



# Lämpimän käyttöveden kierron mitoittamisohje

Jimi Tuovinen

OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2022

Talotekniikan tutkinto-ohjelma  
LVI-talotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan tutkinto-ohjelma  
LVI-talotekniikka

TUOVINEN, JIMI:  
Lämpimän käyttöveden kierron mitoittamisohje

Opinnäytetyö 34 sivua  
Toukokuu 2022

---

Käyttövesijärjestelmissä on yleisesti oltava kiertovesijärjestelmä lämpimälle käyttövedelle. Suomalaisia mitoittamiseen keskittyviä dokumentteja sekä ohjeistuksia aiheesta on vähän, ja osa niistä on vanhentuneita.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään, miksi on tarpeellista rakentaa lämpimälle käyttövedelle kiertovesijärjestelmä, ja perehdytään myös esimerkiksi legionellabakteereihin ja olosuhteisiin, jotka mahdollistavat legionellan kehittymisen.

Työssä selvitetään mitoittamiseen liittyviä dokumentteja, avataan niiden sisältöä ja luodaan niiden perusteella tapa, jolla mitoittamista voi helpottaa.

Työssä on tehty kyselytutkimus alan suunnitteluammattilaisille, mutta vastauksia saatiin vain kaksi, joten niiden lopputulokseen tulee suhtautua hieman kriittisesti. Työssä tarkastellaan putkiston kykyä luovuttaa lämpöä useammalla eristepaksuudella erilaisissa tilanteissa rakennuksessa. Työssä käytettiin eristepaksuuk-sien määrittämiseen internetistä löytyviä ilmaisia työkaluja, jotka ovat jokaisen saatavilla.

Työn tuloksena selvitettiin, että alan ammattilaiset tukeutuvat 10 W/m mitoitus-nyrkkisääntöön kiertojohdon mitoittamisessa ja vain haastavammissa kohteissa tarkempi mitoitus on tarpeen. Nyrkkisääntö on siis hyvin pätevä tapa mitoittaa kiertovesijärjestelmä normaalissa talotekniikassa.

Jatkotutkimuksena aiheeseen liittyen voisi tutkia haastavia tilanteita, joissa mitoitukseen liittyvää nyrkkisääntöä ei voida käyttää.

---

Asiasanat: käyttöveden kiertojohto, käyttövesi, legionella, mitoitus, eristepaksuus

## **ABSTRACT**

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

Jimi Tuovinen:  
Domestic Hot Water Circulation Sizing Instruction

Bachelor's thesis 34 pages  
May 2022

---

It is almost necessary to have hot water circulation for domestic water. There are only a handful of documents and instructions that focus on the sizing of the system and some of them are outdated.

In this thesis it is explained why it is necessary to have a hot water circulation system for domestic hot water and get acquainted with the subject of legionella bacteria and the circumstances that enable the growth of the bacteria.

The objective of this study was to find out the documents that instruct the sizing of the system and to create an easier way to do the sizing.

The study investigated the ways that professional designers use on sizing. The investigation was conducted via email, but the number of replies was very few so their outcome should be viewed with some criticality. The study also looked at many example situations and how much the heat loss levels are on different pipe sizes and insulation thicknesses. The study was conducted by using free insulation calculators that define the insulation thickness.

The result of the study was that professional designers use a rule of thumb for the sizing of circulation systems and a more accurate way of sizing is only necessary on very challenging sites. The rule of thumb is thus a valid way of sizing the circulation system in normal building services.

---

Key words: hot water circulation, domestic water, legionella, sizing, insulation thickness

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN KIERTO .....	6
	2.1 Mikä on LVK? .....	6
	2.2 Painovoimainen kiertojohto .....	8
	2.3 Pumppukierto .....	9
	2.4 Veden laatu .....	10
	2.5 Legionella bakteerit .....	11
	2.5.1 Olosuhteet legionellan esiintymiselle .....	11
	2.5.2 Ratkaisut legionellan välttämiseksi .....	12
	2.6 Lämmönsiirtyvyys .....	12
	2.7 Lämmönjohtavuus .....	13
	2.8 Sylinterin lämmönläpäisykerroin .....	14
	2.9 Eristeen merkitys .....	14
3	KYSELYTUTKIMUKSET .....	16
	3.1 Haastateltavat yritykset .....	16
	3.1.1 Yritys 1. ....	16
	3.1.2 Yritys 2. ....	16
4	MITOITUKSEN ANALYSOINTI .....	18
	4.1 Paroc calculus .....	18
	4.1.1 Tilanne 1. 22 mm kupariputki .....	19
	4.1.2 Tilanne 3. 28 mm kupariputki .....	20
	4.1.3 Tilanne 3. 35 mm kupariputki .....	21
	4.1.4 Tilanne 4. 42 mm kupariputki .....	22
	4.1.5 Tilanne 5. 54 mm kupariputki .....	23
	4.1.6 Tuloksien käsittely .....	24
	4.2 Isover TechCalc .....	25
	4.2.1 Tilanne 1. 22 mm kupariputki .....	26
	4.2.2 Tilanne 2. 28 mm kupariputki .....	27
	4.2.3 Tilanne 3. 35 mm kupariputki .....	28
	4.2.4 Tilanne 4. 42 mm kupariputki .....	29
	4.2.5 Tulosten käsittely .....	30
5	POHDINTA .....	31
	LÄHTEET .....	33

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä on tarkoitus selkeyttää lämpimän käyttöveden kiertojohdon mitoittamiseen liittyvää prosessia ja ottaa selvää missä tilanteissa voi käyttää nyrkkisääntöä mitoitusohjeiden sijaan. Käyttämällä ilmaisia työkaluja, kuten Paroc calculus ja Isover TechCalc pyritään analysoimaan laskentatuloksia erilaisissa tilanteissa ja selvittämään miten eristepaksuudet vaikuttavat lämpöhäviöön. Työssä pohditaan myös eri keinoja LVK piirin mitoittamiseen ja selvitetään millä LVI-alan yritykset tekevät mitoituksen.

## 2 LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN KIERTO

### 2.1 Mikä on LVK?

LVK eli lämpimän veden kierto on järjestelmä, joka kierrättää jatkuvasti lämmintä vettä lämpimän käyttöveden piireissä. Lämmin käyttövesi lämmitetään käyttöveden lämmittimessä (esim. kaukolämpö lämmittelee käyttövettä) ja pumpataan verkostoon. Osa käyttämättömästä lämpimästä vedestä palautetaan takaisin kiertojohtoa pitkin lämmönjakohuoneelle ja se lämmitetään uudelleen tavoitelämpötilaan. Lämmin vesi pumpataan uudelleen kohti asuntoja ja kierto tapahtuu jatkuvasti katkeamatta. Järjestelmää käytetään myös Ruotsissa ja siihen on Ruotsin valtakunnallisen asumiseen liittyvän viraston asettamat määräykset ja suositukset, joita Ruotsissa tulee noudattaa, kun rakennetaan LVK-järjestelmää. (Burke ym. 2020.)

LVK:n toiminta perustuu siihen, että se pitää lämpimän käyttöveden jatkuvasti lämpimänä. Tällä saavutetaan se, että odotusajat ovat lyhyemmät lämpimälle vedelle päätelaitteessa. LVK on yhdistetty lämpimään käyttövedeen aina lenkin päädyssä, eli kun lämpimästä käyttövedestä ei lähde enää enempää haaroja. LVK kierrättää vettä jatkuvasti käyttövesilinjassa, jotta kun lämmintä vettä tarvitaan, se tulee huomattavan paljon nopeammin hanalle, kuin jos sen tarvitsisi virrata lämmönjakohuoneelta asti. (Talotekniikkainfo, käyttöveden lämpötila ja laatu 2019.)

Jos lämmin käyttövesijärjestelmä suunnitellaan ilman kiertojohtoa toimivaksi, ei päätelaitteelle saada heti lämmintä vettä, kun hana avataan. Vaikka putket olisivat hyvin eristetyt, vesi jäähtyy joka tapauksessa ennen pitkää, jos käyttö ei ole yhtäjaksoista. Veden jäähtymisen seurauksena veden kulutus kasvaa ja ilmaa kerääntyy putkistoon. Näistä syistä johtuen lämminvesijärjestelmään on aina mahdollisuuksien mukaan järjestettävä vedenkierto. (Rakennusten vesijohdot ja viemärit 1975.)

Lämpimän käyttöveden kiertojohtoon mitoitus perustuu verkoston lämpöhäviöiden laskentaan. Lämpöhäviöt lasketaan lämpimän käyttöveden menojohtolle ja

kiertojohdolle. Häviöihin lisätään myös mahdolliset lämmönluovuttimet. (Talotekniikkainfo, lämpimän käyttöveden kiertojohto 2021.)

Lämminvesilaitteisto tulee mitoittaa ja suunnitella siten, että lämmin vesi on vähintään 55 °C ja korkeintaan 65 °C ja sitä on saatavilla lämminvesikalusteesta 20 sekunnin kuluessa. (Ympäristöministeriö, asetus vesi- ja viemärlaitteistoista 2017.)

Eristämällä putket pyritään pienentämään kiertojohdossa tapahtuvaa lämpöhäviötä. Hyvin eristetty putki tuo säästöjä rakennuksen lämmityskustannuksiin. (Motiva, teollisuuden tekninen eristys & energiatehokkuus, 2016, 3) Lämpimän käyttöveden ja kiertojohtojen lämmöneristys suunnitellaan siten, että eristetyn putken lämmönvastus on vähintään 1 m<sup>2</sup>K/W. Suunnittelija määrää tarvittavan eristepaksuuden ja eristemateriaalin. (Talotekniikkainfo, veden lämpötila 2021.)

Vielä suhteellisen tuoreissa ohjeissa on käytetty LVK-mitoituksen yhtenä perusteena, että veden lämpötila ei saa laskea alle 50 °C missään vesilaitteiston osassa. (Vanha SRMK D1, 1987)

Vuoden 1976 D1 dokumentissa ei vielä ohjeistettu mitään veden lämpötilan laskusta lämpimän käyttöveden verkostoissa, eli legionellojen aiheuttamiin riskeihin on herätty näiden kahden ohjeen julkaisuajankohtien välisenä aikana.

Uuden rakennuksen lämpimän käyttöveden kiertojohto verkostoihin ei saa kytkeä lämmönluovuttimia tai lattialämmitystä. Saneerauskohteissa lämpimän käyttöveden kiertojohtoon liitetyt lämmityslaitteet voidaan uusida niin, että lämmönluovuttimien maksimiteho on 200 wattia huonetilaa kohti. Lämmintä käyttövettä ei kuitenkaan saa kytkeä lattialämmitykseen. (Talotekniikkainfo, lämpimän käyttöveden kiertojohto 2021.)

Lämpimän käyttöveden patterit lisäävät riskiä legionella-bakteereiden muodostumiseen, varsinkin kesällä. Käyttövesipattereissa on se huono puoli, että ne eivät ole suljettuja verkkoja, vaan ne ovat osana käyttövesiverkkoa. Kesällä lämmitystä ei tarvita, jolloin käyttäjä sulkee venttiililtä käyttövesipatterin. Josta seuraa että, vesi jää pitkäksikin aikaa seisomaan patterin sisälle. Vesi jäähtyy patterin sisällä

ja luo olosuhteet legionella-bakteereiden muodostumiselle. Tästä syystä on pyritty vähentämään käyttövesipattereiden asentamista muun muassa asetuksella, joka rajoittaa käyttövesipattereiden asennuksen muihin kuin saneerauskohteisiin.

LVK virtaa aina eri suuntaan kuin lämmin käyttövesi. Siksi on tärkeä, että linjasäätöventtiilit asennetaan järjestelmään oikein päin. Kiertojohdon jokaiseen haaraan asennetaan kertasäätöventtiili, jolla virtausta pystytään säätää ja mitata. Kaikki lämmönluovuttimet varustetaan kertasäätöventtiilillä. Kiertopumpun yhteyteen kytketään sulkuventtiilit, yksisuuntaventtiili ja kertasäätöventtiili, joilla voidaan mitata ja säätää koko verkoston kokonaisvesivirtaa. (Talotekniikkainfo, lämpimän käyttöveden kiertojohto 2021.)

## **2.2 Painovoimainen kiertojohto**

Painovoimaiselle kierrolle on tyypillistä, että vesi kiertää verkostossa vain silloin, kun vettä ei oteta. Painovoimaista kiertoa käytettäessä tulee vedenlämmitin varustaa kiertosilmukalla, johon paluujohto yhdistetään.

”Kiertosilmukan käytön välttämättömyys perustuu siihen, että lämmintä vettä otettaessa osa vedestä virtaa aina myös takaperin kiertovesijohdon kautta ja, jos kiertojohto on yhdistetty esim. vedenlämmittimeen johdettuun kylmävesijohtoon, saadaan lämminvesikäyttöventtiilistä osaksi myös kylmää vettä.” (Rakennusten vesijohdot ja viemärit 1975.)

Takaiskuventtiin käyttö painovoimaisessa kiertojohdossa ei ole mahdollista, koska takaiskuventtiili aiheuttaa kierron varsin pienelle virtaukselle liian suuren esteen. Painovoimaista kiertoa käytettäessä on putkikoon oltava vähintään 15 mm. Painovoimaisen kierron mitoitus tehdään samalla tavalla, kun lämpöjohtojen mitoittaminen. Painovoimaista kiertoa käytetään vain pienissä lämminvesilaitteistoissa, joten tarkka mitoittaminen ei yleensä ole tarpeellista. (Rakennusten vesijohdot ja viemärit 1975.)

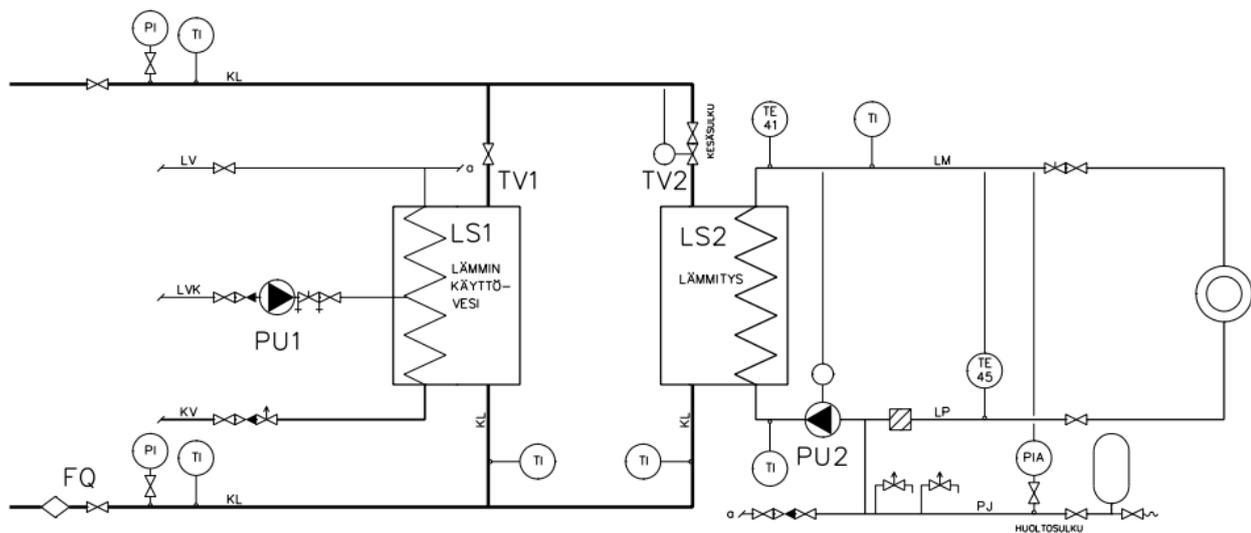
Kyseessä on kuitenkin vanhanaikainen rakennustapa ja painovoimaisia järjestelmiä käytetään nykyisin vain harvoin.

## 2.3 Pumppukierto

Kiertojohto tulee suunnitella siten, että lämpimän veden odotusaika ei ylitä 20 sekuntia, mutta on syytä suunnitella järjestelmä siten, että käytetään suunnitelun perusteena lyhyempää odotusaikaa. Käytännössä on ollut käyttää 10 sekunnin odotusaikaa, joka perustuu aikaisemman asetuksen ohjetekstiin. (Talotekniikkainfo, veden lämpötila 2021.)

Pumppukierto on tänä päivänä yleisin tapa suunnitella ja tehdä kiertojohto, joten työssä keskitytään pelkästään pumppukiertoisiin järjestelmiin.

Kuvassa 1. on pumppukiertoisen LVK-järjestelmän esimerkki kytkentäkaavio, jossa kiertopumppua kuvaa PU1. Kiertopumpun molemmilla puolilla on sulkuventtiilit, pumpun vasemmalla puolella lähimpänä pumpua on yksisuuntaventtiili ja pumpun oikealla puolella lähimpänä pumpua on kertasäätöventtiili.



KUVA 1. Pumppukiertoisen LVK:n kytkentäkaavio (Cadmatic HVAC schematic)

## 2.4 Veden laatu

Veden laadulla on suuri merkitys korroosion muodostumiseen ja putkiston käyttökään. Veden laatu tulisi aina selvittää ennen, kuin valitsee materiaalin, jota käytetään rakennuksessa. Hyvissä olosuhteissa kupari on hyvinkin kestävä materiaali, siihen muodostuu sisäpinnalle suojaava kuparioksidikerrostuma. Pehmeät, happamat ja sulfaattipitoiset vedet sekä veden korkeat rauta-, alumiini- ja mangaanipitoisuudet lisäävät pistekorrosioriskiä lämpimän käyttöveden putkissa. Kupariputkien vuotoja aiheuttaa myös eroosikorrosio, joka johtuu liian suuresta virtausnopeudesta putkistossa tai virtauksen pyörteisyydestä esimerkiksi liitoskohdissa. Veden laadun selvitys on tärkeä osa putkiston suunnittelua, koska se vaikuttaa suoraan putkimateriaalin valintaan. Putkimateriaali pitää tietää lämpimän käyttöveden kierron mitoittamisessa asetettujen maksimi virtausnopeuksien takia. (RakennaOikein käyttöveden laatu ja putkimateriaalit, 2016.)

pH	Bikarbo-naatti	Kalsium	Vapaa hiilidioksidi	Kloridi	Sulfaatti
7,5 - 8,0	>60 mg/l	>20 mg/l	<15 mg/l	<100 mg/l	<100 mg/l

KUVA 2. Metallisten vesijohtomateriaalien kannalta teknisesti hyvälaatuisen veden tavoitearvot. (RakennaOikein, käyttöveden laatu ja putkimateriaalit 2016.)

”Talousveden kanssa kosketuksissa olevien tarvikkeiden materiaalivalinnassa otetaan huomioon talousveden kemiallinen laatu ja mahdolliset paikalliset käyttöhäiriöt materiaaleille.” (TalotekniikkaRYL, veden laatu 2021.)

Vesilaitteistoon johdettavan veden laadun on oltava suunnittelijalla tiedossa jo suunnittelun varhaisissa vaiheissa. Talousvedessä ei saa olla loisia, pieneliöitä tai mitään aineita sellaisissa määrin, joista voisi olla vaaraa ihmiselle. Putkimateriaali valitaan siten, että se on sopiva veden laadulle. Putkimateriaali voi olla alttiimpi korroosiolle tai materiaalin sisäpinnalta voi tapahtua liukenemista tietyn laissa vesissä. (TalotekniikkaRYL, veden laatu 2021.)

## 2.5 Legionella-bakteerit

Legionella-bakteeria syntyy erityisesti seisovassa vedessä, joten on aina suositeltavaa juoksuttaa hanasta hetken aikaa vettä viemäriin, ennen sen käyttämistä. Legionellat ovat bakteereja, joita esiintyy luonnon vesistöissä ja maaperässä. Legionellat voivat lisääntyä vesijärjestelmissä ja sitä kautta kulkeutua aerosoleina hengitysilmään. Aerosoleja syntyy esimerkiksi suihkun yhteydessä. Tauti voi vaihdella täysin oireettomasta tartunnasta vaikeaan keuhkokuumeeseen. Taudin oireita ovat muun muassa yskä, päänsärky, lihaskivut, hengenahdistus, rintakipu, vatsakipu ja usein myös ripuli ja sekavuus. Tauti ei voi tarttua ihmiseltä toiselle. Veden lämpötila vaikuttaa merkittävästi legionellojen selviytymiseen. 50 °C vesi tappaa legionella-bakteereista 90 % tuntien sisällä, 55 °C vesi muutamien kymmenien minuuttien sisällä ja 60 °C vesi muutamassa minuutissa. Asetuksessa sanotaan, että lämpimän käyttöveden tulee olla vähintään 55 °C ja korkeintaan 65 °C. Vesilaitteiston tulee olla sellainen, että ristiin virtaaminen kylmän- ja lämpimän vesijohtoverkon välillä on mahdotonta. (Talotekniikkainfo, käyttöveden lämpötila ja laatu 2019.)

### 2.5.1 Olosuhteet legionellan esiintymiselle

- Bakteeria syntyy niin kylmässä, kuin lämpimässäkin noin 20–45 °C asteisessa vedessä.
- Huono veden vaihtuvuus järjestelmässä.
- Legionellalle ravinnoksi sopiva materiaali esimerkiksi liete, kattilakivi, ruoste, levät ja muut orgaaniset materiaalit.
- Järjestelmä, jossa on mahdollista muodostua aerosolipisaroita, jotka päätyvät hengityksen mukana keuhkoihin.
- Veden huono laatu

(Talotekniikkainfo, käyttöveden lämpötila ja laatu 2019.)

## 2.5.2 Ratkaisut legionellan välttämiseksi

Saneerauskohteissa vanhat käyttöveden kytketyt lämmityslaitteet on pyrittävä kytkemään erilliseen lämmityspiiriin. Lämpimän käyttöveden lämmitys pyritään tekemään siten, että vesi ei seiso järjestelmässä tarpeettoman pitkään. Esimerkiksi kerrostaloissa voidaan perinteisen lämminvesivaraajan tilalla käyttää energiavaraajaa, jolloin lämmin vesi lämmitetään erillisessä siirtimessä ja lämmintä käyttövettä ei varastoida järjestelmässä. Kiertojohto on pyrittävä tuomaan mahdollisimman lähelle suihkua, että suihkun kytkentäjohtoon jää mahdollisimman vähän jäähtyvää vettä. Kohteet, joissa asukkailla on normaalia suurempi riski sairastua legionellaan kuten sairaalat, palvelutalot ja hoitolaitokset on syytä kiinnittää erityistä huomiota legionella-bakteereihin suunnitteluvaiheessa. (Talotekniikkainfo, käyttöveden lämpötila ja laatu 2019.)

## 2.6 Lämmönsiirtyvyys

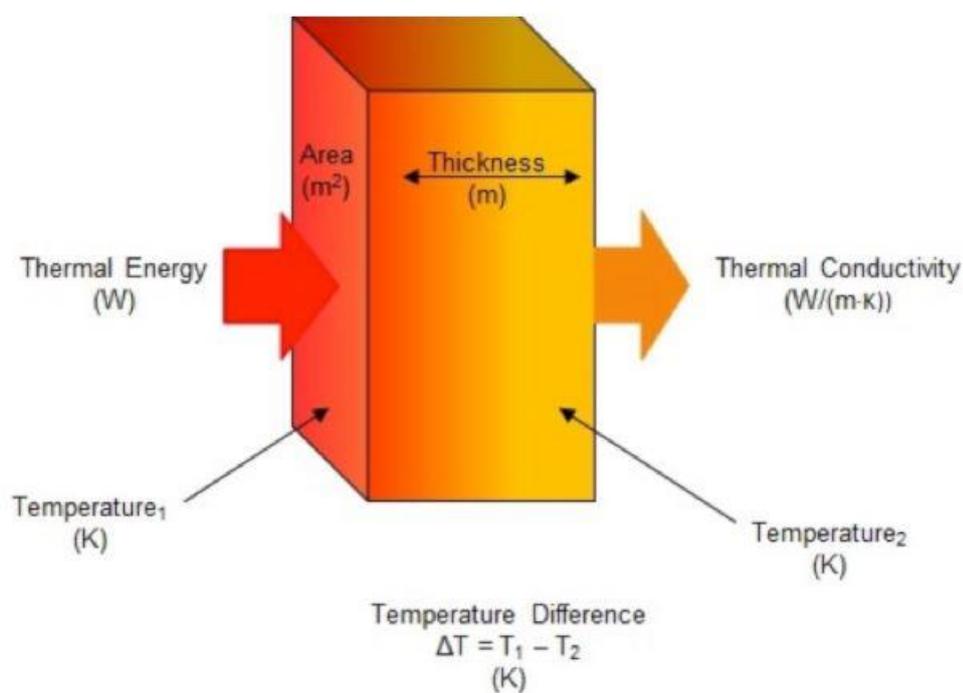
Lämpöenergia voi siirtyä säteilemällä, konvektiolla tai johtumalla.

Suurin osa lämpöhäviöistä LVK:ssa tapahtuu säteilemällä ja konvektiolla, joka pyritään estämään asentamalla eristeet putkien pinnoille niin, ettei paljasta putkipintaa jää näkyviin. Lämmönsiirtymisen edellytyksenä on, että on olemassa lämpötilaero. Tämä tarkoittaa, että sen kappaleen tai tässä tapauksessa fluidin, josta lämpö siirtyy, on oltava korkeammassa lämpötilassa, kuin sen kappaleen johon lämpö siirtyy. Lämpö siirtyy aina korkeammasta lämpötilasta matalampaan, tämä näkyy lämpimämmän kappaleen viilentymisenä ja viileämmän kappaleen lämpenemisenä. Termodynamiikan toinen pääsääntö pitää sisällään väittämän, jonka mukaan kappaleet, joiden välillä on lämpötilaero pyrkivät tilaan, jossa kappaleet ovat saman lämpöisiä. (M. Lampinen, Termodynamiikan perusteet, 88)

## 2.7 Lämmönjohtavuus

Lämmönjohtavuus  $\lambda$  kuvaa aineen kykyä johtaa lämpöä. Mitä suurempi lämmönjohtavuusluku on sitä paremmin kappale johtaa lämpöä. Eli mitä suurempi luku on sitä enemmän se päästää lämpöä kulkemaan lävitseen.

Kun kiinteän materiaalin yhden pinnan lämpötila on korkeampi kuin toisen, lämpö siirtyy materiaalin läpi. Materiaalin ominaisuuksista riippuen tämä johtuva lämmönsiirto voi olla hidasta tai nopeaa. Lämmönsiirtonopeus määritellään lämmönjohtavuuskertoimella. (Albury, A. n.d.)



KUVA 3. Lämmönjohtavuus kuvitettuna (Albury, A. n.d.)

## 2.8 Sylinterin lämmönläpäisykerroin

$$\frac{1}{U'} = \frac{1}{\alpha_{i,1} \cdot \pi \cdot d_{i,1}} + \frac{1}{2 \cdot \pi} \sum_{j=1}^n \frac{1}{\lambda_j} \cdot \ln \frac{d_{e,j}}{d_{i,j}} + \frac{1}{\alpha_{e,n} \cdot \pi \cdot d_{e,n}} \quad (1)$$

jossa

$U'$  on putken lämmönläpäisykerroin pituusyksikköä kohti,  $W/(m,K)$

$\alpha_{i,1}$  on putken sisäpinnan lämmönsiirtokerroin,  $W/(m^2,K)$

$d_{i,1}$  on putken sisähalkaisija, (m)

$\lambda_j$  on putkikerroksen, j, lämmönjohtavuus,  $W/(m,K)$

$d_{e,j}$  on putkikerroksen, j, ulkohalkaisija, m

$d_{i,j}$  on putkikerroksen, j, sisähalkaisija, m

$\alpha_{e,n}$  on putken ulkopinnan lämmönsiirtokerroin,  $W/(m^2,K)$

$d_{e,n}$  on putken ulkohalkaisija, (m)

Nestemäisillä lämmönsiirtoaineilla (kuten LVK-verkostossa vesi) putken sisäpuolinen lämmönsiirtokerroin  $\alpha_{i,1}$  on usein suuri ja siksi pintavastus  $\frac{1}{\alpha_{i,1} \cdot \pi \cdot d_{i,1}}$  on verrattaen niin paljon pienempi kuin muut lämmönvastukset, että se voidaan jättää huomiotta. Jos kyseessä olisi joku muu fluidi, olisi se otettava huomioon.

(Ympäristöministeriö lämmitysjärjestelmät ja lämminkäyttövesi – laskentaopas, 2011, 52)

## 2.9 Eristeen merkitys

### 2.9.1 Tietoa eristeistä

Eristeen asentaessa säteilypinta-ala kasvaa, mutta eristeet ovat niin tehokkaita, että on kannattavaa laittaa eriste.

Eristeellä on tarkoitus pienentää putken lämmönjohtavuutta, joka taas pienentää putkesta tapahtuvaa lämmönsiirtymistä ympäröivään tilaan. Hyvä eristäminen tuo

rakennukselle pitkällä aikavälillä merkittäviä säästöjä lämmityskustannuksissa. Hyvä eristys takaa sen, että käyttövesi pysyy pidempään lämpimänä ja se tulee kohteeseen saakka halutussa lämpötilassa. Huono eristys voi lisätä putkiston termisiä jännityksiä, kulumista ja korroosiota, joka kuluttaa putkistoa ja lyhentää sen käyttöikä. (Motiva, teollisuuden tekninen eristys & energiatehokkuus, 2016, 3)

Eristyksessä pitää ottaa huomioon, että se vaatii paljon tilaa. Eristyssuunnittelu kannattaa ottaa aikaisessa vaiheessa huomioon, että asennustyölle jää tarpeeksi tilaa. Kaikille osille ei ole olemassa valmista eristysosaa, tällaisia haastavia kohtia ovat liitoskohdat ja venttiilit. (Motiva, teollisuuden tekninen eristys & energiatehokkuus, 2016, 4)

### **2.9.2 Eristesarjat**

Eristesarjat ovat tapa eristää rakennuksen LVI-tekniikkaa. Eristesarjoja löytyy niin ilmanvaihtoa, kuin putkistoja varten. Eristesarjat löytyvät Parocin talotekniikan eristykset asennusoppaasta tai LVI-ohjekortista 50–10345. Eristesarjoja käyttäessä eristepaksuudet kasvavat suuriksi, joten se pitää huomioida putkiston tilantarpeena.

### 3 KYSELYTUTKIMUKSET

#### 3.1 Haastateltavat yritykset

Kartoitustyönä aiheeseen liittyen otettiin yhteyttä alan suunnitteluammattilaisiin. Ammattilaisille lähetettiin kysely sähköpostitse, jossa heiltä kysyttiin miten heidän yrityksessään tehdään kiertojohdon mitoitus. Vastauksia tuli odotettua pienempi määrä, mutta vastaukset olivat hyvin samankaltaisia, joten niistä voi päätellä, että kyseessä on yleinen käytäntö.

##### 3.1.1 Yritys 1.

Tiedonantaja yrityksestä 1. kertoi, että arvioi ensin eristystason perusteella lämpöhäviön. Käyttämällä apunaan energialaskennassa käytettyjä taulukoita ja tarkemmassa laskennassa eristevalmistajien omia laskureita esimerkiksi Paroc calculus. Hän sanoi, että nyrkkisääntö  $10 \text{ W/m}$  on hyvin toimiva kiertojohdon mitoitukseen, koska kiertojohdon lämpötila on aina samalla tasolla ja eristykset tehdään usein samalla sarjalla. Kun verkoston lämpöhäviö/m on tiedossa, lasketaan tarvittava teho kullekin verkoston kiertojohto-osuudelle.

##### 3.1.2 Yritys 2.

Tiedonantaja yrityksestä 2. kertoi, että kiertojohdon teholaskennassa oleellista on varmistaa, että palaava vesi ei pääse missään kohtaan laskemaan alle  $55 \text{ }^\circ\text{C}$ . Hän kertoi, että he käyttävät yksikössään  $10 \text{ W/m}$  nyrkkisääntöä ja ohjekorttien mukaisilla eristesarjoilla ja paksuuksilla palaava vesi jää noin  $56 \text{ }^\circ\text{C}$  tuntuun, joten silloin mitoituksessa on vielä pieni pelivara. Hän sanoi, että he käyttävät laskennassa excel-pohjaista työkalua ja jokaiselle kiertojohtopiirin venttiilille syötetään sille kuuluva teho. Hänen mukaansa silloin kun kyseessä on kohde, jossa on maassa kulkevia putkikanaaleja, tulee mitoittaminen tehdä tarkemmin osuuksille, jotka kulkevat kanaalissa. Näissä tilanteissa voi käyttää eristevalmistajien omia laskureita, tai laskea itse valmistajien antamien arvojen mukaan.

Karkea laskentatapa pätee ns. normaalissa talotekniikassa, eli esimerkiksi asuinrakentamisessa. Jos on tarve tehdä tarkempi laskenta esim. teollisuudessa, niin tällöin pitää laskea tarkemmin valitun eristepaksuuden mukaan tuotetietojen avulla.

## 4 MITOITUKSEN ANALYSOINTI

### 4.1 Paroc calculus

Analysointia tehdään käyttämällä Paroc calculus palvelua, joka on ilmainen laskin Parocin nettisivuilla. Laskimella pystyy laskemaan lämpöhäviön tasopinnoille, putkille, kanaville, pyöreille- ja suorakulmaisille säiliöille. Tässä tapauksessa keskitytään ainoastaan putkien lämpöhäviön laskemiseen. Laskimella saa valittua käytettävän putkimateriaalin lukuisista vaihtoehdoista ja eristeet Parocin omasta valikoimasta. LVK:n mitoituksessa kannattaa ottaa huomioon eristeen vaikutus järjestelmään ja eristesuunnittelu on syytä ottaa huomioon jo aikaisessa vaiheessa. Eristeen vaikutus järjestelmään on suuri ja se määrittelee hyvin pitkälti järjestelmän lämpöhäviön. Kaikissa esimerkki tilanteissa olosuhteet ovat samanlaiset, mutta eristepaksuudet ja putken ulkohalkaisijat muuttuvat. Putken sisällä virtaava vesi on 57 °C ja ympäröivän ilman lämpötila on 20 °C, sekä kannakkeet, jotka lisäävät lämpöhäviötä 15 %. Esimerkkitalanteissa pyritään pääsemään alle mitoitus nyrkkisäännön 10 W/m. Kaikissa esimerkeissä käytetään PAROC Hvac Combi AluCoat T alumiinipäällystettyä eristettä, joka päällystetään vielä PVC-muovilla. Esimerkki tilanteissa on hyvin tyypilliset kerrostalo ja asuinrakentamiseen liittyvät olosuhteet, teollisuudessa olosuhteet olisivat erilaiset ja esimerkit eivät sopisi siihen. Eri putkimateriaaleja käyttäen tulokset muuttuvat myös hieman. Tilanteissa valitaan eristepaksuus eristesarjan mukaan. Eristesarjat näkyvät löytyvät Parocin talotekniikan eristykset asennusoppaasta.

#### 4.1.1 Tilanne 1. 22 mm kupariputki

Ensimmäisessä tilanteessa tutkitaan eristeen vaikutusta kupariputkeen, jonka ulkohalkaisija on 22 mm.

Eristämättömän putken lämpöhäviöksi tulee 33,1 W/m. Kun putki eristetään 30 mm paksulla eristeellä eristesarjan 22 mukaan putken lämpöhäviöksi tulee 6,5 W/m. Putkesta tulee täten hiukan ylimitoitettu, jos sen mitoittaa 10 W/m nyrkkisäännöllä. Putkimetrien määrä on syytä tietää, kun halutaan laskea lämpöhäviö koko putken osuudelle. Otetaan esimerkiksi tilanne, jossa on yhteensä 50 metriä 22 mm kupariputkea. Silloin osuuden lämpöhäviöksi tulisi nyrkkisäännöllä mitoittaessa  $50 \text{ m} \cdot 10 \text{ W/m} = 500 \text{ W}$ , kun taas todellisella lämpöhäviöllä mitoittaessa osuuden lämpöhäviöksi tulisi  $50 \text{ m} \cdot 6,5 \text{ W/m} = 325 \text{ W}$ . Kyseessä on 35 % ero, kun vertaillaan lukuja toisiinsa. Suhdeluku kuulostaa paljolta, mutta tulokset ovat hyvin tilannekohtaisia. Kohde, jossa suurin runko on 22 mm kupariputkea voisi energiansäästön kannalta olla viisasta käyttää jotain toista mitoitusperustetta.

ERISTEEN VALINTA

+ LISÄÄ ERISTEKERROS

PAROC Hvac Combi AluCoat T 30 mm

23.8 °C

22.00 mm

82 mm

Ei eristettä

Päällyste  
PVC-muovi

Emissiivisyys  
0,4

PAROC Tuotetiedot

Kannakointi

Vaikutus lämpöhäviöön  
15 %

Sisällä Ulkona

TULOKSET

Tulokset putkelle

Lämpöhäviö	6.5 W/m
Lämpöhäviö eristämättömänä	33.1 W/m
Pintalämpötila	23.8 °C
Pintalämpötila eristämättömänä	57.0 °C
Kastepiste	9.3 °C
Eristeen nimellispaino	0.4 kg/m

KUVA 4. Paroc calculuksen laskema eristetyn 22 mm putken lämpöhäviö W/m 30 mm eristepaksuudella

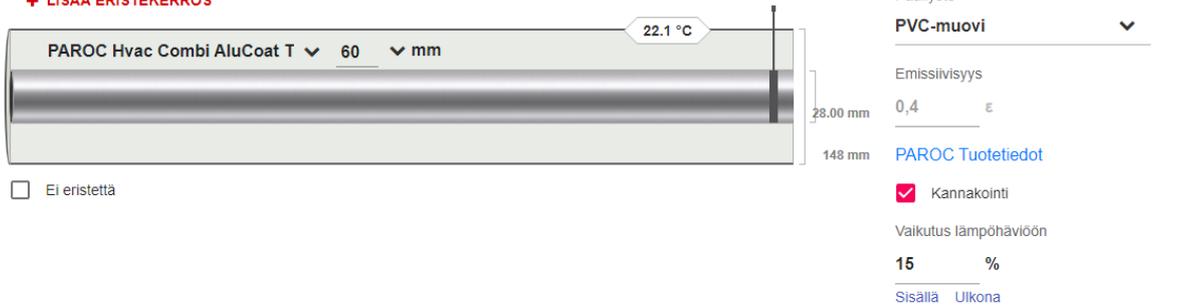
### 4.1.2 Tilanne 3. 28 mm kupariputki

Toisessa tilanteessa tutkitaan eristeen vaikutusta kupariputkeen, jonka ulkohalkaisija on 28 mm. Putkeen on valittava 60 mm eristepaksuus eristesarjan 25 mukaan.

Eristämättömän putken lämpöhäviöksi tulee 40,5 W/m. Kun putki eristetään 60 mm eristepaksuudella putken lämpöhäviöksi tulee 5,4 W/m. Putkeen jää reilusti pelivaraa 10 W/m nyrkkisäännöllä, joka on toisaalta hyvä. Näin varmistetaan, että palaavan veden lämpötila ei pääse laskemaan liian paljon.

ERISTEEN VALINTA

+ LISÄÄ ERISTEKERROS



PAROC Hvac Combi AluCoat T 60 mm

22.1 °C

28.00 mm

148 mm

Ei eristettä

Päällyste  
**PVC-muovi**

Emissiivisyys  
0,4 ε

[PAROC Tuotetiedot](#)

Kannakointi

Vaikutus lämpöhäviöön  
**15** %

Sisällä Ulkona

TULOKSET

Tulokset putkelle

Lämpöhäviö	5.4 W/m
Lämpöhäviö eristämättömänä	40.5 W/m
Pintalämpötila	22.1 °C
Pintalämpötila eristämättömänä	57.0 °C
Kastepiste	9.3 °C
Eristeen nimellispaino	1.4 kg/m

KUVA 5. Paroc calculuksen laskema eristetyn 28 mm putken lämpöhäviö W/m 60 mm eristepaksuudella

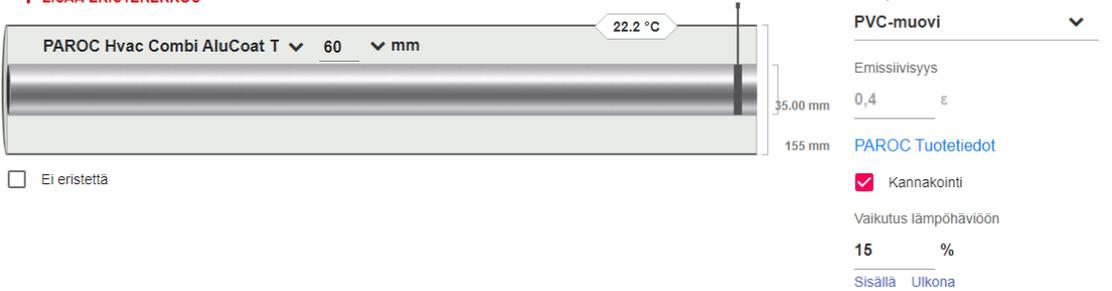
### 4.1.3 Tilanne 3. 35 mm kupariputki

Kolmannessa tilanteessa tutkitaan eristeen vaikutusta kupariputkeen, jonka ulkohalkaisija on 35 mm. Putkeen on valittava 60 mm paksuinen eriste eristesarjan 25 mukaan.

Eristämättömän putken lämpöhäviö on 48,8 W/m. Kun putki eristetään 60 mm eristeellä putken lämpöhäviöksi tulee 6,0 W/m. Putkeen jää edelleen reilusti peilivaraa 10 W/m nyrkkisääntöön. Olosuhteiden muuttuessa on laskennat luonnollisesti tehtävä uudestaan.

ERISTEEN VALINTA

+ LISÄÄ ERISTEKERROS



PAROC Hvac Combi AluCoat T 60 mm

22.2 °C

35.00 mm

155 mm

Ei eristettä

Päällyste  
PVC-muovi

Emissiivisyys  
0,4 ε

[PAROC Tuotetiedot](#)

Kannakointi

Vaikutus lämpöhäviöön  
15 %

[Sisällä](#) [Ulkona](#)

---

TULOKSET

Tulokset putkelle

Lämpöhäviö	6.0 W/m
Lämpöhäviö eristämättömänä	48.8 W/m
Pintalämpötila	22.2 °C
Pintalämpötila eristämättömänä	57.0 °C
Kastepiste	9.3 °C
Eristeen nimellispaino	1.5 kg/m

KUVA 6. Paroc calculuksen laskema eristetyn 35 mm putken lämpöhäviö W/m 60 mm eristepaksuudella

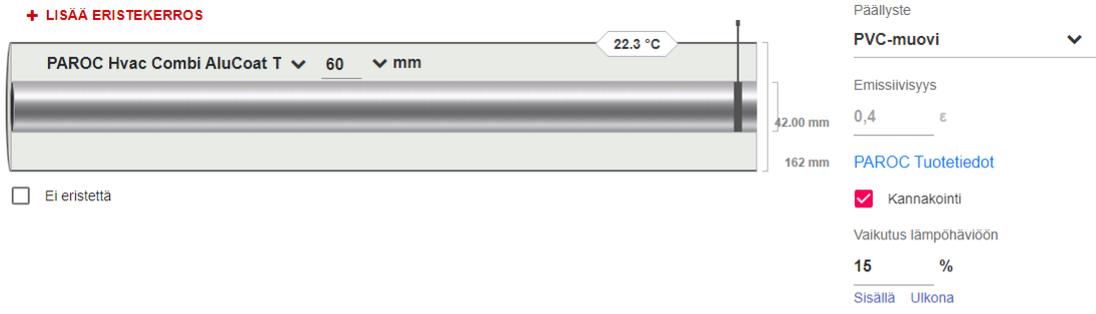
#### 4.1.4 Tilanne 4. 42 mm kupariputki

Neljännessä tilanteessa tutkitaan eristeen vaikutusta kupariputkeen, jonka ulkohalkaisija on 42 mm. Putkeen on valittava 60 mm paksuinen eriste eristesarjan 25 mukaan.

Eristämättömän putken lämpöhäviö olisi 57,0 W/m. Kun putki eristetään 60 mm eristeellä eristesarjan 25 mukaan putken lämpöhäviöksi tulee 6,6 W/m. Putkeen jää reilu pelivara 10 W/m nyrkkisääntöön.

ERISTEEN VALINTA

+ LISÄÄ ERISTEKERROS



PAROC Hvac Combi AluCoat T 60 mm

22.3 °C

42.00 mm

162 mm

Ei eristettä

Päällyste  
PVC-muovi

Emissiivisyys  
0,4 ε

[PAROC Tuotetiedot](#)

Kannakointi

Vaikutus lämpöhäviöön  
15 %

[Sisällä](#) [Ulkona](#)

---

TULOKSET

Tulokset putkelle

Lämpöhäviö	6.6 W/m
Lämpöhäviö eristämättömänä	57.0 W/m
Pintalämpötila	22.3 °C
Pintalämpötila eristämättömänä	57.0 °C
Kastepiste	9.3 °C
Eristeen nimellispaino	1.6 kg/m

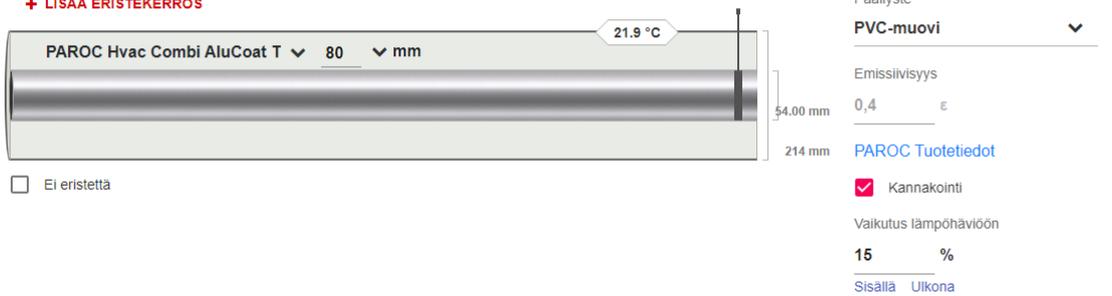
KUVA 7. Paroc calculuksen laskema eristetyn 42 mm putken lämpöhäviö W/m 60 mm eristepaksuudella

#### 4.1.5 Tilanne 5. 54 mm kupariputki

Tilanteessa 5 on kyseessä iso runkojohto, joka on kiertojohdon kokona jo aika harvinainen. Yleisesti kiertojohdot eivät kasva näin suurikokoisiksi, mutta on silti hyvä tarkastella, myös tällaista tilannetta. Voidaan olettaa, että tilanteessa, jossa kiertojohto on 54 mm kokoinen. Kyseessä on koulu tai vastaava suuri laitos ja putki sijaitsee suhteellisen lähellä verkoston alkupäätä ja pumppua. Tässä tilanteessa putken koko eristeen kanssa tulee kasvamaan niin suureksi, että se pitää huomioida putken sijoituksessa rakennukseen. Tilanteessa eristämättömän putken lämpöhäviö on 70,5 W/m. Kun putki eristetään 80 mm eristepaksuudella eristesarjan 25 mukaan putken lämpöhäviöksi tulee 6,6 W/m. Eristesarjojen mukaan eristäessä putkiin jää reilu pelivara nyrkkisääntöön. Nyrkkisääntö on sellainen, että jos eristepaksuudet pienennettäisiin puoleen, niin lämpöhäviöt mahtuisivat vielä 10 W/m sisään.

ERISTEEN VALINTA

+ LISÄÄ ERISTEKERROS



PAROC Hvac Combi AluCoat T 80 mm

21.9 °C

54.00 mm

214 mm

Ei eristettä

Päällyste  
PVC-muovi

Emissiivisyys  
0,4 ε

[PAROC Tuotetiedot](#)

Kannakointi

Vaikutus lämpöhäviöön  
15 %

Sisällä Ulkona

---

TULOKSET

Tulokset putkelle

Lämpöhäviö	6.6 W/m
Lämpöhäviö eristämättömänä	70.5 W/m
Pintalämpötila	21.9 °C
Pintalämpötila eristämättömänä	57.0 °C
Kastepiste	9.3 °C
Eristeen nimellispaino	2.9 kg/m

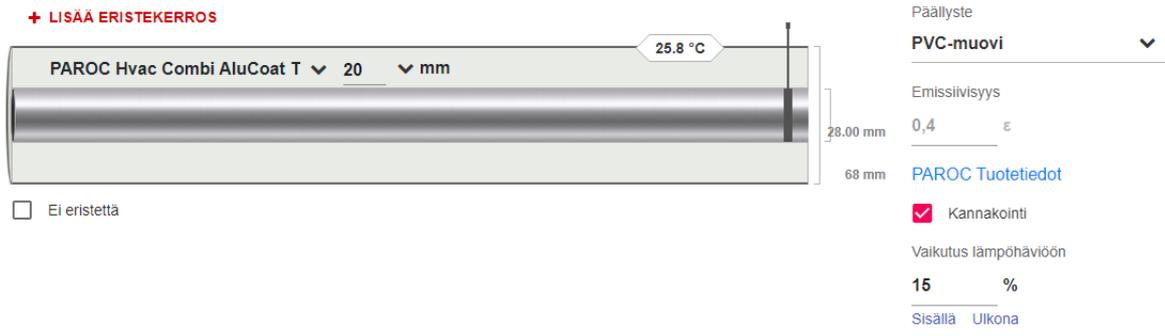
KUVA 8. Paroc calculuksen laskema eristetyn 54 mm putken lämpöhäviö W/m 80 mm eristepaksuudella

#### 4.1.6 Tuloksien käsittely

Eristesarjalla eristäessä mitoitusnyrkkisääntöön jää sen verran reilu pelivara, että järjestelmästä tulee väkisin ylimitoitettu. Eristesarjojen käyttäminen onkin suunnittelijan harkinnan varaista ja voisi olla järkevämpää suunnitella putkille eristepaksuudet nyrkkisäännön mukaan. Eristepaksuudet lähestulkoon puolittuisivat, jos eristykset tehtäisi siten, että pyritään vain pääsemään alle 10 W/m mitoitusnyrkkisäännön. Nyrkkisäännön mukaan eristämällä myös hankintakustannukset ovat pienemmät, mutta käyttökustannukset kasvavat hiukan. Nyrkkisäännön mukaan mitoittaessa tilantarve on myös huomattavasti pienempi, tilanteessa 2. olevan putken halkaisija eristeen kanssa olisi  $2 \cdot 60 \text{ mm} + 28 \text{ mm} = 148 \text{ mm}$ . Jos putki eristettäisi nyrkkisäännön mukaan, siihen riittäisi 20 mm eristepaksuus, jolloin sen halkaisijaksi eristeen kanssa tulisi  $2 \cdot 20 \text{ mm} + 28 \text{ mm} = 68 \text{ mm}$ . Se tarkoittaa, että putken halkaisija eristeen kanssa olisi alle puolet eristesarjan mukaisesta eristepaksuudesta.

ERISTEEN VALINTA

+ LISÄÄ ERISTEKERROS



PAROC Hvac Combi AluCoat T 20 mm

25.8 °C

28.00 mm

68 mm

Ei eristettä

Päällyste  
PVC-muovi

Emissiivisyys  
0,4 €

PAROC Tuotetiedot

Kannakointi

Vaikutus lämpöhäviöön  
15 %

Sisällä Ulkona

TULOKSET

Tulokset putkelle

Lämpöhäviö	9.1 W/m
Lämpöhäviö eristämättömänä	40.5 W/m
Pintalämpötila	25.8 °C
Pintalämpötila eristämättömänä	57.0 °C
Kastepiste	9.3 °C
Eristeen nimellispaino	0.3 kg/m

KUVA 9. Paroc calculuksen laskema eristetyin 28 mm putken lämpöhäviö W/m 20 mm eristepaksuudella

## 4.2 Isover TechCalc

TechCalc on Isoverin laskentaohjelma eristepaksuuksien laskentaan. Laskurista löytyy ilmainen versio Isoverin nettisivuilta ja maksullinen versio, joka on tarkoitettu ammattilaisten käyttöön. Laskurilla on mahdollista laskea eristepaksuuksia erilaisille muodoille muun muassa putkille, kanaville, seinille, kuvuille, sylintereille ja kuutioille. Ensimmäisen käyttökokemuksen mukaan laskuri on hiukan hankalampi käyttää, kuin Paroc Calculus. Asiat alkavat kyllä löytymään ohjelmasta, kun sitä hetken käyttää. Kaikissa TechCalc laskuissa on käytetty nesteenä 57 °C vettä ja ympäröivänä ilmastona on 20 °C ilma. Laskuissa on käytetty eristeenä Isoverin Protect Pipe Section BSR 90 Alu2 eristettä, joka on putkille tarkoitettu alumiinipäällysteinen eriste. Laskurissa on yhtenä laskentaperusteena vähimmäiseristepaksuus 10 W/m lämpöhäviön mukaan. Laskurista saa myös lopussa tarkemman raportin ulos, jos haluaa tarkastella laskutoimituksia ja laskennan perusteita. Laskurista löytyi sellainen huono puoli, että siitä ei saa pois päältä asetusta, joka laskee vähimmäiseristyspaksuuden. Tämä haittaa siksi, että laskuri ei näytä todellista lämpöhäviötä olemassa olevilla eristeillä, vaan laskuri ilmoittaa lämpöhäviön vähimmäiseristepaksuuden perusteella. Esimerkiksi tilanteessa 1. laskuri ilmoittaa vähimmäiseristepaksuuden olevan 12 mm. Kun putkeen valitaan eristesarjan 22. mukaan eriste eristepaksuus on 30 mm. Laskurin ilmoittama lämpöhäviö on kuitenkin laskettu vähimmäiseristepaksuuden 12 mm mukaan.

#### 4.2.1 Tilanne 1. 22 mm kupariputki

Tilanteessa on 22 mm kupariputki, joka tulee eristää niin, että sen lämpöhäviö jää alle 10 W/m nyrkkisäännön. Putkeen lisätään ensin 30 mm paksuinen eriste, jota lähdetään tarvittaessa kasvattamaan. Kuvasta näkyy, että vähimmäiseristepaksuus on 12 mm, kun mitoitusperusteena on 10 W/m lämpöhäviö. Valitaan eristesarjan 22 mukaan putkelle 30 mm paksuinen eriste.

VALINTA

Putki Osa Nr.1

Osa < 1 / 1 >    < Versio 1 / 1 >  
Menetelmä < [Vähimmäiseristepaksuus](#) >

Näytä eristysversiot:

V.0 (Eristämätön)

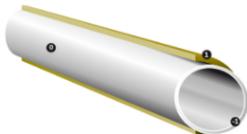
V.1 (Versio 1)

Säästö

Vertaa versioita:

Eristämätön
V.1

Putki Osa Nr.1



T-sisällä: 57.00 °C    T-ympäriövä: 20.00 °C

Enimmäislämpövirtaus-pinta: 32.77 °C / 10 W/m

Pituus: 1 m    Halkaisija: 22 mm

Eristämätön ala: 0.069 m<sup>2</sup>

Eristetty ala: 0.145 m<sup>2</sup>

he-arvo: 5.41 W/(m<sup>2</sup>K)

hi-arvo: ∞ W/(m<sup>2</sup>K)

Suuntaus: Vaakasuuntaan sisätilassa

Osaraportti
Täysi raportti
Tekstiraportti

▲ Tulosten yhteenveto

	Eristämätön	Versio 1	Säästö
Lämpöhäviö	34.51 W/m	9.98 W/m	24.53 W/m
Lämpöhäviö (Eristetty ala)	500.15 W/m <sup>2</sup>	68.85 W/m <sup>2</sup>	431.31 W/m <sup>2</sup>
Kokonaislämpöhäviö	34.51 W	9.98 W	24.53 W
T-pinta	56.98 °C	32.77 °C	
Vähimmäiseristepaksuus (Total)		12 mm	

▼ Eristys

▼ Väliaine

▼ Ilmasto

▼ Lämpösilta

▼ Talous

▼ Vastuuvapaus

KUVA 10. TechCalcIn laskemat lämpöhäviöt 22 mm kupariputkelle

## 4.2.2 Tilanne 2. 28 mm kupariputki

Tilanteessa on 28 mm kupariputki, joka tulee eristää siten, että putkijohdon lämpöhäviö jää alle 10 W/m mitoitus nyrkkisäännön. Putkeen lisätään eristesarjan mukaan 60 mm paksuinen eriste, joka on selkeästi riittävä. Laskurin mukaan 10 W/m nyrkkisäännöllä minimieristepaksuus olisi 18 mm. Tilanteesta ei saa lämpöhäviötä tietoon, mutta pelivaraa jää reilusti.

VALINTA

Putki Osa Nr.1

Osa < 1 / 1 >      < Versio 1 / 1 >  
 Menetelmä < [Vähimmäiseristepaksuus](#) >

Näytä eristysversiot:

V.0 (Eristämätön)

V.1 (Versio 1)

Säästö

Vertaa versioita:

Eristämätön
V.1

Putki Osa Nr.1



T-sisällä: 57.00 °C    T-ympäroiva: 20.00 °C

Enimmäislämpövirtaus-pinta: 30.26 °C / 10 W/m

Pituus: 1 m            Halkaisija: 28 mm

Eristämätön ala:        0.088 m²

Eristetty ala:            0.201 m²

he-arvo: 4.75 W/(m²K)

hi-arvo: ∞ W/(m²K)

Suuntaus: Vaakasuuntaan sisätilassa

Osaraportti
Täysi raportti
Tekstiraportti

Tulosten yhteenveto

	Eristämätön	Versio 1	Säästö
Lämpöhäviö	42.40 W/m	9.80 W/m	32.60 W/m
Lämpöhäviö (Eristetty ala)	481.80 W/m²	48.75 W/m²	433.05 W/m²
Kokonaislämpöhäviö	42.40 W	9.80 W	32.60 W
T-pinta	56.98 °C	30.26 °C	
Vähimmäiseristepaksuus (Total)	18 mm		

- ▼ Eristys
- ▼ Väliaine
- ▼ Ilmasto
- ▼ Lämpösiila
- ▼ Talous
- ▼ Vastuuvapaus

KUVA 11. TechCalcIn laskemat lämpöhäviöt 28 mm kupariputkelle

### 4.2.3 Tilanne 3. 35 mm kupariputki

Tilanteessa käytetään 35 mm kupariputkea, joka on tarkoitus eristää siten, että sen lämpöhäviö jää alle 10 W/m mitoitus nyrkkisäännön. Putkeen lisätään eristesarjan 25 mukaan 60 mm paksuinen eriste. Kuvasta nähdään, että vähimmäiseristepaksuus 10 W/m nyrkkisäännön mukaan olisi 24 mm. Tilanteessa on yli kaksinkertainen eristepaksuus, kun mikä olisi vähimmäiseristepaksuus 10 W/m nyrkkisäännön mukaan.

VALINTA

Putki Osa Nr.1

Osa < 1 / 1 >      < Versio 1 / 1 >  
 Menetelmä < Vähimmäiseristepaksuus >

Näytä eristysversiot:

V.0 (Eristämätön)

V.1 (Versio 1)

Säästö

Vertaa versioita:

Eristämätön
V.1

Putki Osa Nr.1



T-sisällä: 57.00 °C    T-ympäristö: 20.00 °C  
 Enimmäislämpövirtaus: 28.79 °C  
 10 W/m

Pituus: 1 m            Halkaisija: 35 mm  
 Eristämätön ala:      0.11 m<sup>2</sup>  
 Eristetty ala:         0.261 m<sup>2</sup>  
 he-arvo: 4.31 W/(m<sup>2</sup>K)  
 hi-arvo: ∞ W/(m<sup>2</sup>K)  
 Suuntaus: Vaakasuuntaan sisätilassa

Osaraportti
Täysi raportti
Tekstiraportti

Tulosten yhteenveto

	Eristämätön	Versio 1	Säästö
Lämpöhäviö	51.33 W/m	9.88 W/m	41.46 W/m
Lämpöhäviö (Eristetty ala)	466.68 W/m <sup>2</sup>	37.85 W/m <sup>2</sup>	428.83 W/m <sup>2</sup>
Kokonaislämpöhäviö	51.33 W	9.88 W	41.46 W
T-pinta	56.98 °C	28.79 °C	
Vähimmäiseristepaksuus (Total)		24 mm	

- ▼ Eristys
- ▼ Väliaine
- ▼ Ilmasto
- ▼ Lämpösilta
- ▼ Talous
- ▼ Vastuuvapaus

KUVA 12. Tech Calcin laskemat lämpöhäviöt 35 mm kupariputkelle

#### 4.2.4 Tilanne 4. 42 mm kupariputki

Tilanteessa käytössä on 42 mm kupariputki, joka tulee eristää siten, että sen lämmönhäviö on alle 10 W/m. Putkeen valitaan 60 mm eristepaksuus eristesarjan 25 mukaan.

VALINTA

Putki Osa Nr.1

Osa < 1 / 1 >    < Versio 1 / 1 >  
Menetelmä < [Vähimmäiseristepaksuus](#) >

Näytä eristysversiot:

V.0 (Eristämätön)

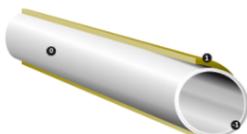
V.1 (Versio 1)

Säästö

Vertaa versioita:

Eristämätön
V.1

Putki Osa Nr.1



T-sisällä: 57.00 °C    T-ympäroiva: 20.00 °C  
Enimmäislämpövirtaus-pinta: 27.78 °C  
10 W/m

Pituus: 1 m    Halkaisija: 42 mm  
Eristämätön ala: 0.132 m<sup>2</sup>  
Eristetty ala: 0.32 m<sup>2</sup>  
he-arvo: 3.99 W/(m<sup>2</sup>K)  
hi-arvo: ∞ W/(m<sup>2</sup>K)  
Suuntaus: Vaakasuuntaan sisätilassa

Osaraportti
Täysi raportti
Tekstiraportti

Tulosten yhteenveto

	Eristämätön	Versio 1	Säästö
Lämpöhäviö	60.05 W/m	9.95 W/m	50.10 W/m
Lämpöhäviö (Eristetty ala)	454.94 W/m <sup>2</sup>	31.08 W/m <sup>2</sup>	423.85 W/m <sup>2</sup>
Kokonaislämpöhäviö	60.05 W	9.95 W	50.10 W
T-pinta	56.98 °C	27.78 °C	
Vähimmäiseristepaksuus (Total)		30 mm	

- ▼ Eristys
- ▼ Väliaine
- ▼ Ilmasto
- ▼ Lämpösiila
- ▼ Talous
- ▼ Vastuuvapaus

KUVA 13. TechCalcin laskemat lämpöhäviöt 42 mm kupariputkelle

Tilanteessa 4. laskurin laskema vähimmäiseristepaksuus on 30 mm, joka tarkoittaa, että eristesarjan mukainen 60 mm paksuinen eriste on kaksi kertaa paksumpi. Mitoitukseen jää aina reilu pelivara, kun eristetään eristesarjojen mukaan.

#### 4.2.5 Tulosten käsittely

TechCalcia käyttäessä ei saa tietoon mikä olisi eristesarjalla eristäessä putken todellinen lämpöhäviö. TechCalc ei ole siis tarpeellinen työkalu, jos haluaa eristää eristesarjalla. TechCalcia voi käyttää tilanteissa, jossa suunnittelija haluaa mitoittaa putkistoon eristyksen esimerkiksi maksimi lämpöhäviön ja maksimi pintalämpötilan mukaan. TechCalc ilmoittaa aina eristepaksuutta laskiessa vähimmäiseristepaksuuden suunnittelijan määäämien parametrien mukaan. Laskin on siinä mielessä helppokäyttöinen, että jos se ilmoittaa vähimmäiseristepaksuuden olevan esim. 17 mm, niin valitaan vaan Isoverin omasta valikoi-  
masta seuraava eristepaksuus, joka olisi 20 mm tässä tilanteessa.

## 5 POHDINTA

Työn tarkoitus ei välttämättä ihan täysin toteutunut, mutta mitoitusperuste selveni työn mukana itselleni hyvin. Laskentaperusteet LVK:n mitoittamiseen ovat todella monimutkaiset, mutta mitoittamisesta voi tehdä hyvin helppoa, kun ei ajattele asiaa niin monimutkaisesti. Alan yrityksiltä tulleet vastaukset olivat hyvin samanlaisia, joten voidaan olettaa, että nyrkkisäännön käyttäminen LVK mitoittamisessa on yleinen käytäntö. Lopputuloksena työssä voidaan todeta, että nyrkkisäännöllä mitoittaminen on helppo ja järkevä tapa LVK:n mitoittamiseen. Eristesarjojen mukaan eristäessä putken lämpöhäviö jää aina alle 10 W/m. Vaihtaisi siltä, että putkiston todellinen lämpöhäviö eristesarjalla eristäessä olisi jotain 6–6,5 W/m tuntumaan. Eli mitoitusnyrkkisäännöllä tehdessä varmistutaan, että veden lämpötila ei pääse missään putkiston osassa laskemaan alle 55 °C, koska todellisen lämpöhäviön ja nyrkkisäännön välillä on sen verran suuri pelivara. Netistä löytyvät eristevalmistajien omat laskurit toimivat varsin hyvin eristeiden valintaan. Ne ovat käytännöllisiä tapauksissa, joissa suunnittelija haluaa tehdä itse eristesuunnittelun ja tarkastella putkiston lämpöhäviötä tarkemmin. Yksi kysymys, jota olen miettinyt työtä tehdessä. Miksi lämpöhäviötä ei voi esimerkiksi puolittaa ja näin lämmitykseen kuluva energia? Mutta toisaalta onko kyseessä kuitenkin hukkalämpöä, kun LVK-putket säteilevät lämmön kuitenkin tilaan, jota pitää lämmittää. Kesällä kyseessä on täysin hukkaan menevää energiaa, kun putket lämmittävät huonetilaa ja tilaa pitää samalla viilentää. Talvella kiertoverkoston voi ajatella suurena lämmönluovuttimena, joka lämmittää vaan väärässä paikassa. Huonona puolena kiertojohdon sijainnissa on se, että putket kulkevat usein alas lasketun katon sisällä ja lämpö säteilee silloin väärään paikkaan, mutta kyllä se silti vähentää muissa lämmityskustannuksissa jonkin verran. Joten lämpöhäviö kiertojohdossa ei talvella ole täysin turhaa lämpöä.

Olosuhteet on otettava huomioon käyttövesiverkostoa suunniteltaessa. Veden laatu on asia joka vaikuttaa suoraan putkimateriaalin valintaan. Kupari on tänä päivänäkin hyvä vaihtoehto, kunhan olosuhteet sen sallivat. Liian pehmeät, happamat ja sulfaattipitoiset vedet sekä korkeat rauta-, alumiini- ja mangaanipitoisuudet voivat aiheuttaa pistekorrosioriskin syntymistä lämpimän käyttöveden

putkistoissa. Pistekorrosiot ovat kiertojohto verkoston suurin ongelma kupari-putkissa, joten on hyvä varmistaa, että olosuhteet ovat sopivat, mikäli käytetään kupariputkea.

## LÄHTEET

Albury, A. Ph.D, Soothsoft. Why thermal conductivity matters. n.d. Viitattu 1.4.2022

<https://soothsoft.com/technology/thermal-conductivity-matters/>

Burke, S., Ekström, T., Kalamees, T., Kurnitski, J., Maljanovski, C., von Seth, J. & Wiktorsson, M. 2020. Mapping of domestic hot water circulation losses in buildings – Preliminary Results from 134 Measurements

Isover TechCalc 2.0. 2022. Thermal calculation software.

<https://www.isover-technical-insulation.com/techcalc-20-thermal-calculation-software>

Lampinen, M. 2010. Termodynamiikan perusteet. Helsinki: Otatieto

Motiva. 2016. Teollisuuden tekninen eristys & energiatehokkuus, luettu 3.5.2022

[https://www.motiva.fi/ajankohtaista/julkaisut/kaikki\\_julkaisut/teollisuuden\\_tekninen\\_eristys\\_amp\\_energiatehokkuus.9236.shtml](https://www.motiva.fi/ajankohtaista/julkaisut/kaikki_julkaisut/teollisuuden_tekninen_eristys_amp_energiatehokkuus.9236.shtml)

Paroc. 2019. Talotekniikan eristykset asennusopas. Luettu 3.5.2022

<https://www.paroc.fi/dokumentit-ja-tyokalut/esitteet>

Paroc Group. Paroc Calculus 2022.

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

Rakennaoikein. 2016. Käyttöveden laatu ja putkimateriaalit. Viitattu 3.5.2022

<https://www.rakennaoikein.fi/kayttoveden-laatu-ja-putkimateriaalit-101157/uutiset.html>

Rakennusten vesijohdot ja viemärit. Suomen kunnallisteknillisen yhdistyksen julkaisuja N:o 7. Helsinki 1975. S. 203–207

Rakennustietoväylä. 2002. LVI 50-10345. Taloteknisten eristysten mitoitus ja käyttö. Luettu 3.5.2022. Vaatii käyttöoikeuden.

<https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/LVI%2050-10345>

Rakennustietoväylä. TalotekniikkaRYL 2021/1. 21.20.0.3 Veden laatu. Luettu 3.5.2022. Vaatii käyttöoikeuden.

<https://www.rakennustieto.fi/palvelut/tietoa-rakentamiseen/ryl/talotekniikkaryl>

Suomen rakentamismääräyskokoelma, vesilaitteiston mitoitusohjeet D1, 1987, 7

Suomen rakentamismääräyskokoelma, vesilaitteiston mitoitusohjeet D1, 2007, 43

Talotekniikkainfo. 2019. Käyttöveden lämpötila ja laatu. Opastava teksti. Viitattu 24.2.2022

<https://talotekniikkainfo.fi/esimerkit/kayttoveden-lampotila-ja-laatu>

Talotekniikkainfo. 2021. Lämpimän käyttöveden kiertojohto. Opastava teksti. Viitattu 1.4.2022

<https://talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/8-lampiman-kayttoven-kiertojohto>

Talotekniikkainfo. 2021. Veden lämpötila. Opastava teksti. Viitattu 21.4.2022

<https://talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/6-veden-lampotila>

Ympäristöministeriö lämmitysjärjestelmät ja lämminkäyttövesi – laskentaopas. 2011. Luettu 23.3.2022

[Ympäristöministeriö laskentaopas](#)

Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemälaitteistoista. 2017. Luettu 16.5.2022

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171047#Pidm45949344586432>