

Kaukolämpöjohdon vuodon- paikannusmenetelmät

© Suomen Kaukolämpö ry 1998

ISSN 1238-9366

Viite: Sky-kansio 3/7

Kaukolämpöjohdon vuodonpaikannusmenetelmät

Kaukolämpöjohtojen vuotojen paikantamiseen on käytettävissä useita menettelytapoja, joko verkon tuntemukseen, päättelyyn ja kokeiluun perustuvia tai teknisempiä menetelmiä. Teknisiä menetelmiä on toistaiseksi käytetty suhteellisen harvoin, toisaalta kustannussyistä ja toisaalta siksi, että vuotojen paikantaminen perinteisin menetelmin on onnistunut varsin hyvin.

Tässä raportissa esitetään eri paikannusmenetelmien etuja ja haittoja, käyttökohteita ja -rajoituksia sekä käytön laajuutta Suomessa ja Ruotsissa.

Lämmönjakelutoimikunta:

Puh.joht.	Risto Vartia, Helsingin Energia Crister Allén, Porvoon Energia Oy - Borgå Energi Ab Pekka Laaksonen, Hämeenlinnan Energia Oy Rauli Saarela, Oy Turku Energia - Åbo Energi Ab Trygve Strandell, Vantaan Energia Oy Pentti Valta, Lahti Energia Oy Pekka Viitanen, Tampereen kaupungin sähkölaitos
Sihteeri	Veli-Pekka Sirola, Suomen Kaukolämpö ry

KAUKOLÄMPÖJOHDON VUODONPAIKANNUSMENETELMÄT

- SISÄLTÖ**
- 1 Yleistä
 - 2 Vuodonpaikannustarpeet
 - 3 Tunnusluvut ja seuranta
 - 4 Johtotyypin vaikutus
 - 5 Paikannusmenetelmät
 - 5.1 Näköhavainnot
 - 5.2 Koekaivaukset
 - 5.3 Verkon jakaminen osiin
 - 5.4 Videokuvaus
 - 5.5 Lämpökuvaus
 - 5.6 Korrelaatiotekniikka
 - 5.7 Maakuuntelu
 - 5.8 Vastusmittaukseen perustuva kosteudenvälvontajärjestelmä
 - 5.9 Lämpötilan mittaus optisella kuidulla
 - 5.10 Verkon rasituskoet
 - 5.11 Asiakaslaitteiden vuodon paikannus
 - 6 Veden värjäys
 - 6.1 Värjäyksestä saatava hyöty
 - 6.2 Käytetyt väriaineet
 - 6.3 Värjäyksen toteuttaminen
 - 6.4 Kustannustarkastelu
 - 7 Pintalämpötilamittaus
 - 7.1 Käyttöön soveltuvat olosuhteet
 - 7.2 Käytetyt laitteet
 - 7.3 Kokemukset
 - 8 Yhteenveto

Liitteet 1- 4: Suomessa 1992-96 ja Ruotsissa 1995-96 käytetyt vuodonpaikantamistavat

Lähdeluettelo: Kaukolämpöverkon vauriostatot 1992...1996; Sky ry
Kaukolämmön käyttötaloudelliset tunnusluvut 1994 - 1996; Sky ry
Kulvertskadestatistik 1995 och 1996; Fjärrvärmeföreningen

KAUKOLÄMPÖJOHDON VUODONPAIKANNUSMENETELMÄT

1

Yleistä

Suomen Kaukolämpö ry:n (Sky) jäsenyritysten verkostoissa on keskimäärin 11 vuotoa 100 verkostokilometriä kohti ja vaurioiden korjauskustannukset ovat yhteensä 20...30 Mmk (1996). Keskimääräinen vauriokorjausten aiheuttama käyttökeskeytysaika asiakasta kohti on n. 1 tunti vuodessa, toisin sanoen keskimääräinen toimitusvarmuus johtovaurioiden suhteen on 99,988 %. Näissä käyttökeskeytyksissä menetetään yhteensä 50000...100000 asiakastuntia vuodessa.

Tässä raportissa on yhteenveto niistä menetelmistä, joita lämpölaitokset ovat käyttäneet vuodon paikantamiseen. Yleisesti käytössä olevaa veden värjäystä sekä silmämääräisten ja kokemusperäisten vuotohavaintojen varmistamiseen ja tarkempaan paikantamiseen käytettyä maan pintalämpötilamittausta on käsitelty muita hieman laajemmin.

Liitteissä 1 - 4 on esitetty Suomessa 1992...1996 ja Ruotsissa 1995...1996 tilastoitujen vuodonpaikantamistapojen määrät ja suhteelliset osuudet.

2

Vuodonpaikannustarpeet

Korkeasta keskimääräisestä lämmön toimitusvarmuudesta huolimatta jokainen vuoto ja sen korjauksen aiheuttama käyttökeskeytys voi olla hyvinkin hankala yksittäisille asiakkaille ja aiheuttaa turhia kustannuksia lämmönmyyjälle. Mitä aikaisemmassa vaiheessa ja tarkemmin vuoto saadaan paikannetuksi ja sen korjausajankohta ajoitetuksi, sitä laadukkaammin lämmöntoimitus asiakkaalle sujuu.

Kaukolämmön vuodonpaikannus on tarpeen silloin, kun verkossa on havaittu tavanomaista suurempaa vesihävikkiä. Lisäveden kulutusta seurataan paineenpitojärjestelmän vesimittarien mukaan. Paitsi verkolla voi vuotoja olla myös voimalaitoksilla, lämpökeskuksilla sekä asiakaslaitteissa. Asiakkaan laitteista raakavettä voi siirtyä myös kaukolämpöjärjestelmään.

3

Tunnusluvut ja seuranta

Kaukolämpöverkon kuntoa seurataan tunnuslukujen avulla. Tässä raportissa käsitellään vain niitä tunnuslukuja, jotka indikoivat vuotoja. Esim. verkkohäviöitä ei ole käsitelty. Tärkeimmät tunnusluvut ovat seuraavat:

Lisäveden vuosikulutus (m³/a):

Tilastojen mukaan kaukolämpöverkon vesi vaihtuu keskimäärin noin kerran vuodessa. Tätä suurempi vuotuinen lisävesimäärä kertoo tavanomaista suuremmasta vuotomäärästä. Sky:n käyttötaloudelliset tunnusluvut-tilastossa on annettu tarkempia arvoja keskimääräisistä tunnusluvuista eri kokoisille energiayrityksille.

Lisäveden vuorokausi- ja kuukausikulutus (m³/vrk ; m³/kk)

Lisäveden vuorokausikulutusarvoista nähdään kulutuksen trendi ja voidaan nopeasti huomata muutokset ja etsiä myös syyt niihin, esim. verkon tyhjennys uusia osuuksia liitettäessä. Kullekin verkolle muotoutuu ko. tunnuslukuja seurattaessa omat normaaliarvot ja hälytysrajat jolloin toimenpiteisiin pitää ryhtyä.

Vaurioiden lukumäärä (kpl/km/a):

Vaurioiden lukumäärää seurataan tunnusluvulla vuotoja/km/vuosi. Normaali taso on noin 0.1 vuotoa/km/a ja hälyttävänä voitaneen pitää arvoa 0.2 vuotoa/km/a.

Vuosittain uusittu johtopituus (%):

Vuosittain uusittu johtopituus lasketaan prosenttisarvona kokonaisjohtopituudesta ja se kertoo saneeraustarpeen suuruudesta. Tyypillisiä arvoja löytyy Sky:n tunnuslukutilastoista.

Korjauskustannukset / johtopituus (mk/m):

Tunnusluku korjauskustannusten kehittymisen seuraamiseksi omassa yrityksessä sekä niiden vertaamiseksi muihin energiayrityksiin.

4**Johtotyyppin vaikutus**

Valitun rakenteen vaurioherkkyys vaihtelee melkoisesti johtotyyppin mukaan. Ongelmallisimpia ovat johtotyypit joissa virtausputki on liikkuva. Muovisuojakuorista liikkuvaputkista johtotyyppiä ei juurikaan enää rakenneta, mutta sitä on yhä käytössä noin 1100 km, joten sen vaikutukset vaurioiden lukumäärään ja laajuuteen ulottuvat pitkälle ensi vuosituhannele. Suurin ongelma tällaisella rakenteella on vaurion eteneminen pidemmälle johtorakenteeseen ja siten korjauskustannusten suuruus.

Tarkempia tietoja johtotyyppin vaikutuksesta vaurioherkyyteen löytyy Sky:n julkaisemista kaukolämpöverkon vaurioutilastoista.

5 Paikantamismenetelmät

5.1 Näköhavainnot

Ehkä yleisin paikantamismenetelmä on edelleen näköhavaintoihin perustuva paikannus. Yrityksen oma henkilöstö, asiakkaat tai muut valveutuneet kaupunkilaiset ottavat yhteyttä energiayritykseen havaitessaan verkostolla normaalista poikkeavaa. Näiden ilmoitusten perusteella saadaan tietoja höyryävistä tuuletusputkista tai kaivoista, poikkeuksellisen sulista kohdista johtoreitillä, kaivinkoneiden aiheuttamista vaurioista tai riskeistä sekä lämmönjakohuoneessa havaituista poikkeamista. Erityisesti yrityksen omaa henkilöstöä tulee kouluttaa ja motivoida tähän havainnointitehtävään heidän liikkeessään työtehtävissään.

5.2 Koekaivaukset

Koekaivaus on edelleen paljon käytetty menetelmä etenkin liikkuvaputkisen järjestelmän vuodon paikallistamisessa. Koekaivauksessa on periaatteena johtopiirustusten sekä suunnittelu- ja käyttöhenkilöstön kokemuksen avulla pyrkiä löytämään johdon heikoin kohta, joka sitten kaivetaan esiin. Jos vuoto ei ole tässä kohdassa, päätetään samalla periaatteella uusi kaivukohta siitä suunnasta, mistä vuotovesi tulee. Näin edeten löydetään vuoto varmasti. Menetelmä saattaa olla tehoton ja kallis sekä ympäristöä kuormittava, mikäli tarvitaan useita koekuoppia. Vaurioilastojen mukaan useimmiten kuitenkin vuotokohta on niin ilmeinen, että selvittää 1...2 koekuopalla.

5.3 Verkon jakaminen osiin

Suurehkon vuodon paikantamisessa on hyvä apukeino verkon jakaminen useampaan osaan. Näin saadaan etsintäalue rajatuksi pienemmäksi. Ongelmana on ollut lisäveden mittauksen tarkkuus eri alueilla sekä kaukolämpöveden lämpötilatason vaihtelusta aiheutuva veden tarpeen vaihtelu. Verkko on pidettävä riittävän kauan jaettuna, jotta verkonosa, jossa vuoto on saadaan varmuudella määritetyksi. Riittävä kesto-aika lienee 6-10 h.

Ongelmana tällä menetelmällä on se, että se edellyttää lämmöntuotanto- ja paineenpitomahdollisuutta sille verkonosalle, jota koestetaan. Pienehköissä koestuksissa paineenpito ei ole aivan välttämätön. Kun johto-osa, jolla vuodon arvellaan olevan on tiedossa, on edelleen ongelmana varsinaisen vuodon paikallistaminen joskus melko suurestakin verkonosasta.

Akuuteissa suurvuodoissa verkonjakamisella saadaan nopeasti suurin osa asiakkaista vuodon vaikutuksen ulkopuolelle ja lämmöntoimitusta voidaan jatkaa mahdollisimman nopeasti.

5.4

Videokuvaus

Kun vuoto on saatu rajatuksi tietylle johto-osuudelle tai kaivovälille, voidaan betonielementtikanavissa etsiä vuodon tarkka sijainti vetävillä pyörillä ja pitkällä kaapelilla varustetun videokameran avulla. Kameralla saadaan erittäin tarkka värikuva monitorille. Monitorilta voidaan suoraan lukea vuotokohdan etäisyys kaivolta. Haittana on kameran koko ja betonikanavan pohjalle jääneet kivet ym. esteet, joista johtuen kamera ei pääse etenemään kanavassa. Kaapeleista johtuen kuvausetäisyys rajoittuu noin 200 metriin.

Kuvauspalvelua myyvät alalle erikoistuneet liikkeet.

5.5

Lämpökuvaus

Lämpökuvaus suoritetaan infrapunakameran avulla joko videonauhalle tai valokuvaan. Kuvausta voidaan suorittaa joko maasta auton tai pelkän kuvaajan avulla tai helikopterista noin 60-100 metrin korkeudesta. Menetelmä on nopea etenkin helikopterista suoritettuna, jolloin kuvausnopeus on noin 10 km/h ja kustannuksetkin ovat kohtuulliset. Kuvauksen avulla saadaan hyvä yleiskuva verkoston kunnosta ja paikannetuksi selvät ongelmakohteet ja heikot eristykset. GPS-paikannusta käytettäessä saadaan lisäksi havainnollinen kuva verkon ongelmakohdista.

Vaikka kameran erottelukyky on luokkaa 0.1 °C, ei menetelmä kuitenkaan ole kovin tarkka ja se on lisäksi herkkä ulkoisille olosuhteille. Parhaiten kuvaus onnistuu syksyllä tai keväällä. Kuvaus ei onnistu, jos maassa on lunta. Myös vesisade, märkä maasto ja puiden lehdet häiritsevät kuvausta.

Lämpökuvauslaitteistoja on joillakin energiayrityksillä, mutta pääasiassa kuvauspalvelua myyvät alan urakoitsijat, jotka myös hoitavat helikopteripalvelun ja luvat niin sovittaessa.

5.6

Korrelaatiotekniikka

Korrelaatiotekniikka on pidemmälle viety kuuntelutekniikka, jossa analysointilaitteiston avulla mitataan vuotoäänien eteneminen vuotokohdan molemmilta puolilta. Mittausmenetelmästä johtuen vuoto on pystyttävä paikallistamaan tietylle välille, esim. kaivoväli tai vastaava. Korrelaatiotekniikan avulla pystytään vuoto paikallistamaan hyvin tarkasti, jopa 10 cm:n tarkkuudella. Tarkkuutta häiritsevinä tekijöinä on joissain tapauksissa ollut putkistosta kuuluvat sivuäänet ja taustakohina.

Käytännössä on havaittu, että isoilla lämpöjohdoilla (> DN 300) menetelmän tarkkuus on huono.

Korrelaatiotekniikalla suoritettua paikannuspalvelua myyvät alan liikkeet.

5.7

Maakuuntelu

Maakuuntelu perustuu vuotoäänien vahvistamiseen ja vuodon paikallistamiseen äänen perusteella. Menetelmä on yleisesti käytössä vesilaitoksissa ja sitä on jossain määrin sovellettu myös kaukolämpöön. Kaukolämpöputken eristys ja sekoittavat virtausäänet ovat kuitenkin johtaneet huonoihin paikantamistuloksiin, joten menetelmän käyttö lienee vähäistä. Lisäksi menetelmä edellyttää, että liikenteen melu on vähäistä, joten kuuntelu on tehtävä esim. yöaikaan.

Palvelua saa yleensä ostaa vesilaitoksilta.

5.8

Vastusmittaukseen perustuva kosteudenvilvontajärjestelmä

Tämä vuodonpaikannusjärjestelmä edellyttää, että kiinnivaahdotettuun johtoon (Mpuk tai 2Mpuk) on jo valmistusvaiheessa tehtaalla asennettu vastusjohtimet. Lisäksi liitoskohdissa myös vastuslangat on jatkettava ja johtimet vaahdotettava muhvin sisään. Vuotoveden saavuttaessa johtimet vuoto voidaan varmistaa vastusmittauksilla ja paikantaa kaapelitulkalla tai automaattisesti vuotopaikan ilmaisevalla kosteudenvilvontajärjestelmällä. Järjestelmä ei ole yleistynyt Suomessa. Ongelmana on hälytysten tulkinnan epätarkkuus, suoranaiset virrehälytykset, itse hälytyslankojen rikkoutumisen aiheuttamat vauriot sekä etenkin järjestelmän tehokkaasta käytöstä aiheutuvien käyttö-kustannusten suuruus saatavaan hyötyyn nähden.

5.9

Lämpötilatason mittaus optisella kuidulla

Uutena tekniikkana on kokeiluasteella kaukolämpöjohdon pintalämpötilan mittaus optisella kuidulla. Uusilla johdoilla menetelmä toimii siten, että johdon pintaan asennetaan rakennusvaiheessa optinen kuitukaapeli. Kaapeli toimii lämpötila-anturina ja sen avulla pystytään havainnoimaan pintalämpötilan muutokset noin yhden asteen tarkkuudella koko johdon pituudelta ja siten paikallistamaan mahdollinen vuoto.

Kuitu on tietyn edellytyksin mahdollista vetää myös vanhaan betonikanavaan sekä asentaa muovisuojakuorijohdon päälle maahan sen välittömään läheisyyteen. Samoin kuitu on mahdollista asentaa kohdan 5.8 tapaan myös valmistusvaiheessa kiinnivaahdotetun elementin sisään ja johtoa rakennettaessa jatkaa liitoskohdissa. Tällöin se voi toimia joko lämpötila- tai vastusmittaukseen perustuen.

Yhdellä kuidulla voidaan valvoa jopa 10-30 km pituinen putkisto ja mittausmenetelmä on erittäin nopea. Haittana on asennuskustannus olemassa olevaan verkkoon sekä mittauslaitteiston toistaiseksi korkea hinta.

Muutamia koekohteita on asennettu vuoden 1997 aikana.

6

5.10

Verkon rasituskoe

Verkon rasituskoe ei ole varsinainen vuodonpaikannusmenetelmä, vaan sen tarkoituksena on saada verkon heikot kohdat esiin. Rasituskokeessa esim. syksyllä hyvissä ajoin ennen lämmityskautta nostetaan verkon lämpötila maksimiarvoon. Lisäksi on mahdollista tehdä joillekin verkonosille painekoikeita. Näillä toimenpiteillä pyritään saamaan vauriot esille jo ennen varsinaista lämmityskautta. Näin saadaan korjaustyöt tehdyksi syksyllä ja vältetään korjaustyön mukanaan tuomat ongelmat pakkaskaudella. Lisäksi lämmönjakelun keskeytys saadaan asiakkaille paremmin sopivaan ajankohtaan.

5.11

Asiakslaitteiden vuodon paikannus

Kuten aiemmin mainittiin vuoto voi olla myös asiakslaitteistossa. Mikäli kaukolämpöveden painetaso on korkeampi kuin sekundääripuolen paine, poistuu vuotoa asiakkaan suuntaan. Koska useimmilla lämpölaitoksilla on verkossaan värjätty vesi, havaitaan nämä siirrinvuodot nopeasti. Suurempi ongelma lieneekin raakaveden siirtyminen kaukolämpöverkkoon silloin, kun painetaso on vesijohtoverkossa korkeampi kuin kaukolämpöverkossa.

Asiakslaitteissa esiintyvien vuotojen takia on tärkeää, että mittauskeskushuoltoa suoritetaan säännöllisesti, esim. kerran vuodessa. Tarkastusten yhteydessä tulee lämmönsiirrinten tiiviys tarkastaa. Tarkastus suoritetaan suosituksen K3/1995 "Kaukolämmityslaitteiden katselmus" mukaisesti.

6

Veden värjäys

6.1

Värjäyksestä saatava hyöty

Veden värjäys otettiin käyttöön Suomessa 1980-luvun lopulla. Värjäyksen avulla voidaan kaukolämpövesi varmemmin ja nopeammin tunnistaa ja näin päästään varmuuteen vuodosta. Värjäys auttaa paljon kaukolämpöjohdoissa esiintyvien vuotojen varmistamisissa ja paikantamisissa, ja sen avulla voidaan helposti todeta asiakkaan siirtimissä olevat vuodot.

6.2

Käytetyt väriaineet

Käytetyn väriaineen tulee täyttää ainakin seuraavat perusvaatimukset:

- se on myrkytön
- se ei aiheuta ympäristölle vahinkoa (esim. värjätty kaukolämpövesi ei saa värjätä kaukolämpöveden kanssa kosketuksiin joutuvia pintoja)
- sen käyttö on taloudellisesti kannattavaa
- sen käytön vaikutukset kaukolämpölaitteille eivät saa olla haitallisia

Yleisimmin käytetty väriaine on Pyranin. Sen on todettu täyttävän em. vaatimukset.

Väriaineiden havaittavuuden vaikutusta voidaan tehostaa eri valaistuksilla ja esimerkiksi Pyraninin väri näkyy korostetusti ultraviolettivalossa.

6.3

Värjäyksen toteuttaminen

Värjäyksen toteuttamisen selvitys tulee aiheelliseksi, kun kaukolämpöjärjestelmässä on vuotoja ja siitä häviää vettä tai siihen tulee lisää vettä. Mikäli veden kulutusta tai lisääntymistä ei nyt ole, kannattaa miettiä, onko esim. tarvetta tulevaisuuden varalle tai asiakkaan laitteiden kunnon tarkkailun vuoksi toteuttaa veden värjäys.

Värjäysajankohdan voi valita vapaasti huomioiden kuitenkin, että parhaan tuloksen aloittamisesta saa, kun sen jälkeisenä aikana voidaan panostaa verkon ja kuluttajalaitteiden tarkkailuun, esim. huoltokierroksiin. Ennen värjäyksen aloittamista on tapahtumasta tiedotettava riittävän hyvin asiakkaille ja muille sidosryhmille.

Veden tasainen värjäytyminen tapahtuu nopeimmin, kun väriaineen syöttö toteutetaan pitemmällä aikavälillä jatkuva-annosteisena (esim. 2-3 kertaa veden kiertoaika koko järjestelmässä).

Eräannosteisenakin väriaineen syöttö voidaan toteuttaa, mutta tällöin olisi parempi annostella useana pienenä eränä.

6.4

Kustannustarkastelu

Värjäys aiheuttaa aina kustannuksia aineen hankinnasta, tiedottamisesta, työjärjestelyistä ym. toiminnoista. Ennen värjäystä tulee arvioida saavutettava hyöty toimenpiteestä. Hyötyä saavutetaan ainakin seuraavissa asioissa:

- vuotojen nopeampi toteaminen ja siten lisäveden kulutuksen väheneminen
- helpottaa asiakkaan siirrinvuotojen seurantaa
- kaukolämpöveden pääsy asiakkaan putkistoihin ja vääriin käyttötarkoituksiin tulee helpommin ilmi

Karkeana arviona voidaan pitää, että suuren (vesitilavuus n. 30 000 m³) kaukolämpöverkon veden värjäyskustannukset ovat aloitusvaiheessa n. 100 000 mk.

7**Maan pintalämpötilamittaus**

7.1

Käyttöön soveltuvat olosuhteet

Johdon päältä tapahtuvalla maan pintalämpötilamittauksella saadaan tarkennetuksi näköhavaintoon perustuva epäily vuotokohdan tarkemmasta paikasta. Näköhavainto tehdään usein johtoalueella tapahtuneena lumen sulamisena tai päällysteen kuivumisena. Pintalämpötilamittauksella voidaan selvittää kuumimmat kohdat ja näin päätellä vuotokohdan mahdollinen sijainti.

Toimintaa vaikeuttavat kohteen pintaa lämmittävät tekijät, kuten auringonpaiste, mahdolliset ilmastointien puhallukset yms. Parhaiten mittausta voidaan toteuttaa pilvisellä ilmalla ja liikenteellisesti rauhallisena aikana.

7.2

Käytetyt laitteet

Laitteina käytetään säteilyyn perustuvia pintalämpötilamittareita. Niiden erottelukyky on $0,1^{\circ}\text{C}$, jolloin päästään riittävään tarkkuuteen arvioitaessa vuotoveden aiheuttamia pintalämpötilan muutoksia kaukolämpöjohdon alueella. Tasokkailla laitteilla pintalämpötilan määrittäminen saadaan kohdennetuksi pieneltä alueelta kauempaakin mitattaessa ja näin tarkkuus paranee. Pintalämpötilamittareiden hinta vaihtelee paljon ominaisuuksista riippuen, mutta jo n. 10.000 mk maksavalla laitteella voidaan paikannusta suorittaa riittävän perusteellisesti.

7.3

Kokemukset

Pintalämpötilamittauksella saadaan tarkennetuksi johtoalueen pintalämpötilan muutoksia ja näin se antaa tukea arvioitaessa vuotopaikan sijaintia. Toiminta edellyttää johtorakenteen tuntemista, jotta voidaan huomioida tarkastelussa mahdolliset rakenteesta aiheutuvat lämpötilamuutokset johdon päällä. Pintalämpötilamittauksen käyttö tapahtuu yleensä aina sen jälkeen, kun vuotokohta on saatu rajatuksi tietylle johto-osuudelle.

8**Yhteenveto**

Vuosien 1992 - 1996 aikana ei erityisiä uusia vuodonpaikantamismenetelmiä ole tullut esiin. Veden värjäyksellä voidaan vuotoveden havaitsemista parantaa ja näin se on tuonut myös näköhavaintoihin varmuutta ja nopeuttanut vuodon paikannusta. Näköhavaintoihin ja kokemusperäisiin koekaivamisiin perustuvilla toimenpiteillä paikannettiin vuosien 1992 - 1996 aikana noin kolme vuotoa neljästä, mikä osoittaa näiden menetelmien pysymistä pitkään paikantamisen päämenetelminä. Näiden käyttöön vaikuttaa voimakkaasti käyttöhenkilöstön kaukolämpöverkon tuntemus sekä huoltotoiminnasta saatavat havainnot ja palautteet.

Lämpökuvauksia ja pintalämpötilamittauksia käytetään pääasiassa tiettyjen johtosuuksien, kuten pääsiirtojohtojen kunnontarkkailussa sekä vuodon paikantamisessa vuotavalla johto-osuudella.

Ruotsissa vuosina 1995 - 1996 tehtiin kaukolämpövaurioiden paikantamisista noin puolet kosteudenvälöntäjäjärjestelmän avulla, jota Suomessa ei ole juuri rakennettu eikä käytetty.

Suomessa tutkitaan lämpötilan muutoksiin perustuvia paikannusjärjestelmiä, joissa käytetään johdon läheisyyteen asennettua optista kuitua. Mikäli näistä saadaan kustannuksiltaan ja luotettavuudeltaan käyttökelpoinen menetelmä, kehittynee vuodonpaikannus lämpötilaperusteisten menetelmien suuntaan.

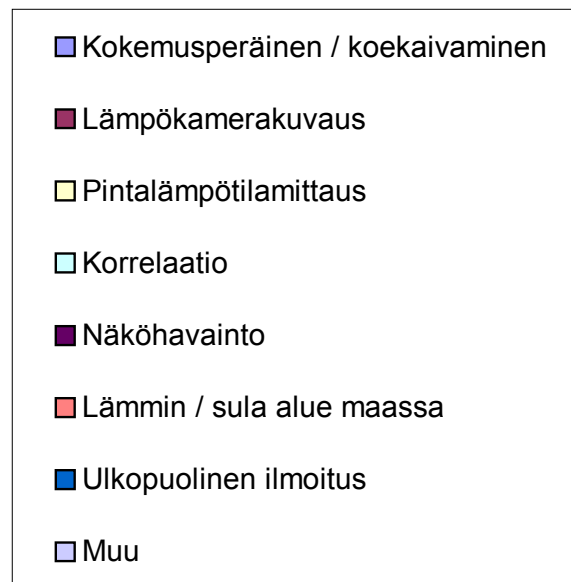
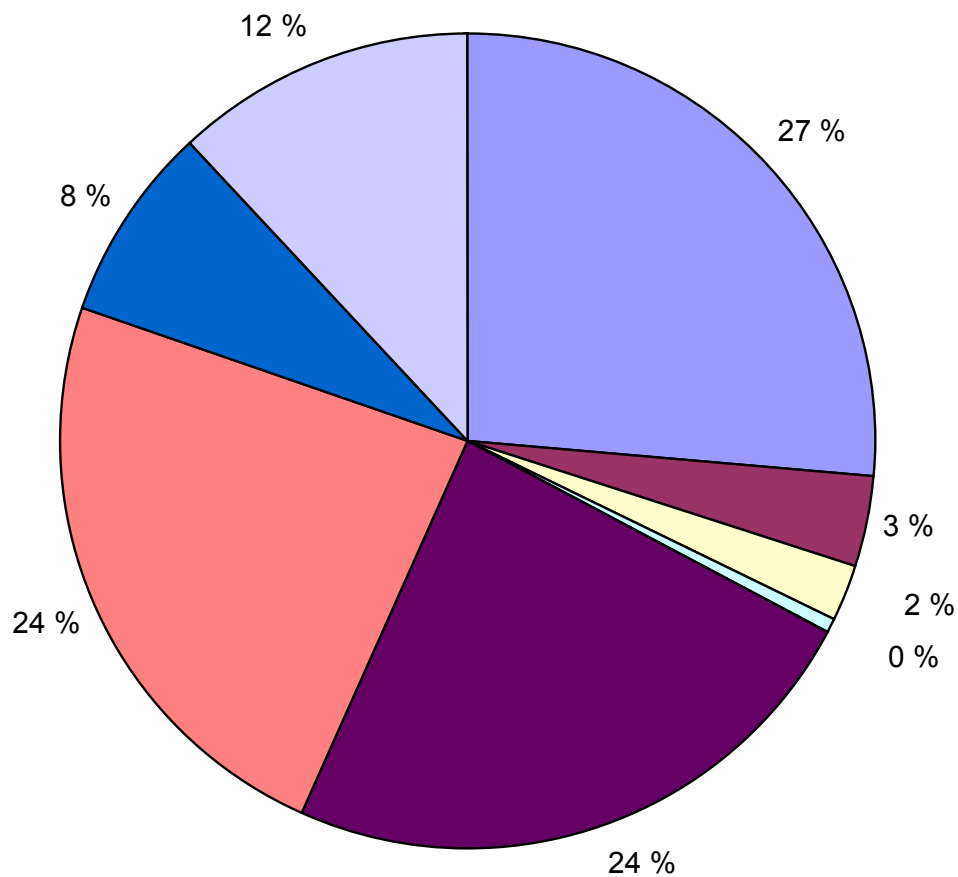
Lähdeluettelo:

Kaukolämpöverkon vaurioilastot 1992...1996; Sky ry
Kaukolämmön käyttötaloudelliset tunnusluvut 1994 - 1996; Sky ry
Kulvertskadestatistik 1995 och 1996; Fjärrvärmeföreningen

SUOMESSA VUOSINA 1992 - 1996 TILASTOITUJEN KAUKOLÄMPÖJOHTOVAURIOIDEN PAIKANTAMISTAVAT

	Kokemusper./ koekaivaminen		Lämpökamera- kuvaus		Pintalämpötila- mittaus		Korrelaatio		Näkö- havainto		Lämmin / sula alue maassa		Ulkopuolinen ilmoitus		Muu		Yhteensä kpl
	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	
1992	132	17,77	20	2,69	16	2,15	0	0,00	303	40,78	196	26,38	0	0,00	76	10,23	743
1993	195	28,26	27	3,91	10	1,45	5	0,72	152	22,03	165	23,91	62	8,99	74	10,72	690
1994	195	34,33	12	2,11	14	2,46	1	0,18	100	17,61	121	21,30	62	10,92	63	11,09	568
1995	169	26,53	18	2,83	21	3,30	5	0,78	120	18,84	144	22,61	62	9,73	98	15,38	637
1996	173	27,90	32	5,16	18	2,90	1	0,16	106	17,10	144	23,23	70	11,29	76	12,26	620
Yhteensä 1992-96	864	26,52	109	3,35	79	2,42	12	0,37	781	23,97	770	23,63	256	7,86	387	11,88	3258

SUOMESSA VUOSINA 1992 - 1996 TILASTOITUJEN KAUKOLÄMPÖJOHTOVAURIOIDEN PAIKANTAMISTAVAT



RUOTSISSA VUOSINA 1995 - 1996 TILASTOITUJEN KAUKOLÄMPÖJOHTOVAURIOIDEN PAIKANTAMISTAVAT

	Hälytysjärjestelmä		Näköhavainto		Lämpökuvaus		Lämmin / sula alue maassa		Ulkopuolinen ilmoitus		Muu		Yhteensä kpl
	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	
1995	354	52,37	169	25,00	17	2,51	57	8,43	39	5,77	40	5,92	676
1996	344	44,97	203	26,54	18	2,35	92	12,03	55	7,19	53	6,93	765
Yhteensä 1995-96	698	48,44	372	25,82	35	2,43	149	10,34	94	6,52	93	6,45	1441

RUOTSISSA VUOSINA 1995 - 1996 TILASTOITUJEN KAUKOLÄMPÖJOHTOVAURIOIDEN
PAIKANTAMISTAVAT

