

Kaukolämpöverkon kunnossapito
Suositus KK2/2018



Energiateollisuus

Kaukolämpö

Kaukolämpöverkon kunnossapito

Tässä suosituksessa käsitellään kaukolämpöverkon kunnossapidon tarvetta ja strategiaa, kunnossapitotoiminnan eri osa-alueita, suunnittelua, järjestelyä, toteutusta ja arviointia sekä näihin vaikuttavia tekijöitä ja suositeltavia periaatteita.

Tässä suosituksessa pitäydytään varsinaisessa kaukolämpöverkon kunnossapidossa, mm. välipumppaamojen tarkastukset jäävät tarkastelun ulkopuolelle. Myöskään riskien ennakoimista ei käsitellä.

Lämmönjakelutoimikunta:

Sami Rantio	Elenia Lämpö Oy, puheenjohtaja
Juhani Aaltonen	Helen Oy
Petri Flyktman	Jyväskylän 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
Juho Perkonoja	Turku Energia Oy
Veli-Pekka Sirola	Energiateollisuus ry, sihteeri

SISÄLTÖ

1	Johdanto.....	1
2	Kaukolämpöverkon kuntoon vaikuttavat asiat	1
2.1	Uudisrakentamisen laatu ja dokumentointi	1
2.2	Verkoston kunnossapidon laatu.....	2
2.3	Kaukolämpöverkon kunnossapidon tunnusluvut	2
3	Johtorakenteet ja niiden erityispiirteet kunnossapidon kannalta	3
3.1	Verkon perusrakenteet ja niiden kunnossapitostrategiat	3
3.1.1	Vapaasti liikkuva muovisuojakuorijohtorakenne – Mpul	4
3.1.2	Betonikanavarakenteet	4
3.1.3	Kiinnivaahdotettu johtorakenne - 2Mpuk ja Mpuk.....	5
3.1.4	Muut rakenteet	5
4	Kaukolämpöverkon kunnossapidon toiminnot	6
4.1	Ennakoiva kunnossapito	6
4.1.1	Kunnossapito-ohjelman suunnittelu.....	6
4.1.2	Kaivotarkastukset ja –huollot.....	7
4.1.3	Lämmönmyyjän tarkastukset lämmönjakohuoneessa.....	8
4.1.4	Venttiileiden säännölliset käytöt	9
4.1.5	Muut tarkastukset	9
4.1.6	Kunnonvalvonta ja vuodon paikannusmenetelmät	9
4.1.6.1	Lisäveden menekin valvonta	9
4.1.6.2	Kaivojen vesipinnan, lämpötilan ja kosteuden indikointi	10
4.1.6.3	Kosteudenvälvontajärjestelmä.....	10
4.1.6.4	Videokuvaus kanavarakenteissa	10
4.1.6.5	Maan pintalämpötilan mittaus	10
4.1.6.6	Lämpökamerakuvaukset.....	10
4.1.6.7	Näköhavainnot - veden värjäys	10
4.1.6.8	Hajuhavainnot	11
4.1.6.9	Korrelaatiotekniikka	11
4.1.6.10	Maakuuntelu.....	11
4.1.6.11	Rasituskokeet	11
4.1.6.12	Koekaivaukset	11
4.1.6.13	Verkon jakaminen osiin	12
4.1.6.14	Verkoston painemuutosten mittaus	12
4.1.6.15	Asiakaslaitteiden vuodon paikannus	12
4.1.6.16	Virtauksiin perustuva mittaus.....	12
4.1.6.17	Virtausputken rakenteen mittausta hyödyntäviä menetelmiä. 13	
4.2	Korjaava kunnossapito	13
4.2.1	Väliaikaiset korjaustekniikat.....	13
4.2.2	Lopullinen korjaus, eri putkitekniikat	14
4.2.2.1	Kiinnivaahdotettu johto 2Mpuk (yksiputkirakenne)	14
4.2.2.2	Kiinnivaahdotettu johto Mpuk (kaksiputkirakenne)	14
4.2.2.3	Betonikanavajohdot	14
4.2.2.4	Muovisuoja-putkijohdot	16

	4.2.2.5	Asbestisementtijohdot.....	16
	4.2.2.6	Muut rakenteet	16
	4.2.2.7	Sisäjohdot.....	17
	4.2.2.8	Muut rakenteet	17
	4.2.3	Korjauksissa huomioon otavat asiat	17
	4.2.4	Keskeytysten aikainen verkon käyttö	17
4.3		Perusparantaminen	18
4.4		Kunnossapidon dokumentointi	18
5		Kunnossapidon resurssit	18
	5.1	Kunnossapidon henkilöstö ja koulutus.....	18
	5.2	Kunnossapidon työvälineet.....	19
	5.3	Kunnossapidon varaosat ja varastot	19
LIITE 1		Esimerkki kaukolämpökaivojen huolto- ja kunnossapitokierroksen yhteydessä tehtävistä töistä	21
LIITE 2		Esimerkkiluettelo erään suuren kaukolämpöyrityksen huoltotyön työvälineistä.....	22

Kaukolämpöverkon kunnossapito

1 Johdanto

Kunnossapito jaotellaan ennakoivaan ja korjaavaan kunnossapitoon. Ennakoiva kunnossapito maanalaisen putkiston osalta voi olla haasteellista. Kaukolämpöverkon kunnossapidon tulee olla suunnitelmallista ja systemaattista.

Myös tunnuslukujen seuranta on tärkeä osa kunnossapitoa. Kohdassa 2.2 on lueteltu ne tärkeimmät kaukolämpöverkoston kuntoa indikoivat tunnusluvut, joita kaukolämpölaitosten tulisi ainakin seurata varmistaakseen verkostonsa riittävän kunnan.

Tässä suosituksessa pitäydytään varsinaisessa kaukolämpöverkon kunnossapidossa, mm. välipumppaamojen tarkastukset jäävät tarkastelun ulkopuolelle. Myöskään riskien ennakoimista ei käsitellä. On syytä kuitenkin muistaa, että riskien ennakointiin liittyvät toimenpiteet vaikuttavat oleellisesti verkoston kunnossapidon kustannuksiin. Tällaisia ovat mm. jo suunnitteluvaiheessa tehtävät ratkaisut kuten sulkuvälien pituus sekä tyhjennysventtiilien ja ilmanpoistojen sijoitus.

Kunnossapitotöiden turvallista suorittamista ja työsuojelukysymyksiä on käsitelty ET:n kaukolämpöverkon työsuojeluoppaassa.

2 Kaukolämpöverkon kuntoon vaikuttavat asiat

2.1 Uudisrakentamisen laatu ja dokumentointi

Uudisrakentamisen vaikutus kunnossapitoon

Johdon tulevaan käyttöikään on uudisrakentamisella ja sen laadulla erittäin suuri merkitys. Uudisrakentamisessa tehdyt päätökset näkyvät suoraan kunnossapitokustannuksina. Uudisrakentamisen suunnittelussa tulee ajatella elinkaarellisesti. Pelkästään rakentamisvaiheen investointikustannusten minimoinnilla ei saavuteta elinkaarellisesti parasta tulosta.

Uudisrakentamisen sekä perusparannuksen suunnittelu

Suunnittelun laatu on koko toiminnan perusta. Järkevillä suunnitelmissa saavutetaan hyvä kokonaistulos. Kaukolämpöverkkoa suunniteltaessa päätetään muun muassa seuraavista seikoista:

- ympäristötekijöiden huomiointi
- putkiston ja venttiilien sijainti, huollettavuus, ympäristöystävällisyys
- kaivojen lukumäärä, huollettavuus, työturvallisuus
- mitoitus, elinkaarikustannusten minimointi
- kunnanvalvonnan ja automaation taso

Uudisrakentamisen toteuttaminen ja valvonta

Rakentamisen laatutaso vaikuttaa suoraan verkon käyttöikään ja elinkaaren aikaisiin kustannuksiin. Monet vauriot ovat riippuvaisia rakentamisen laadusta. Alan suosituksia ja laadunvarmistuksen menettelyjä noudattamalla vähennetään selvästi kaukolämpöverkkoon kohdistuneita vaurioita sekä kunnossapitokustannuksia.

Uutta kaukolämpöjohtoa rakennettaessa ympäristötekijöillä on ratkaiseva merkitys kaukolämpöjohtojen pitkäikäisyyteen. Rakennettaessa on huomioitava, että salaojia käytettäessä ne tehdään kunnolla ja ne johdetaan salaojakaivoihin tai jonnekin muuten tarkoituksenmukaiseen purkupaikkaan. Tärkeää on myös, että salaojat merkitään piirustuksiin sekä tehdään huolto-ohjeet niiden tarkastamiseksi.

Rakentamisen eri vaiheet tulee sovittaa yhteen ja aikatauluttaa realistisesti ja olosuhteet huomioiden. Liian kireä aikataulu vaarantaa rakennustyön laadun. Rakentaminen ja sen valvonta toteutetaan alan suosituksen L11 "Kaukolämpöjohtojen suunnittelu- ja rakentamisohjeet" mukaisesti.

Uudisrakentamisen dokumentointi

Rakennettavat johdot on kartoitettava ja dokumentoitava johtotyyppitietoineen digitaalisesti voimassa olevan koordinaattijärjestelmän mukaisesti, jotta riittävät ja oikeat tiedot ovat kunnossapitotoiminnan käytettävissä.

2.2 Verkoston kunnossapidon laatu

Verkon kunnossapidon laadulla on uudisrakentamisen laadun ohella luonnollisesti oleellinen merkitys johtojen käyttöiälle sekä verkon kunnolle ja toimintavarmuudelle. Kunnossapitotoiminnan tulee pohjautua mietittyyn kunnossapitostrategiaan, olla suunnitelmallista, systemaattista ja järjestelmällisesti dokumentoitua sekä painottua ennakoivaan kunnossapitoon.

2.3 Kaukolämpöverkon kunnossapidon tunnusluvut

Kaukolämpöverkon kuntoa seurataan tiettyjen tunnuslukujen avulla. Tärkeimmät tunnusluvut laskentaperiaatteineen on esitetty ET:n tilastoraporteissa "Kaukolämmön käyttötaloudelliset tunnusluvut" ja "Kaukolämmön keskeytystilasto". Ne ovat:

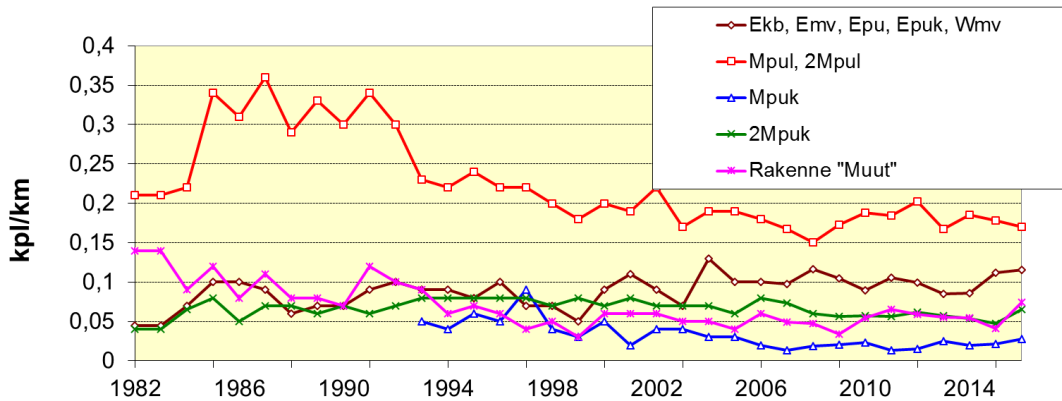
Lisäveden vuosikulutus (m^3/a)

Tilastojen mukaan verkon vesi vaihtuu keskimäärin 1...2 kertaa vuodessa. Tyypillisesti suuremmissa verkoissa vaihtuvuus on keskiarvoa suurempi. Lisäveden kulutusta tulee seurata säännöllisesti lyhyemmälläkin ajanjaksoilla.

Lisäveden kulutusarvoista nähdään kulutuksen trendi ja muutokset. Kullekin verkolle muotoutuu ko. tunnuslukuja seurattaessa omat normaaliarvonsa ja hälytysrajansa.

Vaurioiden lukumäärä (kpl/km/a)

Vaurioiden lukumäärää seurataan tunnusluvulla vuotoja/km/vuosi. Tilastojen mukaan keskimääräinen taso kaikki johdot huomioiden on noin 0,07 vuotoa/km/a. Kuvassa 1 on tyypillinen trendi vuotojen lukumäärästä.



Kaukolämpöjohtojen vikaantuvuus 1982-2016

Kuva 1. Vuosittainen verkostovaurioiden lukumäärä johtokilometriä kohden putki-tyypeittäin.

Vuosittain uusittu johtopituus (%)

Tunnusluku riippuu yrityksen valitsemasta kunnossapito- ja perusparannusstrategioista.

Korjauskustannukset / kokonaisjohtopituus (€/m)

Tunnusluku korjauskustannusten vertaamiseksi omiin aikaisempien vuosien kustannuksiin sekä muihin yrityksiin.

Keskimääräinen keskeytysaika/asiakas

Tunnusluku kertoo yrityksen toteutuneesta lämmön toimitusvarmuudesta asiakkailleen. Se lasketaan keskeytysten vaikutusalueen asiakasmäärillä painotettuna keskimääräisenä keskeytysaikana asiakkaalla. Tunnuslukua on hyvä seurata lämmityskauteen ja sen ulkopuolelle jaoteltuna.

3 Johtorakenteet ja niiden erityispiirteet kunnossapidon kannalta

3.1 Verkon perusrakenteet ja niiden kunnossapitostrategiat

Kunnossapidon kannalta on oleellista, että verkon perusrakenteet on toteutettu teknisesti oikein. Suunnitteluvaiheessa tehdään ratkaisuja, joilla on suuri merkitys kunnossapitoon koko kaukolämpöverkon käyttöajan ajan, joka voi olla selvästikin yli 50 vuotta. Suunnittelussa tulee tehdä optimaaliset materiaali- ja rakennerratkaisut. Venttiilien sijoitusratkaisuilla vaikutetaan merkittävästi verkon käytön ja kunnossapidon helppouteen, mutta toisaalta venttiilit itsessään ovat melkoinen huoltokohde. Venttiilien sijoittamista on tarkemmin käsitelty ET:n suosituksissa L11 "Kaukolämpöjohtojen suunnittelu- ja rakentamisohjeet" ja KK11 "Kaukolämpöverkon sululaitteiden käyttötekniinen suunnittelu". Verkon rakentamisen toteutus, suunnitelmien noudattaminen sekä työn valvonta ovat erittäin tärkeitä työvaiheita toimivan lopputuloksen saavuttamiseksi.

Tässä suosituksessa on johtorakenteet jaettu neljään ryhmään:

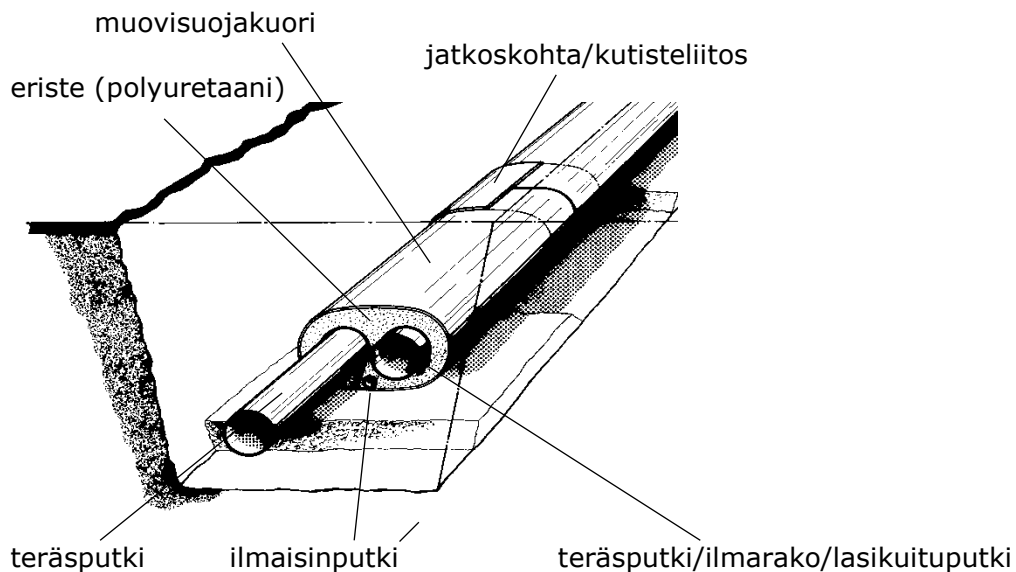
1. Vapaasti liikkuva muovisuojakuorijohtorakenne (Mpul, 2Mpul)
2. Kiinnivaahdotettu muovisuojakuorijohtorakenne (Mpuk, 2Mpuk)
3. Betonikanavarakenne
4. Muut rakenteet

3.1.1 Vapaasti liikkuva muovisuojakuorijohtorakenne – Mpul

Vapaasti liikkuvat muovisuojakuorijohtorakenteet ovat olleet korjaus- ja perusparrustoiminnan kannalta keskeisin johtorakenne Suomessa. Niiden kokonaismäärän arvioidaan olevan n. 900 km vuonna 2017.

Tämän rakenteen perusongelmana on muovisuojakuoren liitosrakenteen pettäminen, jonka seurauksena ulkopuolinen vesi pääsee teräsputken pinnalle. Varsinkin maan painuminen on tuottanut ongelmia, koska elementin painumisen myötä kutisteliitos on auennut. Teräsputki ruostuu tällöin erittäin nopeasti. Alle vuoden syöpmisajat voivat olla mahdollisia. Useimmiten koko kiintopisteväli (tai tapauskohtaisesti kaivoväli) vaihdetaan Mpuk/2Mpuk-rakenteeksi.

Näitä johtoja on rakennettu 1960-luvun puolivälistä 1980-luvulle asti. Tämän jälkeen hankalimmissa maaperäolosuhteissa olevat ja huonokuntoisimmat Mpul-johdot on jo korvattu kiinnivaahdotetulla rakenteella.



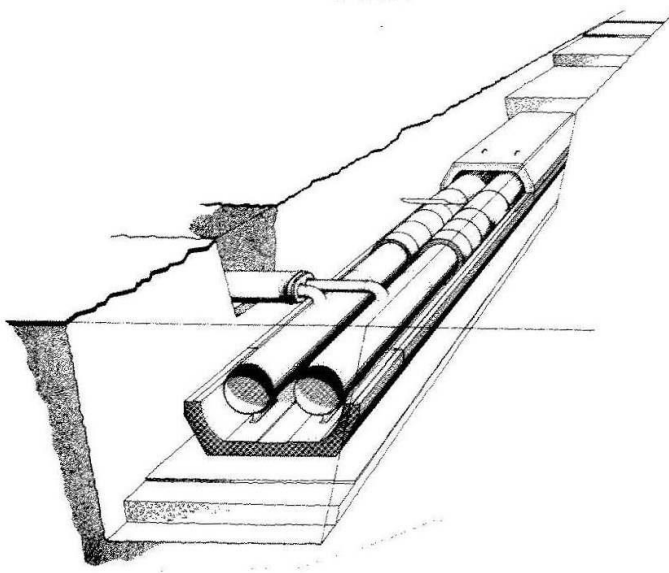
Kuva 2. Vapaasti liikkuva muovisuojakuorijohtorakenne (Mpul)

3.1.2 Betonikanavarakenteet

Mineraalivillaaeristeiset (harvemmin myös uretaanikouruilla eristetyt) betonielementtikanaavat ovat Suomessa yleensä päärunkojohtoina, ja niitä on rakennettu 1950-luvulta 1980-luvulle asti.

Betonielementtikanavien johtovauriot johtuvat usein elementtien saumoista tai ulkopuolisen maarakennustyön aiheuttamasta elementtivauriosta kanavaan pääseestä vedestä. Vaurioita ovat aiheuttaneet muun muassa tapaukset, joissa tukitolpat, liikennemerkit, liikennevalot ym. vastaavat rakenteet on asennettu huolimattomasti vaurioittaen kaukolämpökanavaa. Useissa kohdin ovat muuttuneet liikennejärjestelyt aiheuttaneet kanaville huomattavasti suuremman rasituksen kuin niitä suunniteltaessa oli huomioitu. Myös sadeveden tai pohjaveden nousu betonielementtikanavaan on aiheuttanut vaurioita.

Betonielementtikanavien korjaukset ovat kalliita. Niiden yleiskunto vauriokohdan ulkopuolella on yleensä todettu hyväksi, eikä niiden perusparannustarve vielä ole osoittautunut kovin suureksi. Vuotomäärät ovat kuitenkin kasvussa rakenteen ikääntymisen myötä. Kosteissa alavissa kohdissa, joissa putket ovat syöpyneet pidemmältä matkalta, on joskus koko kiintopisteväli vaihdettu 2Mpuk-rakenteeksi. Erikoistapauksissa on kanavaan asennettu ohuempieristeistä 2Mpuk-putkea tai on käytetty vastaavaa villaeristettä kuin alkuperäisessäkin ja betonielementit on asennettu saumakohdat erittäin huolellisesti toteuttaen takaisin.



Kuva 3. Betonikanavarakenne (ns. kokoelementtikanaava)

3.1.3 Kiinnivaahdotettu johtorakenne - 2Mpuk ja Mpuk

Kiinnivaahdotettua muovisuojakuorijohtorakennetta käytetään melkein kaikissa uusissa maanalaisissa kaukolämpöjohdoissa. Mpuk-rakenteen osuus pienissä kokoluokissa on viime vuosina selvästi lisääntynyt.

Kiinnivaahdotetuilla, alle 15 vuotta vanhoilla johdoilla on vaurioitiheys ollut hyvin pieni (0,01...0,05 kpl/km). Vanhemmillakin se on yleensä jäänyt reilusti alle 0,2 kpl/km. Vanhempien johtojen suurempi vaurioitiheys johtuu pääasiassa liitostekniikasta. Liitostekniikka ja materiaalit kehittivät merkittävästi vasta 1980-luvun puolivälin jälkeen ja samaan aikaan myös laadunvalvontaan alettiin kiinnittää erityishuomiota.

3.1.4 Muut rakenteet

Kellareissa ja tunneleissa olevien johtojen etuna on, että ne ovat yleensä näkyvissä ja täten helposti tarkistettavissa. Kuivissa kellaritiloissa ei yleensä ole ongelmia, mutta esimerkiksi tunneleissa, varsinkin meren tai järven ali kulkevissa, on määräajoin käytävä tarkastamassa, ettei tippuvesi pääse eristeiden kautta teräsputkea tai sen kannakkeita syövyttämään. Tunnelin kosteisiin kohtiin voidaan asentaa erilliset veden ohjainlevyt estämään veden pääsy putken suojakuorelle ja tästä eteenpäin eristeen läpi teräsputken pinnalle. Kannakkeita suojataan myös vedenohjainurin ja huoltamalla ruostuneet kohteet määräajoin.

Kevytbetonieristeiset betonikanavajohdot ovat 1950- ja 1960-luvuilta. Niiden eriste on korvattu korjausten yhteydessä lähinnä mineraalivillalla. Ongelmat ovat hyvin samansuuntaiset kuin mineraalivillaeristeisissä betonikanavissa. Näissä korostuu kanavan sisälle päässeän veden virtaamisen vaikeus, jolloin vesi patoutuu ja jää syövyttämään teräsputkea.

Erikoisrakenteiset kaukolämpöjohdot, kuten asbestisuojuputkiset ja muut vastaavat, vaihdetaan yleensä vuotojen yhteydessä 2Mpuk- tai Mpuk-rakenteeksi.

4 Kaukolämpöverkon kunnossapidon toiminnot

Kaukolämpöverkon kunnossapito vaatii omat erityismenettelmänsä. Kaukolämpöä pidetään hyvälaatuisena ja käyttövarmana tuotteena. Tämän mielikuvan ylläpitämiseksi ja parantamiseksi on tehtävä jatkuvasti työtä voidaksemme ylläpitää ja parantaa toimintamme kilpailukykyä.

Kunnossapito voidaan jakaa karkeasti kahteen osaan:

1. ennakoiva kunnossapito
2. korjaava kunnossapito

4.1 Ennakoiva kunnossapito

Kaukolämpöverkon ennakoiva kunnossapito kohdistetaan pääasiassa kaivoihin ja lämmönjakohuoneessa olevaan mittauskeskukseen. Muita ennakoivan kunnossapidon piiriin kuuluvia kohteita voivat olla esim. ilmajohdot ja siltoihin sijoitetut johdot.

Ennakoivalla kunnossapidolla pyritään minimoimaan verkolla tapahtuvat äkilliset ja yllättävät vuodot tms.

Ennakoivana kunnossapitona voidaan pitää myös verkoston kunnonvalvontaa, jossa pyritään tunnistamaan verkoston vuodot ennen kuin ne tulevat näkyviin maan päälle.

Verkkoon sijoitetut kaivot ja kuluttajan laitteet tulee dokumentoida rakentamisen yhteydessä siten, että muodostuu kohdetiedot (kohdekortit), joita voidaan hyödyntää kunnossapidossa. Kohdekortteihin tulee kerätä kaikki kunnossapidon kannalta oleellinen tieto.

Kohdekortit tallennetaan kunnossapitoa ohjaavaan järjestelmään, jonka avulla kohteille laaditaan ennakkohuoltokierrot.

Ennakoivan kunnossapidon tarve on yksilöllinen eri kohteilla. Kohteen kiertoväliin vaikuttaa esim. sen rakenteelliset seikat, käyttötarkoitus ja oleellisena seikkana

käyttö- ja kunnossapitohistoriasta tuleva tieto. Käytännössä kiertovälit ovat 4 viikosta ylöspäin. Alussa kannattaa erityyppiset kohteet yhdistää jonkun kunnossapitoon vaikuttavan samankaltaisuuden perusteella ja antaa näille oletetun tarpeen mukaiset kiertovälit. Historiatietojen karttuessa saadaan kullekin kohteelle määritellyksi paremmin tarpeita vastaava ennakkohuoltokierto.

Ennakoivaan kunnossapitoon vaikuttavia ominaisuuksia ovat mm. kaivon tyyppi, ympäristöolosuhteet ja kaivon merkitys lämmönjakelulle. Jotta hallittavuus säilyy, kannattaa ennakkohuollot suunnitella kaivotyypeittäin.

4.1.1 Kunnossapito-ohjelman suunnittelu

Kunnossapito-ohjelman suunnittelussa huomioidaan verkoston eri johtotyyppien ominaisuudet ja niiden erityispiirteet.

Johtojen kunnossapitosuunnittelussa huomioidaan eri kaivotyyppien tarkastusten ja huoltojen järkevä kiertoväli.

Suunnitelmassa huomioidaan etävalvonnassa olevien kaivojen toimivuus vähintään kerran vuodessa. Kaivotarkastuksien kiertovälien tiheys määritellään historiatietojen ja kokemuserän mukaan.

Nykyisillä kunnossapito-ohjelmilla saadaan helposti muunneltua käyntikertojen tiheyttä saatujen huoltotietojen perusteella.

Kunnossapito-ohjelmassa pääpaino ja kiertotiheys kannattaa keskittää siirto- ja jakelujohtoihin, jolla on suurin merkitys lämmönsiirron varmistamiseen.

Kiinteistöjen mittauskeskushuollot keskitetään kriittisiin ja suurempiin kiinteistöihin. Suunnittelussa selvitetään kiinteistöjen erityispiirteet esim. koska kiinteistössä on mahdollista tehdä lämmöntoimituksen keskeytys. Kiinteistöjen sisään-pääsy ja turvaluokitukset tulee selvittää kunnossapito-ohjelman suunnittelua tehtäessä.

Kunnossapito-ohjelman suunnittelussa huomioidaan turvallisuusohjeiden tekeminen kaikkiin työvaiheisiin kaivo- ja mittauskeskustöissä.

4.1.2 Kaivotarkastukset ja -huollot

Kaukolämpöverkon ennakoivan kunnossapidon keskeiset menettelytavat ovat kaivotarkastukset sekä kaivohuollot.

Kaivotarkastukset voidaan jakaa paikan päällä määräajoin tehtäviin tarkastuksiin ja etävalvontaan, jossa tarkastus suoritetaan, mikäli kaivon pinnankorkeuden tai lämpötilan asetusarvo ylittyy. Toiminnan tavoitteena on poistaa kaivoihin tuleva vesi, havaita vuodot sekä seurata kaukolämpölinjan vuotovesitilannetta.

Kaivohuollon tarkoituksena on säilyttää kaivon venttiilit sekä muu laitteisto toimintakuntoisina.

Huoltokäynnillä tarkistetaan ensin kaivon yleiskunto silmämääräisesti ja varmistetaan, että kaivossa on turvallista työskennellä. Tämän jälkeen suoritetaan kohteen vaatimat toimenpiteet, esim. venttiilikaivossa:

- tarkasta kansisto tiivisteineen (tarvittaessa puhdistus/ uusinta)
- tarkasta sulku- ja ohitusventtiilien toimintakunto ja käytettävyys venttiiliä liikauttamalla
- tyhjennysten ja ilmanpoistojen silmämääräinen tarkastus
- tarkasta laippaliitokset
- tarkasta teräs- ja betonirakenteiden kunto
- tarkasta eristeet ja tuuletusputket
- huolehdi tippuvesisuojuuksesta
- huolehdi kaivon siisteydestä

Liitteessä 1 on esitetty yksityiskohtaisempi esimerkki kaivuhuollon työluettelosta.

Seuraavassa on esitetty eräs ratkaisu kaivotarkastusten ja kaivuhuollon aikatauluttamiseen. Huoltoväli on kuitenkin laadittava kullekin lämpöryitykselle perustuen juuri sen omiin kokemuksiin:

		Huolto	Tarkastus
Ryhmä 1	Ongelmakohteet		0 – 4 vko (tai tarpeen vaatiessa)
Ryhmä 2	Siirtojohdot	52 vko	26 – 52 vko
Ryhmä 3	Jakelujohdot	1 – 3 a	1 – 3 a
Ryhmä 4	Liittymisjohdot		1 – 3 a

- ryhmä 1 sisältää kohteita, joissa on vuoto tai ulkopuolista vettä
- ryhmä 2 sisältää kohteita, jotka sijaitsevat lämmönjaon kannalta oleellisissa linjoissa ja lisäksi esimerkiksi kaivot, joissa sijaitsee jatkopumppausta, perusvesien pumppausta tai säätö-/mittauslaitteita sekä siirtojohdon haaroista ensimmäiset venttiilikaivot
- ryhmä 3 sisältää pääosin jakelujohdoissa sijaitsevia kohteita
- ryhmä 4 sisältää liittymisjohtokohteiden lisäksi kaikki muut kaivot
- ryhmissä 2 ja 3 vuorottelevat huolto ja tarkastuskäynnit.

4.1.3 Lämmönmyyjän tarkastukset lämmönjakohuoneessa

Lämmön käyttöpaikassa on asiakkaan laitteiden lisäksi lämmön toimittajan mittauskeskus. Nykyisissä mittauskeskuksissa kunnossapitoa/tarkastusta vaativat pääasiassa lianerottimet sekä mittalaitteet, joiden kunnossapitoon ei tässä yhteydessä paneuduta. Mittalaitteiden kunnossapitoa on käsitelty ET:n suosituksessa K13/2008.

Lämmön käyttöpaikassa tehtävään ennakkohuoltoon on syytä yhdistää vähintään asiakkaan kaukolämpölaitteiden silmämääräinen tarkastus ja vuototesti sekä mahdolliset asiakkaan kanssa tehdyn huoltosopimuksen mukaiset muut työt.

Käyntivälien pituus on syytä määrittää pääasiassa kohteesta saadun kokemuksen perusteella. Esimerkiksi usein toistuvat lianerottimen tukkeutumiset tulee huomioida.

Huollettaessa asiakaslaitteita on syytä huomioida myös samalla alueella suoritettavien kaivuhuoltojen kierto ja mahdollisesti yhdistää työt samaan kiertoon.

Ennakkohuollon piiriin otetuissa asiakaskohteissa tulee suorittaa vähintään seuraavat toimenpiteet:

- tarkista sulkuventtiilien toimintakunto ja käytettävyys venttiiliä liikauttamalla
- lianerottimen huolto
- liitosten tarkistus
- vuototestin suorittaminen
- sinettien ja eristeiden tarkastus
- silmämääräinen tarkastus asiakkaan kaukolämpölaitteille
- yleisestä siisteydestä huolehtiminen
- arvio lämmönjakokeskuksen saneeraustarpeesta

4.1.4 Venttiileiden säännölliset käytöt

Venttiileitä tulee koekäyttää vähintään kerran vuodessa. Kaikkia verkolla olevia venttiileitä ei voi sulkea tai aukaista käytön aikana. Kaikkia venttiileitä voidaan pienien virtauksien aikana kuitenkin käyttää puoliväliin ja takaisin. Venttiiliä käytettäessä on liikkeen oltava rauhallinen. Verkon venttiilien koekäytön aikana on hyvä olla yhteydessä valvomoon.

Toimilaitteellisia venttiileitä tulee käyttää etä- ja paikalliskäytöllä vähintään kerran vuodessa.

4.1.5 Muut tarkastukset

Kosteudenvälvontajohtimilla varustetuilla johto-osuuksilla tulee järjestelmän mitauspisteillä tehtävät seurantamittaukset suorittaa suunnitelmallisesti ja säännöllisesti.

Kaivojen kosteuden ja lämpötilan valvontajärjestelmien toiminta tulee tarkastaa säännöllisesti.

4.1.6 Kunnonvalvonta ja vuodon paikannusmenetelmät

Kaukolämpöverkon kunnossapitotoiminnan ja saneeraustarpeen määrittelyn kannalta on oleellista, että kaukolämpöverkon kuntoa ja tilaa voidaan valvoa. Vähimmäisedellytys kunnonvalvonnassa on se, että yrityksessä ollaan tietoisia tärkeimmistä toteutuneista tunnusluvuista ja niiden kehittymisestä sekä vastaavista valtakunnallisista vertailuluvuista.

Käytännössä kunnonvalvontaan on käytettävissä useita erilaisia menetelmiä, joilla verkon tilaa todellisuudessa pyritään analysoimaan. Tavat toteuttaa kunnonvalvontaa ovat joko verkon tuntemukseen, päättelyyn ja kokeiluun perustuvia tai teknisempiä menetelmiä. Kunkin yrityksen on harkittava omista lähtökohdistaan, mitä tapoja käyttää toiminnassaan.

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 huonokuntoinen putki tai vuoto saadaan paikannetuksi ja sen korjausajankohta ajoitetuksi, sitä laadukkaammin lämmöntoimitus asiakkaalle sujuu.

Kaukolämmön kunnonvalvonnan ja vuodonpaikannuksen avulla varmistetaan häiriötön lämmönjakelu ja minimoidaan verkon vesihävikkiä. Lisäveden kulutusta seurataan paineenpitojärjestelmän vesimittarien mukaan. Paitsi verkolla voi vuotoja olla myös voimalaitoksilla, lämpökeskuksilla sekä asiakaslaitteissa. Painesuhhteista riippuen asiakkaan laitteista raakavettä voi siirtyä myös kaukolämpöjärjestelmään.

4.1.6.1 Lisäveden menekin valvonta

Kaukolämpöverkon kunnan ja tiiviyn hyvä mittari on lisäveden menekki. Lisäveden valmistamista ja sen syöttämistä verkkoon on seurattava jatkuvasti.

Tieto kaukolämpöverkon lisäveden tarpeesta vuorokausitasolla on seurannan vähimmäisedellytys. Kulutuksen seurannan tulisi olla jatkuvaa. Reaaliaikaisen seurannan avulla saadaan käyttökelpoista tietoa eri tilanteiden arviointiin. Edellytyksenä oikeiden johtopäätösten teolle on kuitenkin se, että verkon käyttäytyminen eri tilanteissa tunnetaan ja verkolla suoritettavat toimenpiteet ovat tiedossa.

Lisäveden menekin kasvaminen kertoo joko toimenpiteistä tuotantolaitoksilla, kaukolämpöverkon vuodosta tai rakennettujen johto-osuuksien täytöistä.

4.1.6.2 Kaivojen vesipinnan, lämpötilan ja kosteuden indikointi

Kaivojen tilaa tulee tarkkailla silmämääräisesti huoltokierrosten aikana tai veden pinnankorkeutta, kaivon kosteutta ja lämpötilaa mittaavilla järjestelmillä. Mittaavat järjestelmät ovat useimmiten etänä luettavia.

4.1.6.3 Kosteudenvälontajärjestelmä

Tämä vuodonpaikannusjärjestelmä edellyttää, että kiinnivaahdotettuun johtoon (Mpuk tai 2Mpuk) on jo valmistusvaiheessa tehtäällä asennettu kosteudenvälontajohtimet. Lisäksi liitoskohdissa myös johtimet on jatkettava ja vaahdotettava liitoksen sisään. Vuotoveden saavuttaessa johtimet vuoto voidaan varmistaa vastusmittauksilla ja paikantaa kaapelitutkalla tai automaattisesti vuotopaikan ilmaisevalla kosteudenvälontajärjestelmällä.

4.1.6.4 Videokuvaus kanavarakenteissa

Elementtirakenteisten linjojen kunnonvalvontaan voidaan käyttää hyväksi videokuvausta. Menetelmässä videokamera on sijoitettu ryömijään, joka kulkee betonielementtikanaavassa. Tällä menetelmällä voi pääasiassa kartoittaa eristeiden kuntoa tai paikallistaa havaittu vuoto hyvin tarkasti.

4.1.6.5 Maan pintalämpötilan mittaus

Johdon päältä tapahtuvalla maan pintalämpötilamittauksella saadaan tarkennetuksi näköhavaintoon perustuva epäily vuotokohdan paikasta. Näköhavainto tehdään usein johtoalueella tapahtuneena lumen sulamisena tai päällysteen kuivumisena. Toiminta edellyttää johtorakenteen tuntemista, jotta voidaan huomioida tarkastelussa mahdolliset rakenteesta aiheutuvat lämpötilamuutokset johdon päällä.

4.1.6.6 Lämpökamerakuvaukset

Lämpokuvaus suoritetaan infrapunakameran avulla joko videolle tai valokuvaan. Kuvausta voidaan suorittaa joko maasta auton tai pelkän kuvaajan avulla, kauko-ohjattavasta pienoishelikopterista (dronesta), helikopterista tai lentokoneesta. Menetelmä on nopea. Etenkin säännöllisesti toistettuna kuvauksen avulla saadaan hyvä yleiskuva verkoston kunnosta ja paikannetuksi selvät ongelmakohteet ja heikot eristykset. GPS-paikannusta käytettäessä saadaan lisäksi havainnollinen kuva verkon ongelmakohdista.

Perusteluna kuvaukselle voi olla esim. linjan kriittisyys lämmön siirron kannalta. Tulosten oikeellisuuden vuoksi tulee analysointia tehtäessä tuntea verkon rakenne ja olla selvillä erilaisten rakenteiden aiheuttamista muutoksista pintalämpötiloihin. Usein lämpökuvauksen tulos on syytä varmistaa toisella menetelmällä.

4.1.6.7 Näköhavainnot - veden värjäys

Ehkä yleisin paikantamismenetelmä on edelleen näköhavaintoihin perustuva paikannus. Yrityksen oma henkilöstö, asiakkaat tai muut henkilöt 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 liikkeussaan työtehtävissään.

Kaukolämpöveden värjäys vaikuttaa verkon kunnossapitoon, koska värjätyyn veden avulla verkon vuodot havaitaan aikaisemmassa vaiheessa. Myös asiakkaan siirtimissä olevat vuodot voidaan helposti ja nopeasti löytää värjätyyn veden avulla.

Käytetyn väriaineen tulee täyttää ainakin seuraavat perusvaatimukset:

- myrkytön
- ei aiheuta ympäristölle vahinkoa, esim. värjätty kaukolämpövesi ei saa värjätä sen kanssa kosketuksiin joutuvia pintoja
- käyttö on taloudellisesti kannattavaa
- käyttö ei saa olla haitallista kaukolämpölaitteille

Väriaineiden havaittavuutta voidaan tehostaa eri valaistuksilla, esimerkiksi ultraviolettivalolla.

Yleensä kaukolämpövesi on suositeltavaa pitää pysyvästi värjättyinä.

4.1.6.8 Hajuhavainnot

Koiraa voidaan käyttää vuodon etsintätöissä sen erinomaisen hajuaistin takia. Menetelmä perustuu koiran koulutukseen tunnistamaan kaukolämpöveden tuoksua ja merkitemään havaitsemansa paikka. Paikantamistarkkuutta ja -varmuutta häiritsevänä tekijänä on kaukolämpöveden ja hajun kulkeutuminen vuotokohdasta, maaperän ja johtorakenteen ominaisuuksista riippuen.

Palvelua on saatavilla etsintäkoirapalvelua tarjoavilta yrityksiltä.

4.1.6.9 Korrelaatiotekniikka

Korrelaatiotekniikka on kuuntelutekniikka, jossa analysointilaitteiston avulla mitataan vuotoäänien eteneminen vuotokohdan molemmilta puolilta. Mittausmenetelmästä johtuen vuoto on pystyttävä etukäteen paikallistamaan tietyille välille, esim. kaivoväli tai vastaava. Tarkkuutta häiritsevinä tekijöinä on joissain tapauksissa olleet verkon erilaiset rakennemuutokset ja komponentit, kuten kiintopisteet ja talohaarat, sekä putkistosta kuuluvat sivuäänet ja taustakohina.

4.1.6.10 Maakuuntelu

Maakuuntelu perustuu vuotoäänien vahvistamiseen ja vuodon paikallistamiseen äänen perusteella. Menetelmä on yleisesti käytössä vesilaitoksissa ja sitä on jos-sain määrin sovellettu myös kaukolämpöön. Kaukolämpöputken eristys ja sekoit-tavat 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.

4.1.6.11 Rasituskokeet

Tarvittaessa voidaan ennen lämmityskautta kaukolämpöverkkoa rasittaa lämmityskaudella vallitsevilla olosuhteilla nostamalla sovituksi ajaksi menolämpötila tai paine lähelle mitoitusarvoja sekä mahdollisesti suorittamalla vastaavia muutoksia kuin lämmityskaudella.

Näillä toimenpiteillä voidaan kohdistaa verkon jo heikenneisiin osiin sellaisia rasituksia, joilla vauriokohdat saadaan esiin ja korjatuksi ennen lämmityskautta.

Esitettyä menetelmää käytetään pääasiassa erilaisille betonielementti- ja Mpul-rakenteille. Mikäli Mpuk/2Mpuk-rakenteiden osuus on suuri, ei rasituskokeilla saavuteta yhtä hyviä tuloksia.

Menettely ei ole Suomessa juurikaan käytössä siihen liittyvien teknistaloudellisten seikkojen ja riskien vuoksi.

4.1.6.12 Koekaivaukset

Koekaivaus on edelleen paljon käytetty menetelmä etenkin liikkuvaputkisen järjestelmän vuodon paikallistamisessa. Koekaivauksessa on periaatteena johtopii-rustusten 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. Vaurioutilastojen mukaan useimmiten kuitenkin vuotokohta on niin ilmeinen, että selvitetään 1...2 koekuopalla.

4.1.6.13 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 riippuu verkon tilavuudesta, vuodon suuruudesta tms.

Menetelmää käytettäessä on syytä varmistua venttiilien tiivyydestä.

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.

4.1.6.14 Verkoston painemuutosten mittaus

Vuotoja voidaan paikantaa sopivat hälytysrajat asetettuna verkon paine-eromittauksilla automaatiojärjestelmän kautta kriittisistä paikoista, mm. pumppaamoilta, verkon ylimmistä kohdista sekä latvaosista, mahdollisesti tulevaisuudessa myös asiakasmittarien kaukoluennan kautta.

Kehitteillä on myös vuodonilmaisujärjestelmä, joka perustuu äkillisiin painemuutoksiin. Järjestelmästä saatava tulos on sitä parempi mitä enemmän paineenmittauspisteitä verkossa on.

4.1.6.15 Asiakslaitteiden vuodon paikannus

Kuten aiemmin mainittiin vuoto voi olla myös asiakslaitteistossa. Mikäli kaukolämpöveden painetaso on korkeampi kuin sekundääripuolen paine, poistuu vuoto vettä asiakkaan suuntaan. Koska useimmilla yrityksillä on verkossaan värjätty vesi, havaitaan nämä siirrinvuodot nopeasti. Suurempi ongelma lieneekin raakaveden siirtyminen kaukolämpöverkkoon silloin, kun painetaso on vesijohtoverkossa korkeampi kuin kaukolämpöverkossa. On syytä seurata kaukolämpöveden koostumusta, mistä voidaan havaita raakavesivuodot.

Jatkossa automaattisen mittariluennan tietoja on mahdollista hyödyntää asiakslaitteiden vuotojen paikannukseen.

Asiakslaitteissa esiintyvien vuotojen takia on tärkeää, että mittauskeskushuoltoa suoritetaan suunnitelmallisesti, esim. 6 vuoden välein ja kriittisillä asiakkailla vuosittain (sairaalat jne.). Tarkastusten yhteydessä tulee venttiileitä käännettä jumiutumisen tarkastamiseksi/estämiseksi sekä lämmönsiirrinten tiiviyttä tarkastaa.

4.1.6.16 Virtauksiin perustuva mittaus

Kaukolämpöverkosta voidaan mitata meno- ja paluuvirtauksia ja tehdä näiden mittaustulosten perusteella johtopäätöksiä mahdollisista vuodoista. Virtausmittauksia voidaan asentaa kiinteinä verkkoon, jolloin tarkoituksena on seurata meno- ja paluumittauksen kehittymistä (poikkeamaa) pidemmällä aikavälillä. Mittauksia voidaan tehdä myös pistokoemaisesti verkon eri kohdissa. Edellä mainitussa korostuu mittauspisteiden valinta ja mittareiden tarkkuus. Mitä lyhyemmän aikaa mittauksia pidetään, sitä parempi (mittaustarkkuuden kannalta optimi) mittauspaiikka pitää olla.

Kiinteästi asennettujen mittauksien tiedot on hyvä tuoda automaatiojärjestelmään ja asettaa poikkeamalle hälytysrajat. Pistokoemaisesti tehdyt mittaukset voidaan lukea paikan päällä.

4.1.6.17 Virtausputken rakenteen mittausta hyödyntäviä menetelmiä

Ultraäänitutkimus

Tutkittaessa virtausputken kuntoa ultraäänellä asennetaan putken ympärille sopivaan kohtaan, esim. kaivon lähetin/vastaanotinkaulus, joka lähettää putken ultraääniaallon molempiin suuntiin. Korroosion tms. aiheuttamat poikkeamat putken poikkileikkauspinta-alassa heijastavat osan lähetetystä signaalista takaisin. Poikkeamien suuruus ja paikka määritetään heijastuman suuruuden ja signaalin kulkuajan perusteella. Ko. kohtia voi tarvittaessa lisäselvittää esim. röntgentutkimuksella tai kohdistetulla seinämänpaksuuden ultraäänimittauksella.

Tutkimus on suoritettavissa käyttöä keskeyttämättä ja menetelmä soveltuu etenkin vaikeapääsyisiin kohteisiin kuten tien- tai radanalitukset. Signaalin vaimeneminen ja putken epäjatkuvuudet rajoittavat tutkittavan etäisyyden käytännössä maksimissaan muutamaan kymmeneen metriin lähetinrenkaan molemmin puolin.

Virtausputken seinämän mittaus sisäpuolelta

Virtausputken seinämänpaksuuden mittaamiseen putken sisäpuolelta on käytettävissä erilaisia menetelmiä. Ne voivat perustua esim. putkiryömiän avulla pyörre-

virtamittauksin magneettikentässä tehtäviin tai akustiseen resonanssiin perustuviin skannauksiin, tai putkeen lähetettäviin akustisiin signaaleihin. Menetelmiä voidaan käyttää säännöllisiin tai kertaluontoisin kunnonvalvontamittauksiin tai akuutteihin ja paikallisempiin selvityksiin.

Putkiryömiään perustuvissa menetelmissä putkeen asennettu ryömijä skannaa seinämää sekä laskee ja tallentaa seinämänpaksuustiedot ja lähettää ne analysoitavaksi. Menetelmät ovat tyypillisesti käytettävissä isoille putkidimensioille.

Ääniaaltoihin perustuvassa menetelmässä putken päälle esim. kaivossa asennetaan äänilähde ja mittausosuuden toiseen päähän vastaanotin. Mittaus on suoritettavissa käyttöä keskeyttämättä ja myös pitemmille putkiosuuksille kuin ultraäänitutkimus. Tuloksena saadaan keskimääräinen seinämänpaksuus mittausosuuksilla. Menetelmää pyritään kehittämään niin, että mittaus samalla myös paikantaisi tarkemmin heikot kohdat.

Akustinen vuodonilmaisumenetelmä

Putkessa virtauksen mukana liikkuvaan akustiseen sensoriin perustuvalla menetelmällä voidaan paikantaa varsin pieniäkin vuotoja verkon käyttöä keskeyttämättä valitulla, pitkälläkin tarkastusvälimellä. Sensori voidaan asentaa ja poistaa putkesta kaivossa tai poraarojen kautta.

4.2 Korjaava kunnossapito

4.2.1 Väliaikaiset korjaustekniikat

Korjauspanta

Kaukolämpövuotoa voidaan hillitä tai jopa täysin tukkia korjauspannan avulla. Eri mittaisia korjauspantoja on yksi-, kaksi- ja kolmiosaisia erikokoisille putkille. Käytettävän korjauspannan koko ja pituus täytyy valita kohdekohtaisesti. Korjauspantaa asennettaessa on tärkeä huomioida vuodon sijainti ja määrä. Asennus on suositeltavaa tehdä paineettomana. Korjauspantaa voidaan ainoastaan käyttää suoralla putken osuudella.

Paineellinen tulppaus

Vuotokohta voidaan eristää käyttämällä paineelliseen putkeen tarkoitettua poratulppausmenetelmää. Tulppausyhteet on mahdollista myös yhdistää väliaikaisella putkella, jolloin sulkualue sekä keskeytyksen pituus saadaan minimoitua. Poratulppaus soveltuu erityisesti lämmöntoimituksen kannalta kriittisiin paikkoihin.

Paineeton tulppaus

Mikäli asiakkaalle on toimitettavissa lämpöä muuta kautta, sokeoidaan kohta pois käytöstä väliaikaisesti.

Putken litistäminen

Vuodon ollessa kulmassa tai haarassa siten että korjauspantaa ei voida käyttää voidaan harkita haaran litistämistä. Litistämistä ei tule kuitenkaan tehdä kulmakappaleesta tai liian läheltä hitsaussaamaa repeämisvaaran vuoksi. Lopullisen korjauksen yhteydessä edellä mainitut litistykset tulee poistaa. Tällä menetelmällä voidaan runkolinjan katko siirtää myöhemmäksi sopivampaan aikaan.

Lasikuitu- tai vastaava side

Kohteissa joissa ei voida käyttää korjauspantaa voidaan vuotoa hillitä tai jopa kokonaan tukkia käyttämällä erityisellä polyuretaanilla päällystettyä lasikuitusidettä

tai vastaavaa. Siteen asentaminen vaatii verkon paineettomana olon noin kolmenkymmenen minuutin ajan, jotta reagoivat aineet eivät huuhtoudu vuotoveden mukaan.

4.2.2 Lopullinen korjaus, eri putkitekniikat

Vaurion lopullinen korjaustapa riippuu johtotyypistä ja vaurion aiheuttajasta. Ulkoisen väkivallan (kaivuauriot, ulkoinen törmäys, tukirakenteen pettäminen jne.) aiheuttama vaurio on paikallinen.

Jos vaurio johtuu materiaali- tai asennusvirheestä, vaurio saattaa toistua muualakin samassa linjassa, saman materiaalityypin linjoissa tai saman tekijän linjoissa. Tällainen vaurio on toistuva vaurio.

4.2.2.1 Kiinnivaahdotettu johto 2Mpuk (yksiputkirakenne)

Kiinnivaahdotetulla 2Mpuk-rakenteella suojakuoren paikalliset vauriot korjataan joko muovihitsaamalla paikan päällä tai asentamalla jatkoskutiste vauriokohdan yli. Jos suojakuoren lisäksi eristekerrosta on lohjennut paikallisesti pois, pelliteään vauriokohta ja jatkoseristetään normaalijatkoksen työmenetelmien tavoin.

Mikäli paikallinen vaurio ulottuu virtausputkeen, vaurioiden paikalliset korjaukset tehdään vaihtamalla vaurioitunut ja kostunut putkielementin osuus uuteen, liitokset tehdään uudelleen ja jatkokset eristetään normaalijatkoksen työmenetelmien tavoin.

Toistuvissa vaurioissa esim. jatkosten osalta joko kaivetaan jatkokset esiin ja korjataan uusilla materiaaleilla tai korvataan kyseinen johto-osuus kokonaan uudella rakenteella optimoidulla putkikoolla.

2Mpuk-rakenteella virtausputken korjauksissa voidaan hitsattavien osien ohella käyttää kokoteräksisellä teräsputkien puristusliitoksella mekaanisesti liitettäviä korjausosia.

4.2.2.2 Kiinnivaahdotettu johto Mpuk (kaksiputkirakenne)

Kiinnivaahdotetulla Mpuk-rakenteella suojakuoren vauriot korjataan edellisessä kohdassa esitetyin tavoin.

4.2.2.3 Betonikanavajohdot

Kivivillaeristeiset ja lasivillaeristeiset

Pääsääntöisesti suositellaan kaivovälin uusimista.

Mikäli päädytään korjaukseen, paikalliset suojakuoren vauriot paikataan betonivallalla tai vaihtamalla suojakuorielementti, jos vaihtoelementtejä on käytettävissä (eroteltu purettavista linjoista ehjiä kuorielementtejä). Eristeitä voidaan korjata vaihtamalla paikallisesti uretaanikourueristeisiin.

Mikäli paikallinen vaurio ulottuu virtausputkeen, vaurioiden paikalliset korjaukset tehdään vaihtamalla pala virtausputkea uuteen, eristämällä virtausputki ja asentamalla suojakuori takaisin. Villaeristeisissä kanavissa on huomioitava kanavan tuulettuminen ja pohjan vesitys korjauskohdan ohi vastaavasti kuin ennen korjausta. Jos korjaus estää kanavan tuulettumisen tai vesittymisen, tulee muutospaikkaan rakentaa uusi vesityskaivo tai tuuletusputki tilanteen vaatimalla tavalla.

Yksittäisissä palkeiden vaurioissa vaihdetaan palje uuteen.

Irronneet kiintopisteet kiinnitetään ja lukitaan tarvittaessa uudelleen vahvemmin. Mahdollisesti kiintopisteiden kohdalla revennyt virtausputki korjataan paikallisesti.

Mahdollisesti rikkoutuneet vapaan kulman kuorivalut korjataan ja vahvistetaan betonoimalla.

Lohenpyrstöliuku saattaa likaantua hiekoittumalla ja sen seurauksena jumittua. Jumittumisen seurauksena palje ei elä suunnitellulla tavalla, jolloin virtausputkeen muodostuu vääntöä ja lopulta rakenteeseen rikkoutumista. Riippuen ongelman laajuudesta tai aiheuttajasta, ko. kanavaosuus huolletaan paikallisesti tai uusitaan.

Haarat saattavat painua, jolloin painunut haara vääntää haaroituskohtaa saattaen aiheuttaa vaurion. Haaran vääntö vapautetaan avaamalla ja kiinnittämällä haara uudelleen tai uusitaan haara.

Korvaavana eristeenä käytetään uretaanikourua. Pienet ja vaikeamuotoiset kohteet tehdään villalla. Johto-osuus voidaan uusita esieristettynä 2Mpuk-putkena, jos putket mahtuvat betonikuoren sisään.

Tuuletus saattaa estyä tukkeutumisen takia, kun tuuletusputkiin tungetaan tavaraa sisään. Korroosio väsyttää tuuletusputket joko rakenteen iän myötä tai vaikkapa koirien merkatessa putkien juurta. Tuuletusputkia tarkkaillaan kaivokierroksilla, vaurioituneet korjataan tai lopulta uusitaan.

Kanavien alimmissa kohdissa paikallisia vaurioita voi aiheuttaa kanavaan nouseva vesi, mikä on seurausta tukkeutuneesta tai riittämättömästä kanavan kuivatuksesta. Ko. kohdissa järjestetään kanavan riittävä veden poisto, kuivatus ja uusitaan vaurioituneet tyhjennykset tai/ja osa virtausputkea.

Vaurioituneen putken ikää voidaan käyttää myös kriteerinä päätettäessä korjauslaajuutta.

Toistuvissa tai laaja-alaisissa vaurioissa rakennetaan korvaava johto viereen tai tilalle tai muuta reittiä. Usein järkevä uusimisosuus on kaivoväli (tuuletus, vesitys, kiintopisteet). Kanavatyyppin vaihtuessa muualla, kuin jo olevan kaivon kohdalla, muutoskohtaan tehdään muutoskaivo (joka voi olla tarkastuskaivo / tuuletuskaivo / tyhjennyskaivo).

Kevytbetonieristeiset

Pääsääntöisesti suositellaan kaivovälin uusimista.

Mikäli päädytään korjaukseen, paikalliset betonielementin vauriot paikataan betonivalulla tai vaihtamalla suojakuorielementti, jos vaihtoelementtejä on käytettävissä (esim. eroteltu purettavista linjoista ehjiä kuorielementtejä).

Eristeitä voidaan korjata vaihtamalla paikallisesti uretaanikourueristeisiin. Kevytbetonia ei korvata tai asenneta uudelleen avauksen jälkeen.

Mikäli paikallinen vaurio ulottuu virtausputkeen, avataan kanava ja poistetaan kevytbetonieristettä varoen rikkomasta keskikohdalla pohjalla olevaa kuivatusta varten olevaa olkipunosta. Vaurioiden paikalliset korjaukset tehdään vaihtamalla pala virtausputkea uuteen ja eristämällä virtausputki uretaanikourueristyksellä. Pienet ja vaikeamuotoiset kohteet tehdään villalla. Korjauksessa voidaan käyttää myös esieristettyä 2Mpuk-putkea, jos putket mahtuvat betonielementin sisään.

Kanavaa suljettaessa ennen kansiarkun asennusta on varmistuttava, että vesitys toimii olkipunoksessa pohjalla ja että kanava tuulettuu korjauskohdan ohi vastaavaan tasoon, kuin ennen korjausta. Jos korjaus estää kanavan tuulettumisen tai vesittymisen, tulee muutoskohtaan rakentaa uusi vesityskaivo tai tuuletusputki tilanteen vaatimalla tavalla.

Haarat saattavat painua, jolloin painunut haara vääntää haaroituskohtaa saattaen aiheuttaa vaurion. Haaran vääntö vapautetaan avaamalla ja kiinnittämällä haara uudelleen tai uusitaan haara.

Yksittäisissä palkeiden vaurioissa vaihdetaan palje uuteen.

Irronneet kiintopisteet kiinnitetään ja lukitaan tarvittaessa uudelleen vahvemmin. Mahdollisesti kiintopisteen kohdalla revennyt virtausputki korjataan paikallisesti.

Toistuvissa tai laaja-alaisissa vaurioissa rakennetaan korvaava johto viereen tai tilalle tai muuta reittiä. Usein korroosiovaurio johtuu kanavan heikentyneestä sisäisestä kuivatuksesta. Salaojana toimiva olkipunos on joko riittämätön tai tukkeutunut hienoaineksesta. Tukkeuma on usein kyseiselle kanavalle tyypillinen ominaisuus, jolloin kanava kannattaa uusia uuteen Mpuk- tai 2Mpuk-rakenteeseen. Usein järkevä uusimisosuus on kaivoväli (tuuletus, vesitys, kiintopisteet). Kanavatyyppin vaihtuessa muualla, kuin jo olevan kaivon kohdalla, muutoskohtaan tehdään muutoskaivo (joka voi olla tarkastuskaivo / tuuletuskaivo / tyhjennyskaivo).

Polyuretaanieristeiset

Pääsääntöisesti suositellaan kaivovälin uusimista.

Mikäli päädytään korjaukseen, vauriotyypit ja korjaustavat ovat samat, kuin edellä villaeristeisillä kanavilla. Esieristetyssä mallissa muovikerros saattoi olla hyvin ohut, ja siten imi vettä sisään aiheuttaen korroosiota.

Saneerauslaajuuden arvioinnissa huomioidaan vuotokohtien lukumäärä ja yleisesti, miltä kanava näyttää. Putken syöpymä ohjaa korjauslaajuutta. Esieristetyjä johtoja ei asenneta uudelleen vaan korvataan kouruilla.

4.2.2.4 Muovisuoja-putkijohdot

Mpul ("Fiskatherm, Lohjatherm, Urtsi",...) on todettu riskirakenteeksi, kanavaa vaihdetaan osuuksittain pois ja korvataan systemaattisesti kaivoväleittäin uuteen Mpuk- tai 2Mpuk-rakenteeseen.

4.2.2.5 Asbestisementtijohdot

Pääsääntöisesti suositellaan kaivovälin uusimista.

Mikäli päädytään korjaukseen, on huomioitava asbestityötä koskeva lainsäädäntö (tehtävä suunnitelma jne.) Paikallisissa vaurioissa suojakuoren vauriot korjataan betonivaluilla.

4.2.2.6 Muut rakenteet

Vanhoissa muoviputkiverkoissa jakolaatikot ovat usein vauriokohtia, laippa muoviputkessa korjataan vaihtamalla laippa. Virtausputken vauriot korjataan sähköhitsattavalla korjausmuhvilla. Jakolaatikot ovat muovia tai betonia, ne korjataan tarvittaessa.

Jos muoviputkessa on mekaaninen väkivaltavaurio, uusitaan koko talohaara.

Muoviputkissa käytetty silumiinilaippa syöpyy voimakkaasti kostuessaan. Silumiinilaipat korvataan kaksiosaisella korjauslaipalla.

Kuparia on käytetty materiaalina talohaaroissa, harvoin runkojohdoissa. Pääsääntöisesti uusitaan Mpuk- tai 2Mpuk-rakenteeksi. Vaurion ollessa kulmassa kupariosa vaihdetaan, liitokset tehdään juottamalla, suojakuoreksi asennetaan taipuisa muhviputki ja liitokset tehdään kutisteilla.

Erikoisteräsputket ja taipuisat teräsputkirakenteet korjataan vastaavalla putkityypillä tuotteen omilla osilla.

Lecasora kastuessaan kiihdyttää korroosiota virtausputken pinnalla. Pääsääntöisesti ko. putket vaihdetaan Mpuk- tai 2Mpuk-rakenteeksi.

4.2.2.7 Sisäjohtot

Riippuen paikasta, sisäjohtojen korjaus tehdään uudella putkivedolla, eristys tehdään mineraalivillakourulla ja päälle asennetaan muovipinnoite. Hankalissa asennusolosuhteissa tai esim. kosteissa paikoissa voidaan korjaus toteuttaa myös kiinnivaahdotetulla rakenteella.

4.2.2.8 Muut rakenteet

Rakenteella "protexulaatti- tms. jauhe muoviputkien ympärillä" (esim. 40 mm) puskuliitokset vuotavat, jos liitosten kohdistus ei ole kohdallaan. Virtausputkien korjaukseen on käytettävissä sähköhitsattavia korjausmuhveja. Eristeen korjaus tehdään esim. vaahdottamalla puulaatikkoon. Teräs- ja muoviputkiliitoksissa käytetään erikoisliittimiä.

4.2.3 Korjauksissa huomioitavat asiat

Äkillisissä vuototilanteissa kaukolämpövettä voi valua ympäristöön. Tärkeää on nopea alueen rajaaminen ja vuotokohdan erottaminen verkostosta.

Vuodon korjaus vaatii yleensä putkiston osan erottamisen ja tyhjentämisen. Tyhjennettävä vesi tulee johtaa ympäristöön siten, ettei siitä aiheudu vaaraa myöskään ulkopuolisille. Ympäristöön johdettaessa kuuma vesi tulee tarvittaessa jäähdyttää kasvien sekä viemärien, rakennusten ym. rakenteiden suojaamiseksi. Suurista tyhjennysmääristä on hyvä ilmoittaa kunnan ympäristöviranomaisille ja tarvittaessa tiedottaa laajemmin.

Korjaustilanteissa on huomioitava turvallisuusasiat kuten kaikessa muussakin verkon kunnossapidossa ja rakentamisessa. Huomioitavia asioita ovat mm.:

- Kaukolämpövesi. Huomioitavaa on, että kaukolämpövesi on kuumaa ja ulkopuolisten pääsy on estettävä vuotoalueelle sekä veden tyhjennysalueelle. Lisäksi höyryn aiheuttamat riskit kuten näkyvyyden heikentyminen on aina huomioitava.
- Liikennealueella työskentely ja liikennejärjestelyt
- Erietyiset riskit kaivannoissa ja kaivoissa työskenneltäessä
- Muuttuvat olosuhteet (liikenne, säätila yms.)
- Tulityöt. Tulitöitä tehdään sekä kaivannoissa että asiakkaiden tiloissa. Lakisääteisiä määräyksiä tulitöistä on noudatettava kaikkialla

Tarkempia tietoja ja ohjeistusta turvallisuusasioista löytyy ET:n julkaisemassa työsuojeluoppaassa KK6A/2015.

Putkiston osan erottaminen vuodon korjaamiseksi voi vaikuttaa asiakkaiden lämmönjakeluun. Siksi korjauksissa tulee huomioida asiakaspalvelu. Asiakaspalvelua on vastata asiakastiedusteluihin vikatilanteissa sekä ennakoivasti ilmoittaa asiakkaille tulevasta lämmönjakeluhäiriöistä. Mahdollisuuksien mukaan asiakkaille voidaan jakaa tiedotteet tulevasta jakeluhäiriöstä. Häiriöistä voidaan tiedottaa myös tekstiviestillä tai/ja internetissä esim. karttapalvelussa. Isommista häiriöistä voidaan lisäksi tiedottaa laajemmin sähköisessä mediassa (esim. Facebook/Twitter) tai julkaista tarvittaessa mediatiedote.

Korjauksen jälkeen pyritään jälkityöt saattamaan loppuun mahdollisimman nopeasti ja saattamaan ympäristö alkuperäiseen kuntoon.

Korjausten aiheuttamat muutokset verkostoon tulee dokumentoida.

4.2.4 Keskeytysten aikainen verkon käyttö

Ennen suunniteltua keskeytystä on tunnistettava ja arvioitava keskeytyksen aiheuttamat vaikutukset lämmönjakeluun ja tuotantoon sekä siirtokapasiteettiin. Suunnittelemattomissa keskeytyksissä verkon käytöllä pyritään minimoimaan aiheutuva haitta osapuolille. Keskeytysten aikaisen verkon käytön periaatteista on hyvä olla sovittuna etukäteen esimerkiksi yrityksen valmius-/varautumissuunnitelmassa, jolloin sopiminen vastuun jaosta ja yhteydenpidosta selkeytyy.

Keskeytystä aloitettaessa on tärkeää, että käyttötoimenpiteet verkolla tehdään yhteistyössä käyttöä ohjaavan operaattorin kanssa vaurioiden ja vaaratilanteiden estämiseksi. Sulkuventtiileiden käytön nopeus on sovitettava tilanteen mukaan paineen muutosten ja tehotasapainon sekä lisäveden/paisunnan hallitsemiseksi. Keskeytyksen aiheuttamien rajoitusten takia saattaa olla tarvetta käyttää lämmöntuotantoon huippu- ja varalaitoksia tai tilanteesta riippuen jopa siirrettäviä yksiköitä.

Keskeytyksen aiheuttama verkon käyttö tulee dokumentoida, jotta muistetaan palauttaa kaikki normaalitilaan keskeytyksen päätyttyä, vaikka henkilökunta olisi välillä vaihtunut.

Isoissa keskeytyksissä toteutusta ja verkon käyttäytymistä on hyvä harjoitella ja simuloida etukäteen.

4.3 Perusparantaminen

Perusparantamisella ja siihen liittyvällä päätöksenteolla on selkeä kytkentä etenkin korjaavaan kunnossapitoon. Usein korjauskohteet muuttuvat perusparannuskohteiksi vauriokohtaa ympäröivien johto-osuuksien todellisen toimintakunnon paljastuttua.

Tässä suosituksessa perusparantamista ei enempää käsitellä. Perusparantamisen strategiaa, tarvearviointia, suunnittelua, ohjelmointia ja systematiikkaa sekä keskeisiä toteutustapoja erilaisten työkohteiden ja johtorakenteiden osalta on laajasti käsitelty ja ohjeistettu ET:n suosituksessa L7 "Kaukolämpöverkon suunnitelmallinen perusparantaminen".

4.4 Kunnossapidon dokumentointi

Suosittelaa käytettäväksi tietokanta- ja paikkatietopohjaista verkkotietojärjestelmää, mihin kirjataan havainnot reaaliaikaisesti. Kentällä työskenneltäessä käytetään mobiiliversiota.

Järjestelmään kirjataan toimintahäiriöt, lämpövajaukset, asiakashavainnot, asiakaspalautteet, kunnossapidon omat havainnot ja tehdyt toimenpiteet ja verkostomuutokset. Tietoa kerätään myös huoltokierrosten yhteydessä.

Tietojärjestelmien käytön tavoitteena on tehdyn työn vieminen kunnossapitohistoriaan ja kerätyn aineiston käsittelyn helpottaminen. Kunnossapito-ohjelmaa tulisi yleensä käyttää siten, että tiedot ovat kaikkien käytettävissä.

Järjestelmästä saadaan erilaisin kriteerein mm. huolto-ohjelmat ja työlistat sekä pitkän aikavälin perusparannustarpeiden valmisteluun tarvittavaa aineistoa.

5 Kunnossapidon resurssit

5.1 Kunnossapidon henkilöstö ja koulutus

Henkilöstöresurssit tulee tarkastella myös poikkeustilanteet ja varallaolo huomioiden.

Koulutuksella pyritään turvaamaan pätevän henkilöstön saatavuus. Koulutusta suoritetaan mm. työn yhteydessä vanhempien ammattimiesten ja esimiesten opastuksella.

Kaukolämpöalalle on luotu oma kaukolämpöasentajan ammattitutkinto. Kaukolämpöasentajan ammattitutkinto on toisen asteen tutkinto, johon tähtäävää koulutusta järjestetään useimmiten aikuisten ammatillisena koulutuksena. Tutkintoina voidaan suorittaa kaukolämpöasentajan ammattitutkinto tai kaukolämpöylijäsentajan erikoisammattitutkinto. Tutkinnossa on riittävästi hallittava kaukolämpötekniikan perusteet, kaukolämpölaitokset, kaukolämpöverkot ja asiakkaan kaukolämpölaitteet sekä suoritettava käytännön kokeet em. alueilta.

5.2 Kunnossapidon työvälineet

Hyvin varusteltu huoltoauto on verkostokunnossapidon keskeisin työväline. Tehokkaan työskentelyn mahdollistamiseksi autossa voi esim. olla lämmitetty työskentelytila, nostolaite varustettuna magneettinostimella, tarvikehyllyt, laatikostot sekä työpöytä ruuvipenkkeineen. Auton koko ja tyyppi tulee valita huollettavan verkoston mukaan. Lähinnä valintapäätökseen vaikuttavat liikenteelliset seikat ja se, suoritetaanko kunnossapitoa aivan vilkkaimmassa keskustassa vai rauhallisemmassa taajamassa. Mikäli mahdollista auton työskentelytilan tulee olla eristetty, ja siellä tulisi olla käytettävissä sähkö sekä paineilma tai vaihtoehtoisesti erilliset paineilmakompressori ja aggregaatti.

Itse huoltotyö jakaantuu periaatteessa kolmeen ryhmään:

- a) kaivohuolto
- b) kaivotarkastukset
- c) kaukolämpöverkon käyttökeskeytykset ja niihin liittyvät verkon käyttöönotot sekä verkon osien tyhjennykset ja täytöt

- a) Kaivohuollon käytetyimmät työvälineet ovat magneettinostin ja kannen aukaisukoukut, tyhjennyspumppu, teollisuuspölynimuri ja siivousvälineet sekä valaisimet. Mikäli kaivohuollon apuvälineenä on kunnossapito-ohjelma, tarvitaan huoltohenkilöstölle myös mobiililaitteet, jotta kaikki raportointi ja vauriokirjaukset saadaan suoritetuksi kerralla valmiiksi eikä työtä tarvitse enää jatkaa tukikohtaan päästyä.

- b) Kaivotarkastusten käytetyimmät työvälineet ovat tyhjennyspumppu letkui-
neen ja kaivokoukut. Myös tässä työvaiheessa raportointi on tärkeää.
- c) Kaukolämpöverkon käyttökeskeytyksissä tarvitaan verkon sulkukartta,
pumppu, tyhjennysletkut, ilmausletkut sekä toimivat yhteysvälineet valvo-
mon ja muiden työryhmien välille.

Muita työvälineitä ja tarvikkeita ovat mm.:

- kaasu- ja sähköhitsauslaitteet
- puhaltimet kaivon tuulettamiseen ja höyryn poistoon
- kulmahiomakoneet sekä muut käsityökalut
- metallinetsin kaivon kansistojen löytämisen helpottamiseksi
- koottava sadekatos
- huoltoauton GPS-paikannin
- varoitusvilkut ja -puomit, liikenteen ohjaukseen käytetyt keilat, merkit
yms.
- ensiapulaukku (myös ensiaputaito tarvitaan)
- henkilökohtaiset suojarusteet
- happimittarit
- venttiilien avaustyökalut
- alkusammutusvälineet
- alumiinitikkaat
- valaisimet; käsivalaisimet sekä kiinteät työvalot
- tilapäiskorjauksissa tarvittava kalusto

Liitteessä 2 on esitetty erään suuren kaukolämpöyhteyden käytäntöön pohjautuva
yksityiskohtaisempi esimerkkiluettelo kunnossapitotyössä käytettävistä välineistä.

5.3 Kunnossapidon varaosat ja varastot

Kaukolämpöverkostoihin kuuluvien eri komponenttien varaosilla ja varastoinnilla
mm. pyritään minimoimaan lämmöntoimituksessa tapahtuvien häiriöiden kestoja
kunnossapitotilanteiden paremmalla hallinnalla. Varastoissa olevien komponent-
tien hallinta vaatii varastokirjanpitoa /-ohjelmaa, josta voidaan seurata reaaliai-
kaisesti määriä ja mahdollisesti varaston arvoa. Varasto-ohjelmasta voidaan ken-
tältä helposti saada tieto varaston määrästä etäyhteydellä.

Varaston tavoitteena on, että siellä pidetään tarvittava määrä mahdollisimman
monen eri koon putkea, putkenosia, paljetasaimia sekä tarvittaessa muita kauko-
lämpöverkkotoiminnassa käytettäviä osia. Nykyään toimittajilta, urakoitsijoilta ja
kaukolämpöyhteyksiltä saa suhteellisen nopealla aikataululla tarvittaessa lisää
näitä osia, joten oman varaston kokoa kannattaa tarkastella tapauskohtaisesti.

Sulkuventtiileiden, toimilaitteiden ja pumppujen varastoinnissa kannattaa tehdä
kriittisyystarkastelu ja tämän pohjalta tehdä arvio varastointitarpeesta. Eri toimit-
tajilla on myös palveluita, joissa hajonnut komponentti lähetetään valmistajalle ja
sieltä saadaan kunnostettu komponentti saman tien tilalle.

Kaukolämpöverkostoilla ja kaivoissa käytössä olevien pienempien osien, kuten
sulkuventtiileiden, käyrien, teräsosien ym. osien varastointi kannattaa keskittää
samaa paikkaan, josta tarvittaessa osat on helposti haettavissa. Näistäkin on
syytä pitää kirjanpitoa, jotta varastoa voidaan täydentää tarpeen mukaan. Varas-
ton täyttöön on mahdollisuuksien mukaan saatavissa yhteistyökumppaneita, joilla
on vastuu varaston ylläpitämisestä.

Kaukolämpöverkostoilta on saatavissa enenevässä määrin eri tietoja datayhteydellä esimerkiksi paineista ja lämpötiloista, hulevesistä ym. Yhteyksien ylläpitämiseen vaadittavien laitteiden sekä tietoja mittaavien lähettimien varastointi kannattaa hoitaa yhteistyössä sähköstä ja automaatiosta vastaavien henkilöiden kanssa.

LIITE 1 Esimerkki kaukolämpökaivojen huolto- ja kunnossapitokierroksen yhteydessä tehtävistä töistä

1. Turvallisuus

- kaivoon menemisen, kaivossa työskentelyn ja liikenteen turvallisuuden huomioiminen

2. Kulkuaukkojen kansistot

- kuluneisuus
- korkeus (mikäli korotusrenkaita yli 40 cm, merkitään huomautuksiin)
- vesivuodot välikannesta
- kansiston kiinnitys, pikisauman kunto

3. Eristeet ja putket

- eristeet kastuneet kaukolämpövedestä
- eristeet kastuneet pintavedestä
- tippuvesivaurioita eristyksessä

Jos veden tulo kaivoon on voimakasta, ilmoitetaan työnjohdolle välittömästi. Lisäksi pyritään selvittämään mistä vesi on tullut.

Mikäli eristeissä havaitaan tippuvesivaurioita, on tällaiset kohdat aina suojattava muovilla tai paksulla kattohuovalla tippuveden kestäväksi.

4. Sulkuventtiilit, haarat, tyhjennykset ja ilmanpoistot

Venttiileille suoritetaan

- venttiilien suojatulppien tarkastus
- toiminnan kokeilu (syöpyneiden tulppaventtiileiden toimintaa ei saa testata)
- vaihteistojen voitelu
- tulppahanat voi voidella vain paineettomina
- tulppahanojen eristyksen poisto (eristeitä poistettaessa varottava syöpyneitä venttiileitä)
- topparien tarkastus

Mahdolliset viat kirjataan seuraavasti:

1. syöpymät
2. karatiivistevika
3. toimintahäiriö
4. viallinen laippaliitos
5. kiinni/auki -tilan tarkastus karan päästä
6. muu vika

5. Tarkastetaan ja tarvittaessa korjataan

- eristeiden ja suojapahvien kunto, teräsrakenteiden maalaus tai ruostesuojaus
- paljetasaimet sekä muut putkistovarusteet
- kaivon tuuletus ja tuuletusputken kunto (lyhyiden putkien vaihto)
- kaivon viemärointi
- kaivonnumero
- raportoidaan muut mahdolliset viat ja puutteet

LIITE 2 Esimerkkiluettelo erään suuren kaukolämpöyrityksen huolto- työn työvälineistä

SÄHKÖLAITTEET	kpl	Poist.	Hank.	Inv. pv.
Kulmahiomakone, iso	1			
Kulmahiomakone, pieni	1			
Kulmahiomakone, akku	1			
Akkuporakone	1			
Puukkosaha, akku	1			
Puukkosaha, akku, pieni	1			
Työvalo, akku	1			
Uppopumppu pieni	1			
Uppopumppu keskikokoinen	1			
Jatkojohtokela 2,5mm2/25m	1			
Aggrekaatti	1			
Käsivalaisin	1			
Akkupumppu (porakonekäyttöinen)	1			
Infrapunalamppu	1			
Miinaharava	1			
Virve puhelin / radiopuhelin	1			
Kannettava tietokone/tabletti	1			
Pulttipyssy akkukäyttöinen	1			
Räikkäävain akkukäyttöinen	1			
Akkuporakone (pieni laippojen kiillotukseen)	1			
Yleismittari (sähkö/lämpö) salkku	1			
Porauslaite poraushaaroitukseen				

TYÖKALUT	kpl	Poist.	Hank.	Inv. pv.
Vesivaaka	1			
Mitta	1			
Työntömitta	1			
Putkitongit	1			
Siirtoleukapihdit	1			
Lukkopihdit	1			
Nokkapihdit	1			
Sinettiapihdit	1			
Sivuleikkurit	1			
Peltisakset	1			
Jakoavain 4"	1			
Jakoavain 6"	1			
Jakoavain 8"	1			
Jakoavain 12"	1			
Jakoavain 18"	1			
Kuusiokoloavainsarja	1			

Torx-sarja	1			
Tuurnasarja	1			
Poranteräsarja 1-13 mm	1			
Pistepuikko	1			
Ruuvitalttasarja	1			
Kaavin	1			
Puukko	1			
Käsisaaha	1			
Nitoja	1			
Vasara	1			
Pajavasara	1			
Leka	1			
Rautakanki	1			
Sorkkarauta	1			
Viilapenkki	1			
Teräsharja	1			
Pistolapio	1			
Lumilapio	1			
Bensiinikanisteri 10 l	1			
Kaatosuppilo	1			
Venttiilielementtien käyttölaite (pitkä)	1			
Kumilasta	1			
Ämpäri	1			
50 mm lyöntilenkki	1			
Hylsysarja	1			
Pitkä hylsy 17 mm	1			
Pitkä hylsy 19 mm	1			
Pitkä hylsy 24 mm	1			
Pitkä hylsy 27 mm	1			
Kiintolenkkiavainsarja 10 mm-27 mm	1			
Räikkälennkisarja 10-24	1			

SUOJAVÄLINEET	kpl	Poist.	Hank.	Inv. pv.
Varoitusvilkku (salkku)	1			
Varoitusvilkku (työmaavilkku)	1			
Varoituskolmiojalka (merkki nro 142 + kuumaa vettä)	2			
Hengityssuojaimet (kertakäyttö)	1			
Kuulosuojain (kertakäyttö)	1			
Laastariautomaatti	1			
Kartio	2			
Ensiapulaukku	1			
Vaahtosammutin	1			
Magneettinen kannen nostin	1			

MUUT VARUSTEET	kpl	Poist.	Hank.	Inv. pv.
Letkut 2"x6 m	2			
Letkut 1"x3 m	4			
Letkut 2"x3 m	2			
Sinettiilanka	1			
Sinetit	1			
Pellavapurkki	1			
Putkikitti	1			
Putkiteippi	1			
Ilmastointiteippi	1			
Hanarasva	1			
Letkuliittimiä tarvikkeineen	2			
Messinkitulppa 1/4, 3/8, 1/2, 3/4, 1" uk	10			
Messinkitulppa 1 1/4, 1 1/2, 2" uk	4			
Lianerottimen tiivisteet (DN25-100)	2			
Lianerottimen massatiivisteet (DN25-100)	2			
Nippusiteitä	1			
Laippatiivisteet DN25-100	2			
16x60 pultit ja mutterit	1			
Painemittari	2			
Lämpömittari	2			
DN15 messinkipalloventtiili	2			
Messinkinippa 1/2"	2			
Näytepullo	2			

Suosituksset

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
KK2/2018	Kaukolämpöverkon kunnossapito

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 erikoistyökalut, apuvälineet ja erikoismenetelmät
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