	-	1,2	0,4	0,1					

Kiertojohdon mitoitus, komposiitti- ja PEX-putket													
Virtaama		Putkikoko (Du) mm, nopeus (m/s) ja painehäviö (kPa/m)											
		Komposiittiputket						PEX-putket					
dm ³ /s	dm ³ /h	16	20	25	32	15	18	22	28	32	15	18	22
0,02	72	0,2	-	-	-	0,3	0,2	-	-	-	0,3	0,2	-
		0,1	-	-	-	0,2	0,1	-	-	-	0,2	0,1	-
0,04	114	0,3	-	-	-	0,5	0,3	-	-	-	0,5	0,3	-
		0,2	-	-	-	0,6	0,2	-	-	-	0,6	0,2	-
0,06	216	0,5	0,3	-	-	0,8	0,5	0,3	-	-	0,8	0,5	0,3
		0,4	0,1	-	-	1,0	0,3	0,1	-	-	1,0	0,3	0,1
0,08	288	0,7	0,4	-	-	1,0	0,6	0,4	-	-	1,0	0,6	0,4
		0,7	0,2	-	-	1,8	0,5	0,2	-	-	1,8	0,5	0,2
0,10	360	0,9	0,5	0,3	-	1,4	0,8	0,5	0,3	-	1,4	0,8	0,5
		1,1	0,3	0,1	-	3,0	0,8	0,3	0,1	-	3,0	0,8	0,3
0,15	540	1,3	0,8	0,5	-	2,5	1,1	0,7	0,5	0,4	2,5	1,1	0,7
		2,1	0,6	0,2	-	5,5	1,5	0,6	0,2	0,1	5,5	1,5	0,6
0,20	720	1,8	1,1	0,6	0,4	-	1,5	1,0	0,6	0,5	-	1,5	1,0
		3,6	1,1	0,3	0,1	-	2,4	0,9	0,3	0,2	-	2,4	0,9
0,30	1080	2,7	1,6	1,0	0,7	-	2,3	1,5	1,0	0,7	-	2,3	1,5
		7,2	2,1	0,6	0,4	-	5,5	1,7	0,7	0,3	-	5,5	1,7
0,40	1440	-	2,1	1,3	0,8	-	-	2,0	1,3	0,9	-	-	2,0
		-	3,6	1,1	0,3	-	-	3,0	1,1	0,5	-	-	3,0

Mitoitusraja on esitetty taulukossa paksulla viivalla. Pitämällä virtausnopeus maksimissaan arvossa 0,5 m/s tulee kiertojohtojolle keskimääräiseksi kitkapainehäviöksi 0,3 kPa/m.

Liite 2. Esimerkkikohteen linjakaavio



Liite 3. Mitoitus 32 mm ja 28 mm PEX-putkelle

ERISTEEN VALINTA



+ LISÄÄ ERISTEKERROS


☐ Ei eristettä

Päällyste

Ei lisäpäällystettä

Emissiivisyys

0,15

ε

[PAROC Tuotetiedot](#)
☒ Kannakointi

Vaikutus lämpöhäviöön

15 %

Sisällä Ulkona

TULOKSET

Tulokset putkelle

Lämpöhäviö	5.7 W/m
Lämpöhäviö eristämättömänä	42.0 W/m
Pintalämpötila	22.9 °C
Pintalämpötila eristämättömänä	51.9 °C
Kastepiste	9.3 °C
Eristeen nimellispaino	1.5 kg/m

ERISTEEN VALINTA



+ LISÄÄ ERISTEKERROS


☐ Ei eristettä

Päällyste

Ei lisäpäällystettä

Emissiivisyys

0,15

ε

[PAROC Tuotetiedot](#)
☒ Kannakointi

Vaikutus lämpöhäviöön

15 %

Sisällä Ulkona

TULOKSET

Tulokset putkelle

Lämpöhäviö	6.4 W/m
Lämpöhäviö eristämättömänä	37.9 W/m
Pintalämpötila	24.0 °C
Pintalämpötila eristämättömänä	52.2 °C
Kastepiste	9.3 °C
Eristeen nimellispaino	0.7 kg/m

Liite 4. Mitoitus 22 mm ja 18 mm PEX-putkelle

ERISTEEN VALINTA



+ LISÄÄ ERISTEKERROS

☐ Ei eristettä

Päällyste

Ei lisäpäällystystä

Emissiivisyys

0,15

[PAROC Tuotetiedot](#)☒ Kannakointi

Vaikutus lämpöhäviöön

15 %

Sisällä Ulkona

TULOKSET

Tulokset putkelle

Lämpöhäviö	6.4 W/m
Lämpöhäviö eristämättömänä	32.2 W/m
Pintalämpötila	24.8 °C
Pintalämpötila eristämättömänä	53.3 °C
Kastepiste	9.3 °C
Eristeen nimellispaino	0.4 kg/m

ERISTEEN VALINTA



+ LISÄÄ ERISTEKERROS

☐ Ei eristettä

Päällyste

Ei lisäpäällystystä

Emissiivisyys

0,15

[PAROC Tuotetiedot](#)☒ Kannakointi

Vaikutus lämpöhäviöön

15 %

Sisällä Ulkona

TULOKSET

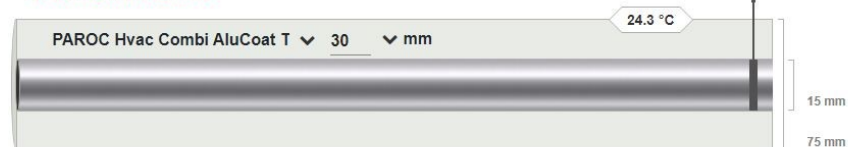
Tulokset putkelle

Lämpöhäviö	5.8 W/m
Lämpöhäviö eristämättömänä	27.7 W/m
Pintalämpötila	24.6 °C
Pintalämpötila eristämättömänä	53.9 °C
Kastepiste	9.3 °C
Eristeen nimellispaino	0.4 kg/m

Liite 5. Mitoitus 15 mm PEX-putkelle

ERISTEEN VALINTA

+ LISÄÄ ERISTEKERROS

☐ Ei eristettä

Päällyste

Ei lisäpäällystettä

Emissiivisyys

0,15

€

[PAROC Tuotetiedot](#)☒ Kannakointi

Vaikutus lämpöhäviöön

15 %

[Sisällä](#) [Ulkona](#)

TULOKSET

Tulokset putkelle

Lämpöhäviö	5.3 W/m
Lämpöhäviö eristämättömänä	23.5 W/m
Pintalämpötila	24.3 °C
Pintalämpötila eristämättömänä	53.7 °C
Kastepiste	9.3 °C
Eristeen nimellispaino	0.4 kg/m