



# **Lämmönjakokeskuksen lämmönsiirrinten tukkeutumisen syiden selvittäminen**

Loppuraportti

Veli-Matti Mäkelä

Jesse Kaski

Oulun seudun ammattikorkeakoulu

23.9.2011

## SISÄLLYSLUETTELO

Summary .....	3
1. Taustaa.....	4
2. Tutkimuksen toteutus.....	4
3. Tutkimuksen tuloksista.....	6
State of Art osio.....	6
Kyselytutkimus ja tulosten koonti.....	7
Tulosten analyysi ja yhteiset tekijät .....	7
4. Yhteenveto.....	9

## SUMMARY

In Finland contamination or clogging of heat exchangers in district heating sub stations has not been a problem. But in recent times there has occurred cases in which heat exchangers, which have been in use only few years, have clogged. The purpose of this study was to chart, how usual it is that heat exchangers in sub stations clog, or if there occurs other limitations in heat transmission, and find out the connecting threads of these cases and typical reasons for clogging.

As a study method was to make e-mail- and telephone-interviews for heat energy suppliers, designers and component manufacturers. Through interviews charted the scale of the problem in Finland. The main part of the interviews was done in the spring of 2011. Only few interview results were obtained and therefore results of this study are not very comprehensive.

The most common reason for problems is foreign substance in the system. This goes for primary heat exchangers as well as secondary ones. In some cases occurs mounting faults for example in lines which connect buildings to the main district heating line. Faults in commissioning of the pipeline and installation work can cause many problems, especially if the pipeline flushing has been neglected.

The problem of foreign material in secondary side seems in some cases relate to inhibitors and chemicals used in heating water. None individual inhibitor or chemical was named or individualized. Problems occurred as well in new systems as old ones. On the ground of this study can discover that using or chancing of inhibitors must be carefully considered especially in old heating networks.

One reason for the limitation of the heat transmission is oxygen dissolved in heating water. Heating pipes which are made of steel are in better condition than pipelines made of steel and plastic pipes and accessories. Oxygen dissolved in water causes corrosion inside steel and copper pipes. Corrosion products find their way to the heat exchanger and clog it.

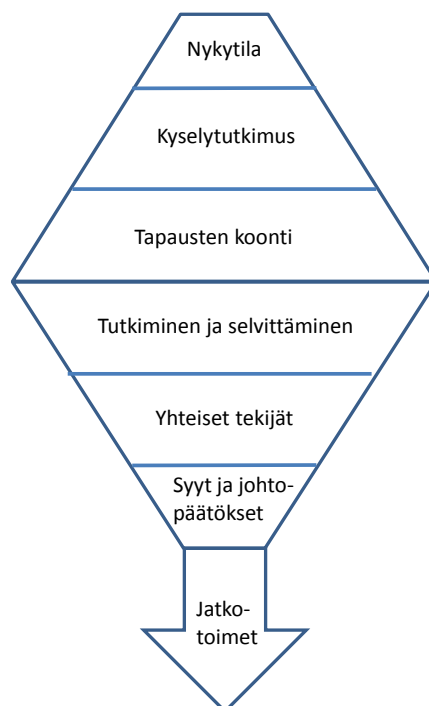
In this study was not found any references, that heat exchangers clogging have become more common in Finland. Most cases are individual and new cases will be found in future.

## 1. TAUSTAA

Suomessa ei yleensä lämmönsiirrinten likaantuminen tai tukkeutuminen ole ollut kaukolämpötoiminnassa minkäänlainen ongelma. Kuitenkin viime aikoina on tullut ilmi tapauksia, joissa jo muutaman vuoden ikäiset lämmönsiirtimet olisivat tukkeutuneet. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa, kuinka yleistä lämmönjakokeskusten lämmönsiirtimien tukkeutuminen tai muu lämmönsiirron rajoittuminen lämmönsiirtimissä on sekä selvittää näiden eri tapausten mahdolliset yhteiset selittävät tekijät tai tyypilliset syyt niiden syntymiselle.

## 2. TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

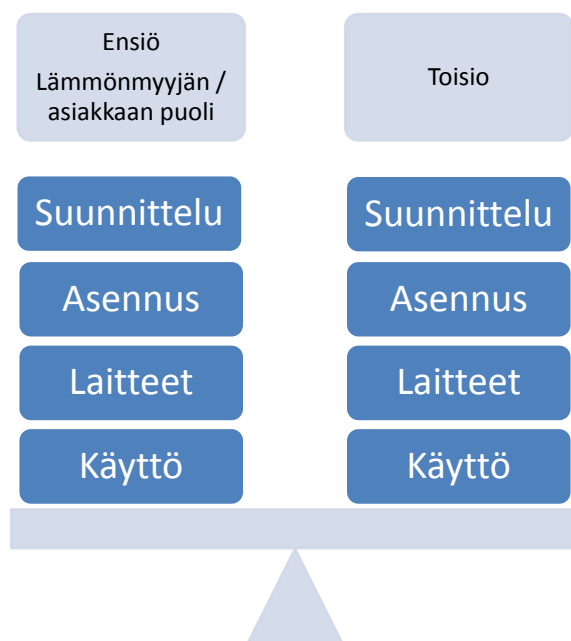
Tutkimuksessa oli tavoitteena kerätä mahdollisimman laajasti tietoa kaukolämmön lämmönjakokeskuksissa olevien lämmönsiirrinten tukkeutumistapauksista. Tiedot kerättiin niin, että lämmönjakokeskus- tai siirrinvalmistajan tietoja ei missään vaiheessa yhdistetty tutkittaviin tapauksiin. Myöskään tapausten ja mahdollisten kohteiden tietoja ei tutkimuksessa julkaista eikä niitä yhdistetty toisiinsa. Laajaa materiaalia oli tarkoitus analysoida ja ryhmitellä pienempiin kokonaisuuksiin niin että voitaisiin löytää syitä ja tehdä johtopäätöksiä asian selvittämiseksi ja korjaamiseksi. Tutkimussuunnitelman mukaiset tutkimuksen päävaiheet on esitetty seuraavassa kuvassa.



Kuva 1. Tutkimussuunnitelman mukaiset vaiheet

Nykytilaselvityksessä tavoitteena oli selvittää mikä on tilanne Ruotsissa ja onko siellä tehty aiheesta tutkimuksia. Kyselytutkimus kohdistettiin suomalaisille lämmönmyyjille ja lämmönjakokeskusten valmistajille, joiden perusteella oli tarkoitus koota yhteenveto esiintyneistä tapauksista ja valita tarkemmin analysoitavat kohteet.

Tarkemmin analysoitavista kohteista oli tarkoitus selvittää tukkeutumisepäilyt ja tapaukset. Mitkä olisivat lämmönsiirron tai virtauksen heikkenemisen syitä ja mitä mahdollisia yhteisiä syitä tai selittäviä tekijöitä tapauksille olisi. Tarvittaessa olisi ollut mahdollista tutkia tarkemmin muutama tapaus joko mekaanisesti tai tekemällä löydöksistä kemiallisia analyysyjä. Johtopäätöksissä tavoitteena oli löytää yhteisiä selittäjiä kuvan 2 mukaisesti. Tärkeimpänä jakoperusteena oli ensin tarkastella sijaitseeko tukkeuma tai lämmönsiirtoa rajoittava ongelma lämmönsiirtimen ensiö- vai toisiopuolella. Ensiöpuolella on lisäksi mahdollista rajata ongelma tai sen aiheuttaja joko lämmönmyyjän tai asiakkaan omistamiin laitteisiin.



Kuva 2. Johtopäätösten ja jaottelun perusteita

Syitä voi löytyä joko suunnittelussa, asennuksessa ja käyttöönotossa, laitteissa ja laitevalinnoissa sekä käytössä ja kunnossapidossa. Tavoitteena oli löytää eri tapauksista yhteisiä tekijöitä, joiden perusteella olisi mahdollista tehdä johtopäätöksiä jatkotoimia tai suosituksia varten.

Pääosa tutkimuksen haastatteluista ja kaikki kyselyt tehtiin tutkijana toimineen Jesse Kasken toimesta (Kasken raportti on tämän loppuraportin liitteenä). Vähäisestä tulosmäärästä johtuen haastatteluja jatkettiin vielä kesän 2011 aikana.

### 3. TUTKIMUKSEN TULOKSISTA

#### State of Art osio

Ruotsissa on jo vuosia kiinnitetty huomiota lämmönsiirrinten käytönaikaiseen likaantumiseen. Ruotsin kaukolämpöyhdistyksen suosituksen F:101 /1008 ”Fjärrvärmecentralen - Utförande och installation. Regler för utförande och drift av fjärrvärmeinstallationer i byggnader och anläggningar” mukaan Ruotsissa edellytetään lämmönsiirrinvalmistajan huomioivan erityisesti käyttövesisiirtimissä kalkkipitoisen veden vaikutuksen siirripintoihin syntyviin kerrostumiin. Varsinaisia tutkimustuloksia lämmönsiirrinten tukkeutumisesta ei juuri tullut esille.

Tyypillisinä esimerkkeinä kirjallisuudesta löytyvästä materiaalista ovat seuraavat kaksi tutkimusraporttia. Janusz Wollerstrand kuvaa väitöskirjansa ”District Heating Substations. Performance, Operation and Design<sup>1</sup>”, osassa neljä lämmönsiirtimen optimaalista mitoitusta kun huomioidaan muun muassa veden laatu, korrosio, likaantuminen ja bakteerikasvu. Työhön on kuulunut kirjallisuusselvitys sekä laboratorio- että kenttätestauksia. Tulosten perusteella on käsitelty erilaisia likaantumismekanismia ja niiden huomioimista.

Myös huomattavan teoreettisia esityksiä kuten ”Accounting for fouling in plate heat exchanger design<sup>2</sup>” jonka ovat kirjoittaneet Gogenko A.L., Anipko O.B., Arsenyeva O.P. Kapustenko P.O. Tässä julkaisussa likaantumista yksinomaan teoreettisesti laskentamalla hyödyntäen. Teoreettisia selvityksiä ja laskentamalleja siis löytyy, mutta todellisista käytännön kokemuksista ei tutkimuksia ole julkaistu.

---

<sup>1</sup>Janusz Wollerstrand, District Heating Substations. Performance, Operation and Design Design”, Dept. of Heat and Power Engineering, Lund Institute of Technology, Sweden, 1997

<sup>2</sup> <http://www.nt.ntnu.no/users/skoge/prost/proceedings/icheap8-pres07/pres07webpapers/118%20Gogenko.pdf>

## **Kyselytutkimus ja tulosten koonti**

Kyselytutkimus suoritettiin kolmessa osassa sähköpostikyselynä, puhelinhaastatteluna ja vierailukäynteinä. Pääosa haastatteluista suoritettiin puhelinhaastatteluina keväällä 2011. Täydentävät yrityskäynnit tehtiin kesällä 2011.

Haastattelutuloksia saatiin kaiken kaikkiaan hyvin vähän. Tästä johtuen tutkimussuunnitelman mukainen koonti ja materiaalin läpikäynti ei tuottanut toivottavaa tulosta. Myöskään erikseen analysoitavia esimerkiksi avattavia tai kiintoainenytytteitä ei saatu, koska tapauksia oli niin vähän ja ne oli yleensä jo hoidettu laitevalmistajan tai urakoitsijan toimesta ennen kuin niistä saatiin tietoa tutkimukseen. Esille tulleet tapaukset jaksottuivat todellisuudessa useamman vuoden ajalle eivätkä läheskään aina olleet tutkimusasetelman mukaisia muutaman viime vuoden kokemuksia.

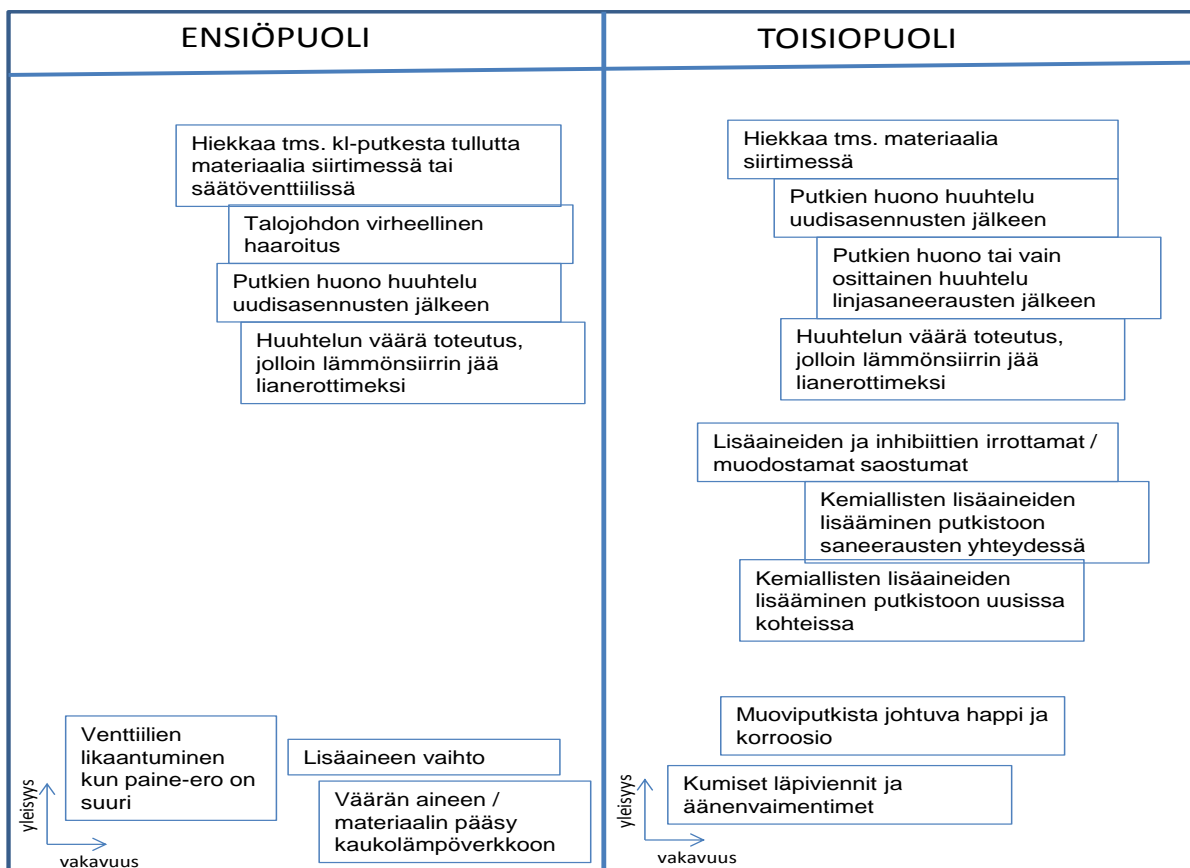
## **Tulosten analyysi ja yhteiset tekijät**

Tutkimuksessa huomioitiin siis myös jonkin verran vanhemmat kokemukset, jotta tapauksista saatiin edes jonkinlainen analyysi.

Haastattelututkimuksessa tuli esille pääasiallisesti yksittäistapauksia, ja osittain myös ristiriitaisia tuloksia. Esimerkiksi joidenkin vastaajien mukaan ongelmat ovat pääasiassa lämmönsiirrinten ensiöpuolella, kun taas joidenkin kokemuksen perusteella valtaosa ongelmista on toisiopuolella. Esille tulleita tapauksia on kuitenkin niin vähän, että niistä ei voida tehdä analyysiä miksi näin olisi.

Sama tilanne on myös toisiopuolen muoviputkien aiheuttamista ongelmista. Joidenkin mielestä muoviputkista ei ole aiheutunut minkäänlaisia ongelmia kun taas joidenkin mielestä ongelmia on ollut.

Seuraavaan kuvaan on kerätty yhteenvetona tyypillisimmät tapaukset sekä arvioitu niiden yleisyyttä ja vakavuutta. Kuvassa on esitetty pystyakselilla haastattelututkimusten perusteella yleisemmin esiintyneet tapaukset ylempänä. Niiden vakavuutta on arvioitu x-akselin suunnassa siten, että vakavammat tapaukset sijaitsevat kuvassa enemmän oikealla. Ensiö- ja toisiopuoli on esitetty kuvassa erikseen.



Kuva 3. Yhteenveto tapauksista

Selkeästi yleisin ongelmien aiheuttaja liittyy vieraaseen materiaaliin putkistossa. Sama syy pätee niin ensiö- kuin toisiopuolella esiintyneisiin tapauksiin. Yleisimmin ongelmat näyttävät liittyvän putkistojen käyttöönotossa tapahtuneisiin virheisiin, joista yleisin on putkistojen huuhtelun laiminlyönti tai huono puhdistustyön laatu. Joissakin tapauksissa syyt voivat löytyä myös asennusvirheistä, kuten ensiöpuolella talojohdon virheellisestä asennuksesta. Useimmin syynä on kuitenkin ollut asennusaikaiset jätteet tai varastoinnin aikana putkiin joutuneet roskat tai maa-aines.

Vieraan materiaalin ongelma toisiopuolella vaikuttaa joissakin tapauksissa liittyvän verkostoissa käytettäviin lisäaineisiin tai kemikaaleihin. Useammassa haastattelussa käsiteltiin tätä kysymystä ja syyksi esitettiin sekä jonkin kemikaalin käyttöä tai lisäaineen vaihtamista toiseen lisäaineeseen. Mitään yksittäistä lisäainetta tai kemikaalia ei nimetty tai yksilöity ongelman aiheuttajaksi. Ongelmia esiintyi niin uusissa verkostoissa kuin vanhoissakin verkostoissa. Tutkimuksen perusteella voidaan sanoa, että lisäaineiden käyttöä tulee harkita huolella ennen kaikkea vanhoissa verkostoissa. Lisäksi aineen vaihtamista toisen tyyppiseen kannattaa harkita ja varmistaa, että

aineen vaihtamisesta ei synny ongelmia, mikäli aiemmin käytetyn lisäaineen kanssa ei ole ollut ongelmia.

Muoviputkista johtuvia ongelmia on ollut tutkimuksen alkuoletukseen nähden kohtuullisen vähän. Mielipiteet ongelmasta tai sen laajuudesta menivät melko paljon ristiin. Muoviputkien läpi päässyt happi on joka tapauksessa korroosioriski ja se kannattaa huomioida, vaikka ongelmia ei ainakaan vielä ole ollut erityisen runsaasti.

Lämmönsiirron rajoittumiseen on usein syynä verkostoon pääsevä happi. Tämä yhdessä kupari- tai teräsputken kanssa aiheuttaa reaktion, jota kutsutaan korroosioksi. Korroosio lämpöjohtoverkostossa aiheuttaa rautasaostumia, jotka kovuusrolojen kanssa ovat syynä huonoon lämmönsiirtymiseen kyseisessä verkostossa. Erityinen riskiryhmä ovat ne saneerattavat omakotitalot, joissa siirrytään öljy- tai puulämmityksestä kaukolämpöjärjestelmään ja joissa on rinnakkain perinteiset vesikiertoiset patterit ja menneiltä vuosikymmeniltä peräisin oleva lattialämmitys ilman kunnollista happidiffuusiosuojaa.

Ruostuminen ei kokemusten perusteella aiheuta vuotoja vaan rautasakan kertymistä verkostoon, joka ajan kuluessa tukkii joko patteriventtiilejä tai lämmönsiirtimen. Käytännössä rautaputkisto, johon ei ole päässyt happea, on hyvin pitkäikäinen. Vuodot yleensä kertovat ulkopuolisesta korroosiosta.

Lisäksi yksittäisiä ongelmia on tapahtunut esimerkiksi suunnittelu- tai asennusvirheiden johdosta, kuten esimerkiksi käytettäessä muoviputkea patteriverkon osana. Tällöin kokonaan diffuusiosuojaamattomasta putkesta pääsee happea verkostoon jossa on korroosiolle alttiita osia. Eräissäkin tapauksissa käytetyn muoviputken lämpötilakestoisuuskään ei ollut riittävä.

#### **4. YHTEENVETO**

Suomessa on viime aikoina tullut ilmi tapauksia, joissa muutaman vuoden ikäiset lämmönsiirtimet ovat tukkeutuneet. Tämän työn tarkoituksena oli kartoittaa, kuinka yleistä lämmönjakokeskusten lämmönsiirtimien tukkeutuminen tai muu lämmönsiirron rajoittuminen toisiopuolella on sekä selvittää, onko tapauksilla jokin yhteinen syy tai selittäjä.

Tutkimuksessa ei löytynyt viitteitä siitä, että lämmönsiirrinten tukkeutumiset olisivat yleistyneet viimeisten vuosien aikana. Yksittäistapauksia tulee varmasti jatkossakin löytymään.

Useimmin niin ensiö- kuin toisiopuolellakin tukkeutumisen syyksi oli varmistunut jonkinlainen asennusaikainen huolimattomuus ja verkoston puutteellinen huuhtelu. Ensiöpuolella oli lisäksi jonkin verran tapauksia, joissa talojohdon liitostapa oli aiheuttanut verkostossa kiertävän lian tai sakan pääsyn talojohdon ja lämmönjakokeskukseen. Toisiopuolella lisäksi erilaisten lisäaineiden ja kemikaalien käyttöön kannattaa suhtautua harkiten ja tietää varmuudella mitä on tekemässä ja miten lisäaine käyttäytyy kyseessä olevassa verkostossa.

**Liitteet:**

1. Kaski Jesse, Lämmönsiirrinten tukkeutumisen syiden selvitys, tutkimusraportti, Oulun seudun ammattikorkeakoulu, 2011

## LIITE 1

OULUN SEUDUN  
AMMATTIKORKEAKOULU



Jesse Kaski

***LÄMMÖNSIIRRINTEN TUKKEUTUMISEN SYIDEN SELVITYS***

## 1. TIIVISTELMÄ

Suomessa on viime aikoina tullut ilmi tapauksia, joissa muutaman vuoden ikäiset lämmönsiirtimet ovat tukkeutuneet. Tämän työn tarkoituksena oli kartoittaa, kuinka yleistä lämmönjakokeskusten lämmönsiirtimien tukkeutuminen tai muu lämmönsiirron rajoittuminen toisiopuolella on sekä selvittää mahdolliset yhteiset tekijät.

Tutkimusmenetelmänä käytettiin sähköposti- ja puhelinhaastatteluja lämmönmyyjille, suunnittelijoille sekä laitevalmistajille. Haastatteluilla pyrittiin kartoittamaan ongelman laajuus Suomen mittakaavassa. Sähköpostikyselyllä saatiin karsittua ongelmattomat tapaukset pois puhelinhaastatteluista ja näin ollen voitiin keskittyä itse ongelmaan ja siihen vaikuttaviin syihin.

Kerätystä aineistosta laadittiin potentiaalisten ongelmien kartoitus, jota ei sellaisenaan voida käyttää jatkossa suppean otannan vuoksi. Suurimpana ongelmana kerätyn aineiston perusteella on eri tahojen haluttomuus kertoa avoimesti mahdollisista tapauksista ja näin ollen auttaa tutkimuksen teossa.

Tutkimuksessa tuli ilmi kaksi tapausta, joissa tukkeutumisen syyksi oli varmistunut asennusaikainen huolimattomuus ja verkoston puutteellinen huuhtelu. Loput tapaukset voidaan luokitella yksittäisiksi tapauksiksi, joilla ei ole toisten kanssa mitään muuta yhteistä kuin tukkeutunut tai melkein tukkeutunut lämmönsiirrin, joka on vaihdettu uuteen, jolloin myös ongelmat ovat hävinneet. Tutkimuksessa ei löytynyt viitteitä siitä, että toisiopuolen tukkeutumisesta olisivat yleistyneet viimeisten vuosien aikana.

---

Asiasanat: kaukolämpö, lämmönsiirrin, lämmönjakokeskus

## LIITE 1

### SISÄLLYS LIITE 1:

1. TIIVISTELMÄ.....	1
SISÄLLYS LIITE 1: .....	2
1 Johdanto.....	3
2 TUTKIMUKSEN TAUSTA, TAVOITTEET JA TOTEUTUS .....	4
2.1 Tavoite .....	4
2.2 Toteutus .....	4
3 KAUKOLÄMMITYS.....	5
4 LEVYLÄMMÖNSIIRTIMEN PÄÄTYYPIT.....	9
5 HAVAITUT ONGELMAT .....	11
5.1 Happi.....	11
5.2 Pumppu.....	12
5.3 Veden käsittely .....	13
5.4 Asennus ja käyttöönotto .....	14
5.5 Mitoitus.....	14
5.6 Ensiöpuoli.....	14
6 yhteenveto .....	16
Lähteet .....	17

## 1 JOHDANTO

Tutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa, miten yleistä lämmönjakokeskusten lämmönsiirtimien tukkeutuminen tai muu lämmönsiirtotehon rajoittuminen on. Lisäksi selvitetään, onko tapauksilla yhteistä syytä tai selittäjää. Tutkimus liittyy Energiategollisuus ry:n hankkeeseen. Tällä hetkellä selittäjäksi on esitetty muun muassa muoviputkien käyttöä lämmityspiirien putkimateriaalina. (Kostama 2010, 1.)

Ruotsissa likaantuminen on otettu huomioon erillisellä likaantumiskertoimella jo pitkään lämmönsiirtimien mitoituksessa. Suomessa likaantumiskerrointa ei käytetä, koska likaantumista ei oteta huomioon lämmönsiirtimen mitoituksessa. Likaantumiskertoimen käyttö mitoitusperusteena on kyseenalaista lämmönsiirtimien valmistajien mielestä (Saarela 2010).

Kyselyt suomalaisille lämmönmyyjille ja lämmönjakokeskusten valmistajille toteutettiin puhelin- ja sähköpostihaastatteluna. Haastattelujen perusteella kartoitettiin ongelman laajuutta. Lähetettyihin haastattelupyyntöihin vastattiin nihkeästi, ja niistäkin vain murto-osa johti itse haastatteluun.

Suurin haaste tutkimuksessa oli se, että vain murto-osa tapauksista tulee lämpöyhtiöiden tietoon, ja sitäkin tietoa yritetään olla levittämättä yhtään laajemmalle. Lisäksi ongelmat esiintyvät lämmityskauden aikana, jolloin tärkeintä on saada asiakkaalle mahdollisimman nopeasti lämmitys takaisin toimintaan.

## **2 TUTKIMUKSEN TAUSTA, TAVOITTEET JA TOTEUTUS**

Viime aikoina on tullut ilmi, että kaukolämmön lämmönjakokeskusten lämmönsiirtimet olisivat tukkeutuneet myös Suomessa. Ruotsissa likaantumisasiasta on jo pitkään huomioitu lämmönsiirrinten mitoituksessa erillisen likaantumiskertoimen avulla. (Kostama 2010, 1.)

### **2.1 Tavoite**

Tämän tutkimuksen tavoitteena on kartoittaa, kuinka yleistä tukkeutuminen tai muu lämmönsiirtotehon rajoittuminen on, sekä selvittää, onko tapauksilla jokin yhteinen syy tai selittäjä. Tällä hetkellä selittäjäksi on esitetty muun muassa muoviputkien käyttöä lämmityspiirien putkimateriaalina. Muoviputkien lisäksi selittäjäksi on esitetty kumisia äänenvaimennusosia ja joustavia putkiliitoksia.

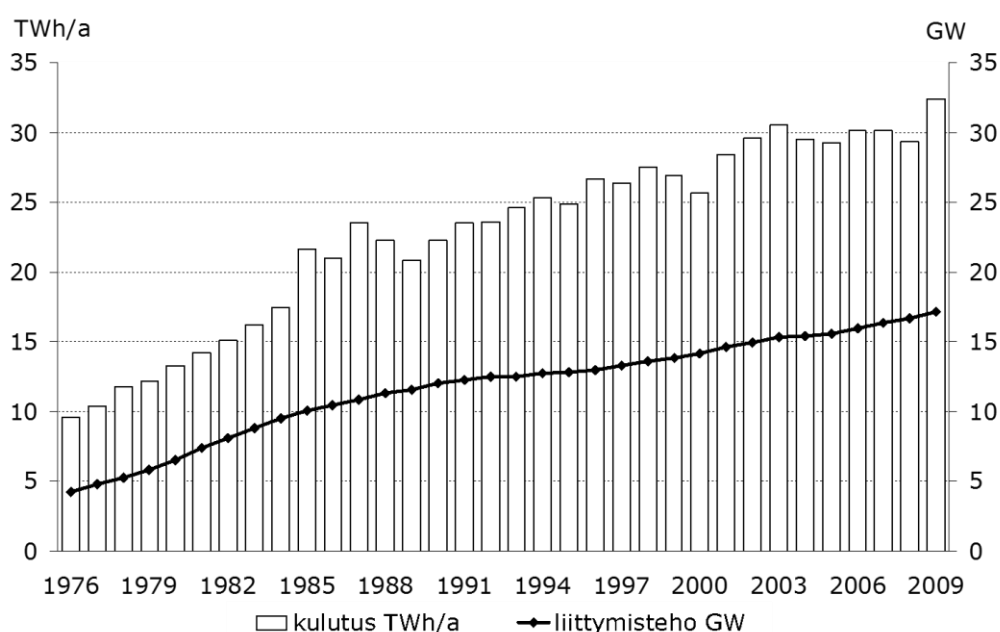
Lämmönsiirron tai virtauksen voi estää muukin syy kuin lämmönsiirtimen tukkeutuminen. Tällaisia syitä ovat muun muassa asennus- ja materiaalivirheet. Tutkimuksessa on tavoitteena selvittää, miksi lämmönsiirtimet mahdollisesti tukkeutuvat ja löytyykö tapauksille yhteistä selittäjää.

### **2.2 Toteutus**

Tutkimus perustuu puhelin- ja sähköpostihaastatteluihin. Haastateltavana on lämmönmyyjiä, laitevalmistajia ja suunnittelijoita. Saatua vastauksia oli liian vähän, jotta osattaisiin arvioida ongelman laajuutta isommassa mittakaavassa. Tämänhetkisinä tuloksilla sitä ei voida tehdä. Liitteessä 1 on haastateltujen taustatietoja.

### 3 KAUKOLÄMMITYS

Kaukolämmitys aloitettiin Suomen suurimmissa kaupungeissa 1950- ja 1960-luvulla, mutta toiminta laajeni vasta öljykriisien myötä 1970-luvulla. Vuonna 2009 kaukolämpöä myytiin 175 kunnassa kaikkiaan 32 400 GWh. Kuvassa 1 on esitetty kaukolämmön tuotantokapasiteetin ja liittymistehon kehitys vuodesta 1970. Kulutuksesta asuinrakennusten osuus oli 55 %, teollisuusyritysten 10 % ja muiden osuus 35 %. (Kaukolämpötilasto 2009. 2010, 2 - 3.)



*KUVA 1. Kaukolämmön tuotantokapasiteetin ja asiakkaiden liittymistehon kehitys vuodesta 1970 (Kaukolämpötilasto 2009. 2010, 6)*

Asiakkaiden lukumäärä vuoden 2009 lopussa oli 124 300 ja yhteenlaskettu liittymisteho 17 180 MW. Kaukolämmitykseen liitettyjen rakennusten tilavuus vuoden lopussa oli 845 milj.m<sup>3</sup>, joista asuinrakennuksia 45 %. Vuoden 2009 aikana liitetystä rakennustilavuudesta noin 67 % oli uudisrakennuksia ja loput lämmitysmuotoaan kaukolämmitykseen vaihtaneita vanhoja rakennuksia. Kaukolämmityksen piirissä olevien asuinrakennusten asukasluku oli noin 2,62 milj. henkilöä. (Kaukolämpötilasto 2009. 2010, 2 - 4.)

## LIITE 1

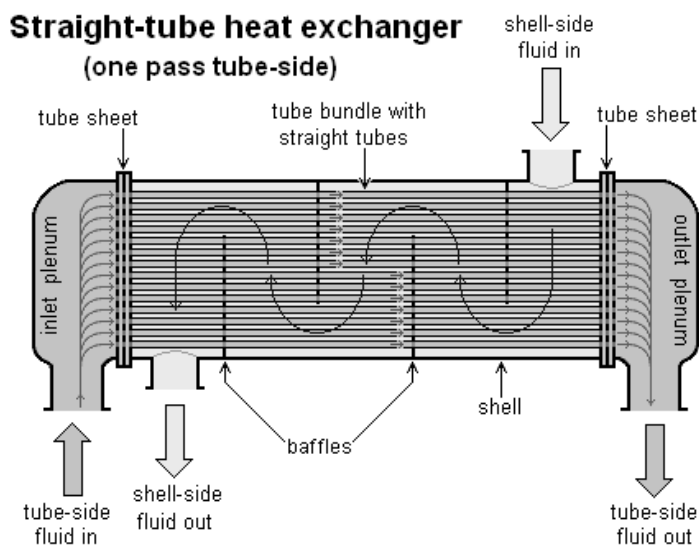
Suomessa kuluttajat kytketään kaukolämpöverkkoon lämmönsiirtimien välityksellä eli niin sanotulla epäsuoralla kytkennällä. Epäsuoralla kytkennällä saavutetaan muun muassa hyvä kaukolämpöveden jäähdytys kaikissa käyttötilanteissa eivätkä toisiopuolen lämmityspiirin vuodot häiritse kaukolämpöverkon toimintaa. (Seppänen 2001, 280 - 281.)

Lämmönjakokeskuksella liitetään kaukolämpöverkosto kiinteistön lämmitysjärjestelmään. Lämmönjakokeskus siirtää kaukolämpöveden lämpöenergian tehokkaasti kiinteistön verkostoon. Lämpö siirtyy lämmönsiirtimissä.

Lämmönjakokeskukset ovat tehdasvalmisteisia kokonaisuuksia. Lisäksi lämmönjakokeskukset ovat suomalaisia vientituotteita.

Kaukolämmön lämmönjakokeskuksissa on käytetty vuosien varrella erityyppisiä lämmönsiirtimiä, joita on kehitetty sekä tehokkaammiksi että pienemmiksi. Nykyään käytettävät lämmönsiirtimet ovat kovajuotettuja levylämmönsiirtimiä, joiden lämpöpintalevyjen materiaali on haponkestävää terästä.

1960-luvulla käytettiin putkilämmönsiirtimiä (kuva 2), joissa oli isot putkenhalkaisijat ja suuret tilavuudet. Nykyään putkilämmönsiirtimiä käytetään lähinnä elintarviketeollisuudessa. (Alfa Laval 2010.)

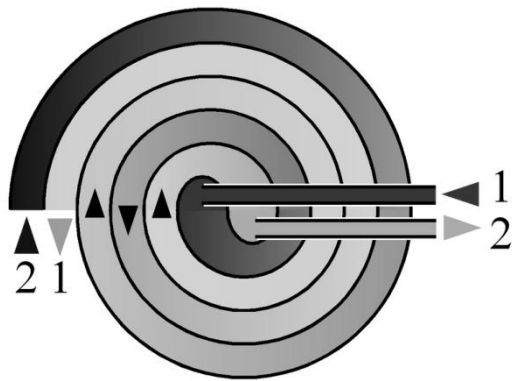


KUVA 2. Suoraputkilämmönsiirrin (Wikipedia. 2011, hakusana Heat exchanger)

## LIITE 1

1970- ja 1980-luvulla käytettiin kierukkaputkilämmönsiirtimiä (kuva 3).

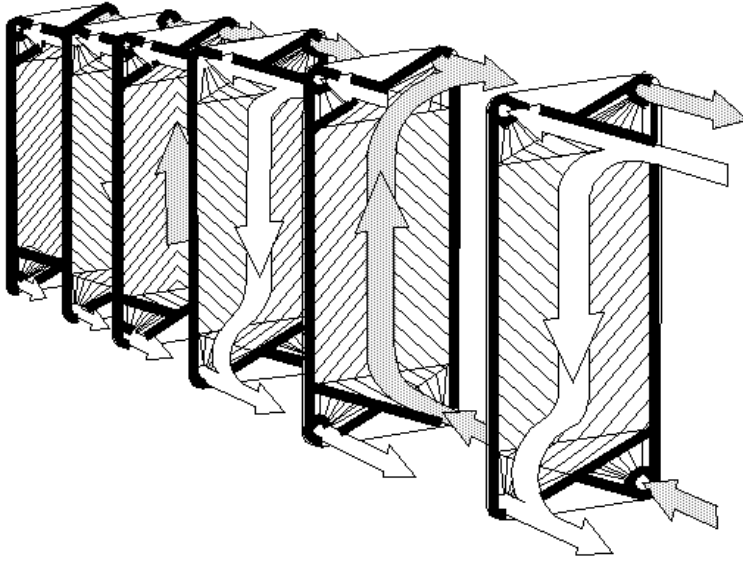
Putkilämmönsiirtimeen verrattaessa saavutettiin parempi lämmönläpäisykerroin ja fyysinen koko pieneni. Putkihalkaisijat pienenivät ja lämmönsiirtimen hyötysuhde parani. Kierukkaputkilämmönsiirtimet oli suunniteltu nimenomaan kaukolämpökäyttöön paine-, lämpötila- ja virtausolosuhteet huomioiden. Nimensä mukaan ne oli valmistettu kierukkamuotoon väännetyistä putkista tai putkiryhmistä. Silti putket olivat niin suuria, että likaantumisesta ei ollut ongelmia. (Niemelä 2010.)



*KUVA 3. Kupariputkilämmönsiirrin (Wikipedia. 2011, hakusana Heat exchanger)*

Suljetun rakenteen vuoksi mekaaninen puhdistus ei ollut mahdollista. Puhdistus suoritettiin huuhtelemalla. Kierukkasiirtimen hintakilpailukyky heikkenee, kun tehontarve kasvaa suureksi (Seppänen 2001, 269 - 278).

1980-luvun lopulla alettiin siirtyä levylämmönsiirtimiin (kuva 4) ja täysin uudenlaiseen rakenteeseen verrattuna putkilämmönsiirtimiin. Virtauskanavista tuli ahtaita ja huomattavasti alttiimpia verkoston epäpuhtauksille ja korroosiolle. (Niemelä 2010.)



KUVA 4. Levylämmönsiirrin (GeoHeat. 2011)

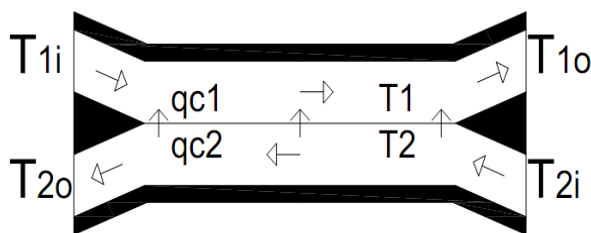
Levylämmönsiirrin on lämmönsiirrin, joka on koottu kahdesta päätylevystä, joiden väliin on kiristetty muotoon puristetut levyt tiivisteineen tai nykyään kaukolämmityskäytössä käytettävä juotettu rakenne. Suurimmissa levysiirtimissä on lisäksi erillinen runkorakenne tukemassa levypakkaa. Levyjen väliset virtauskanavat ovat nykyään niin ahtaita, että lämmönsiirtimet ovat hyvin alttiita tukkeutumaan joko osittain tai kokonaan. (Niemelä 2010.)

#### 4 LEVYLÄMMÖNSIIRTIMEN PÄÄTYYPIT

Lämmönsiirtimet siirtävät lämpöä fluidista toiseen sekoittamatta niitä kuitenkaan keskenään. Kaukolämmön yhteydessä lämmityspiireissä käytetään nykyään lähes pelkästään levylämmönsiirtimiä. Levylämmönsiirtimet olivat aiemmin tiivisteellisiä ja avattavia, mutta nykyään ne ovat pääsääntöisesti juotettuja ja suljettuja levylämmönsiirtimiä. Lämmönsiirtimet voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin virtausgeometrian perusteella: vastavirta-, myötävirta- ja ristivirtalämmönsiirrin. (Seppänen 2001, 222 - 223.)

##### Vastavirtalämmönsiirrin

Nimensä mukaan vastavirtalämmönsiirtimessä (kuva 5) fluidit kulkevat vastakkaisiin suuntiin niitä erottavan materiaalin molemmin puolin.

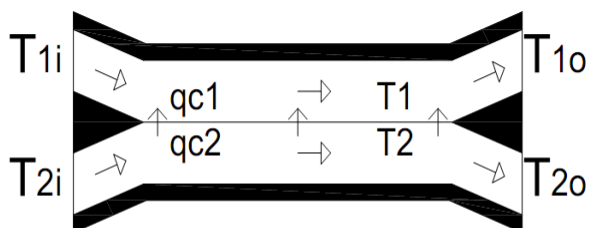


KUVA 5. Vastavirtalämmönsiirrin

Kaukolämmön lämmönsiirtimet kytketään vastavirtaperiaatteella toimiviksi. Lämmitettävä neste virtaa vastakkaiseen suuntaan kaukolämpöveden nähden. Lämmönsiirtimen lämpöpinta tulee käytettyä silloin tehokkaimmin hyväksi. Kaukolämmössä pyritään aina mahdollisimman suureen lämpötilamuutokseen, jolloin paras ratkaisu lämmönsiirtimeksi on vastavirtalämmönsiirrin, jossa lämmitettävä neste virtaa vastakkaiseen suuntaan kaukolämpöveden nähden. Lämmönsiirtimissä pyritään aina mahdollisimman hyvään lämmönläpäisykertoimeen käytettävissä oleva paine-ero huomioiden. (Seppänen 2001, 223 - 224.)

**Myötävirtalämmönsiirrin**

Myötävirtalämmönsiirtimessä (kuva 6) fluidit kulkevat niitä erottavan materiaalin molemmilla puolilla samaan suuntaan.



*KUVA 6. Myötävirtalämmönsiirrin*

**Ristivirtalämmönsiirrin**

Ristivirtalämmönsiirtimessä fluidit kulkevat ristiin niitä erottavan materiaalin molemmin puolin. Puhdas ristivirtalämmönsiirrin on tyyppi, jota ei ole käytetty kaukolämmityksessä. Ristivirtalämmönsiirtimessä lämmönsiirtimen lämpöpinta tulee käytettyä tehokkaimmin hyväksi. (Seppänen 2001, 223 - 224.)

## 5 HAVAITUT ONGELMAT

Tutkimuksen aikana tuli ilmi useita tapauksia ja erilaisia aiheuttajia yleisimpiin ja tunnettuihin ongelmiin. Yleisin syy oli kuitenkin lämmönsiirtimen teknisen käyttöiän loppuminen. Lämmönsiirtimessä kiertävässä vedessä olevat kovuussuolat palavat lämmönsiirtopintoihin kiinni ja heikentävät lämmönsiirtotehoa pikkuhiljaa ja kovimmilla pakkasilla teho ei enää riitäkään. Tutkimuksen mukaan lämmönsiirtimiä ei ole tukkeutunut normaalia enempää viimeisimpien vuosien aikana.

### 5.1 Happi

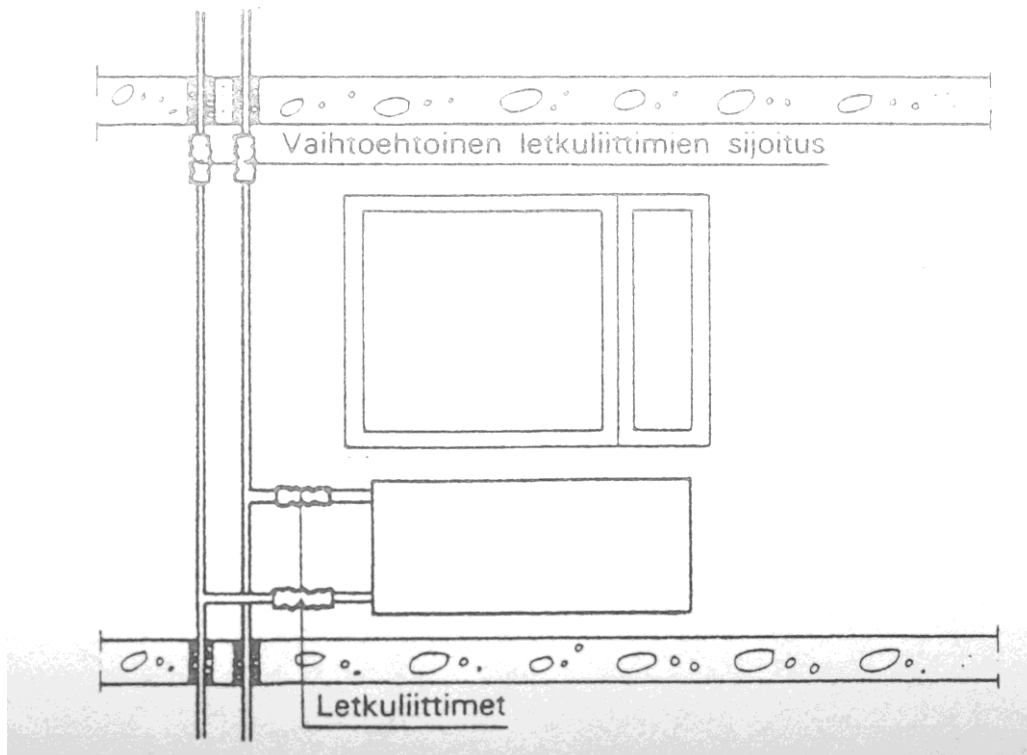
Lämmönsiirron rajoittumiseen on usein syynä verkostoon pääsevä happi. Tämä yhdessä kupari- tai teräsputken kanssa aiheuttaa reaktion, jota kutsutaan korroosioksi. Korroosio lämpöjohtoverkostossa aiheuttaa rautasaostumia, jotka kovuussuolojen kanssa ovat syynä huonoon lämmönsiirtymiseen kyseisessä verkostossa. Erityinen riskiryhmä ovat ne saneerattavat omakotitalot, joissa siirrytään öljy- tai puulämmityksestä kaukolämpöjärjestelmään ja joissa on rinnakkain perinteiset vesikiertoiset patterit ja menneiltä vuosikymmeniltä peräisin oleva lattialämmitys ilman kunnollista happidiffuusiosuojaa.

Öljy- ja puulämmityksessä tuotetaan ajoittain jopa yli 100 celsiusasteen lämpötiloja kattilassa, jolloin kuumuus poistaa verkostosta liian hapen eikä korroloitumista pääse suuressa määrin tapahtumaan. Kun tällainen kohde muutetaan kaukolämpöjärjestelmään, ei lämpötila lämmönsiirtimessä enää nouse riittävän korkeaksi hapen poistamiseksi. Tällaisen kohteen ongelmana on, ettei esimerkiksi 1980-luvulla myydyissä lattialämmitysputkissa ollut suojausta hapen läpäisyä vastaan. Putken sisällä tapahtuvan virtauksen vuoksi putkeen syntyy imua sisäänpäin, jolloin muoviputken läpi pääsee happea verkostoon. Kun samassa verkostossa on esimerkiksi mustaa rautaa olevat patterit, korroloituminen kiihtyy ja ennen pitkää lämmönsiirtimen lämmönsiirtopinnoille alkaa kerrostua saostumaa ja hyötysuhde heikkenee huomattavasti. Saostumat voivat myös lähteä liikkeelle ja tukkia esimerkiksi patteriventtiilit tai lämmönsiirtimen.

Vanhat rautaputkiverkostot ovat yleisesti ottaen paremmassa kunnossa ja vähemmän ongelmallisempia kuin verkostot, joissa on käytetty muoviputkea tai joustavia liitoksia äänenvaimentimina. Jo pieni määrä muoviputkea riittää päästämään happea

verkostoon, jonka seurauksena verkosto alkaa ruostua. Ruostuminen ei aiheuta vuotoja vaan rautasakan kertymisen verkostoon, joka ajan kuluessa tukkii joko patteriventtiilejä tai lämmönsiirtimiä. Käytännössä rautaputkisto, johon ei ole päässyt happea, on ikuinen. Vuodot yleensä kertovat ulkopuolisesta korroosiosta.

Vanhoissa kerrostaloissa saattaa olla vielä käytössä lämmitysverkostoissa äänen siirtymisen estämiseksi joustavia putkiliitoksia. Joustavat liitokset ovat joko kumia, muovia tai metalliletkua. Kuvassa 7 on esimerkki letkuliittimien sijoittamisesta (RakMK osa C6, 1983).



KUVA 7. Letkuliittimien sijoittaminen (RakMK osa C6, 1983)

## 5.2 Pumppu

Veden kierrättäminen lämmitysverkostossa suojaa verkostoa paikallisilta syöpymiltä. Vanhoissa omakotitaloissa ei ole välttämättä kiertovesipumppua lainkaan, vaan veden kierto tapahtuu painovoimaisesti. Kiertovesipumpun rahiseva käyntiäänäni kertoo joko pumpun laakereiden rikkoutumisesta tai ilmakuplista läpivirtaavassa vedessä.

Hyvin harvoin ongelmat johtuvat kiertovesipumpusta. Sen takia kiertovesipumpun tehon lisääminen on väärä tapa yrittää korjata verkoston tukkoisuutta. Suurempi virtausnopeus saa sakkaumat liikkeelle, mistä yleensä seuraa pahempia tukoksia useammassa paikassa, kuin ennen tehon lisäämistä.

### 5.3 Veden käsittely

Markkinoille on alkanut myös ilmestyä erilaisia sähkömagneettisuuteen perustuvia vedenkäsittelylaitteita, joihin on syytä suhtautua varovaisesti. Laitteista on sekä hyviä että huonoja kokemuksia. Joissain tapauksissa laitteistosta on ollut apua, kun taas toisissa ei merkittävää muutosta ole tapahtunut. (Sähkömagneettisella puhdistuksella pyritään välttämään putkiremontteja. 2007.)

VTT:n pilottihankeen perusteella tällä hetkellä sähkömagneettisella vedenkäsittelylaitteistolla voidaan siirtää käyttövesiputkiston remontin ajankohtaa vuosilla eteenpäin. Lämmitysverkostosta ei vielä ole luotettavia tutkimustuloksia. (Heimonen – Kouhia – Nykänen – Nykänen – Riihimäki – Vainio. 2009, 55 - 59.)

Kemiallinen korroosionsuojaus alkoi yleistyä Suomessa 1970-luvulla lämmitysjärjestelmissä. Korroosiota on pyritty hillitsemään erilaisilla kemikaaleilla, jotka sitovat happea tai muodostavat lämmönsiirtopinnoille eräänlaisen suojaavan oksidikerroksen. Näiden tuotteiden teho perustuu jatkuvaan reaktioon, joka kuluttaa tuotteen pitoisuutta ja aiheuttaa kemikaalin lisäystarpeen. Ongelmaksi saattaa myös muodostua jopa korroosion kiihtyminen suoja-ainepitoisuuden laskiessa tietyn minimitason alapuolelle.

Verkoston korroosionsuojauskemikaaleista lämmönmyyjien yleinen mielipide on vielä hyvinkin kielteinen toisiopuolella käytettäessä. Tätä selitettiin muun muassa sillä, ettei voida varmuudella sanoa, miten kemikaalit reagoivat juuri kyseisessä verkostossa. Myös verkoston huuhteluun tarkoitetuilla kemikaaleilla oli saatu aikaan hyytelömäinen massa, joka oli palanut lämmönsiirtointoihin kiinni ja lämmönsiirrin oli lopulta tukkeutunut.

## 5.4 Asennus ja käyttöönotto

Ainoa raportti avatusta lämmönsiirtimestä viittaisi jo asennusaikaiseen huolimattomuuteen putkiston osalta, joten siinäkin on kyse asennusvirheestä tai huolimattomasta verkoston huuhtelusta. Avatun lämmönsiirtimeen sakka koostui noin 75 % raudasta, 5 % kuparista ja 20 % muusta, ei-metallisesta aineesta. Verkoston virtaama ensiöpuolella oli normaali, mutta toisiopuolelta lähes tukkeutunut. Asiakkaan mukaan toisiopiiri oli rakennettu muoviputkesta, mutta tutkitun sakan perusteella verkostosta löytyy myös teräsosia (TPI Control 2010).

Edellisen lisäksi ainakin yhdessä uudiskohteessa oli tehty puutteellinen käyttöönottotarkastus tai urakoitsija oli laiminlyönyt verkoston huuhtelun. Kohteen lämmönsiirtimeen virtaamat poikkesivat huomattavasti suunnitelluista arvoista. Huuhdellusta lämmönsiirtimestä oli löytynyt huomattava määrä muoviputken työstöjätettä, joka oli tukkinut lämmönsiirtimeen.

## 5.5 Mitoitus

Erään puhelinhaastattelun yhteydessä tuli ilmi, että erään laitevalmistajan pientalopaketissa on niin tiukalle mitoitettu lämmönsiirtopinta-ala, ettei se täytä edes uutena kaukolämpöveden jäähtymisestä asetettuja minimiarvoja. Yhtiössä oli muodostunut jo yleinen mielipide siitä, että kyseisessä lämmönjakokeskuksessa on säätölaitteissa jotain kummallisuuksia, joiden takia se ei toimi tarkoitetulla tavalla.

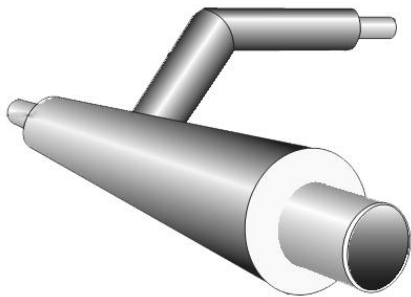
## 5.6 Ensiöpuoli

Kaukolämpöverkon huolto- ja kunnostustöissä sattuu välillä isoja vahinkoja, jotka ilmenevät asiakkaille tukkeutuneina laitteina. Eräässä tapauksessa kaukolämpöverkkoon oli vuotanut kaukolämpöveden suodattimessa käytettävää jauhemaista massaa. Suodatusmassa oli tukkinut kaukolämpöasiakkaiden laitteistojen lianerottimia, säätölaitteita ja lämmönsiirtimiä. Suurimmat ongelmat aiheutuivat kaukolämpöverkon äärialueille. Tapaus sattui kesällä 2010, ja vielä tammikuussa 2011

## LIITE 1

kaukolämpöverkoston puhdistus oli kesken. Asiakkaille tapauksesta ilmoitettiin marraskuussa 2010, jolloin ongelmia alkoi ilmetä laajemmalla alueella mitä osattiin odottaa.

Talojohdon oikeaoppinen kytkentäperiaate esitetään kuvassa 8. Tällöin on pienempi mahdollisuus siihen, että pääjohdossa kulkevat epäpuhtaudet pääsisivät haaroituskohdasta talojohtoa pitkin asiakkaan kaukolämpölaitteistoon.



*KUVA 8. Oikeaoppinen talojohdon kytkentäperiaate (Wehotherm 2008)*

Alta ottona tehtävää haaroitusta ei suositella kuin poikkeustapauksissa, sillä mahdolliset pääjohdon epäpuhtaudet kulkeutuvat talojohtoa pitkin kaukolämpöasiakkaan laitteistoon tai jäävät haaroituskohtaan haitalle.  
(Kaukolämpöjohtojen suunnittelu- ja rakentamisohjeet 2003, 15.)

## 6 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli kartoittaa, kuinka yleistä lämmönsiirtimien tukkeutuminen tai muu lämmönsiirtotehon rajoittuminen on, sekä selvittää, onko tapauksilla jokin yhteinen syy tai selittäjä. Tutkimus oli aiheensa puolesta vaativa, koska jo ongelman laajuuden kartoitus ei tuonut haluttua määrää tuloksia. Saatujen tuloksien perusteella ei voida päätellä ongelman laajuutta tai siihen vaikuttavia tekijöitä. Yksittäistapauksia tulee varmasti jatkossakin löytymään, mutta niistäkään ei saada sen enempää tietoa, ellei lämmönmyyjä ja urakoitsijoita veloiteta tekemään tilastoa vaihdetuista siirtimistä ja sitä kautta mahdollisesti tarkemmista vaihtoon johtaneista syistä.

Useimmat tutkimuksessa ilmi tulleet tapaukset liittyivät ensiöpuolelle, kun tutkimuksessa oli tarkoitus tarkastella pääasiassa toisiopuolen ongelmia. Lisäksi kaikki ongelmat ajoittuvat lämmityskaudelle, jolloin syitä ei sen kummemmin aleta tutkia vaan asiakkaalle pyritään saamaan lämmöt mahdollisimman nopeasti takaisin. Toisaalta asiasta ei kilpailutilanteessa oikein haluta kertoakaan edes lämmönmyyjälle. Yleensä ongelmat ovat loppuneet siihen, kun vanhan lämmönsiirtimeen tilalle vaihdetaan uusi vastaavan tehoinen lämmönsiirrin.

Tutkimuksessa tuli ilmi kaksi tapausta, joissa tukkeutumisen syyksi oli varmistunut asennusaikainen huolimattomuus ja verkoston puutteellinen huuhtelu. Loput tapaukset voidaan luokitella yksittäisiksi tapauksiksi, joilla ei ole toisten kanssa mitään muuta yhteistä kuin tukkeutunut tai melkein tukkeutunut lämmönsiirrin, joka on vaihdettu uuteen, jolloin myös ongelmat ovat hävinneet. Tutkimuksessa ei löytynyt viitteitä siitä, että toisiopuolen tukkeutumiset olisivat yleistyneet viimeisten vuosien aikana.

## LÄHTEET

- Alfa Laval. 2010, Tärkeimmät tekniikat. Saatavissa: <http://local.alfalaval.com/fi-fi/key-technologies/pages/default.asp>. Hakupäivä 14.12.2010.
- GeoHeat. 2011. Saatavissa: <http://geoheat.oit.edu/images/bulletin/bull19-1/fig60-2.gif>. Hakupäivä 17.3.2011.
- Heimonen, Ismo – Kouhia, Ilpo – Nykänen, Esa – Nykänen, Veijo – Riihimäki, Markku – Vainio, Terttu 2009. Putkiremonttien uudet hankinta- ja palvelumallit. VTT.
- Kaukolämpötilasto 2009. 2010. Energiateollisuus ry. ISSN 0786-4809.
- Kostama, Jari 2010. Kaukolämmön tutkimushaku 2010. Energiateollisuus ry.
- Niemelä, Kimi 2010. Danfoss LPM. Puhelinhaastattelu 11.11.2010.
- RakMK osa C6. 1983, Asuinrakennusten lvi-laitteiden äänitekniikka. Ohjeet 1984. RT RakMK-20516. Säännöstiedosto. Sisäasiainministeriö.
- Saarela, Jere 2010. Danfoss LPM. Puhelinhaastattelu 2010.
- Seppänen, Olli 2001. Rakennusten lämmitys. Suomen LVI-liitto ry. ISBN 951-98811-0-7.
- Sähkömagneettisella puhdistuksella pyritään välttämään putkiremontteja. 2007. Kiinteistölehti nro 5/2007. Saatavissa: <http://www.kiinteistolehti.fi/artikkelit/?id=487>. Hakupäivä 26.8.2010.
- TPI Control Oy. 2010. Raportti. 21.6.2010. Laatikija TPI Control Oy. Tilaaja Lujatalo Oy.
- Wehotharm. 2008. Saatavissa: <http://www.thermopipe.net/Link.aspx?id=1112323>. Hakupäivä 26.4.2011.
- Wikipedia. 2011. The free encyclopedia. Saatavissa: <http://en.wikipedia.org>. Hakupäivä 6.4.2011.
- Wikipedia. 2010. Vapaa tietosanakirja. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org>. Hakupäivä 13.10.2011