

Kosteudenvälvontajärjestelmät ja -johtimet kaukolämpö- ja kaukojäähdytysjohdoissa

Suositus L8/2017



Energiateollisuus

Kaukolämpö

Kosteudenvälvontajärjestelmät ja -johtimet kaukolämpö- ja kaukojäähdytysjohdoissa

Tämä suositus käsittelee kosteudenvilvontajärjestelmien ja kosteudenvilvontajohtimien käyttöä kaukolämpö- ja kaukojäähdytysjohdoissa sekä niiden asennusta, mittausta, laadunvilvontaa ja seuranta. Järjestelmä perustuu johtojen eristeeseen päässeen kosteuden aiheuttamien eristeen sähköisten ominaisuuksien muutosten mittaamiseen ja seurantaan.

Suosituksen tarkoitus on kuvata kosteudenvilvontajärjestelmissä ja -johtimissa käytettävät perusteet, ratkaisut ja rakentamismenetelmät sekä toteutukseen liittyvät menettelyt ja vaatimukset.

Kosteudenvilvontajärjestelmä on toimiva menetelmä asennuksen ja käytönaikaiseen verkon kunnonvilvontaan. Olennaista on laadukkaasti suoritettu asennustyö ja lähtömittaukset sekä säännöllinen, toistuva vilvonta ja seuranta.

Suositus valmisteltiin työryhmässä, jonka jäseninä ovat olleet seuraavat henkilöt:

Aki Fränti	KVL-Tekniikka Oy
Jukka Lankinen	Logstor Finland Oy
Sakari Mänty	Uponor Infra Oy
Harri Mäki-Saari	Lahti Energia Oy
Henrikki Nuutinen	Helen Oy
Marco Silfver	Helen Oy
Markku Åkerlund	Helen Oy

Lämmönjakelutoimikunta:

Sami Rantio	Elenia Lämpö Oy, puheenjohtaja
Juhani Aaltonen	Helen Oy
Petri Flyktman	Jyväskylän Energia Oy
Ossi Hyvärinen	Kuopion Energia Oy
Jouni Kartano	Rauman Energia Oy
Paavo Knaapi	Tampereen Sähkölaitos Oy
Kati Kupila	Fortum Power & Heat Oy
Harri Muukkonen	Pöyry Finland Oy
Harri Mäki-Saari	Lahti Energia Oy
Heikki Ojansuu	Vantaan Energia Oy
Veli-Pekka Sirola	Energiateollisuus ry, sihteeri

Kosteudenvälvontajärjestelmät ja -johtimet kaukolämpö- ja kaukojäähdytysjohdoissa

1 Perusteet

Kosteudenvälvontajohtimia suositellaan käytettäväksi kaukolämpö- ja kaukojäähdytysjohdoissa erityisesti runkolinjoissa, vesistöjen alituksissa ja muissa kriittisissä johto-osuuksissa.

Yleisesti johtimia suositellaan käytettäväksi \geq DN 150 johdoissa.

Kosteudenvälvontajohtimien avulla voidaan suorittaa ennakoivaa kunnonhallintaa ja verkon kunnonvalvontaa joko ajoitetuilla valvontamittauksilla manuaalisesti paikanpäällä tai automaattisilla valvontajärjestelmillä, jotka antavat hälytyksen, kun johtimien avulla mitattava eristysvastusarvo laskee alle asetetun hälytysrajan.

Esieristettyjen putkistojen kosteudenvälvontajärjestelmän etuja ovat:

- Rakennusvaiheen laadunvalvonta: Rakennetun putkiston laadukas asennus todetaan putkiston tilaajalle luovuttamisen yhteydessä.
- Takuuajan laadunvalvonta: Useat putkiston häiriöt voidaan todeta jo takuuajana, jolloin laadunvalvontaa voidaan suorittaa kosteudenvälvontajärjestelmällä. Näin mahdollisiin toimintahäiriöihin voidaan reagoida mahdollisimman aikaisin ja vauriot korjata jo takuuajana.
- Käytön aikainen laadunvalvonta: Järjestelmällä voidaan valvoa verkon kuntoa ja havaita mahdolliset vauriot aikaisessa vaiheessa. Näin pidetään käyttö- ja kunnossapitokulut minimissä. Kunnonvalvontaa suoritetaan säännöllisin, esim. vuosimittauksin, joissa seurataan vastusarvojen muutoksia.

2 Asennus ja materiaalit

Kosteudenvälvontajohtimina putkielementeissä käytetään tavallisesti 1,5 mm² Cu-lankaa.

Rakennettavalle johdolle tehdään kytkentäsuunnitelma ja kytkennän jälkeen johto-osuudesta piirretään kytkentäkaavio, jossa kytkennät dokumentoidaan. Kaavio nopeuttaa vian paikantamista ja parantaa paikannuksen laatua.

Putkielementit asennetaan siten, että elementeissä kytkettävät johtimet ovat elementin yläsektorissa klo 9-15 välillä. Jos johdinkiepit on vedetty ulos, ylimääräiset johtimet katkaistaan uretaanin pinnasta johtimien kytkemisen yhteydessä, jotta vältetään mahdollisilta väärinkytkennöiltä.

Johtimina eristeen ulkopuolisissa asennuksissa, kuten mittauspisteiden asennuksessa, käytetään monisäikeisiä kaapeleita. Kaapelin tulee olla 120 °C:n lämpötilan kestävä. On huomioitava, että monisäikeinen kaapeli aiheuttaa ominaisuuksiensa takia häiriöpiikkejä mittauksiin, mutta on asennettavuuden kannalta suositeltavaa käyttää.

Asennuksen aikana on pidettävä huolta, että jatkoskohdat eivät pääse kastumaan, jottei eristysjatkoksiin jää kosteutta, joka voisi myöhemmin häiritä mittaustuloksia. Usein lähtömittauksissa voidaan havaita jatkosten kohdalla heilahtelua mittaustuloksissa.

3 Mittauslaitteet ja mittaukset

Johto-osuudelle suoritetaan putki/eristysurakoitsijan toimesta lähtötilamittaus asennuksen edetessä jokaisen liitoksen jälkeen. Mittauksesta tehdään mittauspöytäkirja, johon kirjataan eristysvastusarvo ja silmukka-arvo. Mittauspöytäkirjasta tulee ilmetä mitatun johto-osuuden sijainti, suunnitelma, mittauksen suorittaja ja päivämäärä. Manuaalimittaus suoritetaan eristysvastusmittarilla, jonka mittausjännitealue tulee olla 50-1000 V ja eristysvastusalue Ω - $k\Omega$ - $M\Omega$. Automaattisissa mittauslaitteissa mittausjännite voi olla 12-24 V.

Kuvassa 1 on esimerkki lähtötilamittauspöytäkirjasta.

22

M A L L I L O M A K E

LOGO KAUKOLÄMPÖ OY Hälytysjohtojen liitostyöpöytäkirja Nro _____

Rakennuttaja _____

Urakoitsija/liittäjä _____ / _____

Hälytysjohtimien liitostapa:

puristusliitos _____ kpl, liitintyyppi _____

juotosliitos _____ kpl

Mittaustulokset:

tarkistusväli _____

käytetty mittalaite _____

silmukkamittaus _____ Ω

maadoitusmittaus _____ Ω

Tarkastukset _____

Toimenpiteet:

korjattu _____ kpl, syy _____

uusittu _____ kpl, syy _____

Paikka _____ Aika ____/____/20____

Urakoitsijan allekirjoitus _____ Rakennuttajan allekirjoitus _____

Huomautuksia: _____

Kuva 1. Kaukolämpö- ja kaukojäähdytysjohtojen kosteudenvalvontajohtimien mittauspöytäkirja

Mittauksesta saatujen eristysvastusarvojen perusteella asetetaan automaattiselle mittalaitteelle ensimmäinen eristysvastusraja-arvo. Kun tämä raja-arvo alittuu, järjestelmä lähettää hälytyksen. Raja-arvon alitus käydään toteamassa manuaalisella mittauksella eristysvastusmittarilla. Tämän mittauksen eristysvastusarvoa verrataan alkuperäiseen arvoon. Eristysvastusarvon laskun suuruudesta riippuu, mitä toimenpiteitä seuraavaksi suoritetaan. Jos eristysvastusarvon lasku on vähäistä, voidaan asettaa uusi hälytysraja-arvo ja eristysvastusarvon mahdollista laskua seurataan hälytysten kautta. Jos eristysvastusarvon lasku on merkittävää, voidaan jatkaa seurantaa tihennetysti manuaalisin mittauksin tai lähdetään etsimään ongelman syytä paikantamalla ongelmakohta kaapelitutkalla ja kaivamalla johto esiin, jolloin korjaustarve selviää.

Automaattisilla järjestelmillä voidaan täydentää verkon kunnonvalvontaa manuaalisten, toistuvien seurantamittausten lisäksi erityisesti vesistöjen alituksissa ja muissa kriittisissä johto-osuuksissa.

4 Liitoksen asentaminen ja tarvikkeet

Kosteudenvälvontajohtimien liittiminä käytetään jatkoholkkeja ja jatkoholkkien asennukseen käytetään momenttipihtejä, jotka laukeavat, kun puristusmomentti liitoksessa on riittävä.

Liitoskohta puhdistetaan huolellisesti ja mahdollinen kaapelin lakkaus poistetaan liittimeen tulevalta osuudelta. Johtimiin asennetaan muoviset tukieristimet, jotka asennetaan teippaamalla ne virtausputkeen ennen johdinten kytkentää (kuva 2).

Erityistä huomiota liitosten asennuksessa on kiinnitettävä seuraaviin seikkoihin:

- Kostuneen eristeen poistaminen
- Johtimen pidin
- Johtimen suoristus
- Johtimen katkaisupituus
- Johtimen hionta
- Oikea liitin
- Oikea puristuspihti (momenttipihti)
- Liitoksen vetotesti
- Lenkkivastuksen testaus
- Eristevastuksen testaus

Hyvän seurantakäyrän saamiseksi asennuksen onnistuminen on erittäin tärkeää.



Kuva 2. Tukieristimien kiinnitys virtausputkeen

5 Mittaussilmukat ja -pisteet

Jotta kaapelitutkalla (pulssiekometrillä) pystytään paikantamaan ongelmakohta, tulee johdinlenkin pituuden olla minimissään kymmeniä metrejä, koska tutkalla mitattaessa alussa on aina häiriötä.

Maksimi mittauslenkin pituus on n. 6000 m. Tätä pidemmillä lenkeillä ei voida häiriökohtia enää tutkalla havaita. Pitkät mittaussilmukat voidaan jakaa lyhempiin mittausosioihin asentamalla silmukkaan välikytkentärasioita jotka ovat normaalisti kytketty yhteen ns. hyppylangalla. Tätä kytkentätapaa käytetään esim. tunnelijohdoissa.

Suosittelut mittauspisteiden välit ovat:

- Jakeluverkko: 500 m
- Siirtoverkko: 1000 m

Hyväksyttävä eristysvastusarvo on $\geq 10 \text{ M}\Omega/\text{km}$ johdinta.

Taulukosta 1 selviää viitteelliset eristysvastusarvot eri johdinpituuksille.

Taulukko 1. Viitteelliset eristysvastusarvot eri johdinpituuksille

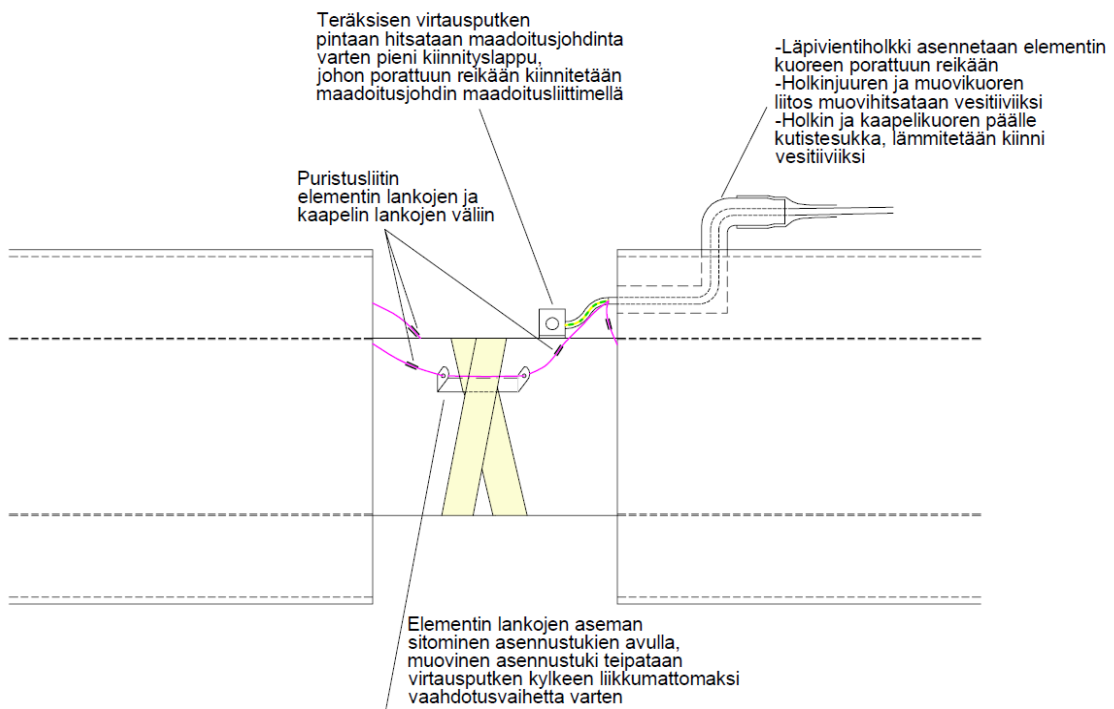
Johdinta		Minimi eristysvastus		Johdinta		Minimi eristysvastus	
1	m	10	G Ω	500	m	20	M Ω
2	m	5	G Ω	1	km	10	M Ω
4	m	2,5	G Ω	2	km	5	M Ω
8	m	1,3	G Ω	3	km	3,3	M Ω
16	m	640	M Ω	4	km	2,5	M Ω
32	m	320	M Ω	5	km	2	M Ω
64	m	160	M Ω	6	km	1,7	M Ω
125	m	80	M Ω	7	km	1,4	M Ω
250	m	40	M Ω				

Mittauspisteet sijoitetaan yleensä kaivoihin, tai jos mahdollista kiinteistöön liittymisjohdon sisäänmenon viereen. Voidaan käyttää myös erillisiä mittauspistekaappeja kytkentärasioineen (kuva 3).



Kuva 3. Mittauspistekaappi

Johtimet tuodaan ulos putkielementistä joko esim. esieristetyistä venttiilistä tai elementin jatkoksen vierestä PE-holkilla (kuva 4).



Kuva 4. Kosteudenvälontajohdinten läpivienti PE-holkilla

Jos linjaan on asennettu kosteudenvälvontajohtimetonta elementtiä, voidaan lyhyitä matkoja johdinta asentaa polyuretaanieristeen sisään poraamalla ensin reikä uretaanieristeeseen ja sen jälkeen vetämällä johdin esim. vetolankaa käyttäen eristeen läpi.

Kokonaisia putkielementtejä voidaan "ohittaa" maakaapelilla elementin ulkopuolella. Tällöin läpiviennit tehdään muovihitsaamalla elementin suojakuoreen läpivientiholkki, josta kaapelin ulosvienti tiivistetään kaapelikutistesukalla.

Suosituks

L6/1998	Käytössä olevan kaukolämpöjohdon haaroitus porausmenetelmällä
L14/2005	Kaukolämpöjohdon rakentaminen radan alitse
L15/2005	Kaukolämpöjohdot ja maantiet
L9/2006	Kaukolämpö- ja kaukojäähdytysverkon dokumentointi
L2/2010	Kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen liitokset
L22/2011	Ympäristö- ja jäteasiat kaukolämpöverkon rakentamisessa ja kunnossapidossa
L10/2011	Kaukolämpöverkon pumppausjärjestelyt
L11/2013	Kaukolämpöjohtojen suunnittelu- ja rakentamisohjeet
L5/2014	Kaukolämpöjohtojen rakentamisen urakka-asiakirjat
L5B/2015	Kaukolämpöjohtojen rakentamisen urakka-asiakirjat, KVR-urakka
L3/2015	Kaukolämpöjohtojen kaivot
L1/2016	Kiinnivaahdotetut kaukolämpöjohdot
L4/2016	Kaukolämpöjohdoissa käytettävät sulkulaitteet
L7/2016	Kaukolämpöverkon suunnitelmallinen perusparantaminen
L8/2017	Kosteudenvälöntäjäjärjestelmät ja -johtimet kaukolämpö- ja kaukojäähdytysjohdoissa
KK3/2007	Kaukolämmön kiertoveden käsittely
KK4/2008	Kaukolämpöverkon perusparannustoiminnan yhtenäistäminen
KK11/2010	Kaukolämpöverkon sulkulaitteiden käyttötekniinen suunnittelu

Raportit

L18/1995	Suojaukset ja merkinnät sekä työturvallisuus kaukolämpöjohtotöissä
L21/1997	Kaukolämpöjohtojen toteutettuja ratkaisuja tunneleissa, silloissa ja vesistöalituksissa
L16/2005	Työturvallisuus kaukolämpöjohtojen rakennusurakoissa

KK1/1987	Varautuminen ja toiminta kaukolämmön suurhäiriö- ja kapasiteettivajaustilanteessa
KK7/1990	Kaukolämpöjohtojen korjaustöissä ja tilapäiskorjauksissa käytettävät erikoistyykalut, apuvälineet ja erikoismenetelmät
KK19/1998	Kaukolämpöjohdon vuodonpaikannusmenetelmät
KK2/1999	Kaukolämpöverkon kunnossapito
KK6A/2015	Kaukolämpöalan työsuojeluopas I Kaukolämpöverkkojen käyttö ja kunnossapito
KK5/2015	Kaukolämmön tekninen laatu

Tilastojulkaisut

Kaukolämpöverkon vauriotilasto (vuosittainen)

Kaukolämmön käyttötaloudelliset tunnusluvut (vuosittainen)

Maanalaisten kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen rakentamiskustannukset (vuosittainen)

Kaukolämmön keskeytystilasto (vuosittainen)

Vanhoja, uudisrakentamisessa käytöstä poistuneita johtorakenteita käsittelevät suositukset

L4/1978	Kaukolämpöjohdoissa käytettävät betoniset kiintopiste-elementit ja niiden raudoitukset
L4/1981	Kaukolämpöjohdoissa käytettäviä betonisia elementtikaivoja
L1/1982	Kaukolämpöjohdoissa käytettävät betoniset laajennuselementit ja niiden raudoitukset
L1/1983	Kaukolämpöjohdoissa käytettävät työpaikalla valetut kanavat ja yläelementtikanaavat sekä erityyppisten betonikanavien liittäminen toisiinsa
L6/1983	Kaukolämpöjohdoissa käytettävien 2- ja 3-tukisten betonisten kokoelementtien tekniset vaatimukset ja raudoitukset
L3/1984	Kaukolämpöjohdoissa käytettävien paljetasaimien tekniset vaatimukset
L3/1986	Betonisissa kokoelementtikanaavissa käytettävät putkien tukirakenteet



Energiateollisuus ry
Fredrikinkatu 51-53 B, 00100 Helsinki
Puhelin: (09) 530 520, faksi: (09) 5305 2900
www.energia.fi