



# Kupariputket nestekiertoisessa jäähdytyksessä

## Erilaiset kiertopiirit

Rakennuksen keskitetty jäähdytysjärjestelmä voidaan rakentaa usealla eri tavalla. Yleisesti käytetty ratkaisu on valita rakennukseen joko jäähdytyspalkkijärjestelmä tai puhallinkonvektorijäähdytys. Näitä järjestelmiä käytetään mm toimisto- liike- ja hotellirakentamisessa.

Jäähdytyspalkkijärjestelmät toteutetaan aina välillisenä jäähdytyksenä nestekiertoisen putkiston avulla. Puhallinkonvektorijärjestelmä voi olla myös nestekiertoinen, samoin tuloilmakojeen jäähdytys voidaan toteuttaa nestekierrolla.

Kaikkiin näihin sovellutuksiin kupari sopii erinomaisesti. Asennukseen käytetään standardin SFS-EN 1057 mukaisia pinnoittamattomia kupariputkia tai pinnoitettuja kieppiputkia.

## Kuparin ominaisuudet

Nestekiertoisissa järjestelmissä, joissa on suljettu kierto, korostuvat kuparin hyvät ominaisuudet.

- Metallina kupari on lujaa.
- Putkistot kannattavat itsensä ja tarvittavat komponentit normaaleilla metalliputkilla käytettävillä kannakeväleillä.
- Kuparin rakenne pysyy muuttumattomana eli materiaalissa ei tapahdu vanhenemista.
- Kupariputkilla on suljetuissa jäähdytysjärjestelmissä rajaton käyttöikä.
- Kupariputkien asennus- ja liitostekniikka tukee sen käyttöä näissä putkistoissa.
- Liekittömät liitosmenetelmät ovat paloturvallisia ja nopeuttavat asennustyötä.

- Asennukset on mahdollista tehdä hankaliin ja pieniin asennustiloihin. Kupari ei ruostu, vaikka sattuisikin tilanteita, joissa putkien ulkopinta kondensoituu.
- Nesleiden virtausominaisuudet kupari putkissa ovat hyvät ja suljetuissa jäähdytyspiireissä voidaan käyttää korkeitakin virtausnopeuksia.

## Kupariputkiston mitoitus:

Jäähdytysvesijärjestelmänä toimii suljettu kiertopiiri, jossa kupariputkistossa kiertävä lämmönsiirtoneste voi olla vesi-/glykoliseos, lämmönsiirtoneste (\* tai pelkkä vesi. Vesikiertoisille järjestelmille ja kupariputkistoille soveltuvat hyvin käytettäväksi seuraavat mitoitusarvot:

Suurin painehäviö 150 Pa/m tai suurin virtausnopeus 1,0 m/s.

Suljetuissa putkistojärjestelmissä, joissa ei ole vapaata happea, ei eroosiota esiinny korkeillakaan virtausnopeuksilla. Mitoituskriteerinä ei siten ole maksimi virtausnopeus vaan verkoston painehäviö/pumppauskustannukset ja niiden kautta optimaalinen putkistomitoitus.

Mikäli jäähdytysverkostossa käytetään vesi-glykoli seoksia tulee putkien täyttyä kokonaan. Samoin mahdollisen tyhjennyksen yhteydessä putkisto on tyhjennettävä kokonaan ja huuhdeltava puhtalle vedellä hyvin.

\*) Vesi-glykoli- ja lämmönsiirtonestejärjestelmien lämpötilat ja käyttöolosuhteet saattavat poiketa tavanomaisista, joten niiden mitoituskriteerit tulee harkita tarvittaessa tapauskohtaisesti.

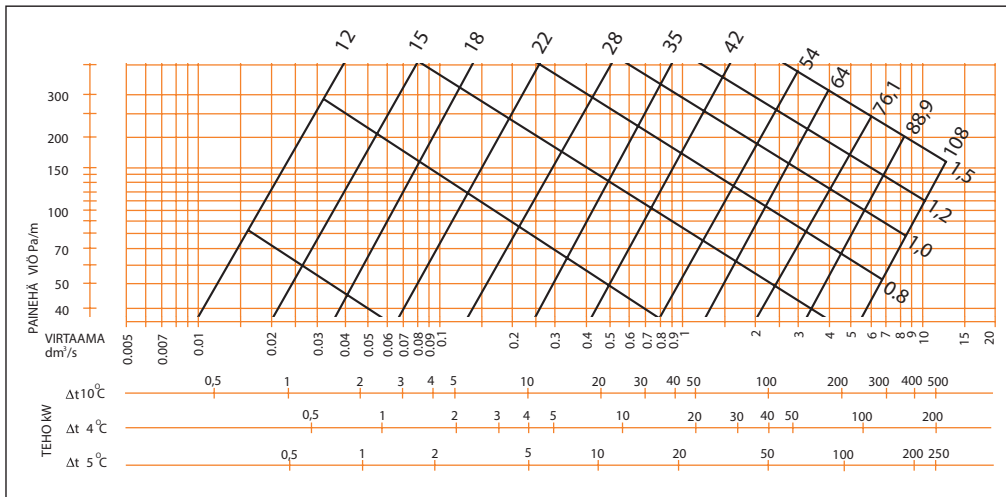
## Kupariset jäähdytysputket, mitoitus taulukko

Kuparisten jäähdytysputkistojen mitoitus taulukko putkiston alustavaan mitoitukseen. Jäähdytysteho, W.

Ulkohalkaisija, Δt, °C	mm	12x1.0	15x1.0	18x1.0	22x1.0	28x1.2	35x1.5	42x1.5	54x1.50	64x2	76,1x2	88,9x2	108x2
4		320	620	1 170	2 200	4 200	7 440	12 200	25 000	38 000	60 000	100 000	160 000
5		400	790	1 470	2 750	5 230	9 300	15 300	31 300	48 000	75 000	120 000	210 000
6		470	940	1 760	3 300	5 300	11 100	18 300	37 600	57 000	90 000	150 000	250 000
10		790	1 570	2 930	5 500	10 500	18 600	30 600	62 700	96 000	150 000	250 000	420 000
15		1180	2 350	4 400	8 200	15 700	27 900	45 900	94 000	140 000	220 000	370 000	630 000
v=m/s		0.23	0.30	0.35	0.40	0.45	0.54	0,62	0.78	0.81	0.94	1,1	1,2

Koska taulukko on tarkoitettu putkiston alustavaan mitoitukseen, painehäviörajaksi on otettu max 110 Pa/m. Tällöin koko putkiston keskimääräinen painehäviö on 75 Pa/m.

Virtausnopeudet ovat pienemmillä putkimitoilla selvästi alle 1,0 m/s



Taulukossa 2 on esitetty painehäviödiagrammi, josta saadaan painehäviöt (Pa/m) lasketuiksi valitulla putkikoolla.

### Jäähdytysvesiverkoston pumpun mitoittaminen

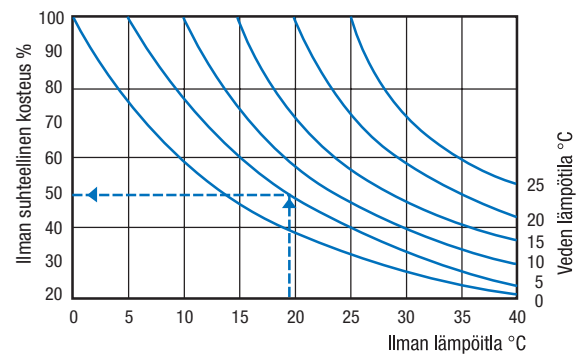
Jäähdytysvesiverkoston pumppu mitoitetaan tarvittavaa jäähdytystehoa vastaavalle mitoitusvirtaamalle ja vaadittavalle nostokorkeudelle. Kokonaistehoja laskettaessa huomioidaan putkistojen jäähdytysveden lämpeneminen ja lämmönsiirtymisen hyötysuhteet.

Isompien jäähdytysvesijärjestelmien mitoituksessa on syytä optimoida investointi- ja käyttökustannukset, tämä yleensä johtaa siihen, että eri putkikokoja vastaavia maksimikylmätehoja joudutaan lopullisessa mitoituksessa pienentämään verrattuna tässä kortissa esitettyihin alustavan mitoituksen antamiin arvoihin.

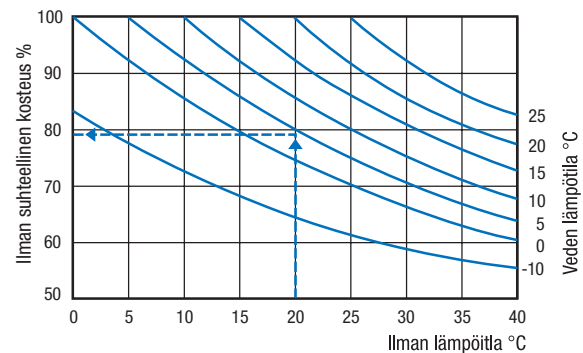
Erityisesti isommissa järjestelmissä pumpun tulisi olla tajuusmuuttajatoimintoon perustuva, tällöin järjestelmän säätö jäähdytystarpeen muuttuessa helpottuu ja myös käyttökustannukset laskevat.

### Kosteuden tiivistyminen ja jäähdytysvesiverkoston kylmäeristykset

Jäähdytysvesiverkoston veden lämpötila on alhaisempi kuin ympäröivän ilman lämpötila. Tästä lämpötilaerosta aiheutuu mahdollisuus kosteuden tiivistymiseen. Kuvissa 3 ja 4 on esitetty tekijöiden keskinäinen riippuvuus kosteuden tiivistymiselle ja pinnoitetuille kupariputkille.



Kuva 3. Kosteuden tiivistyminen muovipinnoitetulla kupariputkella. Esim: Ympäröivän ilman lämpötila on +20°C ja kylmän veden lämpötila +5°C. Tiivistymistä ei tapahdu, jos ympäröivän ilman suhteellinen kosteus on alle 50%



Kuva 4. Kosteuden tiivistyminen valmiiksi eristetyllä kupariputkella

[www.kupari.com](http://www.kupari.com)

**Cu** Scandinavian Copper Development Association

Pia Voutilainen | tel. +358 (0)40 5900 494  
[www.copperalliance.eu/fi](http://www.copperalliance.eu/fi)  
[pia.voutilainen@copperalliance.se](mailto:pia.voutilainen@copperalliance.se)